



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

MAESTRÍA INSTITUCIONAL EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE DOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO EQUINO Y SU EFECTO EN LA VELOCIDAD DE APRENDIZAJE Y MEMORIA

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS PRESENTA:

ERIK LUNA SÁNCHEZ

TUTOR: Dr. DANIEL VAL ARREOLA

COMITÉ TUTORAL: Dr. MANUEL JAIME TENA

MC. Beatriz Salas García

MC. Martha Elena Castro Guzmán

Morelia Michoacán, Agosto de 2011

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	2
1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
1.- PATRONES DE CONDUCTA A CONSIDERAR EN EL ENTRENAMIENTO DE CABALLOS.....	6
1.1.- PARTICULARIDADES CONDUCTUALES DEL CABALLO	6
1.2.- COMPORTAMIENTO SOCIAL	7
1.3.- COMPORTAMIENTO MATERNO	10
1.4.- COMPORTAMIENTO JUVENIL	11
1.5.- COMPORTAMIENTO EN AMBIENTE CONTROLADO	12
2.- ORGANOS DE LOS SENTIDOS	13
2.1.- VISIÓN	13
2.2.-OIDO	17
2.3.- OLFATO.....	21
2.4.-GUSTO	23
2.5.- TACTO	25
3.- PROCESOS DE APRENDIZAJE Y ENTRENAMIENTO EN CABALLOS	28
3.1.- TIPOS DE APRENDIZAJE	28
4.- MEMORIA EN EL CABALLO	39
5.- ESTRÉS	42
5.1.- FISIOLÓGÍA DEL ESTRÉS	45

5.2.- EFECTO DEL ESTRÉS EN EL APRENDIZAJE Y LA MEMORIA	50
6.- BIENESTAR ANIMAL Y ADIESTRAMIENTO EQUINO	54
7.- DOMA TRADICIONAL	59
8.- DOMA NATURAL	61
III.- Material y métodos	64
V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
VI. - BIBLIOGRAFIA	95

Resumen

Con el fin de comparar y evaluar la velocidad de aprendizaje, memorización y presentación de conductas aversivas en dos grupos de equinos sin experiencia previa de entrenamiento (G1 N=6, G2 N=5), se utilizaron 2 tipos de entrenamiento, siendo el primero la doma tradicional, caracterizada por domar caballos empleando un alto nivel de sometimiento y mayor número de técnicas aversivas y el segundo método de entrenamiento, la doma natural caracterizada por el empleo de técnicas de aversividad reducida y conceptos etológicos que favorecen la formación de respuestas operantes. Ambos grupos fueron alojados bajo las mismas situaciones de manejo y alimentación. Cada grupo se dividió en 2 subgrupos de 3 individuos para G1 y subgrupos de 2 y 3 individuos para G2, los cuales recibieron sesiones de entrenamiento cada tercer día en periodos que no rebasaran los 20 minutos. Los criterios que se cubrieron fue el de realizar 10 vueltas de picadero a ambas manos sin detenerse, cabestrear durante 100 pasos sin detenerse o intentar escapar y cejar 10 pasos sin detenerse o mostrar resistencia, durante el proceso se contabilizó el tiempo en segundos que le tomó a cada ejemplar cubrir los criterios y se contabilizaron las conductas aversivas presentadas en el entrenamiento. Una vez cubiertas estas tareas, se liberaban los individuos para recapturarlos a los 21 días, se aplicó una prueba de memoria con la intención de evaluar la capacidad de recordar lo aprendido, contabilizándose nuevamente el tiempo empleado en completar los criterios y las conductas aversivas presentadas. El tiempo obtenido por ambos grupos mostró diferencias significativas en el tiempo total del proceso, con un promedio de 21,484 segundos para G1 y una desviación estándar de 9,568.07 segundos, mientras que G2 promedió en el tiempo total de entrenamiento 8,939.6 segundos y una desviación estándar de 1,814.31 segundos, mostrando a la doma tradicional como un proceso de entrenamiento 2.4 veces más lento en relación a la doma natural y con mayor inconsistencia y dispersión de resultados como lo muestra la desviación estándar. En la presentación de conductas aversivas G1 contabilizó un promedio de 2590.5 conductas aversivas y una desviación estándar de 1364.2 conductas, mientras que G2 contabilizó 582.6 conductas con una desviación estándar de 274.31 conductas, haciendo notar que por cada conducta aversiva mostrada en G2 se presentaron 4.4 conductas aversivas en G1. En cuanto a la prueba de memoria el promedio de tiempo presentado por G1 fue de 426.16 segundos con una desviación estándar de 257.81

segundos, mientras que G2 promedió 428.4 segundos con una desviación estándar de 151.3 segundos, resultados que solo evidenciaron una mayor inconsistencia y dispersión de resultados para los individuos de G1 por lo mostrado en la desviación estándar, pero sin significancia en los promedios. En cuanto a las conductas aversivas G1 promedió 70.16 conductas con una desviación estándar de 65.04 conductas, mientras que G2 promedió 16.2 conductas con una desviación estándar de 8.34 segundos, los datos arrojaron una relación de 1 conducta aversiva de G2 por 4.3 conductas aversivas presentadas por G1. Concluyéndose que aunque se alcanzan los criterios de aprendizaje por ambos métodos, la doma natural muestra diferencias favorables significativas en el tiempo de entrenamiento y en la reducción de conductas aversivas detonadas por los procesos de entrenamiento., Sin embargo no se mostraron diferencias significativas en la prueba de memoria entre los dos métodos.

Palabras clave: Aprendizaje., Aversivo. , Doma natural., Equino., Entrenamiento

1.- INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de los caballos es un proceso cuyo grado de complejidad depende de la actividad ecuestre a la que estén destinados. La forma de iniciarlos en el aprendizaje es decisiva en su posterior desempeño y tiene una repercusión directa en el tiempo que lleva el proceso. Aún en nuestros días existe un nivel limitado de comprensión hacia la capacidad de aprendizaje de los caballos y poca aplicación de los principios básicos de aprendizaje por parte de los adiestradores (36). Por otro lado, el empleo de métodos de adiestramiento que consideran de manera integral a los equinos, contemplando sus variantes conductuales, capacidades anatómico-fisiológicas y sus límites de aprendizaje son crecientemente aceptados en distintas latitudes por dos razones principales: Su eficacia y la velocidad de aprendizaje mostrada por los caballos así entrenados. (36).

No son pocas las investigaciones vinculadas al aprendizaje equino que han hecho énfasis en sus diferentes procesos y grados de complejidad y que con sus resultados arrojan una importante base de datos tanto para propietarios como para investigadores (2). Datos obtenidos en estas investigaciones sugieren que los caballos aprenden al igual que otras especies por medio de habituación, condicionamiento clásico, condicionamiento operante, básico y de alto nivel, (6) y en combinación con el uso adecuado de los tiempos de entrenamiento., de refuerzos, tanto positivos como negativos e incluso la implementación del castigo en el momento adecuado, se pueden optimizar los resultados del aprendizaje (6)

La razón por la cual se efectuó este trabajo fue para corroborar la efectividad que la doma natural supone en tareas básicas y complejas del adiestramiento equino en contraste con los métodos tradicionales. Tomando como base que la doma natural considera la comunicación entre hombre y caballo y la aplicación de los principios básicos de aprendizaje como sus ejes (6), se consideró que habría variantes significativas entre las dos formas de entrenamiento.

El aprendizaje en los caballos se puede modificar debido a la acción de varios componentes como son: Medio ambiente, alimentación, aspectos climáticos, presencia de lesiones, edad, género, raza, densidad poblacional., entre otros (4). Uno de los factores más importantes a

considerar es el grado de agresividad o violencia del entrenamiento, que además de afectar los componentes anteriormente descritos tendrá un especial efecto en la manera que es concebido el entrenador. Debido a la naturaleza del caballo como animal predado, toda acción percibida como potencialmente dañina detonará conductas aversivas que limitarán o imposibilitarán el establecimiento de canales de aprendizaje y dependiendo de la intensidad y cronicidad, harán que el individuo experimente estrés, con las consecuencias en la modificación de la conducta, el tiempo de aprendizaje y la capacidad de memorización que esta alteración provoca (28,66).

La hipótesis de éste experimento postuló que por medio de un método poco aversivo como lo es la doma natural, caballos sin ningún tipo de entrenamiento aprenderían actividades específicas como: 1.- Cabrestear, 2.- Cejar y 3.- Dar picadero, en menor tiempo, que presentarían menos conductas aversivas y que los caballos recordarían lo aprendido de manera más eficaz, que como lo haría un animal adiestrado de forma más agresiva o violenta como la empleada por los métodos tradicionales (68).

La utilización de la doma natural en las diferentes disciplinas ecuestres requiere de un mayor conocimiento de la forma en la que los caballos aprenden diferentes tareas, no obstante, los resultados obtenidos indican que se obtienen mejores resultados en el tiempo de entrenamiento y en la seguridad tanto del entrenador como del caballo, utilizando éste tipo de doma.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

1.- PATRONES DE CONDUCTA A CONSIDERAR EN EL ENTRENAMIENTO DE CABALLOS.

El entrenamiento de cualquier animal debe ser respaldado por un conocimiento amplio de sus patrones de conducta, con el fin de establecer una comunicación acorde a las necesidades etológicas del individuo. La información con la que se cuenta relativa a la conducta equina, se basa en las observaciones y registros realizados en grupos de caballos ferales (Caballos domésticos reintegrados a ambientes naturales) , principalmente en áreas geográficas como el estado de Montana, zonas desérticas de EU, Australia y el cabo de Toi en Japón (74)

1.1.- PARTICULARIDADES CONDUCTUALES DEL CABALLO

El caballo (*equus caballus*) comparte con otros herbívoros características anatómicas propias de los grandes mamíferos predados: Ojos posicionados lateralmente, orejas móviles, gran capacidad de reacción y un aparato locomotor especializado en la huída, mecanismo de defensa primario de la especie, responsable en gran medida de sus patrones conductuales (4). El éxito de la especie depende de esta capacidad de escape., los individuos que mantienen distancias adecuadas de los depredadores son los que tienen mayor índice de sobrevivencia y por consiguiente son los que logran transferir sus genes. Acompañando y reforzando este instinto de huida el caballo presenta un temor nato a todo aquello que sea incapaz de reconocer (Neofobia), y que interprete como potencialmente peligroso (74). De igual forma evita los espacios reducidos que limiten si huída (Claustrofobia). Estas condiciones además de sus hábitos alimenticios los ha convertido en habitantes especializados de las sabanas y praderas. El caballo es una especie que puede

entrar en pánico muy fácilmente al percibir que sus posibilidades de huida están imposibilitadas o limitadas, y es capaz de crear y crearse daño en su intento de escape. No son pocos los reportes de animales que han lastimado e incluso matado a personas al intentar librarse de aquello que percibieron como peligroso y son aún mayores los reportes de animales que se lastimaron o murieron por la misma causa (22).

Sin embargo no todo en la conducta del caballo es pánico y complicaciones, es una especie que presenta características psicológicas que hicieron posible su domesticación: 1).- Una organización social con una dominancia jerárquica definida, 2).- Una estrategia reproductiva promiscua de sistema de harem, 3).- Crías precoces que permanecen y socializan con sus padres por un tiempo relativamente largo, y 5).- Una alta capacidad de adaptación a dietas no naturales y a factores medioambientales estresantes (1). Durante poco más de 4000 años, el hombre ha modificado la conducta del caballo al seleccionar animales con menor capacidad de respuesta y de huida, con mayor facilidad de aprendizaje, ha promovido un incremento de la neotenia (Permanencia de características juveniles como conductas lúdicas), y ha propiciado un decremento de ciertas conductas sexuales) (74).

Aunque las formas de respuesta de los animales en condiciones no naturales pueden cambiar, los estudios de la domesticación muestran que la organización básica de la conducta permanece relativamente sin cambios. De hecho en los caballos domésticos, la des-domesticación es relativamente sencilla, y las evidencias sugieren que las características conductuales y psicológicas permanecen relativamente sin cambios (68).

1.2.- COMPORTAMIENTO SOCIAL

Durante el proceso de evolución, el desarrollo de la socialización se ha relacionado con el éxito reproductivo de varias especies. En los mamíferos sociales, la necesidad de interactuar se ha convertido en un requisito para la sobrevivencia de las crías (23,68,74). Los caballos ferales pueden clasificarse como animales sociales (74).

La socialización es una estrategia de adaptación conductual, promovida cuando los costos (reducida disponibilidad de recursos como agua y comida o compañeros sexuales) compiten con los beneficios (incremento en los mecanismos de defensa contra predadores y descenso en el tiempo de vigilancia). La socialización también incrementa la competencia

intra grupal y los conflictos, transmisión de enfermedades y propicia un incremento de riesgo al ataque de predadores. Debido a que los caballos son animales predados y el escape es su mecanismo de defensa primario, les resulta ventajoso el detectar predadores lo antes posible. Por ello, la vigilancia compartida (misma que incrementa el tiempo de alimentación), acciones simultáneas de los miembros de la tropilla en una reacción de huida, y las habilidades asociadas de comunicación que se requieren para dichas situaciones son de importancia primaria para los miembros de cada grupo. Las consecuencias principales de las asociaciones en los caballos han sido el desarrollo (ritualizado) de interacciones sociales y de sus estructuras (68,74).

La estructura social más comúnmente encontrada en el caballo es el harem, integrado por un semental, una o varias hembras adultas y sus crías, el número de cada grupo oscila entre los 2 a 21 individuos, aunque se pueden encontrar grupos que rebasan los 30 ejemplares (74). Dentro de cada grupo familiar, las hembras adultas forman una asociación de larga duración (más de 10 años), mientras que los machos reproductores son generalmente reemplazados (68,74). Otro tipo de unidad social se conforma por grupos de machos jóvenes de 2 hasta 20 individuos, mismos que generalmente fueron expulsados de unidades familiares, al alcanzar la madurez sexual (68,74). Un semental no defiende un territorio, ejerce su dominio manteniendo al grupo unido y a su alcance, este liderazgo es normalmente compartido con una hembra que tiene gran influencia en la conducta grupal y que defiende activamente la poliginia (74).

El desplazamiento del harem se ve afectado por la búsqueda de recursos alimenticios, refugio contra los factores atmosféricos e insectos perjudiciales, estas actividades las llevan a cabo en áreas entre 0.9 a 48 kms² (66). Entre los miembros del grupo existen órdenes jerárquicos lineales bien establecidos, mismos que guardan estrecha relación con la edad, dominando los animales adultos sobre los juveniles (23,74). Además los animales adultos tienen preferencias afiliativas y de proximidad con miembros en particular del grupo. Las conductas afiliativas principales de los caballos consisten en el juego y el acicalamiento, este último se desarrolla entre dos animales que aproximan sus costados, con un gentil mordisqueo. A diferencia del acicalamiento en los primates, esta conducta se presenta exclusivamente en interacciones diádicas, en las cuales un animal le permite a otro ocupar

su espacio vital lo cual incrementa la seguridad pues otorga una visión de 360 grados contra los predadores. Contrariamente a los primates, los caballos casi nunca asumen roles activos o pasivos, sino que ambos se acicalan vigorosamente y con igual intensidad, en la misma zona del cuerpo de cada compañero. La función del acicalamiento entre otras cosas, es promover la muda estacional de pelo y el reforzamiento de lazos sociales. El acicalamiento tiene un efecto relajante que se refleja en una baja de la frecuencia cardíaca y de los niveles de cortisol en la circulación periférica, preferentemente cuando se hace a nivel de la cruz (66).

En las expresiones de dominancia el tamaño y el peso no parecen tener efecto decisivo, sin embargo el temperamento parece ser importante, ya que caballos pequeños, jóvenes y agresivos con frecuencia ocupan rangos más elevados que animales pasivos de mayor talla, peso y edad (66). Los animales recién llegados por lo general ocupan posiciones bajas en el grupo (66). Los niveles de jerarquía se ponen de manifiesto en actividades de mantenimiento como es el beber, observándose un riguroso orden de turnos al momento de llegar a un abrevadero, incluso con grupos rivales existe un orden de llegada y explotación del recurso (66,74)

Las expresiones de dominancia pueden ser sutiles o de alta intensidad, dependiendo de la situación y del estatus de los animales involucrados, la expresión menos agresiva es el desplazamiento, en donde un animal ocupa el espacio del otro, si el mensaje no es recibido se pasa a las mordidas y en el peor de los casos se recurre al coceo que es considerado el mayor grado de agresividad., el 70% de las expresiones de dominancia se limitan a desplazamiento y mordidas, ya que se consideran acciones de bajo costo energético y más ligadas a ritualizaciones que a la creación de un daño verdadero (2). Las zonas de grupos de diferentes manadas se pueden interponer, dando lugar a disputas por recursos y en el caso de los machos dominantes existen peleas por el "robo" de hembras, además de las amenazas y el contacto violento entre garañones, los titulares de cada harem mantienen a sus hembras unidas mediante movimientos descendientes y oscilantes de cuello y mordidas que les obliga a seguir una dirección y mantenerse en cierta zona., cuando la pelea está en curso, hembras y crías no intervienen manteniéndose en una zona específica (2).

Las actividades de mantenimiento en los grupos de caballos, tanto familiares como de solteros, son realizadas simultáneamente por todos los individuos de la manada. Siendo el líder del grupo el que da la pauta para iniciar o terminar determinada acción y contando con algunos miembros del grupo que actúan como centinelas, principalmente al momento de dormir y alimentarse, el tipo y tiempo de actividad realizada se ve afectada por la época del año y por la hora del día (24).

Dentro de los grupos conformados como harems, las relaciones más sólidas se dan entre las yeguas y sus crías, entre el garañón y sus hembras, entre garañón y crías, entre juveniles próximos a la madurez sexual y finalmente se pueden ver algunas asociaciones entre parejas aisladas de hembras adultas. La fortaleza del lazo se expresa por medio de protección (De madres a crías y del garañón hacia sus hembras), mediante la ocupación de un área determinada en donde solo animales asociados tienen acceso. Por otro lado cuando los individuos se enfrentan a situaciones que los separen, las mayores reacciones se observan entre madres y crías y entre garañones y yeguas (36,66). Dentro de los grupos conformados por solteros existen fuertes asociaciones, comúnmente entre 2 a 3 individuos en donde el acicalamiento, el juego, las peleas ritualizadas y conductas sexuales entre machos son muestra de sólidos lazos entre los individuos, incluso éstas asociaciones son empleadas para robar hembras de grupos rivales (36,66,74).

1.3.- COMPORTAMIENTO MATERNO

El periodo más crítico y a la vez el más importante para poder establecer una relación entre madre y cría es justo después del parto (2). Éste es el momento en el cual la yegua lame al recién nacido y sus membranas, con el fin de identificar su olor, ésta conducta desaparece drásticamente una hora después del parto (2).

Una vez incorporado el potro se detona el instinto de mamar, consiguiéndolo en promedio en el transcurso de las primeras dos horas de vida, además de ser guiado instintivamente hacia la ubre de la yegua, ésta contribuye al colocarse de manera que la cría tenga mayor acceso a los pezones. Durante las primeras 4 horas de vida el potro tenderá a seguir

cualquier objeto grande en movimiento y le puede tomar hasta una semana el identificar totalmente a la madre. La forma en la que se identifican mutuamente en cortas distancias es olfativa y auditivamente, mientras que en distancias mayores el reconocimiento se da de forma auditiva y visual. En las primeras semanas de vida la yegua mantiene un estrecho contacto con el potro pasando la mayor parte del tiempo (94%) a no más de 6 metros de distancia, manteniendo a otras yeguas alejadas, conforme pasa el tiempo y el potro adquiere mayor independencia, el tiempo que comparten en distancias cortas se reduce (64% al llegar al quinto mes) (7).

Además de nutrición, los potros obtienen de sus madres protección, se ha observado que dos horas después del parto buscan el resguardo de la yegua, hacia objetos que son percibidos como amenazantes, a su vez el mamar les provee una sensación de bienestar, fortaleciendo así el vínculo entre madre y cría (6,7). La seguridad está también en función de la capacidad del potrillo de ver, oír, tocar y oler a su madre (7,74).

Se considera que el destete, es uno de los periodos de más estrés en la vida de los potros, ya que no solo significa dejar de amamantarse, sino perder la seguridad física y psicológica proporcionada por la madre (66,68,74). La madre tiene un papel de gran importancia en el aprendizaje del potro, enseñándole a identificar el tipo de alimento adecuado, las zonas de mayor seguridad y a interactuar con los miembros de su especie. Se ha demostrado que los potros heredan la posición social de sus madres al imitar sus conductas dentro de la manada, siendo los potros huérfanos desprovistos de enseñanza, relegados a las posiciones más bajas dentro del grupo (7,68). A medida que el potro madura, comienza a disminuir la convivencia con la madre, sin embargo la relación se mantiene por uno a tres años, incluso después del nacimiento de otros hermanos. La frecuencia de amamantamiento también disminuye, incrementándose el tiempo destinado al pastoreo.

1.4.- COMPORTAMIENTO JUVENIL.

Las conductas que caracterizan la etapa juvenil en caballos no relacionadas con la madre se centran en juegos de tipo locomotriz y de dominancia entre potros de aproximadamente la

misma edad. Arnold (1985) observó que el tiempo destinado al juego podía ocupar hasta un 10% de las actividades diarias. El tiempo dado al juego dentro de la primer semana se realiza con mayor frecuencia con la madre (Hasta un 70%) y el resto con otros potrillos, en la cuarta semana la proporción cambia drásticamente, destinándose el 80% del tiempo de juego con otros potrillos y el resto con la madre (7,68). Normalmente los machos juegan más que las hembras (2,74), con la diferencia de que los juegos entre hembras son más del tipo locomotriz, mientras que entre machos predominan los juegos con conductas de monta y combate (66,68).

Una vez que llega la madurez las potrancas se incorporan a un harem ya conformado, o forman nuevos grupos con machos jóvenes, en el caso de los potros se mantienen en grupos de solteros ya existentes o forman uno nuevo.

1.5.- COMPORTAMIENTO EN AMBIENTE CONTROLADO

La intervención humana en la cría de caballos afecta directamente el entorno en el que se desenvuelven los animales. La imposición y manejo de espacios, dietas, pares sociales y reproducción, afectan directamente la interacción entre individuos, modificando o impidiendo la convivencia social (22).

El grado de alteración es variado, desde formas de manejo que permiten un contacto social similar al que experimentan los caballos ferales, hasta sitios en donde el aislamiento de los individuos es total. Los cambios en las actividades de mantenimiento generalmente guardan una relación con el grado de modificación medio ambiental., por ejemplo un caballo que se alimenta bajo condiciones de caballeriza, ingiere grandes volúmenes de alimento 2 veces al día, si el animal no cuenta con un ambiente enriquecido o con la actividad física necesaria para eliminar energía, estará predispuesto a alteraciones conductuales (22,36), contrariamente a lo observado en animales en libertad en donde la búsqueda de recursos alimenticios ocupa la mayor parte de las actividades realizadas.

Además de los problemas de salud derivados de la cautividad, se presentan en una gran cantidad de animales, trastornos de la conducta, que van desde estereotipias, que son

conductas repetitivas, sin variedad y aparentemente carentes de función (28,66), hasta la presentación de conductas agresivas potencialmente peligrosas para el humano. El reporte de caballos que muerden cercas y tragan aire es un fenómeno conocido mundialmente, presentándose tanto en caballos como en ponis, mientras que en caballos ferales, jamás se observan éstas conductas (66). Una vez que una estereotipia se presenta de forma constante en un individuo es difícil, sino imposible eliminarla, aún quitando la posible causa o enriqueciendo el medio ambiente del animal (23,66). Por otro lado, cuando se trata de la expresión de las conductas naturales de caballos que han vivido en situaciones de confinamiento toda su vida y que posteriormente fueron reintegrados a condiciones de semilibertad, tuvieron la capacidad de crear o integrarse a grupos sociales tanto de harem como de grupos de solteros, tal y como lo hacen los caballos ferales. Con lo cual se observa que las conductas sociales son natas en esta especie

2.- ORGANOS DE LOS SENTIDOS

Como se mencionó en el apartado 1.1, los patrones conductuales del caballo giran en torno a su naturaleza de animal predado. Por ello tanto el aprendizaje como el mismo entrenamiento plantean un enfoque distinto al empleado en especies menos reactivas. Olores, formas, sonidos y texturas desconocidas, podrán desencadenar conductas que pueden retardar e incluso frenar el aprendizaje. Se debe permitir que el caballo se familiarice y posteriormente se habitúe a los estímulos desconocidos de manera progresiva, con la intención de disminuir la reactividad y crear un vínculo entrenador-caballo que permita la transmisión adecuada de señales. El entendimiento de los límites y capacidades sensoriales permitirán el uso de comandos que vayan dirigidos de forma especial a un sentido específico, sin que este se vea rebasado en tiempo y forma (36,81).

2.1.- VISIÓN

La manera en la que los caballos interpretan su medio ambiente depende en gran medida de la información visual que de él obtienen. Resulta importante para aquel que entrena un caballo entender las diferencias de percepción del ojo equino ante el humano. Reacciones

de temor y ansiedad se pueden presentar ante situaciones aparentemente inofensivas como supone el pasar através de una pequeña zanja o charco, incluso un caballo puede responder de forma diferente cuando observa un objeto por el lado derecho que cuando lo hace por el izquierdo.

A su vez, resulta importante el reconocer la información que el globo ocular proporciona, estados de alerta o ansiedad pueden manifestarse mediante la exposición de la esclera., por otro lado miradas demasiado fijas se relacionan a situaciones de *distrés* (66).

El órgano de la visión equino comprende el globo ocular, el nervio óptico, órganos accesorios como la fascia orbital, músculos oculomotores, párpados, conjuntiva y aparato lagrimal (9). La órbita del ojo equino está constituida por los huesos frontal, lagrimal, cigomático, temporal, esfenoides, palatino y maxilar (9). Alberga al globo ocular que al estar posicionada lateralmente amplía el campo visual de manera horizontal a un ángulo de 350° (49), mientras que el ángulo visual monocular abarca entre 140 a 145°, siendo el más restringido el ángulo visual binocular que comprende tan solo de 70 a 80°, es en ésta área en donde el caballo es capaz de ver estereoscópicamente y tener una apreciación de profundidad y de cálculo de distancia similar a la del humano (35,68).

El ojo del caballo resulta grande en comparación al resto de los animales domésticos. El promedio de su diámetro transversal es de 5cms, el vertical de 4.5 cm y el axial es de 4.25 cms (49). Posee dos puntos ciegos, uno de ellos a la altura del maslo de la cola de aproximadamente 5° y el otro de 2 metros bajo su nariz (68,74). Ambos se pueden anular mediante movimientos de cabeza. El campo visual está más desarrollado en un plano horizontal, provee mayor rango panorámico pero es más angosto sobre el plano vertical (178-180°) en comparación al humano (68,74). El caballo analiza su entorno mediante movimientos oculares y la rotación de su cabeza, siendo capaz de utilizar los diferentes campos visuales para ver diferentes zonas y profundidades. Por ejemplo: con la cabeza levantada y la nariz apuntando hacia adelante, usa el campo binocular en el plano horizontal; con la cabeza apuntando hacia abajo, el campo binocular se concentra en el suelo y el monocular en el horizonte, de manera que mientras está pastando y algo en el

ambiente llama su atención, es necesario que levante la cabeza en dirección al estímulo para hacer uso de su campo binocular hacia el frente y a mayor distancia, pero al mismo tiempo pierde la habilidad de ver hacia atrás y a los lados con el campo monocular (35,68).

El caballo tiene poca elasticidad en los *músculos ciliares*, por lo tanto, poca acomodación, sin embargo su óptica los hace capaces de enfocar bien a más o igual de un metro de distancia con poca necesidad de variar la acomodación del cristalino. El caballo es incapaz de ver objetos situados entre su nariz y el suelo, los objetos localizados a corta distancia son detectados por la piel y pelos táctiles de los belfos (53). La *retina* o túnica nerviosa del globo ocular es una membrana que se extiende desde la entrada del nervio óptico hasta el borde de la pupila, es en realidad parte del sistema nervioso central. Es la estructura más interna constituida por 10 capas. El circuito neural de la retina convierte la energía luminosa transducida en los fotorreceptores en potenciales de acción que se dirigen hacia el encéfalo a través de los axones de las células ganglionares, que forman al *nervio óptico* (30,32,53,88). Los *fotorreceptores retinianos* son de dos tipos:

1.-Bastones: Son los fotorreceptores más abundantes en la retina del equino. Contienen un pigmento dependiente de vitamina A llamado rodopsina, que al activarse envía información al sistema nervioso central produciendo imágenes a blanco y negro (32). Estos fotorreceptores detectan movimiento y responden a intensidades tenues de luz, es decir, brindan visión escotópica (luz-oscuridad) (97). Gracias a estas células, el caballo tiene buena visión en condiciones de luz tenue, pero no permiten el reconocimiento de color (30,74).

2) Conos: Poseen pigmentos que responden a distintas ondas de luz, de manera que brinda visión *fotópica* (brillo-luz) (32,97). Cada color visible en el ambiente, produce una combinación de actividades eléctricas específicas en los pigmentos que el cerebro reconoce como determinado color. Estos fotorreceptores son menos abundantes que los bastones, por lo cual se requiere de niveles más elevados de iluminación para su funcionamiento. Los conos permiten apreciación a detalle y brindan visión a color (68,74). Con base en el movimiento ascendente y descendente que realizan los caballos para localizar objetos

cercanos, existe la teoría sobre la existencia de la *rampa de la retina*, que indica que la distancia del punto nodal del ojo a la retina es mayor en la porción dorsal que en la céntrica y ventral del ojo, de manera que el equino tiene que mover su cabeza hacia arriba y abajo para poder enfocar objetos cercanos, mientras que los objetos lejanos son fácilmente enfocables en la porción dorsal de la retina. De esta manera, se explica por qué movimientos repentinos y objetos cercanos al caballo pueden provocar que el animal sobre-reaccione si éstos no están dentro de su área focal (49), sin embargo, se concluyó mediante mediciones de los ojos de 6 caballos que la diferencia en la distancia del cristalino a la retina si existe, pero de forma inversa a la antes pensada, por lo cual, la *rampa de la retina* no existe. La razón por la cual el caballo tiene que subir su nariz para ver objetos distantes es porque el campo binocular se localiza frente a su cabeza con un punto ciego directamente bajo la nariz (35). La disposición de las células ganglionares en el equino es horizontal y con menor concentración en la porción dorsal y ventral de manera que en las áreas dorsal y ventral su concentración es menor. Esta organización celular ha llevado a concluir que la agudeza visual en los caballos es relativamente pobre (105), y que los movimientos que tiene que hacer con la cabeza para poder enfocar, se deben a la necesidad de acomodar el objeto de interés dentro del plano horizontal (donde existe mayor concentración celular). Cuando el caballo percibe que algo se está moviendo entre sus extremidades, debajo de ellas o fuera del eje horizontal, es necesario que éste se mueva rápidamente para poder distinguir el objeto; es entonces natural pensar que movimientos repentinos fuera del área de mejor visibilidad alerten a los caballos, aunque se trate de personas u objetos familiares, sin embargo, con entrenamiento se puede modificar la tolerancia a ciertos movimientos y situaciones (97). Los axones de las células ganglionares se reúnen caudalmente formando el nervio óptico, cuyas fibras se cruzan (*decusación*) en el quiasma óptico en la base del diencefalo, tálamo y mesencefalo (23,34). Este entrecruzamiento permite procesar en el cerebro la información de los puntos correspondientes de ambas retinas (derecha e izquierda) (34,88). Los primates poseen un área de concentración de conos y células ganglionares en relación 1:1 denominada fovea, que produce visión a color tri-cromática. Al localizarse en el centro del campo binocular, también provee precisión respecto a la percepción de profundidad. El caballo no posee fovea y tiene menos rango de movimiento sobre la órbita ocular que el primate, añadiendo a

estas características las proporciones celulares antes mencionadas, se cree que la visión del caballo es similar a la visión periférica del humano (97). Por poseer menor proporción de conos que bastones y no tener un área específica de concentración de conos, la visión del equino está dominada por los bastones, lo cual significa que tienen mayor influencia de visión escotópica y brinda mejor apreciación de movimiento que detalle (97).

El tapetum lucidum es una estructura característica del ojo del caballo localizada en la mitad superior del fondo ocular, que aumenta las propiedades de concentración lumínica de los bastones al reflejar la luz hacia la retina cuando esta topa con el fundus. De esta manera, hace mejor uso de la luz disponible en el ambiente que el ojo humano, sin embargo también puede reducir la capacidad de discriminación visual por consecuencia de la dispersión lumínica (31,68,74,105). Se cree que para reducir la dispersión lumínica, los herbívoros poseen el corpus nigris, estructura localizada en la porción dorsal del iris (9,18). Respecto a la percepción de color, se han realizado diversos estudios, cuyos resultados son contradictorios, pero actualmente se piensa que el caballo es di crómata, y contrario a lo que se pensaría (por ser un animal herbívoro), no distinguen bien tonos verdes ni amarillos (33).

La *pupila* del caballo posee una característica forma ovalada y es particularmente grande. Su dilatación se controla neuralmente para reducir las aberraciones ópticas aumentar al máximo la profundidad del campo en la medida en que lo permiten los diferentes niveles de iluminación (53,88).

2.2.-OIDO

El movimiento y orientación de las orejas permite que durante el manejo se pueda identificar hacia dónde está concentrada la atención del animal (68), igualmente, un animal agresivo, normalmente desplaza sus orejas hacia atrás plegándolas a su cabeza. Si todos

estos gestos se interpretan en conjunto, es fácil predecir e incluso prevenir conductas no deseadas o reforzar las deseadas oportunamente.

El sentido auditivo tiene tres funciones primarias en animales: detectar sonidos, determinar la localización de la fuente del sonido y proveer información sensorial que permita al animal identificar las fuentes (105). El sonido se refiere a las ondas de presión generadas por las moléculas de aire que vibran. Las ondas sonoras se propagan en tres direcciones y tienen cuatro características principales: *forma*, *fase*, *amplitud* (expresada en decibeles, dB) y *frecuencia* (expresada en ciclos por segundo o Hertz, Hz) (88). Las diferencias conductuales se reflejan en la abundancia de especializaciones anatómicas y funcionales en todo el sistema auditivo (29,53,88).

Respecto a las diferencias auditivas entre especies, se ha concluido que entre más pequeña sea la cabeza del animal, existe mayor capacidad para detectar frecuencias altas, como es el caso de los caballos (105). Se realizó un estudio con audiogramas conductuales en caballos, determinando un umbral auditivo de 60 dB y un rango de frecuencia entre 55 Hz y 33.5 kHz, con una sensibilidad máxima entre 1 y 16 kHz; más allá de los 16 kHz, la sensibilidad auditiva disminuyó rápidamente (39). La sensibilidad del oído del caballo puede aprovecharse durante el entrenamiento usando comandos y refuerzos con la voz (68), ya que el rango auditivo cubre la voz humana, incluso mejor que el perro; Saslow sostiene que por esta razón, al entrenar caballos, la voz del manejador es más efectiva que el uso de silbatos y clickers (97), sin embargo, el problema que puede haber al usar la voz es que también expresa emoción y aumenta en volumen y frecuencia, cambios perceptibles fácilmente por el caballo, por lo cual el manejador debe practicar para mantener un tono de voz calmado aunque en realidad no lo esté (74).

Se presume que los caballos pueden detectar sonidos a 4400 metros de distancia (68). A diferencia de los humanos, los equinos usan la movilidad de sus orejas para dirigir la aurícula hacia la fuente de sonido. Mientras el humano posee 3 vestigios musculares para controlar este movimiento, el caballo posee 10 músculos que permiten un rango de movimiento de hasta 180° de manera individual (105). Específicamente durante el entrenamiento, la posición de las orejas es clave para el manejador, pues para dar un

comando es necesario saber que el animal está concentrado y poniendo su atención en el manejador. El tejido que envuelve a la cabeza bloquea sonido, por lo tanto, es necesario que la oreja esté dirigida hacia la fuente del sonido para que se pueda detectar con precisión (74). La flexibilidad de las orejas facilita la localización de la fuente de sonido dentro de un arco de 25° aproximadamente, a diferencia del humano, que sólo puede localizar con precisión la fuente del sonido a 1° (29,68).

La localización del sonido depende de dos características de la señal auditiva: 1) El tiempo que lleve a la señal llegar a cada oído, (que dependerá de la localización de la fuente). La habilidad del sistema nervioso para detectar la localización sonora, es dependiente de la habilidad para detectar pequeñas diferencias temporales en la llegada de la señal, lo que significa que los animales con más distancias interaurales tienen más facilidad para localizar el sonido, ya que sus cabezas generan mayor rango de retardos interaurales.

Es importante tomar en cuenta que los caballos pueden detectar sonidos de alta frecuencia que el humano no, de manera que parte de la eventual e inexplicable agitación puede deberse a la detección de sonidos que están fuera del rango del humano, por lo cual, el buen entrenador debe de aprender a leer a su caballo antes de infringir un castigo ilógico e incluso aprender a usar su voz para tranquilizar al animal. Cuando el sistema auditivo capta las ondas sonoras, las transforma en distintos patrones de actividad neural que luego se integran con la información proveniente de otros sistemas sensitivos para guiar el comportamiento, incluyendo los movimientos de orientación hacia estímulos acústicos y la comunicación propia de la especie.

El sistema auditivo es tan sensible en el caballo, que incluso se reporta la existencia de detectores acústicos en el corazón capaces de transducir fielmente vibraciones del diámetro de un átomo y de respuesta mil veces más rápido que los fotorreceptores visuales, las cuales facilitan la orientación de la cabeza y el cuerpo hacia los estímulos sonoros cuando la fuente no se encuentra dentro del campo visual (53).

Para la mayoría de los animales, la respuesta normal ante un sonido es dirigir su cabeza y ojos hacia la fuente sonora para incorporar al objeto de interés en el campo visual. Esta conducta provee de información crucial sobre la actividad predador-presa. Se examinó la correlación entre la localización del sonido y factores visuales como ángulo binocular, agudeza visual y campo visual total, encontrando pobre correlación entre agudeza visual y localización del sonido, y entre campo binocular y localización del sonido, pero una alta correlación entre agudeza de localización y el campo visual más predominante: los caballos tienen gran cantidad de células ganglionares sobre el eje horizontal de la retina, por lo que el origen de un sonido puede ser visto sin que ésta información llegue al centro auditivo (40,105). Por otro lado, ante sonidos prolongados el equino puede detectarlos bien haciendo uso del movimiento de sus orejas, hacia donde dirigirá la vista, pero si el sonido es corto (ej. el sonido de un látigo), y no puede localizar su origen, entonces puede responder con mecanismos reflejos de defensa, usualmente la huida (97).

Algunas neuronas del colículo inferior responden sólo a sonidos modulados por frecuencias, mientras otras lo hacen sólo a sonidos de duraciones específicas, lo cual es biológicamente relevante para detectar sonidos emitidos por predadores o de comunicación intra-específica (53,88). La mayoría de las aferencias del colículo inferior llegan al complejo geniculado medial del tálamo aunque algunas otras fibras auditivas desde el tronco del encéfalo inferior no pasan por el colículo inferior y llegan directamente al tálamo. Las neuronas del complejo geniculado medial reciben aferencias convergentes desde vías separadas de modo espectral y temporal. En virtud de sus aferencias convergentes, media la detección de combinaciones espectrales y temporales específicas de sonidos, que son variables características especialmente en los sonidos de la comunicación (53).

La estructura final de la información auditiva es la *corteza auditiva*, donde se procesa el orden superior de los sonidos naturales, es decir los utilizados para la comunicación y a las diferentes combinaciones espectrales que caracterizan ciertas vocalizaciones (88). En el caballo, se ha observado que a las tres semanas de edad los potros son capaces de reconocer los relinchidos de su madre. Igualmente, los miembros de una manada responden a

llamados de sus compañeros después de separarlos por cierto tiempo. Por otro lado, se han realizado monogramas de las diferentes frecuencias de comunicación verbal en equinos y se piensa que las diferentes frecuencias corresponden a determinada intención (llamados de madre a su potro, cortejo, encuentros afiliativos, encuentros antagonistas, etc.) importantes para la comunicación entre los miembros del grupo (68). Algunas neuronas de la corteza auditiva también tienen el propósito de sintonizarse a más de una frecuencia y reconocer sonidos específicos para extraer información fundamental para la supervivencia (53).

2.3.- OLFATO

El sentido del olfato es el principal sentido que los mamíferos desarrollaron para percibir información a distancia (97). Anatómicamente, los ollares del equino están dispuestos lateralmente y opuestos el uno del otro, lo cual permite la estereolfación y la localización de la fuente del olor (104). La superficie de la cavidad nasal del caballo es muy larga, proveyendo una gran área de mucosa olfatoria que se amplía aún más por poseer estructuras plisadas en la parte caudal de la cavidad recubriendo a las conchas etmoidales. Estas estructuras se encuentran en estrecho contacto con la lámina cribosa, que es una placa finamente perforada entre la cavidad nasal y craneal por la cual pasan los nervios olfatorios (74,82,97). Llegan al cerebro donde tienen sinapsis en el tálamo. Esta estructura también se encarga de la percepción a conciencia de algunas sensaciones, mantenimiento de conciencia, mantenimiento de atención y fase inicial del sueño (66,68).

Los quimiorreceptores especializados en la olfacción son neuronas distribuidas sobre el epitelio de la mucosa nasal que, se localizan en el techo de la cavidad nasal (23), se encuentran en la porción caudal de la cavidad nasal del equino (18). De cada célula olfatoria protruyen cilios hacia la superficie epitelial, donde interactúan con la secreción mucosa y se estimulan con los químicos de las sustancias disueltas en ésta. Las neuronas codifican la estimulación de la sustancia odorífera y la traducen en señales eléctricas para transmitir las a los centros de orden superior. Los axones de los quimiorreceptores tienen dos procesos, el principal origina al nervio olfatorio (par craneal I), que pasa por la placa cribosa del hueso etmoidal y llega directamente hasta los bulbos olfatorios (18,23) que a su

vez envían proyecciones hacia la corteza piriforme del lóbulo temporal y otras estructuras del sistema límbico como el hipotálamo y la amígdala (ambos en el encéfalo anterior).

Este primer proceso hace único al sistema olfatorio (neuralmente hablando), ya que a diferencia de los demás sistemas sensitivos, no implica un relevo talámico desde los receptores primarios hacia la región neocortical para procesar la información. El segundo proceso se extiende a lo largo de la mucosa olfatoria, y también llega a la corteza piriforme, pero éste sí transmiten información a través del tálamo hacia las áreas asociativas especializadas en olfato. El procesamiento adicional que se relaciona con los núcleos del sistema límbico se denomina vía refleja olfatoria, y es responsable de identificar la sustancia odorífera e inicia reacciones motoras, viscerales y emocionales apropiadas para los estímulos percibidos (18,53,88).

Presumiblemente las neuronas receptoras olfatorias son selectivas a cierto estímulo químico en particular, mientras que otras son activadas por moléculas odoríferas diferentes. La codificación de la información olfatoria también tiene una dimensión temporal; la aspiración, es un acontecimiento periódico que desencadena potenciales de acción y actividad sincrónica en poblaciones neuronales (88), al inspirar rápido y con poca profundidad, aumenta la carga de moléculas percibidas por el epitelio nasal, al resoplar se limpian las áreas sensitivas para que en la siguiente inhalación se obtenga una impresión más real del nuevo ambiente u olor (74,97).

Mientras el epitelio de los bulbos olfatorios responde a moléculas volátiles pequeñas, el órgano vomero-nasal u órgano de Jacobson, responde mejor a moléculas de mayor tamaño no volátiles y más específicas de la especie, como las presentes en secreciones corporales (97). El órgano vomero nasal es una estructura cartilaginosa tubular altamente vascularizada, recubierta de membrana mucosa localizada en la mayoría de los mamíferos, pero en el humano es muy pequeña a diferencia del caballo, donde mide cerca de 12 cm. Corre por ambos lados del septo nasal dentro del paladar duro hacia la parte anterior de la cavidad nasal, con la cual se comunica vía el ducto naso-palatino. Su función fue descrita

haciendo notar que la luz del órgano vomero-nasal se contrae y expande ante su estimulación, actuando como una bomba para detectar feromonas (23).

La presencia de éstos químicos específicos se detecta primero por el epitelio olfativo y posteriormente, el caballo realiza el signo de flemhen, que consiste en elevar la cabeza, enrollar el labio superior y presionar la lengua contra el paladar duro para forzar la entrada de las partículas olfatorias hacia el órgano vomero-nasal y detectar el olor. La principal fuente de detección de feromonas es a través de orina, heces, y ante la exposición con sabores novedosos, olores irritantes; es sumamente común en garañones al detectar hembras en celo, lo cual significa que juega un papel importante en el control y coordinación de actividad sexual. Por la inervación directa mediante fibras que llegan al sistema límbico, también se piensa que controla conductas emocionales, posiblemente relacionadas con conductas específicas muy notables en caballos y otros ungulados, como ansiedad, miedo o alarma (16).

Algunos autores reportan que el órgano vomero-nasal puede ser el responsable de disparar ciertos cambios de madurez sexual en el caballo, pues en grupos de machos en otras especies la ausencia de orina femenina resulta en bajo peso corporal y pobre desarrollo de características sexuales secundarias; igualmente, la ausencia de machos durante el desarrollo de hembras retrasa la pubertad en éstas (68,74). Con esta información, es posible entender la gran relevancia del sentido del olfato para el caballo, que confía más en la información olfatoria que los humanos para el reconocimiento de objetos e individuos, de hecho, cuando dos caballos se encuentran, lo primero que hacen es olerse inhalando profundamente para muestrear moléculas y así reconocerse (68). Es importante tomar en cuenta que mediante el olfato es básico durante la exploración, sin embargo, rara vez se les da tiempo para que los animales puedan reconocer al manejador o ambientes extraños

2.4.-GUSTO

El gusto y el olfato son resultado de la interacción de moléculas con receptores sobre una membrana mucosa; en el caso del gusto, estos receptores son papilas localizadas sobre la lengua, en la porción anterior del paladar blando, faringe, laringe, labios, cachetes y

superficie oral de la epiglotis. Las papilas tienen pequeños poros que proyectan micro vellosidades con las que interactúan las sustancias gustativas. Una vez que las células gustativas traducen este estímulo y proporciona información sobre la identidad, concentración y cualidad (agradable o desagradable) de la sustancia. Esta información también prepara al sistema gastrointestinal para recibir alimentos al provocar salivación y deglución (28).

En el humano, las células gustativas hacen sinapsis con axones sensitivos primarios que inervan las papilas gustativas de la lengua, paladar, epiglotis y esófago respectivamente. Los axones de estas neuronas sensitivas primarias en los ganglios de los nervios craneales respectivos, se proyectan hasta el núcleo del tracto solitario en el bulbo raquídeo, también conocido como núcleo gustativo del complejo del tracto solitario. La porción caudal del núcleo del tracto solitario recibe información de ramas subdiafragmáticas del nervio vago, que controlan la motilidad gástrica. Algunas proyecciones recíprocas conectan al núcleo del tracto solitario a través de la protuberancia con el hipotálamo y la amígdala, presumiblemente estas ramas influyen en el apetito, saciedad y otras respuestas relacionadas con la ingesta y con memoria para la asociación de sabores con experiencias pasadas (18,88).

La estrecha relación de la información gustativa y visceral es muy importante, pues el animal debe reconocer rápidamente si está comiendo algo que lo enferme (53,88). Se ha observado que tanto sabores novedosos como familiares pueden asociarse positiva o negativamente hasta producir aversión en un futuro, lo cual se sabe importante en potros, quienes aprenden de sus madres a seleccionar el alimento y evitar plantas tóxicas (46). Otra función del gusto es proveer información sobre el valor nutricional del alimento, aparentemente, existen receptores específicos para detectar ciertos nutrientes y así asegurar su ingesta, como es el caso de la sal. La regulación alimenticia depende de factores de aprendizaje asociados con familiaridad, por ejemplo, se ha observado que algunos animales rehúsan beber agua que no proviene del lugar donde acostumbra hacerlo o en contenedores diferentes (74).

Presumiblemente, la percepción del sabor en el caballo son grados de saladez, amargura o dulzura que poseen los alimentos (68). Un estudio sobre la respuesta a sabores dulces, salados, agrios y amargos en solución con agua a diferentes concentraciones, concluyó que: los potros prefieren sabores dulces y rechazan soluciones saladas (con NaCl), agrias (con ácido acético) y amargas (con hidrócloro de quinolona), sin embargo, las preferencias de sabor pueden variar entre individuos y al combinarse con otros componentes orgánicos en plantas y lípidos que llegan a alterar la palatabilidad y olor (89). La importancia de la preferencia de sabores es tomada en cuenta para la manufactura de alimentos y premios usados para reforzar positivamente al animal durante el entrenamiento.

2.5.- TACTO

Es la principal vía de comunicación entre manejador y caballo (66). Los receptores del sistema somatosensitivo son terminaciones nerviosas y células no neurales asociadas. Cada sensación está asociada a un receptor específico que responde a calor y frío, (termorreceptores) tacto, presión y vibración (mecanorreceptores), y dolor (nocioceptores) (23,74). La percepción somática se da principalmente por tacto y presión mecánica en piel y tejido subcutáneo. El tacto activa los corpúsculos de Pacini, que son neuronas receptoras localizadas en la piel. La terminación nerviosa del corpúsculo está rodeada por capas celulares y fluido extracelular, que al ser alterados, activan al receptor y se produce un potencial de acción que viaja hacia el centro nervioso central vía neuronas aferentes periféricas cuyo soma se halla en los ganglios anexos a los nervios espinales o craneales de los que forman parte, para llegar a la médula espinal o al tallo cerebral (23,88). Los nervios espinales conducen la sensibilidad cutánea al asta dorsal de la médula espinal, donde se integra la información (excitación o inhibición).

Una vez procesada la información en la médula, es proyectada a niveles superiores por medio de fibras hasta llegar al tálamo. Dependiendo del tipo de información, toma una u otra vía, por ejemplo, dolor y temperatura asciende a través del haz espino talámico lateral, mientras que información sobre presión, asciende por el cordón ventral medular. Después

de procesarse a nivel talámico, la información es proyectada a las áreas somatosensoriales de la corteza cerebral por fibras tálamocorticales. En esta proyección existe un orden espacial organizado de manera que se establece una relación muy precisa entre las diferentes regiones de los núcleos talámicos y zonas específicas de la corteza sensorial. En estudios con mamíferos, se demostró que cada superficie o territorio de representación cortical varía según las diferentes partes del cuerpo, es decir, hay regiones que poseen una zona cortical más amplia que otra (1).

En el caballo, las narinas tienen una gran representación, a diferencia del gato; esto parece indicar que cuanto mayor es la capacidad de discriminación sensorial de una región del cuerpo, más extensa es la zona cortical en la que está representada. Parte de la información que llega al tálamo, llega a los llamados núcleos inespecíficos, que constituyen parte de un sistema activador de la corteza cerebral, sobre la que provocan un mecanismo alertador; este sistema poco discriminativo tiene como función informar sobre el estado general de los tejidos, y según la información que reciba, dar respuestas de defensa adecuadas. A éste sistema, también se le conoce como nociceptivo. Se ha postulado que la secuencia espacio temporal en que los impulsos arriban a la corteza y el número de los mismos por unidad de tiempo son importantes para poder analizarlos y procesarlos a nivel cortical (53).

Ante estímulos dolorosos, generalmente se liberan —mediadores de dolor— (bradiquininas y prostaglandinas) que actúan sobre receptores de dolor específicos. La interacción con éstos receptores causa un potencial eléctrico, lo cual aumenta según la severidad e intensidad del estímulo (daño tisular, calor intenso, sustancias irritantes, abrasiones de piel, etc.). Las vías específicas neurales para el dolor llegan a centros también específicos que la corteza percibe y recrea, provocando que el animal localice el origen e intensidad del estímulo doloroso. Por la vía no específica, el dolor también es percibido en el cerebro y provoca reactividad, a lo cual responden vías integradoras autonómicas, endocrinas y conductuales (agresividad y defensa). En este esquema, el sistema límbico también juega un papel importante, pues el dolor también involucra un factor emocional como temor, ansiedad e incomodidad (23). Mediante la memoria, debe de tomarse en cuenta que el caballo puede estar asociando cierto manejo con experiencias pasadas, de manera que no es raro que

reaccionen defensivamente antes de percibir estímulos, por lo cual, deberá de tomarse en cuenta el lenguaje corporal de éste antes de hacer cualquier aproximación. Entre caballos, la estimulación táctil sirve para la formación de vínculos sociales y se ha demostrado que el acicalar a un caballo es uno de los refuerzos positivos más usados y más efectivos (97).

Las áreas sensibles del cuerpo son variables dependiendo del grosor del pelaje y de la piel, el grado de innervación de los folículos pilosos y de la cantidad de receptores en diferentes partes de la piel. La cruz, boca, flancos y hombros son zonas altamente sensibles; el cuello y de la mitad del tronco hacia caudal son las zonas que más comúnmente se acicalan; mientras que muchos animales evitan que les toquen las orejas, ojos, ingles y bulbos de los talones (68). Se realizó un estudio donde se imitó el acicalamiento social en el sitio de preferencia (según sus previas observaciones) en la base del cuello y se comparó la frecuencia cardíaca cuando se acicalaba el hombro (25). Las autoras encontraron que la frecuencia cardíaca disminuyó un 11.4% en todos los individuos adultos, y 13.5% respecto a la frecuencia que mostraron en descanso. Otro hallazgo fue que el acicalamiento aumenta en época de apareamiento, cuando hay mayor tensión social. El hecho de que la mayoría de los animales encuentren reconfortante el acicalamiento, y el tomar en cuenta las áreas de preferencia puede ser un arma valiosa para premiar a los animales durante el entrenamiento. Igualmente, estimular otras áreas, como la porción baja de las costillas es usada para hacer que el caballo se desplace durante la monta y trabajo de piso.

Las vibrisas localizadas alrededor de los ojos y de los belfos están altamente innervadas por ramas aferentes, en el potro, su disposición desorganizada sobre la barba puede servir para localizar de la ubre. Estas vellosidades informan al caballo respecto a la distancia que hay con superficies y objetos, incluso se piensa que detectan vibraciones sonoras. Se ha observado que en el ratón, cada vibrisa estimula una región de la corteza sensitiva, lo cual indica que deben de ser un instrumento sensorial sumamente importante que no debe de removerse con fines cosméticos

3.- PROCESOS DE APRENDIZAJE Y ENTRENAMIENTO EN CABALLOS

En el caballo como en las demás especies domésticas, el aprendizaje es un fenómeno que afecta de manera total todo aquello que el animal realiza (42,106). Es un proceso que provoca un cambio en el comportamiento, que puede o no ser permanente y que le ayuda a enfrentar su medio ambiente (42). Los factores que mayormente afectan el aprendizaje son de tipo neurobiológicos y conductuales., y guardan una estrecha relación con las habilidades y capacidad atlética que un caballo puede finalmente desarrollar (21,42,108). Entender las formas de aprendizaje que más se adecuan al entrenamiento equino, los límites de aprendizaje de la especie, e incluso la personalidad de cada individuo, facilitará el proceso de entrenamiento, evitará errores de interpretación, minimizará la ocurrencia de accidentes y reducirá el número de caballos considerados como no aptos para determinadas funciones zootécnicas (21).

3.1.- TIPOS DE APRENDIZAJE

3.1.1.- HABITUACIÓN:

Es considerada una de las formas más simples de aprendizaje. Se define como la disminución o el cese de una reacción no aprendida ante un estímulo como resultado de una repetida exposición, sin que esto genere sensaciones placenteras o desagradables. Un ejemplo típico se presenta cuando los potros ignoran el movimiento de ciertos objetos, como las hojas secas que se arrastran por el suelo. El valor de adaptación al eliminar este tipo de respuestas es obvio ya que permite al animal conservar energías y prestar atención a los estímulos importantes del medio ambiente (106). Si ha pasado largo tiempo desde la última vez que el caballo había estado expuesto a un estímulo al que estaba habituado, puede reaccionar nuevamente cuando se le re-expone. Esto se denomina recuperación espontánea (106).

3.1.2.- SENSIBILIZACIÓN:

El aprendizaje por sensibilización al contrario que en la habituación, busca generar una respuesta ante la presencia de un estímulo aversivo y que esta respuesta aumente en lugar de disminuir. Este tipo de aprendizaje se pone en práctica al enseñar a los caballos a dar picadero, en donde fuetes o cuerdas se agitan o golpean a los caballos con la intención de hacerlos avanzar en la dirección indicada por el manejador. Este tipo de aprendizaje cuando es empleado excesivamente puede crear respuestas contrarias a los objetivos de entrenamiento. Son varios los casos en donde los caballos se sobresensibilizan presentando reacciones fóbicas e incontroladas al estímulo aversivo y por otro lado algunos caballos caen en un bloqueo sensorial y dejan de presentar cualquier respuesta (68).

3.1.3.- DESENSIBILIZACIÓN:

La desensibilización es un tipo de aprendizaje en el que se busca disminuir la respuesta ante un estímulo. En principio es parecido a la habituación, sin embargo su aplicación e intensidad son diferentes (68). Como se mencionó anteriormente en la habituación un individuo aprende a ignorar un estímulo que le es presentado constantemente y a un nivel de intensidad similar, en la desensibilización la disminución de la respuesta se busca cuando el individuo aprendió a responder de forma fóbica ante un estímulo en particular y la presentación de éste se da de manera progresiva. Un ejemplo de desensibilización aplicable en el caballo sucede cuando un animal que ha sufrido un daño en un miembro locomotor y que tiene que ser tratado por varios días, desarrolla reacciones de huida o agresión al intentar manipular el miembro. La manera de desensibilizarlo sería tocándolo hasta la zona corporal en donde el animal no presentase reacción de amenaza o huida y realizar un aproximamiento gradual hacia la zona que provoca la reacción, avanzando hasta donde sea posible., si el animal no permitiera el avance, se retrocede al punto de aceptación y se reinicia el proceso hasta lograr el objetivo final (7, 22).

3.1.4.- CONTRACONDICIONAMIENTO:

En esta forma de aprendizaje se busca dar una recompensa al individuo al exponerlo ante una situación aversiva. Un ejemplo se da con las yeguas reproductoras que tienen que entrar a un cajón de manejo., para aquellas que muestran niveles de ansiedad elevados es recomendable dar recompensas alimenticias como trozos de zanahoria o forraje. De esta forma se elimina la respuesta claustrofóbica al crear una asociación de ese lugar con la obtención de alimento (68)

3.1.5.- CONDICIONAMIENTO CLÁSICO O PAVLOVIANO:

El condicionamiento clásico o Pavloviano es la forma de aprendizaje que muestra una relación entre un estímulo y una respuesta, habiéndose observado dicha relación previamente, con un estímulo diferente. Es el tipo de aprendizaje por asociación más básico y se documentó por primera ocasión por Iván Pavlov quien con su experimentación con perros consiguió que respuestas fisiológicas se desencadenaran con el uso de un estímulo condicionado. Inicialmente, notó que los perros a los cuales alimentaba empezaban a salivar (Respuesta incondicionada) al ver y oler la carne (Estímulo incondicionado) con la que serían alimentados. Posteriormente hacía sonar una campana (Estímulo condicionado) al mismo tiempo que presentaba la carne a los perros y de igual forma los perros salivaban (Respuesta condicionada). De esta forma logró establecer la asociación entre eventos en los que el individuo no tiene control, pero que le permiten mayor predictibilidad en el ambiente. Un ejemplo de condicionamiento clásico en el caballo y que guarda relación con el experimento de Pavlov se observa en algunas cuadras en donde se vierte el alimento a través de una puerta. El sonido producido por el abrir y cerrar de las mismas induce conductas de nerviosismo y ansiedad por el alimento en animales que aguardan por su turno para ser alimentados, aún y cuando los caballos no puedan ver a la persona que alimenta a los compañeros de cuadra (54).

3.1.6.- CONDICIONAMIENTO OPERANTE O INSTRUMENTAL:

El condicionamiento operante o instrumental, antes conocido como aprendizaje por ensayo y error es aquel en el que el individuo debe ser capaz de crear una conexión entre un estímulo y la obtención de una recompensa, a diferencia del condicionamiento clásico, en donde se genera una respuesta inconsciente, en el condicionamiento operante la búsqueda por la recompensa es de orden voluntario (68).

El componente más importante del condicionamiento operante es el refuerzo, que como su nombre lo indica busca fortalecer la relación entre la acción del individuo y la obtención de una recompensa, con la intención de aumentar la frecuencia de la respuesta buscada. Existen dos tipos de refuerzos, el positivo y el negativo. En el refuerzo positivo se busca fortalecer una conducta dando al individuo algo placentero, con la intención de que la acción se vuelva a repetir. Un ejemplo aplicado en el caballo sería el poner una cabezada e inmediatamente después reforzar el acto con un trozo de zanahoria. El refuerzo negativo aplica una sensación desagradable buscando que el individuo de una respuesta para deshacerse de la sensación.

El ejemplo clásico en el caballo es el uso del acicate., buscando que el animal se dirija hacia donde el jinete desea, se aplica presión con el acicate y si el caballo obedece, la presión termina, caso contrario se continúa hasta obtener la respuesta deseada. Las diferencias entre refuerzo positivo y negativo son su naturaleza y el tiempo en el que son aplicados, el refuerzo positivo brinda algo placentero y se da toda vez que se obtiene la respuesta correcta., el refuerzo negativo es de naturaleza aversiva y deja de aplicarse en cuanto se obtiene la respuesta. Otro elemento que se utiliza para el condicionamiento operante es el castigo, el cual no debe ser confundido con el refuerzo negativo. El uso del castigo busca eliminar una respuesta mediante la utilización de una acción aversiva, un ejemplo sería cuando un caballo muerde o intenta morder a su manejador, el cual de manera

inmediata castiga al animal golpeándolo con la mano o un fuste. Las diferencias entre refuerzo negativo y castigo son de tiempo y de intensidad: El refuerzo negativo es aplicado antes de obtener la respuesta y persigue que esta se incremente, mientras que el castigo es aplicado después de que el individuo genera la respuesta y busca que ésta se elimine totalmente (7,66,68). Existen refuerzos que son considerados de segundo orden, se clasifican de ésta forma debido a que tienen un impacto menor en el entrenamiento. Tales refuerzos en el caso específico de los caballos son las palabras de aprobación utilizadas por el jinete cuando el caballo da la respuesta deseada, y a pesar de que no estimulan con la intensidad que lo hacen el agua, la comida o un estímulo aversivo., presentados en el momento adecuado pueden ayudar a establecer la relación de causa y efecto necesarios para un buen entrenamiento, aunque tienen que ser repetidos con mayor frecuencia que los refuerzos de mayor impacto (106).

El condicionamiento operante permite que el animal tenga control sobre los estímulos que se le presentan ya sea que le generen recompensa o al intentar evadir un castigo, además permiten que el animal sea capaz de asociar eventos. La probabilidad de asociación depende de la relación entre el primer evento y el segundo mediante una cadena estímulo-respuesta-recompensa. Esto da lugar a un tipo de entrenamiento más avanzado y demandante para el caballo, conocido como conexión de respuestas operantes, en donde el animal debe ser capaz de realizar una serie de movimientos antes de recibir un refuerzo. Esta capacidad de aprendizaje se pone de manifiesto en el caballo en las pruebas de dressage, disciplina en la que la conexión de respuestas operantes es evidente (68). El caballo es muy hábil para discriminar estímulos, de manera que los entrenadores deben de ser claros y coherentes al emitir los comandos y refuerzos. Si una orden no se da de manera racional en el método o el tiempo, el caballo no responderá de la manera esperada, incluso puede aprender a ignorar la orden habituándose a ella, todo esto debido a la confusión creada por el entrenador (66). Un caballo que a pesar de su respuesta no logra obtener un refuerzo o liberarse de un castigo podría presentar lo que Seligman documentó en ratas y en perros, un fenómeno que llamó "Inutilidad aprendida", en donde los individuos al no obtener resultados por medio de sus respuestas, dejan de intentar y se resignan, disminuyendo la voluntad por aprender (68).

3.1.7.- MOLDEADO O CONEXIÓN DE RESPUESTAS OPERANTES

El moldeado es una técnica en la que un animal es inicialmente premiado por un comportamiento que se asemeja al último que una persona busca en el entrenamiento. Inicialmente, se refuerza la aproximación del comportamiento deseado., progresivamente se refuerzan las aproximaciones más certeras hasta llegar a premiar la conducta final. Por ejemplo, algunos caballos que participaron en discriminación de signos tuvieron que ser moldeados para poder manipular el aparato en donde estos se encontraban., inicialmente recibían granos tan solo al acercarse al aparato., luego solo si acercaban la nariz cerca de la puerta del aparato., después solo si pasaban la nariz através de la puerta., luego por empujar y abrir una puerta con trabas., y finalmente por empujar y abrir una puerta que se mantenía cerrada con un imán. Gradualmente, los criterios para el refuerzo se tornaron más precisos y no eran premiados los comportamientos equivocados. El moldeado da como resultado la conexión de respuestas operantes correctas y permite al individuo establecer relaciones de causa y efecto de mayor complejidad (106).

3.1.8- CAPACIDAD DE APRENDIZAJE E INTELIGENCIA DEL CABALLO:

La conducta es modificada por la experiencia través de dos procesos: Aprendizaje y memoria, el aprendizaje es la adquisición de nuevo conocimiento y la memoria es la retención de ese conocimiento (42,107). Entre las personas relacionadas con las actividades ecuestres siempre ha existido gran discrepancia en relación al nivel de inteligencia del caballo. Mientras para algunos es tan solo una bestia que aprende mediante el uso de violencia, para otros es un animal de inteligencia portentosa. Definir inteligencia plantea un problema de gran subjetividad. Los primeros intentos en psicología comparativa postularon que la inteligencia y la habilidad de aprendizaje estaban correlacionadas con una *escala natural* también conocida como *escalera de la vida* (43). En este sistema se posicionó la inteligencia de las especies por un orden jerárquico en el que el humano se colocó en la cima, seguido por los primates avanzados y delfines, posteriormente por especies como perros, gatos, ratas, aves, reptiles, aves, anfibios y finalmente insectos.

Dada la gran subjetividad y las críticas dadas a esta categorización esta escala quedó invalidada (56). Se encontró que la mayor dificultad era encontrar y aplicar una situación experimental que no ofreciera ventajas a una o más especies. Finalmente, Thomas (1986), creó una jerarquía de habilidades de aprendizaje que va desde la más simple habituación hasta el razonamiento complejo y lógico. Esto facilitó en gran medida la clasificación de las especies en una escala que podía situarlas en un nivel de capacidad de aprendizaje medible.

Jerarquía de las habilidades de aprendizaje de Thomas

NIVEL	DESCRIPCIÓN
1.- Habituación estímulo que ello	1.- Aprender a no reaccionar ante un presentado en varias ocasiones, sin tenga consecuencias.
2.- Condicionamiento clásico nuevo estímulo	2.- Dar una respuesta a un estímulo mediante la asociación con un viejo
3.- Condicionamiento operante voluntaria	3.- Aprender a repetir una respuesta para obtener un refuerzo
4.- Conexión de respuestas operantes de obtener	4.- Aprendizaje de secuencias conectadas respuestas operantes con el fin de

un refuerzo

5.- Discriminaciones simultáneas operante
presencia de otros
simultáneamente

5.- Aprender a realizar una respuesta a un estímulo específico , en estímulos presentados

6.- Aprendizaje conceptual en alguna
varios estímulos

6.- Aprendizaje discriminativo basado característica común presente en

7.- Conceptos conjuntivos, disyuntivos y mantiene
condicionales
como: " A y B"
respectivamente

7.- Aprendizaje de un concepto que relación con estímulos presentados
"A o B " y " Si A entonces B",

8.- Conceptos bicondicionales implica
si y solo si B"

8.- Aprendizaje de un concepto que Razonamiento lógico complejo, como: "A

Las primeras investigaciones sobre la capacidad de aprendizaje del caballo mostraron que su discriminación básica y su capacidad de memoria eran bastante buenas (26), sin embargo estudios más recientes arrojaron resultados contradictorios (95). Por otro lado se debe

considerar que la selección del caballo a través del tiempo no se ha basado tan solo en la masa muscular y la velocidad, también se ha valorado su predisposición a ser entrenado (44), y por su capacidad de generar respuestas ante estímulos sutiles (108). Comparaciones más particulares entre especies mostraron que el caballo discrimina mejor que las ovejas, cebras y asnos, memoriza menos que la vaca, aprende a evitar el dolor más rápido que el cerdo, pero no más rápido que el perro (44).

En otro tipo de pruebas que plantean relación causa-efecto como son las pruebas de aversión de alimentos, en donde se suministra comida que ocasiona malestar o envenenamiento, los caballos responden de manera deficiente en comparación con ratas y cerdos (44). En pruebas donde se suministró apomorfina en combinación con un alimento nuevo, un grupo de ponis fue capaz de desarrollar aversión alimenticia (45), sin embargo si la apomorfina se suministraba 30 minutos después, los ponis eran incapaces de asociar el malestar con el consumo (45). Se cree que la pobre correlación del caballo ante alimentos que ocasionan malestar, es debido a sus hábitos de alimentación, ya que una vez instalados en una pradera, los caballos consumen pequeñas pero constantes cantidades de alimento, sin detenerse demasiado a analizar la mezcla de sustratos que pueden existir en el sitio de alimentación.

En cuestión de edad se ha comprobado que los animales jóvenes aprenden más rápidamente que los individuos viejos, que al igual que en otras especies como el humano y roedores, los equinos machos muestran mayor capacidad para resolver situaciones visuo-espaciales que las hembras (38,47,79). Se han probado las habilidades del caballo para resolver pruebas de aprendizaje invertido, colocando alimento en contenedores de diferente color (blanco y negro) presentando primero el contenedor claro, en la siguiente en el oscuro e intercambiándolos (26,109). En forma similar se ha probado el aprendizaje invertido al colocar alimento en un contenedor situado a la derecha después a la izquierda e intercambiándolos (58). Los resultados mostraron que en los dos tipos de pruebas los ejemplares se desempeñaban bien, mostrando mejores resultados en la prueba espacial que en la visual. Sin embargo cuando la prueba espacial se retardaba 10 segundos, los ejemplares encontraban gran dificultad en dar la respuesta correcta (71). Esto cuestiona el

nivel de inteligencia conferido al caballo en la tabla jerárquica de Thomas, sobre todo al nivel 5 y 6 por lo que es importante investigar a profundidad los aspectos motivacionales, capacidad de atención, memoria a corto plazo y la capacidad de conexión e interpretación que el caballo puede tener hacia ciertas pruebas. Una posible explicación a esta incapacidad de correlación es que el caballo tiene problemas para remplazar el conocimiento adquirido previamente por el nuevo (95), lo cual podría explicar el pobre desempeño en ciertos estudios experimentales y en algunos regímenes de entrenamiento.

Otro tipo de experimentos han situado al caballo dentro de parámetros aceptables. En el caso de resolución de laberintos (empleando refuerzo positivo) en donde se ponen a prueba las habilidades espaciales y de memoria se encontró que los caballos empleados en el experimento además de aprender y entender el problema, comprendieron su principio (59). Se cree que la lateralidad en el caballo podría influenciar el desempeño en las pruebas de laberinto, y afectar el desempeño atlético del caballo (17). Se podría pensar que el éxito en la resolución de un laberinto se limita a la disminución en el número de errores, al igual que en el decremento de intentos de escape y en la tendencia para escoger una ruta de escape correcta. Sin embargo se encontró que las preferencias hacia el lado izquierdo y derecho varían entre caballos, y que, curiosamente los caballos más altos y delgados tenían mayor tendencia hacia el lado izquierdo (50).

Como en otras especies de mamíferos los machos tienden a ser más altos que las hembras, y esta lateralización, podría tener un efecto relacionado al género. En humanos existe una mayor lateralización derecha, sin embargo el número de individuos que muestran la lateralización izquierda son mayoritariamente hombres, lo mismo se ha observado en roedores, perros, y más recientemente en el caballo (78). Se cree que la conveniencia de manejar a un caballo por su lado izquierdo podría influenciar la lateralización y la conducta motriz, aún en caballos que no han sido manejados (70).

En cuanto al aprendizaje observacional, se acepta de manera general que los potros inexpertos aprenden al menos ciertas conductas de sus congéneres más viejos y experimentados (38,48), a su vez existen reportes que sugieren que las conductas

estereotípicas pueden también ser aprendidas entre caballos (69), sin embargo la mayoría de reportes científicos no están de acuerdo con estas tesis. Diversos experimentos han probado que las especies que más sobresalen en el aprendizaje social por observación son las gallinas y los gatos, seguidos en menor grado por cerdos y perros, mientras que bovinos y equinos se encuentran por debajo de los anteriores (52). Sin embargo los resultados obtenidos en algunos experimentos pueden ser producto de malos diseños experimentales, no aplicables al caballo., por tal motivo no se puede asegurar que el caballo está imposibilitado a aprender mediante la observación. Independientemente de la opinión entre autores acerca de este tipo de aprendizaje, los caballos que son criados en pequeños grupos que pastan al aire libre, aprenden pruebas experimentales y entrenamientos ecuestres más rápido que los caballos criados de forma aislada en caballeriza (90). Se ha propuesto también que los caballos mantenidos en grupos tienen mayor motivación social, y como consecuencia, aceptan el entrenamiento más fácilmente por parte del adiestrador o del jinete (102).

En la formación de conceptos, bajo diferentes esquemas de experimentación los caballos muestran que son capaces de formar conceptos basándose en algunas características comunes presentes en varios estímulos. Experimentos en donde el sujeto es recompensado cuando logra identificar una característica en un objeto nuevo, compartida con un objeto mostrado inicialmente (96), o resultados que muestran que los caballos son capaces de identificar las imágenes impresas en cartas sobre una pared, las cuales muestran imágenes que concuerdan, que esta capacidad de discriminación no se afecta negativamente en presencia de un refuerzo primario intermitente y que alterar la forma en la que el estímulo es presentado, ya sea cambiando de pared o alejando las cartas no produce cambios en el porcentaje de aciertos (27)., muestran que los caballos tienen la habilidad de asociar de forma discriminativa y que pueden generalizar este aprendizaje bajo diferentes situaciones. Todo esto tiene implicaciones directas con el adiestramiento de las diferentes disciplinas ecuestres.

La relación entre la habilidad de aprendizaje de pruebas experimentales y el aprendizaje de tareas netamente ecuestres se han tratado de vincular en algunos estudios. Algunos de

forma más específica han establecido correlaciones positivas entre capacidad de aprendizaje y reacciones conductuales en pruebas experimentales realizadas en diferentes escuelas ecuestres (51). Sin embargo el mayor problema que existe para considerar que el efecto generado en el aprendizaje experimental puede afectar el entrenamiento, radica en los refuerzos empleados por una y otra parte (95). En el caso de la experimentación la mayor parte de refuerzos utilizados son positivos, mientras que en el entrenamiento mayoritariamente se utiliza el refuerzo negativo (95). Debido a la dificultad que implica otorgar una recompensa alimenticia durante el entrenamiento, la manera más viable de desarrollar investigación de aprendizaje es desarrollar experimentos que contemplen el uso de refuerzos negativos (65). Además de la elección del refuerzo, las pruebas deben adecuarse al caballo. Estas pruebas deben hacer énfasis en las habilidades motrices y espaciales, más que en evaluar aspectos de discriminación o exploración.

Finalmente, se considera que existen variantes en cuanto a la capacidad de aprendizaje entre las distintas razas de caballos. En pruebas de discriminación realizadas entre caballos cuarto de milla y pura sangre ingleses, se encontraron diferencias significativas, en donde los ejemplares cuarto de milla mostraron mayor capacidad discriminativa que los ingleses (57). Los autores consideraron que las diferencias podrían ser el resultado de la menor reactividad y mayor capacidad de habituación ante las condiciones de experimentación por parte de la raza mejor posicionada.

4.- MEMORIA EN EL CABALLO:

Como se mencionó en el apartado correspondiente a aprendizaje, la memoria es el proceso mediante el cual se retiene la experiencia y el conocimiento adquirido. Dependiendo de la duración del cambio conductual, se clasifica en memoria de corto tiempo, si dura minutos u horas y de largo término si el cambio conductual persiste por días, meses o años. Los mecanismos mediante los cuales se adquieren tanto aprendizaje como memoria son estudiados desde un punto de vista neurobiológico y psicológico. La investigación efectuada en los últimos 50 años, sugiere que tanto memoria como aprendizaje se expresan a través de cambios estructurales y fisiológicos en las células nerviosas (107).

Además de su permanencia, la memoria se puede clasificar en implícita, la cual está formada por los recuerdos inconscientes en los que se basan los hábitos perceptivos y motores. La memoria implícita se forma a partir de tipos de aprendizaje filogenéticamente antiguos, estrechamente ligados a las condiciones particulares de adaptación y supervivencia de cada especie. Anatómicamente la memoria implícita se aloja en el cerebelo y en la amígdala. En el caso del caballo, un ejemplo de memoria implícita se da en la habituación, cuando el animal deja de excitarse al escuchar ruidos intensos, o en la ansiedad detonada cuando se anticipa la hora de la comida (condicionamiento clásico) , o al incorporarse y postrarse (aprendizaje motor). Es por tanto el tipo de aprendizaje y memoria de la expresión de conductas natas. Su expresión es automática, fiel, rígida y duradera, se adquiere gradualmente y se perfecciona con la práctica (76). Por otro lado la memoria explícita está relacionada con el recuerdo de objetos y eventos que suceden fuera del cuerpo del animal. El sitio anatómico donde se aloja este tipo de memoria es el hipocampo y el lóbulo medial temporal. Hasta 1997 no existía un consenso generalizado en cuanto a la capacidad de los animales para poder presentar memoria explícita, ya que Tulving (1983) argumentaba que la memoria consiente debía ser demostrada y expresada mediante un lenguaje.

Fue la experimentación con urracas azulejas de Clayton y Dixon en 1998, la que arrojó evidencias de que los animales no humanos también poseen memoria explícita. En este experimento se mostró que éste tipo de urracas recordaban los sitios en donde almacenaban diferentes tipos de alimento y lo recuperaban de forma discriminatoria dependiendo de la durabilidad del alimento en relación del tiempo que tenía almacenado (76). No se han elaborado experimentos concluyentes que demuestren este tipo de memoria en el caballo (107).

Las estructuras del sistema nervioso central que crean y modifican la memoria en el caballo son en esencia las mismas de los vertebrados superiores, y la determinación de su función se ha hecho por medio de pruebas de supresión permanente o temporal (107). El hipocampo crea episodios de memoria relativos a los eventos y los relaciona con el contexto del organismo y su experiencia, y al igual que las estructuras de la corteza cerebral con las que

se relaciona (Perirhinal, parahipocampal y entorhinal), está relacionado con la conciencia. El hipocampo muestra una gran actividad en la formación de la respuesta condicionada.

En cuanto al papel referido al hipocampo en la duración de la memoria, se ha demostrado que las lesiones hipocampales afectan la memoria a corto plazo, no así la de largo plazo, lo cual sugiere que la memoria es almacenada por cierto periodo y luego es transferida o consolidada en otras regiones del cerebro (corteza cerebral), para su almacenamiento permanente (107).

Otra estructura que tiene un papel destacado en la formación de la memoria es el cerebelo. Sus fibras musgosas transmiten información relativa a estímulos e información contextual referente al movimiento. Una vez integrados estos datos ayudan a crear un contexto de memoria cinética. A su vez las fibras ascendentes del cerebelo transmiten información relativa a movimientos específicos y eventos aversivos, se unen con las neuronas de Purkinje en la corteza cerebral para alterar la eficacia sináptica. Se ha concluido que el cerebelo es necesario para el aprendizaje por medio de condicionamiento clásico, tanto en el momento de su formación como para su almacenamiento permanente (107).

A amígdala es otra de las estructuras cerebrales relacionada con la formación de la memoria, esta estructura se encarga principalmente de la formación y almacenamiento de recuerdos asociados con sucesos emocionales. Durante el condicionamiento del miedo, los estímulos alcanzan el grupo baso lateral de la amígdala, particularmente los núcleos laterales, donde se forman asociaciones entre los recuerdos y el estímulo. La asociación entre el estímulo y eventos aversivos podrían ser mediados por potenciales a largo plazo. Las respuestas de miedo asociadas a memorias aversivas pueden incluir la paralización, taquicardia, incremento de la respiración y liberación de hormonas asociadas con estrés (107). Daños en la amígdala impiden la adquisición y la expresión del condicionamiento del miedo, que es a su vez, una forma de condicionamiento clásico.

En cuanto a la experimentación aplicada en el caballo, Wolff y Hausberger (1996), reportaron que el aprendizaje y la memorización en el caballo parecían no conectarse entre pruebas de discriminación experimental simple y pruebas de discriminación espacial, concluyendo que el aprendizaje y la memoria en el caballo, envolvían diferentes procesos.

En otro estudio realizado por Marinier y Alexander (1994), se mostró que los caballos eran capaces de recordar y ejecutar correctamente respuestas aprendidas hacía una semana bajo un modelo de laberintos. En otra prueba realizada con potros por Mat et al (1993), se mostró que los animales eran capaces de recordar el montaje de una estructura y localizar comida en el mismo sitio a una semana de efectuarse la prueba.

Sin embargo se ha sugerido que aunque los caballos muestran excelente capacidad de memoria en ciertas pruebas, pueden ser deficientes en pruebas de memoria en donde la exposición de un estímulo se retarde. También se ha observado que mientras más estimulante sea el aprendizaje, existirá una mayor propensión a recordar lo aprendido, el grado de formación de recuerdos estaría según esta teoría en relación al grado de enriquecimiento del ambiente y de las actividades (78). Existe evidencia anecdótica que sugiere que los caballos requieren conductas de aprendizaje activas para potenciar su capacidad de aprendizaje y de memoria, a su vez se cuenta con evidencias que muestran que los caballos se desempeñan deficientemente en ambientes y condiciones de aprendizaje pobres (78).

5.- ESTRÉS

El término estrés es comúnmente entendido como una amenaza hacia la homeostasis (94,99). En su uso común el concepto de estrés se usa en referencia a un evento que causa una respuesta de *distrés* (Término del idioma inglés que hace alusión al estrés con consecuencias dañinas para el organismo), y en otras ocasiones se utiliza la palabra para aludir a una situación que reta a la homeostasis, pero con consecuencias positivas, a este tipo de estrés se le conoce como *eustrés* (14,64,91). La ambigüedad más frecuente al utilizar la palabra estrés es cuando se le emplea para hacer referencia al evento o estresor, y la otra es al definir al estrés como la respuesta ante un estresor. Dentro de las definiciones disponibles la que más se aplica al contexto etológico, se describe al estrés como el o los eventos que amenazan a un individuo y que desencadenan respuestas fisiológicas y conductuales como parte de la *alostasis*, adicionalmente a las respuestas metabólicas normales (14,98,106).

Hasta este punto es necesario desarrollar dos términos para entender mayormente el concepto de estrés: *Homeostasis* y *alostasis*. La homeostasis se refiere a la estabilidad de los sistemas fisiológicos que mantienen la vida, tales como el nivel de pH, temperatura corporal, niveles de glucosa, presión sanguínea, nivel de oxigenación., esenciales todos ellos para el mantenimiento de la vida y que deben ubicarse dentro de un rango (14,91,106). Alostasis por otro lado se refiere a la adquisición de la estabilidad através del cambio, dicho de otra manera son los cambios desarrollados por un organismo para mantener la homeostasis. Existen mediadores primarios de la alostasis, principalmente aquellos que componen el eje hipotálamo-pituitario-adrenal (HPA), como las catecolaminas, glucocorticoides y citocinas. Estos mediadores en un estado alostático se mantienen alterados y en actividad sustentada, con el fin de adaptar las respuestas fisiológicas y conductuales como consecuencia a cambios medioambientales y retos inherentes a las interacciones sociales, clima, enfermedades, predadores, etc. (14,106).

El consumo metabólico producto de las adaptaciones alostáticas es conocido como carga alostática, y es el resultado de los cambios realizados por el organismo por efecto medioambiental o estacional (migraciones, época de reproducción). Bajo éstos términos un individuo es capaz de hacer frente a este tipo de situaciones y realizar los cambios fisiológicos necesarios, sin embargo cuando se exceden los límites de la carga alostática ante eventos no previstos (Enfermedad, interferencia por parte de humanos, interacciones sociales), se sufre un incremento dramático de la carga alostática (101,111). Este incremento puede dar lugar a dos escenarios, en primer lugar la sobrecarga alostática tipo 1, en donde el individuo echa mano de sus reservas energéticas sin tener los recursos que permitan suplirlas, dando por resultado un balance de energía negativo, con pérdida de masa corporal y la supresión de funciones fisiológicas. La sobrecarga alostática tipo 2 se presenta cuando las demandas energéticas están sobrepasadas y el individuo almacena más energía de la que puede consumir, provocando trastornos relacionados con estrés asociado al consumo de alimentos, o desbalances metabólicos, como el estado pre diabético observado en individuos con exceso de grasa depositada, neuro remodelaje o pérdida de células hipocámpales, hipertrofia de ventrículo izquierdo, glicolización de hemoglobina y otras proteínas, dolor crónico en aparato locomotor y fatiga. Los dos tipos de sobrecarga alostática se consideran potencialmente dañinos si la situación que lo provoca es

permanente, como puede ser en situación de lesión, enfermedad o ciertas situaciones de manejo (106).

Los sistemas fisiológicos de mayor relevancia en situaciones de estrés son el eje HPA y el sistema nervioso autónomo (SNA), particularmente la respuesta simpática de la médula adrenal y de los nervios simpáticos. Estos sistemas se mantienen activos en el ciclo diurno y ante eventos estresantes son activados, conductualmente las respuestas hacia el estrés son conocidas como de "Ataque o huida" (100). Otro tipo de reacción ante un evento potencialmente estresante se manifiesta con un estado de alerta incrementado, acompañado por ansiedad, especialmente cuando la amenaza no es predecible y por lo tanto no existe una respuesta conductual que logre dar fin a la situación (100,106).

Como se mencionó al inicio de este apartado el efecto que el estrés ocasiona en un organismo puede ser benéfico (eustrés) o perjudicial (distress), dependiendo del tiempo de duración del estado de alostasis y del costo metabólico que se ejerza (14). Inclusive, se considera que las respuestas de estrés son básicas para la sobrevivencia de los individuos, pues debido a los cambios que se realizan en una situación que amenaza el estado de homeostasis, es posible optimizar el funcionamiento de órganos, que en un momento particular requieren de un incremento de ciertos elementos (92). Un ejemplo de efecto benéfico de una situación de estrés se observa en las poblaciones de équidos salvajes que viven en estado natural. Cuando surge una situación de emergencia, como la persecución de un depredador, se realizan ajustes en fracciones de segundo a nivel de SNA que alteran drásticamente los flujos de energía y oxigenación. Este importante cambio, aunado a una buena estrategia conductual de huida pueden ser la diferencia entre la vida y la muerte. Por otro lado los cambios adaptativos que acompañan al estrés crónico, logran incrementar las cargas alostáticas con efectos detrimentales en los organismos, limitando las capacidades inclusivas, reproductivas y de sobrevivencia de los individuos e incluso ser causa directa de muerte (15,110).

5.1.- FISIOLÓGÍA DEL ESTRÉS

Son tres los sistemas que están involucrados directamente en la fisiología del estrés: el nervioso, el endócrino y el inmunológico, cada uno de ellos puede ser detonado al percibirse una situación amenazante.

El sistema nervioso se divide en dos partes: Sistema nervioso central (SNC), conformado por el cerebro y médula espinal y el sistema nervioso periférico (SNP), integrado por los nervios derivados a las extremidades. El nivel más bajo a nivel cerebral lo conforman la formación reticular y el tallo cerebral. La formación reticular es una estructura del tallo encefálico que se encarga de los ciclos circadianos de sueño/vigilia. Está formada por neuronas de diferentes tamaños y formas que se esparcen en la sustancia blanca y son el puente de unión entre el cerebro y la médula espinal. El tronco encefálico es la unión del mesencéfalo, el puente tronco-encefálico y el bulbo raquídeo, es responsable de las funciones involuntarias del organismo, como la contracción cardíaca, respiración, actividad vaso motriz y asume control de los procesos vegetativos. Es considerado como la parte más primitiva del cerebro y estructuralmente es muy similar entre todos los mamíferos, incluido el caballo (62).

En orden de complejidad el sistema límbico precede al tronco encefálico y se considera que es el centro de control emocional cerebral. Varios núcleos a este nivel son responsables directos de los eventos que constituyen la respuesta al estrés (62,92). El sistema límbico está constituido por el tálamo, el hipotálamo, la amígdala, y la glándula pituitaria (62). Estas 4 glándulas trabajan en conjunto para mantener la homeostasis en el cuerpo. El hipotálamo por ejemplo regula el apetito y la temperatura corporal, de igual forma registra dolor y placer, razón por la cual se le considera centro emocional. La amígdala por su parte es la estructura donde se registra inicialmente la sensación de miedo (5). Cuando una amenaza aparece el hipotálamo detona respuestas específicas:

- 1.- Activa el sistema nervioso autónomo
- 2.- Estimula la secreción de hormona adenocorticotrópica (ACTH)

3.- Produce hormona antidiurética (ADH)

4.- Estimula la glándula tiroides para la producción de tiroxina.

La parte más compleja del SNC es la neocorteza, sitio en donde se procesa la información sensorial bajo el concepto de evento amenazante o inocuo, además de ser el sitio en donde se llevan procesos cognitivos y de memoria (62).

El SNC presenta 2 redes individuales, la primera es la somática, circuito bidireccional responsable de transmitir mensajes sensoriales a lo largo de las redes nerviosas que comunican a los 5 sentidos con los centros cerebrales especializados. Son conocidas como redes nerviosas aferentes (Líneas que se direccionan de los órganos al cerebro) y eferentes (Líneas direccionadas del cerebro hacia los órganos). La segunda red del SNC es el sistema nervioso autónomo (SNA), encargado de regular la actividad de órganos vitales y otras vísceras responsables de la circulación, respiración, regulación de la temperatura y digestión, el nombre autónomo hace referencia a su capacidad de activación independiente a la conciencia del individuo (5), así logra establecer los parámetros necesarios para mantener el estado de homeostasis. El SNA tiene a su vez 2 ramas para mantener dicho balance, el sistema nervioso simpático y el parasimpático, activados a su vez por el hipotálamo. La mayoría de los órganos están inervados por fibras de ambos sistemas (62).

El sistema nervioso simpático es responsable de las respuestas conocidas como de huida y ataque (62). A través de la liberación de sustancias conocidas como catecolaminas, particularmente epinefrina y norepinefrina, desatan una serie de eventos que afectan tanto órganos como tejidos, con el fin de crear una elevación súbita a nivel metabólico (110). La acción simpática conlleva altos consumos energéticos, proceso conocido como funcionamiento catabólico, en donde varios metabolitos son transformados en energía necesaria para el movimiento (110). La liberación de epinefrina y norepinefrina aumentan la frecuencia cardíaca, incrementando de igual manera la intensidad de contracción del miocardio, vasodilatan las arterias que irrigan al músculo estriado voluntario, vasoconstruyen las arterias del músculo liso, dilatan pupilas y bronquios, incrementan la tasa de ventilación, reducen la actividad digestiva y liberan glucosa a través del hígado, todo esto para preparar al individuo para la huida o la pelea (62,110).

Se considera que la norepinefrina facilita la acción de la epinefrina, encontrándose en las sinapsis neuronales a una concentración de 5:1 (epinefrina-norepinefrina respectivamente). Los efectos de ambas catecolaminas son muy cortos, de pocos segundos. Debido a su rápida liberación de las terminales nerviosas, y a su rápida acción en órganos blanco, se considera que los efectos del sistema nervioso simpático son inmediatos (41,110). En contraparte el sistema nervioso parasimpático es responsable del ahorro de energía y del estado de relajación (110). Contrariamente al funcionamiento simpático, este es un funcionamiento del orden anabólico, el cual permite la regeneración celular. Este sistema se regula por el décimo par craneal (nervio vago), que a su vez es gobernado por el tallo encefálico. Cuando es activado el sistema parasimpático, se libera acetilcolina (ACh), agente neurológico que reduce la actividad metabólica y favorece el retorno a un estado de homeostasis. A nivel de contracciones cardiacas, su efecto es bradicárdico, reductos de la ventilación y miorelajante (92).

El sistema simpático y el parasimpático se encuentran parcialmente activos todo el tiempo, sin embargo su acción es antagónica, imposibilitándose su acción simultánea sobre órganos y tejidos. Se cataloga al sistema simpático como la fuerza dominante ante una situación súbita de estrés y al parasimpático como el mecanismo para recobrar el estado de homeostasis (110). Existen tan solo algunas excepciones en los mecanismos y efectos simpáticos y parasimpáticos, como la liberación de ACh para estimular la sudoración y reducir la temperatura corporal. La liberación de saliva puede ser provocada por ambas vías nerviosas y aunque mayormente el cambio de calibre de los vasos sanguíneos es controlado por la acción simpática, la erección del tejido peneano y del clítoris suceden por acción parasimpática (110).

A nivel endócrino, las glándulas que se encuentran más relacionadas con la respuesta de estrés son la glándula pituitaria, gobernada por el hipotálamo, de importancia clave ya que permite la elaboración de hormonas que a su vez estimulan otras glándulas. La tiroides, cuyo mayor efecto se refleja en una elevación de la tasa metabólica y las glándulas adrenales, que para la producción de hormonas, presenta dos zonas perfectamente diferenciadas., la corteza adrenal que produce y libera hormonas conocidas como corticosteroides, de los cuales existen dos tipos: Glucocorticoides y mineralocorticoides.

Los glucocorticoides son agentes bioquímicos que incluyen al cortisol y a la cortisona, siendo el cortisol el de mayor impacto en la respuesta de estrés. Su función es promover la generación de glucosa a través de la degradación de proteínas, mediante un proceso conocido como gluconeogénesis, el cual toma lugar en el hígado. La energía producto de este proceso es aprovechada por el SNC y por el músculo esquelético. El cortisol también interviene en la lipólisis, tanto en la movilización como en la degradación de las grasas para la producción de energía (5,62). Se sabe que además de actuar sobre estas biomoléculas, el cortisol es capaz de degradar linfocitos, creando un estado de inmunosupresión en el organismo (5,92). Además de la vulnerabilidad ante patógenos, un organismo expuesto a cantidades elevadas y constantes de cortisol, presenta grandes cantidades de colesterol en suero sanguíneo. La hipertrigliceridemia favorece la oclusión de vasos sanguíneos y predispone a afección de las arterias coronarias (92). Los mineralocorticoides intervienen en la manutención de los niveles plasmáticos y de los niveles de electrolitos, sodio y potasio, principalmente (110).

La parte interna de la glándula adrenal, la médula, secreta catecolaminas: Epinefrina y norepinefrina, en una proporción de 80:20, respectivamente. A comparación del estado basal, en situaciones de estrés los niveles de epinefrina pueden llegar hasta un 300% de incremento (41,92). Dentro de los mecanismos neuroendócrinos, cabe mencionar la conexión directa que existe entre la parte posterior del hipotálamo y la médula adrenal, conocida como conexión neural preganglionar simpática. Dicha conexión permite la liberación de epinefrina y norepinefrina al torrente sanguíneo, con el fin de reforzar la liberación preexistente de las mismas catecolaminas por parte de las terminaciones simpáticas diseminadas por todo el cuerpo (110). Esta liberación actúa a manera de refuerzo para asegurar los mecanismos de supervivencia orgánicos. Las acciones ejercidas por estas catecolaminas son conocidas como efectos de intermediación del estrés (110). Debido a que la liberación por parte de la conexión neural preganglionar es a torrente sanguíneo, el recorrido y efecto en los órganos blanco toma más tiempo (De 20 a 30 segundos) y el efecto se puede sostener hasta por 2 horas siempre y cuando la secreción sea constante (110).

Cuando los impulsos nerviosos que llegan al hipotálamo se perciben como amenazas potenciales, se desencadenan los mecanismos anteriormente citados, a manera de efecto dominó. Dependiendo de su duración que puede variar de algunas horas, hasta meses, se adquiere la condición conocida como estrés de acción prolongada. El eje hipotálamo-pituitario-adrenal, inicia la respuesta ante el estrés con la producción del factor de liberación de corticotropina por medio de la parte anterior del hipotálamo, esta hormona a su vez estimula a la glándula pituitaria que libera ACTH u hormona adrenocorticotrópica, la cual vía torrente sanguíneo llega a la corteza adrenal. Bajo la acción de la ACTH la corteza libera corticosteroides, principalmente cortisol y aldosterona, incrementando el índice metabólico, alterando la distribución de fluidos corporales y por consiguiente la presión sanguínea (62,110). El efecto de estos corticosteroides es de acción prolongada, pues su permanencia y efectos pueden ser de unos cuantos minutos a horas, y aunque esta liberación de cortisol obedece a ajustes alostáticos, con el fin de garantizar el abasto energético liberando glucosa en sangre, la integridad de varios sistemas fisiológicos se ve comprometida al producirse y liberarse cortisol de forma crónica.

Otro eje que se afecta bajo situaciones de estrés crónico es el de la vasopresina u hormona antidiurética (ADH), la cual es sintetizada en el hipotálamo y liberada por la glándula pituitaria a través de un sistema porta especial, cuya función principal es la de regular la pérdida de fluidos a través del sistema urinario., valiéndose de mecanismos como la reabsorción de líquidos y decremento de la sudoración (110). Dichos mecanismos afectan directamente el volumen de sangre bombeado a través del ventrículo izquierdo del corazón. Bajo situaciones de homeostasis, la ADH regula la presión sanguínea, ya sea incrementando o disminuyendo el volumen sanguíneo al crear fluctuaciones en el nivel de agua presente en sangre (110). Bajo situación de estrés crónico la producción de ADH es continua, aún y cuando a nivel basal existan altas concentraciones de la hormona, la ADH se comporta como lo haría la aldosterona y las catecolaminas, buscando aumentar el aporte de oxígeno hacia los músculos de mayor actividad. Finalmente esta elevación de la producción, crea un estado de hipertensión capaz de inducir cardiopatías de tipo isquémico (5,92).

El eje productor de tiroxina también es alterado en situaciones de estrés crónico, pues al sobrestimularse el hipotálamo se producen mayores cantidades de hormona liberadora de tirotrópina, que al actuar en la glándula pituitaria induce la producción de tirotrópina. Esta hormona promueve la producción de tiroxina y triyodotiroxina en la glándula tiroides, dando como resultado un incremento del índice basal metabólico. Los efectos de la sobrestimulación de este eje lleva algunos días, observándose de 10 a 15 días de iniciado la condición estresante y pueden ser: Fatiga del músculo cardíaco, actividad gastrointestinal elevada (gastritis, esofagitis, colitis) y sobrestimulación cerebral asociada con ataques de ansiedad (41,92).

5.2.- EFECTO DEL ESTRÉS EN EL APRENDIZAJE Y LA MEMORIA

El aprendizaje y la memoria son procesos activos, supeditados y alterados por diferentes situaciones, que van desde la forma en la que es suministrada la información, las experiencias previas del individuo durante su desarrollo, las condiciones de manejo, e incluso el nivel de glucosa al momento de registrar e intentar recordar un fenómeno. Dichos aspectos determinan la cantidad y calidad de información que se puede generar y almacenar (63,83). Para que un caballo sea capaz de desarrollar habilidades de aprendizaje durante su entrenamiento, no debe ser sobrepasado en sus niveles de tolerancia hacia situaciones adversas que puedan desestabilizar los mecanismos y estructuras responsables de estos procesos. El estrés ya sea crónico o agudo tiene un papel determinante en los procesos de aprendizaje y memoria, pudiendo optimizar, dificultar o incluso impedir dichas acciones. El entendimiento de este fenómeno y los efectos que ocasiona permite la implementación de estrategias de entrenamiento en tiempo y forma adecuados a la especie, facilitando el desarrollo de habilidades y potencial de cada individuo en las diferentes disciplinas ecuestres

El análisis del estrés en los procesos cognitivos y de memoria abarca los aspectos tanto estimulantes como detrimentales que este estado emocional puede desencadenar. Estudios recientes sugieren que los efectos detrimentales a corto plazo se pueden atribuir a cambios reversibles en la morfología de las neuronas hipocámpales, las cuales como se mencionó en el apartado de aprendizaje y memoria son esenciales para dichos procesos, mientras que

una exposición prolongada a situaciones de estrés puede ocasionar pérdida irreversible de dichas neuronas (62,63,93). Los estresores físicos y fisiológicos provocan la secreción de las catecolaminas epinefrina y norepinefrina por parte del sistema nervioso simpático, mientras que los glucocorticoides son secretados por la glándula adrenal, estas hormonas varían en cantidad y tiempo de secreción entre los individuos, sin embargo los mecanismos de producción y liberación son los mismos (63).

El orden de liberación de las hormonas implicadas en situaciones de estrés comienza con las catecolaminas, mientras que los glucocorticoides son liberados en la segunda oleada. En respuesta a un estresor las catecolaminas son liberadas en tejidos blanco post-sinápticos en cuestión de segundos, mientras que los glucocorticoides son liberados después de algunos minutos y el efecto hormonal puede llevar horas antes de que se acusen sus efectos. Esto evidencia las diferencias fisiológicas y de efecto que crean situaciones estresantes de corta y larga duración (63,84).

El efecto de las catecolaminas en la formación de la memoria se aumenta por una optimización en el aporte de oxígeno y sobretodo de glucosa al cerebro (83). Es sabido que la hipoglucemia disminuye la formación de la memoria tal y como lo hacen las fluctuaciones fisiológicas que alteran la disponibilidad de glucosa en sangre. La elevación de glucosa como la observada en el estado post-pandrial (*160-180 mg/dl*) potencializan la formación de la memoria anterograda y retrograda (83). La experimentación que soporta la idea de la optimización de la memoria a consecuencia de la glucosa tiene dos vertientes., la primera sostiene que la glucosa aumenta la disponibilidad de los precursores de acetilcolina, favoreciendo la síntesis de la misma. Evidencia sustentada afirma que el hipocampo es acetilcolina-dependiente para la formación de conocimiento y su almacenamiento (67,103).

La segunda vertiente se relaciona con los costos energéticos que se realizan a nivel neuronal en respuesta a eventos plásticos, como son la síntesis de más glutamato y la generación de más receptores de glutamato, o el remodelaje que sufre el cito-esqueleto a nivel sináptico (67). En relación a esta línea de investigación se encuentran los estudios de

la dependencia hipocampal de los canales de potasio dependientes de ATP., en donde grandes cantidades de ATP, producto del metabolismo de glucosa, indirectamente aumentan la excitabilidad neuronal (3,103). Ya sea una u otra teoría, lo que se muestra es la mayor disponibilidad de glucosa que tiene el cerebro debido a la acción de las catecolaminas (13,67), las cuales aumentan la glucosa tanto a nivel periférico debido a la estimulación de glicogenólisis como por el incremento a la perfusión cerebral (63).

Por otro lado existe también un efecto negativo por parte de las catecolaminas en el aprendizaje y la memoria, ya que una exposición excesiva interrumpe la memoria, así como la exposición a concentraciones suprafisiológicas de glucosa (83). Las razones para este efecto de U invertida no están del todo claras. Sin embargo además del efecto detrimental de las catecolaminas en la memoria, el factor de mayor importancia en la formación y permanencia de la memoria es el de los corticosteroides, cuyos efectos más característicos bajo situaciones de estrés ambiental y estrés inducido es la interrupción de la potenciación a largo plazo (PLP) y la potenciación de inicio (PI) en el hipocampo (20). Los glucocorticoides tienen un efecto bifásico sobre PLP y PI., bajas concentraciones de glucocorticoides como las registradas en las horas del amanecer estimulan favorablemente la PLP y la PI (19,85).

La disociación de los efectos basales y los efectos en condiciones de estrés de la hormona son entendibles debido a que existen 2 tipos de receptores para corticoides, tipo 1 para mineralocorticoides y tipo 2 para glucocorticoides, siendo el hipocampo uno de los pocos sitios del organismo en el que se encuentran concentraciones considerables de ambos receptores (61). Los receptores tipo 1 de mayor afinidad son altamente ocupados por niveles basales de esteroides adrenales durante el ciclo diurno, mientras que la elevación de las concentraciones de glucocorticoides incrementan la ocupación de receptores tipo 2 de menor afinidad al elevarse los niveles de estrés. Esto crea efectos opuestos en la fisiología hipocampal. La activación de los receptores tipo1 en el hipocampo incrementa la PLP tal y como los bajos niveles de corticosterona incrementan la PI, mientras que la ocupación de los receptores tipo 2, suprimen PLP y PI (19,84,86). El cortisol a su vez disminuye la

excitabilidad hipocampal, al prolongar las hiperpolarizaciones, extendiendo el periodo refractario de las neuronas del hipocampo (60,75).

Niveles basales de cortisol estimulan la fisiología hipocampal, mientras que niveles aumentados por situaciones de estrés la inhiben (75). Otro mecanismo que puede interrumpir el PLP se asocia a la acción de opiáceos endógenos, se ha observado que algunas encefalinas que son liberadas en situaciones de dolor con el fin de brindar analgesia, pueden disminuir la PLP, efecto atribuido a cambios en la electrofisiología de las neuronas hipocampales (19). Una forma adicional en la que el cortisol afecta la formación de memoria, se presenta al inhibir el transporte de glucosa al hipocampo, al bloquear la 2-deoxyglucosa, enzima que permite el paso de moléculas de glucosa de la pared celular hacia los sitios de almacenamiento interno (62,84,86), se ha observado que el cortisol disminuye los niveles de RNA mitocondrial para el transporte de glucosa (86). Al ser la PLP un evento que demanda ATP, se interrumpe cuando los niveles de ATP disminuyen por la acción del cortisol, y por tanto disminuye la excitabilidad neuronal (20,86).

Adicionalmente a las alteraciones fisiológicas que sufren las células nerviosas expuestas a glucocorticoides y catecolaminas, se encuentran cambios anatómicos a nivel hipocampal, observados en estudios realizados en animales de laboratorio. Experimentación hecha en ratas sometidas a estrés durante 21 días, mostró atrofia en las dendritas de las neuronas piramidales de la región CA3 del hipocampo (93), responsables de la liberación de aminoácidos excitatorios de las células hipocampales, dicha atrofia fue responsable de una disminución en el aprendizaje en pruebas de memoria espacial en dichas ratas (77). Experimentación sobre esta misma línea de investigación mostró que en regímenes en donde se inducía estrés durante meses, era posible observar cambios irreversibles en la estructura anatómica de las neuronas hipocampales (77). Los cambios son parecidos a los encontrados en animales de edad avanzada (83).

Los periodos cortos de exposición a los glucocorticoides debilitan a las neuronas hipocampales, inhibiendo la capacidad de estas para soportar daños neurológicos, tales como la hipoxia/isquemia, convulsiones o hipoglicemia (77). Todas estas afecciones

desatan una cascada de eventos degenerativos, que incluyen la acumulación de glutamato en las sinapsis y la subsecuente movilización de calcio sistólico a elevados niveles patológicos, que causan daño al citoesqueleto y aumentan los radicales de oxígeno (77). Los glucocorticoides exacerbaban esta cascada de eventos. Adicionalmente este tipo de agresiones es energético-dependiente, lo cual contribuye a disminuir la actividad neuronal (80).

Estudios realizados con primates también reportaron pérdida neuronal en estrés inducido en largos periodos. Individuos subordinados de cercopitecos vervet a los cuales se exponía a situaciones de sumisión extrema que culminaba con la muerte, presentaban un síndrome que era acompañado de múltiples úlceras gástricas, disminución linfoidea esplénica e hiperplasia adrenocortical (92). En la revisión postmortem del encéfalo presentaban un daño extensivo en la región CA3 hipocampal, sin mostrar más regiones cerebrales dañadas, a excepción de un daño moderado en los bordes de la corteza cerebral. El mismo patrón de daño cerebral fue reportado en musarañas arbóreas sometidas a estrés crónico (92), lo cual sugiere que estos cambios no son particulares de algunas especies y que el mismo principio es aplicable en caballos

6.- BIENESTAR ANIMAL Y ADIESTRAMIENTO EQUINO

La preocupación en relación a la forma en la que son tratados los animales es cada vez mayor, ya sea en explotaciones pecuarias, laboratorios de investigación, espectáculos, deporte y compañía. Para poder definir en forma adecuada lo que es el bienestar animal, es necesario adquirir los fundamentos científicos básicos que permitan evaluar de forma objetiva el estado de los animales dentro de su medio ambiente y las condiciones de manejo a las que estén sometidos. Un entendimiento preciso de estos conceptos permitirá dar a los animales las condiciones necesarias de bienestar y a la vez obtener el mayor rendimiento zootécnico posible (73).

Bienestar es un término restringido a los animales, incluido el ser humano. La evaluación de bienestar debe hacerse independiente a cualquier juicio ético y a la vez proveer la

información necesaria para tomar decisiones acerca de la ética de una situación. Bienestar animal debe referirse a una característica del animal., en vez de ser visto como algo dado al animal por el hombre. El bienestar de un animal puede mejorar como resultado de algo que se le da, pero lo que se da no es bienestar (28,73).

Algunos de los factores que tienen influencia sobre el bienestar son: las enfermedades, lesiones o heridas, el hambre, la estimulación benéfica o positiva, las interacciones sociales, las condiciones del albergue, el maltrato deliberado, el manejo por el humano, el transporte, los procedimientos en el laboratorio y varios tipos de mutilaciones y cambios genéticos por crianza convencional o ingeniería genética (8). A su vez el término bienestar a efecto de cobrar un sentido práctico, debe correlacionarse con conceptos como: Necesidad, libertad, felicidad, capacidad para afrontar cambios en el ambiente, control, predicción, sentimientos, sufrimiento, dolor, ansiedad, miedo, aburrimiento, estrés y salud (8,28,75).

El bienestar de un individuo es su estado en relación a los intentos que haga por afrontar el ambiente (28). Esta definición se refiere a una característica del individuo en ese momento. Este concepto a su vez se refiere al estado del individuo en una escala de bueno a malo, este es un estado medible y cuantificable, al ser medible está exento de consideraciones éticas. Para realizar mediciones objetivas se debe contar con conocimientos biológicos de la especie en cuestión (8,28). El estado puede ser bueno o malo y también se deben hacer intentos por medir sentimientos que son parte del estado del individuo (8,73).

Un nivel de bienestar bueno, con felicidad o placer asociado, es una parte esencial del concepto, pero el concepto no se circunscribe tan solo a cosas buenas o que " Conducen a una vida buena o preferible " (28). Fraser (1993) al referirse a bienestar usa un término inglés "Well being", el cual define como el estado de un animal en términos del funcionamiento biológico, como lesión o desnutrición, grado de sufrimiento y número de experiencias positivas (75). Las mediciones del bienestar deben orientarse a los métodos conocidos usados en animales para afrontar las dificultades, así como en los signos de que los intentos por enfrentar cambios en el ambiente están fracasando (10,28). Una vez que el nivel de bienestar queda establecido, se pueden tomar decisiones de tipo moral.

El fracaso en afrontar cambios del ambiente implica reducción en la habilidad inclusiva y como resultado estrés (28). El dolor y el sufrimiento son aspectos importantes del nivel de bienestar. El dolor es una sensación aversiva y el sufrimiento es una serie de sentimientos subjetivos desagradables, los cuales son indeseables y provocan aversión (8,10).

Las consideraciones en torno al ambiente como factor de bienestar según Appleby (1997) consideran varios componentes, todos ellos variables. El ambiente es apropiado si permite al animal satisfacer sus necesidades. A su vez cada especie animal presenta sistemas funcionales para controlar su temperatura, estado nutricional, socialización, etc. (8). La estabilidad de los sistemas mencionados permiten al individuo controlar sus interacciones con el medio ambiente y así mantener cada aspecto de su estado dentro de un rango tolerable (10).

La forma en la que el término estrés es considerado cuando se relaciona con bienestar animal gira en torno a la parte del nivel de bienestar negativo que involucra el fracaso para poder enfrentar los cambios del ambiente (11). El uso del término estrés debe ser restringido al uso público cotidiano de la palabra para referirse a un efecto negativo sobre el individuo (10). El estrés puede definirse como un efecto ambiental sobre un individuo que sobrepasa sus sistemas de control y reduce su habilidad inclusiva, o tiene alta probabilidad de hacerlo (10). El uso de esta definición permite establecer una relación clara y precisa entre estrés y bienestar., mientras que el bienestar se refiere a un rango en el estado del animal desde muy bueno hasta muy malo, siempre que hay estrés el bienestar es malo.

Una de las formas más directas para evaluar el nivel de bienestar se logra a partir de las mediciones fisiológicas, como son la frecuencia cardíaca, actividad adrenal, actividad adrenal posterior al desafío con una respuesta inmunológica alta o deprimida después del reto (11,12). Otra forma de medición de niveles de bienestar es la medición conductual. El hecho de que un animal evada decididamente un objeto o un evento, aporta información acerca de sus sentimientos y por tanto de su bienestar (8,10,28).

Dentro de los términos y parámetros antes descritos toda actividad y entrenamiento ecuestre puede ser evaluado en relación al nivel de bienestar que presentan los caballos al momento de ser ejercitados o adiestrados. De igual forma se pueden analizar y evaluar las posibles correlaciones entre niveles de bienestar y el nivel de desempeño mostrado por el individuo.

Cuando se evaluar el nivel de bienestar que presenta un caballo al momento de ser entrenado deben considerarse varios factores. Las razas modernas de caballos se han modificado con el fin de realizar funciones zootécnicas específicas, esto implica alojarse, alimentarse y ejercitarse de una forma antinatural. Los procesos por los que pasa un caballo al ser entrenado, pueden crear niveles de bienestar bajos. Dependiendo de la actividad ecuestre para la cual estén destinados los ejemplares, se les obliga a realizar movimientos y conductas que en un entorno natural serían evitadas, y contrariamente a lo que sus instintos de conservación les indican, son forzados a entrenarse en lugares que por su forma, tamaño, nivel de luz, color, y objetos extraños detonan conductas de aversión (78). Los animales que logran adaptarse a estas condiciones y al propio entrenamiento pueden desarrollar su potencial y al mismo tiempo elevan su valor económico, caso contrario son desechados, y muy posiblemente desaprovechados (8,10).

Las razones principales por las cuales se emplean técnicas de entrenamiento que implícitamente conllevan a bajos niveles de bienestar se asocian al desconocimiento, a la tradición y a la falta de compatibilidad entre los test de aprendizaje de laboratorio y el entrenamiento práctico (65). La contingencia (relación de tiempo existente entre un estímulo y una respuesta), es uno de los factores más importantes dentro del entrenamiento equino, pues permite al animal crear una conexión entre una respuesta dada y un resultado (refuerzo), permitiéndole saber si ha realizado correctamente o incorrectamente una tarea, creando así un panorama de predictibilidad (78). Cuando no existe una relación de tiempo y refuerzo, se pierde la contingencia y por tanto la predictibilidad, generándose estados asociados a la ansiedad y en casos extremos se pueden observar signos de inutilidad aprendida (65,78). Cuando se busca incrementar el nivel de bienestar al momento del adiestramiento se debe de asegurar al caballo la posibilidad de poder generar una

respuesta., buscar que la prueba esté al alcance de su capacidad físico-atlética y que el entorno detone la menor cantidad de conductas aversivas.

La intensidad de los estímulos es otro de los factores a considerar dentro del bienestar, sobre todo cuando se trata de refuerzos negativos. Cuando se presenta un refuerzo de naturaleza aversiva en un grado exagerado, la respuesta del animal puede variar desde intensos episodios de ansiedad, en los que generalmente el animal se concentra mayormente en el refuerzo que en dar una respuesta adecuada, hasta conductas de pánico extremo que podrían crear verdaderas fobias y con esto retrasar o imposibilitar el aprendizaje de determinadas pruebas, lo anterior se puede atribuir al hecho de que el caballo crea una conexión entre la presentación de conducta de pánico y el cese del refuerzo negativo (4,10).

El tiempo de entrenamiento guarda una estrecha relación con el desempeño de los caballos. Se ha observado que sesiones largas y de alta exigencia dan como resultado bajos niveles de aprendizaje, en experimentos realizados en ponies en donde se les enseñaba a evitar shocks eléctricos en esquemas de 7, 2 y 1 días a la semana, se observó mejor desempeño en los animales que recibían una sola sesión semanal, generando la respuesta correcta en menos sesiones, con la desventaja de llevar más tiempo en el proceso (95).

El grado de manejo que presente un caballo al momento de recibir nuevo entrenamiento es también de gran importancia. Se ha observado que los animales que reciben un adecuado manejo de piso, actúan de forma menos aversiva al enfrentarse a nuevas situaciones (Manejador, instalaciones y procedimientos), en comparación con aquellos a los que se les limita el contacto con el humano. En estudios comparativos los animales de mayor manejo, aceptaban más fácilmente el proceso de ser montados, y en pruebas de laberintos, los animales de mayor manejo al reaccionar de forma menos aversiva, daban la respuesta correcta en menor tiempo (37,87).

Como se mencionó anteriormente no se puede dar bienestar durante el entrenamiento, lo que sí se puede es mantener niveles de bienestar adecuados, teniendo un entendimiento lo

más amplio posible de la capacidad de aprendizaje de esta especie, de su repertorio conductual y de sus límites atléticos.

7.- DOMA TRADICIONAL

La forma en la que el caballo se incorporó al uso y explotación por parte del humano fue tardía en relación a otras especies, aspecto determinado por su naturaleza huidiza. Una vez que formó parte de la lista de animales domésticos su explotación zootécnica no se limitó al simple abastecimiento de carne y pieles, en vez de ello llegó al punto de ser considerado como la montura más eficiente. Los primeros indicios de su explotación se remontan al año 4,000 AC en la estepa ucraniana, en donde sus restos mezclados con los de otras especies domésticas fueron encontrados en los desperdicios de los agricultores neolíticos. Se considera que la segunda función desempeñada por el caballo fue como animal de tracción (Después del ganado vacuno), ayudando al desplazamiento de los bienes de las sociedades seminómadas. Existe también la posibilidad de que en ocasiones se sentaran a horcajadas sobre los caballos más mansos cuando los llevaban a pastar, aunque para desplazarse en distancia más largas se cree que se utilizaba más el ganado vacuno por su naturaleza menos impredecible.

El primer registro de arreos utilizados para manipular el movimiento del caballo se remonta al año 2,000 AC: La muserola, correa o cuerda que rodea el hocico del animal y se sujeta con una banda que le pasa por detrás de las orejas, permitía guiarlos para tirar de trineos de carga o carretas ligeras. Posteriormente en el 1,700 AC se incorporaron frenos a la muserola, hechos de cuero, cuerda y más tarde metal, con quijetas para fijar las riendas, aditamento que permitió dar mayor dirección, dando lugar al uso del caballo para tirar de carros de guerra de dos ruedas. En figurillas egipcias correspondientes a los años 1350-1300 AC, se observan las primeras representaciones de hombres montados en la grupa de un caballo. La silla con un contorno más seguro se empleó hasta el cuarto siglo de nuestra era y los estribos que finalmente dieron mayor estabilidad y seguridad al jinete aparecieron hasta el siglo sexto después de Cristo.

La doma del caballo fue posible gracias a los arcos utilizados para guiarlo, y en mayor medida a las técnicas empleadas para poderlo abordar y finalmente acabar montado en su dorso. Una versión sostiene que los primeros intentos por montar al caballo se hicieron de forma sutil, con aproximaciones lentas y pausadas que mantuvieron al mínimo el instinto de fuga. Sin embargo al popularizarse el uso del caballo en un número importante de culturas, el tiempo destinado al proceso se tuvo que acortar, dando lugar al uso de técnicas de rápido sometimiento y mayor aversividad. Se pueden apreciar escenas de la doma llevada a cabo en el siglo cuarto AC en una ánfora escita, en donde se ve a un hombre tumbando a un caballo recién capturado doblando el cuello del animal y levantando el miembro anterior izquierdo, en otro de sus bajorrelieves se aprecia a 3 hombres derribando a un caballo jalando de 3 cuerdas y en otra escena un hombre que quita ataduras de las manos de un caballo ya domado, para evitar que escapara o se alejara demasiado al soltarlo para pastar.

El grado de aversividad entre culturas, uso ecuestre y épocas presenta grandes variantes, desde conceptos que podrían considerarse como "modernos" y "naturales", del tratado de equitación escrito en el cuarto siglo AC por Jenofonte, hasta los métodos utilizados en la festividad del "palenque" por los gauchos sudamericanos, basados en el sometimiento total del ejemplar con la utilización de arcos lo más agresivos posibles para rendir al caballo, método que forma parte de su cultura y tradiciones. Este último ejemplo se aplica a varias regiones del mundo en donde el sometimiento rápido es la idea central de la doma, que además de cuestiones prácticas obedece a su vez a un instinto de depredación en el humano que se manifiesta más fácilmente en comparación a las consideraciones de las necesidades de conducción y aprendizaje del caballo dentro de este proceso. Un procedimiento que resulta prácticamente universal entre todas las modalidades de la doma es iniciar a los potros por medio de un "potreo", que consiste en capturar a un potro "bruto", lanzándolo y limitando su huida, ya sea derribándolo o frenándolo súbitamente de manera repetida hasta que disminuye su intento de escape. Esta parte de la doma es también conocida como "quebrar" a los potros, haciendo alusión al sometimiento que muestran después de "potreos". Los demás pasos de la doma tradicional que terminan con el caballo ensillado muestran esta tendencia de aversividad, sustentada en el hecho de que el caballo es un

animal limitado cognitivamente, incapaz de permitir el contacto con el humano de otra forma que no sea por la fuerza.

En nuestro contexto nacional los métodos de doma tradicionales con ascendencia ibérica son extensamente usados en los animales que se emplean para charrería, baile ranchero y jaripeo. El número de adiestradores dentro de estas disciplinas que utilizan técnicas basadas en métodos de doma poco aversivos es reducido. No son pocos los adiestradores que consideran un método mayormente aversivo como la herramienta única tanto de forma como de calidad para poder domar a un caballo. Los refuerzos negativos y castigos son como práctica general las formas de entrenamiento más comunes y que de manera empírica y generacional se transmiten dentro de estas disciplinas ecuestres. Bocados diseñados para herir el paladar y comisuras, muserolas de metal, espuelas con rodajas agudas, la privación de agua y alimento e inclusive el uso de pisos electrificados para hacer "bailar" a los ejemplares son parte del repertorio de algunos entrenadores tradicionales. No es infrecuente la presentación de lesiones de moderadas a muy graves sufridas por los caballos en el proceso, y las personas que pueden resultar lesionadas por este tipo de doma, forman parte de un porcentaje considerable de las estadísticas de salud pública en el país.

Es innegable que los caballos aprenden por medio de estos métodos que forman parte de las tradiciones y estilo de vida de sus practicantes, sin embargo la implementación de técnicas poco aversivas, contribuiría a mejorar las condiciones de bienestar en estos estilos de doma con repercusiones positivas para los caballos y sus entrenadores.

8.- DOMA NATURAL

Como se menciono anteriormente en el apartado de bienestar animal, la manera en la que la sociedad actual concibe el trato a los animales obliga a los entrenadores a utilizar métodos que causen el menor grado de aversividad posible. A partir de los años 70, en respuesta a estas tendencias se implementaron y desarrollaron métodos de baja aversividad que se fundamentan en el conocimiento de los factores psicológicos que favorecen el aprendizaje en los caballos. Comportamiento social, comportamiento materno, impronta, uso racional

de refuerzos negativos, de castigos y particularidades conductuales de la especie como animal predado, son aspectos que estudia y contempla la "doma natural" (55,72).

El nombre "doma natural", se le atribuye a Pat Parelli, sin embargo existen otras denominaciones empleadas por autoridades en la materia dentro de esta corriente de entrenamiento: "Doma inteligente" (Kelly Marks), "Doma racional" (Fernando Noailles), "Lenguaje equus" (Monty Roberts), "Comunicación equina" (Dan Franklin), etc. Sin importar el nombre todos comparten conceptos básicos en el proceso de aprendizaje de los caballos, como es el uso del lenguaje corporal para emitir comandos, establecimiento de contacto físico entre el caballo y el entrenador, habituación, sensibilización, desensibilización, uso de condicionamiento operante, y empleo racional de refuerzo negativo y castigo (55,72). Otro aspecto que se comparte entre las diferentes escuelas de esta corriente es el comenzar el entrenamiento a nivel del piso, en donde utilizando los métodos anteriormente descritos, se inicia creando un vínculo entre caballo y entrenador y se enseña al animal a moverse acorde al deseo de la persona, como preparación para el momento en que el animal sea ensillado.

En cuanto a la iniciación de los caballos "brutos", la doma natural muestra diferencias marcadas en relación con la doma tradicional. En un redondel que permite proximidad entre caballo y manejador, se busca antes que nada establecer un vínculo, permitiendo al animal explorar el entorno y recibir un aproximamiento gradual que dé lugar al contacto físico de ciertas regiones corporales, posteriormente mediante el uso de arreos y aplicando presión se enseña al animal a desplazarse a voluntad del entrenador: En línea recta, en círculos (picadero), haciendo cambios continuos de dirección y haciéndole pasar entre el borde. En esta fase inicial se da al caballo la opción de librarse de la presión al obedecer los comandos, de manera que asocia la obediencia con confort.

Esta iniciación tiene su fundamentación en el "Manejo Natural de Parelli", y aunque por razones obvias no se aplica exactamente igual que como se haría con un caballo con un nivel mayor de manejo, si se adaptan partes del sistema, que consta de tres niveles: sociedad, armonía y perfeccionamiento que se basan en siete juegos fundamentados en cómo los caballos se relacionan entre sí (particularmente las yeguas y sus potros); según Parelli, al poco tiempo de parir, la yegua le enseña al potro a avanzar, retroceder y moverse

lateralmente usando diferentes niveles de presión que van desde ligeros toques hasta mordiscos, (de ser necesario). Los siete juegos de Parelli se hacen con una gamarra de cuerda tipo vaquera y avanzan en grado de aproximación al caballo y dificultad. El juego uno se basa en el comportamiento de la yegua que lame todo el cuerpo del potro para crear un vínculo con él y tranquilizarlo. Según Parelli, la finalidad de este juego es consolidar la relación amistosa con el caballo mientras se toca todo su cuerpo con las manos, con la cuerda y con una vara. A lo largo del adiestramiento, este juego se sigue usando para tranquilizar al caballo cuando está confundido, nervioso o para hacerle saber que ha actuado correctamente. En los subsecuentes juegos se le enseña al caballo a moverse cediendo a la presión ejercida con la mano del manejador colocada en el tórax detrás del codo (región de la cinchera), posteriormente el caballo tendrá que moverse hacia delante, atrás o los lados cediendo al movimiento del roncal, y en el último juego se pide que el caballo tolere reducciones de espacio mientras camina hacia adelante (72).

III.- Material y métodos

1.- CABALLOS

Para la realización del estudio se utilizaron doce equinos de la raza cuarto de milla, con un promedio de edad de 4.2 años, el ejemplar de menor edad con 2.5 años y el de mayor con 7 años, solamente hembras, no gestantes, no entrenadas, con la misma historia de crianza, clínicamente sanas. Los animales residen en el rancho " Bravo", municipio de Pátzcuaro, Michoacán, México, en donde viven en condiciones de semilibertad, en un área de 45 hectáreas consumiendo el pasto nativo disponible y con un manejo mínimo que se da tan solo al rotar praderas, desparasitar y vacunar.

1.1.- FORMACIÓN DE GRUPOS

A los animales se les escogió de entre un grupo de 62 individuos, debiendo cumplir con las características antes mencionadas, para ello se les introdujo a un corral de captura con el fin de verificar su edad y estado gestacional, se les inmovilizó en un cajón de manejo, en donde se realizó un registro dental y palpación rectal. Posteriormente se formaron 2 grupos aleatoriamente de 6 individuos cada uno, siendo G1 utilizado para la doma tradicional y G2 para la doma natural.

1.2.- ADAPTACIÓN

Tres días antes de iniciar el entrenamiento, las 6 yeguas del G1 fueron introducidas en un corral de alojamiento de 2,000 mts cuadrados, con el fin de adaptarlas antes de empezar el entrenamiento. Ahí fueron alimentadas con paja de avena 2 veces al día (mañana y tarde) y agua *ad libitum*. Permanecieron alojadas hasta que finalizaban su entrenamiento. El mismo procedimiento fue utilizado para el G2.

1.3.- ENTRENAMIENTO G1, CAPTURA

El entrenamiento de las 6 yeguas de G1 fue de la siguiente manera: Aleatoriamente se formaron 2 subgrupos de tres yeguas cada uno, cada subgrupo se entrenó en alternancia cada tercer día, y siempre respetándose su conformación original. El tiempo destinado a la sesión no debía sobrepasar de 20 minutos., el entrenador podía detener el entrenamiento

antes de este lapso, si consideraba haber alcanzado cierto avance o para evitar saturar a la yegua.

El subgrupo al que le tocaba trabajar se le ingresaba en una manga de manejo en forma de embudo de 8 mts de frente por 30 mts de fondo adyacente al corral de alojamiento y con comunicación directa con el ruedo de manejo a donde se separaba e introducía a cada yegua individualmente. Ya en el ruedo de manejo, cuyo diámetro es de 25 mts. A la yegua la esperaban el adiestrador y un ayudante, los cuales por medio de lazos de 25 mts de longitud enviados al cuello, intentaban capturarla y cortar la huída del animal. Si el lazo se enredaba en otra parte del cuerpo, se seguía intentando lazar a la yegua, hasta que quedara referida por el cuello y posteriormente se quitaba el lazo extra. Si la yegua era lazada por el asistente, éste de inmediato pasaba la cuerda al adiestrador. Esta maniobra de captura se realizó a lo largo de todo el entrenamiento, formando parte del tiempo de entrenamiento, siendo el primer segundo el momento en el que el animal comenzaba la huída y el último cuando el lazo rodeaba el cuello del animal.

1.4.- POTREO Y PICADERO

Dentro de la doma tradicional *el potreo* fue la segunda estrategia de entrenamiento realizada. Su objetivo fue disminuir y dirigir las reacciones de huída de las yeguas. Una vez capturada la yegua en turno y con el lazo colgando alrededor del cuello, el adiestrador frenaba el escape al pasarse el extremo libre del lazo a un lado de la cadera a la vez que abría el compás o simplemente sosteniéndolo con ambas manos dirigidas hacia el frente., paulatinamente aminoraba la velocidad de la yegua, se dirigía hacia un poste de 1.85 mts y 30 cms de diámetro situado en el centro del anillo y pasaba el lazo alrededor. Si el animal no detenía su intento de huída, era detenido bruscamente por el poste, la maniobra se repetía, e incluso se estimulaba a la yegua para huir y con esto ser frenada de nueva cuenta. Las yeguas después de frenadas, normalmente tiraban de la cuerda de forma lateral y mantenían una tensión constante, cuando reducían la tensión, el entrenador tiraba de ellas lateralmente y reducía la distancia del lazo, obligándolas a correr de nueva cuenta para que volvieran a frenarse con la cuerda. Si la yegua se caía, daba tiempo a que se incorporara y

provocaba de nueva cuenta la huída, si por el exceso de tensión la yegua se desmayaba, permitía su recuperación y dependiendo de su evaluación respecto al estado del animal continuaba o terminaba con la sesión.

Conforme las yeguas de G1 disminuían su tendencia a huir, el adiestrador continuó con el entrenamiento de *picadero*. Con la yegua atada al poste central, el entrenador dirigía su cuerpo hacia el animal, el cual para evitar el contacto escapaba en dirección contraria., el entrenador entonces corría, trotaba o caminaba atrás del lazo consiguiendo el avance de la yegua.

El acercamiento se realizaba a ambos lados del animal, y dependiendo de la resistencia que ofrecía la yegua y del grado de respuesta de huida; el arrendador incrementaba o reducía la longitud del lazo creando círculos de entre 8 y 3 mts de longitud. Paulatinamente el animal obedecía a dirigirse a donde le era requerido y el arrendador le imprimía ritmo al chasquear los labios y al aproximarse a la yegua a diferente velocidad.

Si el animal se negaba a avanzar, el entrenador la instaba a avanzar con la voz, agitando los brazos o golpeándola con el extremo libre de la cuerda en las manos, cuartos traseros, torso o abdomen. La presión ejercida terminaba al avanzar el animal. Cuando se observó que la respuesta de huída era mínima y que la obediencia era pronta, con la utilización de la misma cuerda, se pasó el lazo sobre la ternilla y se empezó a dar picadero sin el poste central., si por alguna razón la yegua tenía un retroceso, se volvía a atar al poste central y cuando se consideraba que podía volver a entrenarse sostenida por el entrenador, se liberaba de nueva cuenta del poste.

El entrenamiento buscó que el animal aprendiera a trotar en círculos y diera vueltas de manera continua, sin la ayuda del poste central. Se consideró aprendida la tarea cuando cada yegua fue capaz de dar 10 vueltas de manera fluida a su mano derecha y 10 vueltas a su mano izquierda sin mostrar resistencia alguna o intentar detenerse. Tanto el potreo como el picadero fueron video grabados para poder llevar a cabo el registro del tiempo que le llevó a cada ejemplar aprender el ejercicio, siendo el primer segundo el momento en el que entró por primera vez el lazo en el cuello del animal, y el último segundo cuando la yegua dio la última vuelta del picadero sin poste.

1.5.- CABRESTEO

La etapa de entrenamiento al *cabresto* consistió en que la yegua aprendiera a seguir a su manejador al paso por donde se le indicara. El adiestrador aprovechaba el final de cada sesión de picadero para llevar de vuelta al animal a la manga de manejo., para ello tiraba del cuello del animal para obligarle a avanzar., si esto no sucedía trataba de mover a la yegua lateralmente y de nueva cuenta hacia el frente, o golpeaba a la yegua con el lazo de conducción en los miembros anteriores, posteriores, dorso o grupa. Conforme aceptaban la maniobra en vez de regresar a los animales inmediatamente a la manga, los hacía caminar en varias direcciones del anillo de manejo, y se pasó el lazo sobre la ternilla hasta conseguir que fueran capaces de seguirlo de manera continua a lo largo de 100 pasos y en la dirección indicada sin oponer resistencia . Si el animal se frenaba o rehusaba avanzar antes de completar los 100 pasos se volvía a empezar de 0. Se contabilizaron los segundos que le llevó a cada ejemplar aprender el ejercicio, considerando el segundo uno desde el primer paso dado al terminar el picadero y ser conducida a la manga de manejo, y el último segundo al concluir el paso número 100 acompañando al manejador.

1.6.- CEJADO

Finalmente el G1 realizó el *cejado*, ejercicio en donde se buscó que los animales fueran capaces de retroceder en línea recta. Se inició este ejercicio cuando cada yegua fue capaz de cabestrear. Se les condujo a un punto específico del anillo de entrenamiento y ya fuera aplicando presión mediante el lazo o colocando directamente la mano sobre la ternilla, se buscó que la yegua retrocediera al ritmo requerido. Si la yegua retrocedía se quitaba la presión, caso contrario se incrementaba e incluso se golpeaba en las manos para conseguir el paso hacia atrás. Se consideró cumplida esta fase del entrenamiento cuando cada ejemplar fue capaz de retroceder 10 pasos de manera fluida y sin oponer resistencia. Se contabilizaron los segundos que le llevó a cada ejemplar realizar este ejercicio, siendo el primer segundo el momento en el que se aplicó presión sobre la ternilla y el último segundo cuando el animal dio el paso número 10 de manera ininterrumpida y fluida.

1.7.- ETOGRAMA AVERSIVO

Cada fase del entrenamiento por doma tradicional se acompañó de un registro de todas las conductas mostradas por el ejemplar durante el entrenamiento (etograma aversivo) en donde se contabilizaron los eventos conductuales de evasión, eliminación, agresión y rehúse principalmente.

1.8.- ENTRENAMIENTO G2, INGRESO AL REDONDEL

El entrenamiento del G2 dio inicio una vez terminado el proceso de adaptación al corral (Ver apartado 1.2). Se formaron 2 subgrupos de tres individuos, los subgrupos fueron adiestrados en alternancia cada tercer día por un periodo no mayor a 20 minutos y respetándose la composición original hasta completar su entrenamiento, en algunas sesiones se terminó antes de los 20 minutos, ya que se alcanzó el objetivo de entrenamiento de ese día en particular. Como se puede esperar al realizar estudios con seres vivos, no todos los individuos son aptos para cumplir las metas de investigación. De las yeguas que conformaron el G2, hubo una que tuvo que ser excluida debido a anomalías neurológicas que fueron exhibidas durante el entrenamiento reduciendo la N a 5 individuos, quedando los subgrupos conformados por 3 y 2 individuos.

Los subgrupos eran separados del corral de alojamiento para ser ingresados a una manga de manejo de 7 mts de longitud, 1.80 mts de ancho y 2 mts de altura conectada al corral de alojamiento y a su vez con el redondel de trabajo de 3.5 mts de diámetro y 2 mts de altura, se ingresaban las 3 o 2 yeguas al redondel, para posteriormente dejar solo una yegua, mientras las restantes aguardaban en la manga de manejo, esta acción de entrada y salida yeguas se repetía hasta que todo el subgrupo era entrenado.

1.9.- TRABAJO EN EL REDONDEL

El trabajo de redondel consistió en manipular el movimiento y atención de cada yegua, con el fin de establecer comunicación con el entrenador. Con la yegua en el redondel, el entrenador ingresaba caminando lentamente y sin dirigirse de forma directa al animal. Después con la ayuda de un fuate de 1.20 mts de longitud con una bolsa de plástico atada a su extremo, se incitaba al animal a moverse, cuando se buscaba que el animal se moviera

en dirección de las agujas del reloj, el entrenador agitaba el fuste con su mano izquierda, cuando se buscaba la dirección contraria, el comando se realizaba con la mano opuesta., si el animal accedía y llegaba a un punto en el que fijara su atención al entrenador (Voltear a verlo de frente) detenía la acción, caso contrario se continuaba hasta que se obtenía la atención de la yegua. La intención del ejercicio fue enseñar al animal a direccionarse y mostrarle que la presión terminaba al momento de fijar su atención en el entrenador.

En la segunda fase del trabajo de redondel se buscó poder establecer contacto físico con el animal y poder guiar sus movimientos al mismo tiempo., motivo por el cual se substituyó el fuste por un lazo, el cual se lanzaba sobre el dorso de la yegua, con el fin de habituarla al roce del objeto., cuando la yegua daba muestras de aceptar el lazo, el entrenador formaba una *lazada* y comenzaba a realizar movimientos circulares con el brazo derecho , de forma gradual se aumentaba la velocidad hasta que finalmente se lazaba al animal.

Con el lazo rodeando el cuello de la yegua, se ejercía presión tirando y dirigiéndola al sitio indicado por el entrenador., si el animal obedecía el comando se liberaba la presión, caso contrario se mantenía la presión hasta obtener la respuesta. Una vez que la yegua permitía ser guiada por medio del lazo se procedió a tocar el cuerpo de la yegua con un fuste. Al tiempo que se mantenía a la yegua sostenida por medio del lazo, se le aproximaba a la altura de la cruz un fuste de 1.50 mts con un pequeño gancho en la punta, se empezaba a rozar la cruz, dorso, anca, se volvía a rozar el dorso y finalmente la cruz., acto seguido por medio del gancho se aflojaba la lazada y el entrenador, siguiendo la cuerda, tocaba el cuello del animal y lo acariciaba, después tomaba la parte del lazo que rodeaba el cuello y aprovechando el mismo lazo, acariciaba el resto del cuello. Si la yegua se resistía al toque se volvía a comenzar desde el punto de aceptación, hasta acceder a la zona deseada. Finalmente se ampliaba la lazada para que la misma yegua se liberara. El tiempo contabilizado en esta maniobra iniciaba desde que el manejador daba el primer comando a la yegua, hasta que se liberaba del lazo.

2.- PICADERO

La fase de *picadero* se inició una vez que la yegua que estaba siendo entrenada aceptaba la manipulación con el lazo descrita en el apartado 1.9. A este punto en vez de ser liberada era tocada en la región del cuello y cara con una *cabezada* tipo *western* la cual se le aproximaba lentamente a la altura de la nuca y desplegaba para posicionarla en la cabeza del animal. Si el animal reusaba la cabezada, se retrocedía al último punto de aceptación, hasta conseguir colocarla.

Una vez puesta la *cabezada*, se añadió un *ronzal* de 3.5 mts de longitud con una *pajuela* en su extremo y se retiró el lazo. Al igual que se hizo con el lazo, se trabajó con la yegua aplicando presión para poder moverla, esta vez a través de la cabezada y el ronzal y dirigiéndola hacia donde el entrenador le indicara, si la yegua cedía se dejaba de aplicar presión, caso contrario se mantenía., una vez establecida la conducción, el entrenador se posicionaba en el centro del redondel, incitaba a la yegua a avanzar por medio de la *pajuela del ronzal*, que se movía circularmente dirigido al hombro o al tren posterior del ejemplar, a la vez que se chasqueaban los labios., el animal tenía que moverse realizando círculos en torno al manejador, si la yegua realizaba el trabajo, el entrenador reducía la presión, caso contrario la incrementaba e incluso llegaba a tocar el hombro o el tren posterior con la *pajuela del ronzal*. El ejercicio se consideró terminado cuando cada ejemplar fue capaz realizar 10 vueltas al trote en torno al manejador a la mano izquierda y 10 vueltas a la mano derecha en el corral de alojamiento. Se contabilizó desde el primer ajuste de *cabezada*, hasta que la última vuelta fue realizada.

2.1.- CABRESTEO

Para el entrenamiento al cabresteo se utilizó el mismo criterio empleado para G1, conseguir que cada animal fuera capaz de caminar 100 pasos al lado de su entrenador, para este ejercicio se llevaba al animal en turno del *redondel* al *corral de espera*, aplicando presión hacía el frente, si el animal avanzaba acababa la presión, caso contrario se mantenía, se realizaban varios pasos de ida y vuelta del *corral de espera* al *redondel*, cuando se creía que el animal estaba listo se abría la puerta del *corral de alojamiento* y se empezaban a

contar los pasos, si el animal se detenía antes de completar 100 pasos, el proceso empezaba nuevamente desde el paso 1. La prueba finalizó cuando cada ejemplar fue capaz de dar los 100 pasos en cualquier dirección y sin detenerse, contabilizándose el tiempo de entrenamiento desde el primer paso al *corral de espera*, hasta el último paso en el *corral de alojamiento*

2.2.- CEJADO

Concluido el entrenamiento de cabresteo, se inició la fase de entrenamiento al *cejado*, en donde al igual que G1, el objetivo fue lograr que al indicarlo el entrenador, cada animal retrocediera 10 pasos en línea recta. Apoyándose en la unión del *ronzal* con la *cabezada* o en la *ternilla* de la yegua, el manejador aplicó presión hacia la parte posterior del animal en turno con el fin de hacerlo retroceder, si el animal cedía, se terminaba la presión, caso contrario se mantenía e incluso se tiraba del ronzal para que la parte de la cabezada que entraba en contacto con la ternilla hiciera más presión.

El ejercicio se consideró terminado cuando el ejemplar era capaz de retroceder 10 pasos sin detenerse. El tiempo contabilizado para este ejercicio comenzó desde la primer presión para retroceder, hasta que fue realizado el paso número 10.

2.3- ETOGRAMA AVERSIVO

Cada fase del entrenamiento por doma natural se acompañó de un registro de todas las conductas mostradas por el ejemplar durante el entrenamiento (etograma aversivo) en donde se contabilizaron los eventos conductuales de evasión, eliminación, agresión y rehúse principalmente.

2.4.- PRUEBA DE MEMORIA

Para poder evaluar la capacidad de cada individuo para recordar lo aprendido se realizó una prueba de memoria. Tanto las yeguas del G1 como las de G2 fueron reintroducidas a la zona de pastoreo al concluir su entrenamiento, 20 días después de haber sido liberadas se volvieron a atrapar y se les puso nuevamente en el corral de alojamiento y el día 21 se les

hizo repetir los ejercicios aprendidos (Dar picadero, cabestreo y cejado), volviendo a contabilizar el tiempo en segundos que le llevó a cada ejemplar realizar sus ejercicios y contabilizando las conductas que mostraron a lo largo de la prueba.

2.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se hizo por medio de un diseño completamente al azar, los promedios de tiempo de aprendizaje fue por comparación de medias y las conductas aversivas se evaluarán por pruebas de t de student.

IV.- Relación y descripción de conductas evaluadas dentro del etograma aversivo

1.- Conductas de escape y evasión:

- 1.- Huída en cualquier aire: Distanciamiento por parte del caballo en relación al entrenador al paso, trote o galope
- 2.- Huida saltando: Distanciamiento del caballo en relación al entrenador, suspendiendo los 4 miembros locomotores en el aire
- 3.- Tirar de la cuerda lateralmente: Distanciamiento del caballo en relación al entrenador al momento de realizar el ejercicio de picadero, creando tensión en el lazo o ronzal de manejo.
- 4.- Recular: Distanciamiento del caballo en relación al entrenador desplazando los miembros hacia atrás
- 5.- Elevada: Distanciamiento del caballo en relación al entrenador suspendiendo los miembros locomotores anteriores y girando en dirección opuesta al manejador
- 6.- Corcoveo. Distanciamiento del caballo en relación del entrenador contorsionando el dorso, elevando la grupa y suspendiendo 4 o 2 miembros locomotores

2.- Conductas de alerta:

- 1.- Parada de alerta: Observación con un alto grado de expresividad y gran movilidad de orejas con los 4 miembros locomotores estáticos
- 2.- Caminando lento y alerta: Observación con alto grado de expresividad y gran movilidad de orejas desplazando los miembros locomotores al paso

3.- De frustración:

- 1.- Mordisqueo a la cerca: Mordidas en los bordes de la cerca de forma ansiosa mientras se desarrolla un proceso de entrenamiento
- 2.- Escarbar: Movimiento repetitivo antero posterior con uno de los miembros locomotores anteriores contra el suelo
- 3.- Movimiento de aceptación de la cabeza: Desplazamiento repetitivo superior e inferior de la cabeza
- 4.- Movimiento de negación de la cabeza: Desplazamiento repetitivo hacia ambos lados con la cabeza
- 5.- Rabeo: Movimiento repetitivo de la cola hacia los lados o de forma circular
- 6.- Ansiedad por separación: Desplazamiento alrededor de la cerca o redondel en dirección de congéneres y vocalizando

4.- De eliminación:

- 1.- Defecar: Evacuación de excremento
- 2.- Orinar: Evacuación de orina

5.- De agresión

- 1.- Amenaza de manoteo o pateo: Elevar un miembro locomotor anterior o posterior hacia el manejador a una distancia de contacto improbable y sin una elevación franca
- 2.- Manoteo: Agresión directa hacia el manejador con un miembro locomotor anterior
- 3.- Pateo: Agresión directa hacia el manejador con un miembro locomotor posterior
- 4.- Morder: Agresión con el aparato dental hacia el manejador

6.- Inmovilidad y misceláneas

- 1.- Renuencia a avanzar: Permanencia de los 4 miembros locomotores evitando el desplazamiento a pesar del requerimiento del entrenador
- 2.- Renuencia al toque: Desplazamiento de alguna zona del cuerpo que se intenta tocar en dirección contraria al entrenador
- 3.- Desmayo: Pérdida de la conciencia a consecuencia del entrenamiento

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación de tiempo, cantidad y promedio de conductas aversivas mostradas por G1 y G2 durante el entrenamiento y en la prueba de memoria

Cuadro 1. Relación de tiempo empleado en el entrenamiento para G1

EJEMPLAR	Tiempo total de entrenamiento (segs).	Tiempo total de entrenamiento G1
1	32,761 segs.	128,909 segs
2	28,627 segs.	
3	27,289 segs.	Tiempo promedio de entrenamiento por ejemplar 21,484 segs a
4	18,825 segs.	
5	12,484 segs.	Desviación estándar 9,568.07 segs a
6	8,923 segs	

Cuadro 2. Relación de tiempo empleado en el entrenamiento para G2

EJEMPLAR	Tiempo total de entrenamiento segs.	Tiempo total de entrenamiento G2
1	11,773 segs	44,698 segs
2	9,273 segs	
3	8,507 segs	Tiempo promedio de entrenamiento por ejemplar 8,939.6 segs b
4	8,315 segs	
5	6,830 segs	Desv. Estándar 1,814.31 segs b

^{a,b} Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.10$)

Contrastando los dos métodos de entrenamiento se observa que existe una marcada diferencia en el tiempo total de entrenamiento entre G1 y G2, sumando el primero un total de 128,909 segundos, mientras que el segundo marca solamente 44,698 segundos, sin embargo este resultado no se puede considerar equitativo al faltar un ejemplar en G1. Si se adicionara un individuo más a la sumatoria y se le otorgara la mayor cantidad obtenida por los individuos dentro del G2, el total de la sumatoria sería de alrededor de 56,471 segundos, manteniéndose aún por debajo de la mitad de la sumatoria total en segundos de G1. Tomando en cuenta el promedio de cada grupo, podemos considerar que existen diferencias significativas al presentar G1 un promedio de 21,484 segundos vs 8,939.6 segundos obtenidos por G2., siendo por tanto el método de G1 2.4 veces más lento comparativamente con el promedio de tiempo obtenido en los ejemplares de G2. A su vez la desviación estándar en los tiempos de entrenamiento muestra una menor consistencia para los individuos de G1 arrojando 9,568.07 segundos en comparación con los 1,814.31 segundos de la desviación estándar para G2. Estos resultados muestran una mayor dispersión e inconsistencia en el tiempo que le puede llevar a un individuo al ser entrenado en la forma utilizada en G1., los resultados concuerdan con lo observado por Broom y Johnson (1993), al considerar que al adiestrar a un caballo con refuerzos negativos y castigos excesivos o fuera de tiempo, se eleva la posibilidad de que los animales presenten conductas que puedan retrasar e inclusive imposibilitar el aprendizaje. Por otro lado y en concordancia con lo que sugieren Lyons, Parelly y Roberts en sus conceptos de doma natural, podemos observar que los elementos y conceptos de entrenamiento en los que se consideran la presentación progresiva de estímulos, la formación paulatina de respuestas operantes y la conexión de respuestas operantes, hacen posible que los comandos sean entendidos y ejecutados reduciendo significativamente el tiempo total de entrenamiento para aprender estas tareas de trabajo de piso en caballos.

Cuadro 3. Relación de conductas aversivas presentadas por G1 en el entrenamiento

EJEMPLAR	Número total de conductas aversivas mostradas durante el entrenamiento	Número total de conductas aversivas durante el entrenamiento 15,543
1	4,701	
2	3,103	Promedio de conductas aversivas por ejemplar 2590.5 a
3	3,225	
4	2,081	Desv. estándar 1364.62 a
5	1,496	
6	937	

Cuadro 4. Relación de conductas aversivas presentadas por G2 en el entrenamiento

EJEMPLAR	Número total de conductas aversivas mostradas durante el entrenamiento	Número total de conductas aversivas durante el entrenamiento 2,913
1	1,007	
2	707	Promedio de conductas aversivas por ejemplar 582.6
3	403	
4	448	Desv. Estándar 274.31 b
5	348	

^{a,b} Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

(P<0.10)

En cuanto al número de conductas aversivas mostradas por los 2 grupos, se presenta la misma consideración en la disparidad del número total de integrantes de ambos grupos, recordando que G2 presentó un individuo menos y por consiguiente un valor menor en el total de conductas aversivas presentadas, aún así considerando las sumatorias, G1 con 15,543 conductas aversivas y G2 con 2,913 y adicionando el mayor número de conductas aversivas presentada en G2, obtendríamos un total de 3,920, es decir una sumatoria 3.9 más alta en G1 en comparación con G2. G1 arrojó un promedio por ejemplar de 2,590.5 conductas, mientras que G2 obtuvo 582.6 conductas, es decir que por cada conducta aversiva mostrada por un ejemplar de G2, un ejemplar de G1 muestra 4.4 conductas aversivas. La dispersión de datos que muestra la desviación estándar es de alta significancia, evidenciando la mayor inconsistencia de G1 en relación a G2. Se observa a su vez que aún aumentando la desviación estándar al promedio de G2, no se iguala el promedio de conductas aversivas mostrado por los ejemplares de G1. Los resultados muestran concordancia por lo descrito por Broom y Johnson (1993), ya que en la opinión de los autores los métodos empleados en la doma tradicional exacerbaban las conductas propias de la especie, de neofobia ante estímulos que han sido presentados de forma abrupta y sin considerar un proceso de habituación. De huida ante estímulos que son percibidos como potencialmente peligrosos y que son presentados de forma que no permiten que haya una formación de conductas operantes y asociativas que faciliten el entendimiento de comandos y de frustración ante la incapacidad momentánea de entendimiento y correlación de comando-respuesta, la incomodidad constante que otorgan los comandos, refuerzos negativos y castigos. En cuanto a los resultados obtenidos en G2 podemos observar un número significativamente menor de conductas aversivas, concordando con los criterios de Mc Call (2007) y Murphy y Arkins (2007), los cuales consideran que al incluir un proceso de habituación, un abordaje progresivo congruente con la capacidad de respuesta de un animal predado como lo es el caballo, el uso de lenguaje corporal que envía las señales adecuadas, hacen posible en conjunto la disminución de los instintos de huida, reducen significativamente la neofobia y minimizan las conductas de frustración al evitar un acoso que provoque sentimientos de incomodidad.

PRUEBA DE MEMORIA

Cuadro 5. Relación de tiempo en prueba de memoria G1

EJEMPLAR	Tiempo empleado en prueba de memoria (segs.)	Tiempo total de prueba de memoria G1 2,557 segs
1	374 segs	Tiempo promedio por ejemplar en P de memoria G1 426.16 segs
2	363 segs	
3	367 segs	
4	240 segs	Desv. Estándar 257.81 segs a
5	940 segs	
6	273 segs	

Cuadro 6. Relación de tiempo en prueba de memoria G2

EJEMPLAR	Tiempo empleado en prueba de memoria (segs.)	Tiempo total de prueba de memoria G2 2,142 segs
1	291 segs	Tiempo promedio por ejemplar en prueba de memoria G2 428.4 segs
2	568 segs	
3	335 segs	
4	616 segs	Desv. Estándar 151.3 segs b
5	332 segs	

^{a,b} Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

(P<0.10)

Los resultados obtenidos en la prueba de memoria no muestran diferencias significativas en el tiempo que le llevó a los ejemplares de G1 y G2 el desempeñar las tareas aprendidas 21 días antes, apreciándose tan solo una mayor variación para los individuos del G1, provocado por una discrepancia significativa de un individuo del grupo (Yegua 5 con 940 segs). Si se excluyera este dato se tendría un promedio de 323.4 segundos en G1, comparativamente con los 428.4 segundos mostrados por G2, lo cual mostraría una ventaja considerable para la doma tradicional en cuanto a la capacidad de recordar y desempeñar tareas por los individuos adiestrados de esta forma, contradiciendo lo descrito por Diamond et al (1994), al referirse al efecto detrimental ejercido por el cortisol en situaciones de estrés crónico en la formación de la memoria al alterar la fisiología neuronal de las células hipocampales. Apoyando la teoría de un efecto detrimental del estrés crónico en la formación de la memoria, Diamond et al (1992) enfatizan el efecto adverso de opiáceos endógenos liberados al producirse dolor, como las encefalinas que disminuyen la formación de memoria a largo plazo al prolongar la hiperpolarización de las neuronas hipocampales. Otros autores que soportan la idea de la disminución de formación de memoria por estrés crónico como Pavlides et al (1995), consideran el aporte insuficiente de glucosa a las neuronas hipocampales que se provoca por el bloqueo de la enzima 2-deoxiglucosa, así como la disminución de RNA mitocondrial en presencia de cantidades suprafisiológicas de glucocorticoides, son procesos que en teoría tendrían que impedir o al menos retardar los procesos de formación de memoria a largo plazo. Sin embargo al ver los resultados obtenidos por G1 en la prueba de memoria (Y si se excluye el tiempo del ejemplar 5), podemos ver una situación diferente a la que sugieren los autores antes mencionados. Esto se podría deber al hecho de que el tiempo de entrenamiento y la duración de las sesiones no fueron capaces de crear cambios considerables a nivel fisiológico y estructural de las neuronas formadoras de memoria y que dada la naturaleza de los métodos para G1 se estimularon otros mecanismos hormonales y fisiológicos que ayudaron a la formación de memoria, como pudo haber sido la alta liberación de catecolaminas que como sugieren Parsons y Gold (1992) y Mc Ewen y Sapolsky (1995), que elevaron el aporte de oxígeno y glucosa al cerebro. Por su parte Thompson y Jeanson (1996) consideran que gran parte de la formación de la memoria aún bajo situaciones de estrés está directamente relacionada con la estimulación de la amígdala, vinculada a reacciones de tipo emocional y a su vez

responsable por la liberación de catecolaminas. Estas consideraciones fisiológicas, y el hecho de que los ejemplares de G1 tuvieron más sesiones que los individuos de G2, dan una explicación del desempeño de memoria para las yeguas entrenadas por doma tradicional, sin embargo incluyendo todos los datos (N=6 para G1 y N=5 para G2), encontramos diferencias poco significativas entre ambos métodos y la disparidad registrada por el individuo 5 de G1, es a su vez resultado del abordaje de la doma tradicional.

Cuadro 7. Relación de conductas aversivas presentadas en prueba de memoria para G1

EJEMPLAR	Conductas aversivas en prueba de memoria	Número total de conductas aversivas en prueba de memoria G1
1	104	421 a
2	24	Promedio de conductas aversivas por ejemplar en P de memoria G1
3	45	
4	29	Desv. Estándar
5	176	
6	43	

Cuadro 8. Relación de conductas aversivas presentadas en prueba de memoria para G2

EJEMPLAR	Conductas aversivas en prueba de memoria	Número total de conductas aversivas en P de memoria G2
1	10	81 b
2	29	Promedio de conductas aversivas por ejemplar en P de memoria G2
3	8	
4	19	Desv. Estándar
5	15	

^{a,b} Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

($P < 0.10$)

Los resultados del número de conductas aversivas mostradas en G1 y G2 en la prueba de memoria muestran diferencias significativas entre grupos, se observa un patrón similar al de la fase de entrenamiento con una relación de 1 conducta aversiva presentada en G2 por 4.3 conductas aversivas presentadas por G1. Podría considerarse como una tendencia lógica considerando el precedente, sin embargo otro resultado esperado sería encontrar reducción en el número de conductas aversivas por G1 debido a procesos de habituación y desensibilización, que según Mc Greevy (2004), se hacen presentes conforme avanza el tiempo y se suman sesiones de entrenamiento. La razón por la cual se mantienen niveles altos de conductas aversivas a pesar de que las tareas son realizadas y cumplen con las expectativas de tiempo por parte de los individuos de G1, se puede entender al revisar los patrones conductuales en equinos, ya que en opinión de Mills y Narkevins (1999) los caballos permiten ser dominados por aquel que les resulte jerárquicamente superior, en este caso el entrenador., pero esto no significa que el seguir los comandos y estar en contacto con ese ser "dominante" les resulte agradable, sobre todo si se continúan utilizando los mismos métodos que provocan aversión. En consecuencia estos datos sugieren niveles de bienestar bajos, pues en la opinión de Galindo y Orihuela (2004) y de Morberg (2000), el

bienestar es medible a través de conductas relacionadas a sentimientos de sufrimiento, dolor, ansiedad, miedo y estrés, mismos que se relacionan con niveles de bienestar bajos. Por su parte G2 mantiene un nivel de conductas aversivas comparativamente bajo, lo cual se explica por las condiciones de abordaje de la doma natural anteriormente descritas en la discusión de los cuadros 3 y 4.

Cuadro 9. Promedios de tiempo utilizados en el trabajo de redondel, captura y en el aprendizaje de tres tareas en yeguas cuarto de milla utilizando dos sistemas de entrenamiento.

Tarea	Tiempo empleado (segundos)			
	Natural		Tradicional	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
TR/T Captura	1,723.67 ^a	574.66	2,831.67 ^b	1,131.77
Cabestreo	3,089.33	1,684.30	3,266.00	2,574.67
Picadero	4,026.50 ^a	4,050.79	14,610.17 ^b	7,581.67
Ceja	1,053.33	874.26	777.00	526.22

^{a,b} Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.10)

En el cuadro 9 se pueden observar los promedios obtenidos con los dos sistemas de entrenamiento, analizando las diferentes fases del proceso que hace posible que los animales aprendan las tareas requeridas. Se muestran diferencias significativas en el *tiempo de captura* en G1 y su análogo de *trabajo de redondel* para G2 y la realización de picadero siendo el método natural el que obtuvo menores tiempos. En el caso del procedimiento de captura para G1, que inició con la separación de los individuos de su subgrupo, y su posterior asedio y captura en el ruedo de trabajo mediante lazos dirigidos al cuello, se detonan de manera natural los instintos de huida propios de la especie que en opinión de Mills y Narkevins (1999) son su mecanismo primario de defensa. Esta respuesta se intensifica a medida que disminuyen las distancias entre caballo y manejador o se cortan las

vías de escape posibles. Este procedimiento busca capturar a la brevedad posible al ejemplar sin considerar la creación de un vínculo, razón por la cual el animal lo interpreta como una agresión directa de la cual debe escapar. Los estímulos recibidos son de corte totalmente aversivo, creando como se mencionó anteriormente reacciones de huida, poco predecibles y que tienden a incrementar los tiempos de entrenamiento. En el caso de el trabajo de redondel para G2, lo que se busca al trabajar en un ruedo es utilizar los conceptos básicos de Parelli, Roberts y Aguilar (20010) al captar la atención del animal, habituarlo a las herramientas que usa el entrenador, guiar su movimiento por medio de lenguaje corporal y sobretodo crear un vínculo por medio de acercamientos progresivos que promueven la confianza y el relajamiento, que propicien conductas de seguimiento y hagan manifiesta la posición de dominio del entrenador respecto al caballo. Todo esto hace posible que los animales perciban un entorno predecible y acciones poco aversivas, reduciendo de esta forma las respuestas de huida y optimizando los tiempos de entrenamiento. Los resultados de tiempo en la tarea de picadero por parte de G1, que son los más significativos de todo el entrenamiento en comparación con G2, se entienden por los argumentos antes descritos en la fase de captura ya que comparten elementos aversivos, aún así el entrenamiento de picadero para G1 es el que contiene elementos de mayor aversividad, ya que en esta fase, se impide la huida dirigida por el caballo, se adiciona un elemento que provoca dolor directo como es la soga ejerciendo presión en cuello y garganta, limitando el suministro de oxígeno y la aproximación y alejamiento por parte del entrenador crean una situación de incertidumbre constante, razón por la cual el tiempo de esta fase se incrementa de forma significativa, ya que el concepto de estímulo y respuesta es dependiente de el nivel de excitabilidad del individuo y no del nivel de comunicación entre entrenador y caballo.

En el caso de las otras dos tareas no se observaron diferencias significativas, quizás debido a la mayor variación observada por el método tradicional tomando en cuenta las desviaciones estándar, donde se hace notar el caso de la tarea de picadero donde el coeficiente variación es del 52%.

Cuadro 10. Promedios de tiempo en la prueba de memoria para el desempeño de tres tareas en yeguas cuarto de milla utilizando dos sistemas de entrenamiento.

Tarea	Tiempo empleado (segundos)			
	Natural		Tradicional	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
Cabestreo	128.00^a	86.30	61.50^b	4.04
Picadero	254.40	83.08	313.67	283.38
Ceja	31.50	27.90	41.00	45.88

^{a,b} Literales diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.10$)

En el Cuadro anterior se muestran los tiempos en segundos que les tomo a los dos grupos de animales en recordar las tareas que se les había adiestrado 21 días atrás. Únicamente se observaron diferencias significativas en el tiempo de cabestreo, en donde el método tradicional tuvo un menor tiempo, no siendo de esta manera en los otros dos. Esta significancia se puede explicar por el menor tiempo que emplearon los individuos de G2 durante todo el entrenamiento, lo que disminuyó su desempeño en la prueba de memoria y en el cejado particularmente. Aunque existe evidencia que revela que el caballo tiene gran capacidad no sólo de aprendizaje, sino de memoria., experimentalmente Giebel (1988) reportó en un caballo muy poca pérdida de memoria discriminatoria en 20 patrones visuales después de 3, 6 y 12 meses de descanso. Dixon (1970), reportó 81% de retención en una prueba de discriminación visual tras un mes de haber aprendido las tareas, 78% después de tres meses y 77.5% después de 6 meses. Marinier y Alexander (1994) encontraron una buena respuesta en una prueba de laberinto después de una semana de haber aprendido la tarea y Hausenberg (2004) encontró que después de un mes de haber concluido un experimento de condicionamiento operante a cambio de una respuesta de comida, los caballos tenían más éxito en la misma prueba sin haber recibido este tipo de pruebas de forma inmediata. El mejor desempeño de G1 en la tarea de cabestreo, se puede explicar por el mayor tiempo destinado a aprender la tarea, lo cual reforzó los mecanismos de memoria a largo plazo y por el deseo de evitar estímulos aversivos. Así mismo se observa una mayor variación en las tareas de picadero y ceja en el caso del método tradicional que de

manera particular en picadero se observo un coeficiente de variación del 90%, porcentaje que da una idea de la mayor inconsistencia que el método tradicional puede provocar entre los individuos.

Cuadro 11. Conductas aversivas promedio en cada uno de los métodos de doma estudiados

Conducta aversiva	Tipo de Doma	No. Animales que observaron la conducta	Promedio de veces que presentaron la conducta	Desviación Estándar	Error típico de la media	Valor de significancia
EEV_Huida	Tradicional	6	335.0000	112.14277	45.78209	0.022
	Natural	5	55.4000	31.70647	14.17956	
EEV_Saltar	Tradicional	5	7.0000	5.87367	2.62679	0.087
	Natural	2	2.0000	1.41421	1.00000	
EEV_Tirar	Tradicional	6	256.0000	100.32348	40.95689	0.003
	Natural	4	8.5000	5.80230	2.90115	
EEV_Recular	Tradicional	6	169.6667	104.57661	42.69322	0.011
	Natural	5	33.2000	19.09712	8.54049	
EEV_Elevada	Tradicional	5	33.0000	32.11697	14.36315	

	Natural	3	18.3333	20.64784	11.92104	
EEV_Corco	Tradicional	6	65.0000	76.46437	31.21645	0.015
	Natural	2	1.5000	.70711	.50000	
EEV_NoToque	Tradicional	5	126.2000	92.78308	41.49385	
	Natural	5	96.4000	152.93397	68.39415	
EEV_NoStop	Tradicional	2	9.5000	12.02082	8.50000	
	Natural	0 ^a	.	.	.	
Aler_Stop	Tradicional	6	236.0000	93.19013	38.04471	0.085
	Natural	3	9.3333	4.61880	2.66667	
Fru_Escarbar	Tradicional	2	6.0000	5.65685	4.00000	0.076
	Natural	3	60.0000	81.35724	46.97162	
Fru_SiCabeza	Tradicional	6	150.1667	97.42775	39.77471	
	Natural	5	98.0000	113.65958	50.83011	
Fru_NoCabeza	Tradicional	6	168.3333	241.15528	98.45123	0.074

	Natural	5	40.0000	18.80160	8.40833	
Fru_Rabeo	Tradicional	6	495.1667	490.07812	200.07356	0.050
	Natural	5	5.6000	4.15933	1.86011	
Fru_Ansiedad	Tradicional	6	13.1667	12.44856	5.08210	
	Natural	5	14.0000	27.40438	12.25561	
Fru_Piafeo	Tradicional	4	79.7500	144.31765	72.15882	0.066
	Natural	3	6.6667	9.81495	5.66667	
Agre_AmeMano	Tradicional	2	3.0000	2.82843	2.00000	
	Natural	0 ^a	.	.	.	
Agre_AmePateo	Tradicional	0 ^a	.	.	.	
	Natural	2	6.0000	2.82843	2.00000	
Agre_Mano	Tradicional	5	25.4000	37.21962	16.64512	
	Natural	1	2.0000	.	.	
Agre_Patada	Tradicional	6	2.1667	1.16905	.47726	

	Natural	1	3.0000	.	.	
Agre_Morder	Tradicional	0 ^a	.	.	.	
	Natural	0 ^a	.	.	.	
Agre_AmeMorder	Tradicional	1	1.0000	.	.	
	Natural	0 ^a	.	.	.	
Agre_Avalan	Tradicional	1	1.0000	.	.	
	Natural	0 ^a	.	.	.	
Defecar	Tradicional	5	15.0000	3.80789	1.70294	
	Natural	5	5.0000	2.44949	1.09545	
Inm_NoAvanza	Tradicional	5	321.0000	194.27172	86.88095	0.042
	Natural	5	121.4000	75.45396	33.74404	
Inm_NoCeja	Tradicional	3	108.3333	30.43572	17.57207	
	Natural	5	45.4000	54.50046	24.37335	
Otras	Tradicional	2	2.5000	2.12132	1.50000	

	Natural	0 ^a	.	.	.	
a. No puede calcularse T porque al menos uno de los grupos está vacío.						

En el Cuadro 11, se observan el número promedio de conductas de aversión que observaron los dos grupos de yeguas, en el mismo cuadro se indican los valores de significancia observados en el análisis de t- de student en muestras independientes. En el caso de las conductas aversivas consideradas de escape y evasión, en las que las yeguas buscaban evitar la proximidad con el manejador, encontramos que la respuesta de huida se presentó en todos los individuos de ambos grupos, sin embargo tuvo un promedio de presentación mayor en G1, con 335 repeticiones y un valor de significancia de 0.022, lo que la sitúa como una tendencia conductual muy manifiesta al utilizar el método tradicional, que por sus métodos mayormente aversivos provocan esta reacción natural del caballo, sobre todo al momento de la captura y al realizar el picadero. La conducta de escape en su modalidad de salto (Mantener los 4 miembros suspendidos en el aire simultáneamente) se presentó en pocas ocasiones, 7 en G1, y 2 en G2, en 5 de los 6 individuos de G1 y en 2 de G2 sin embargo mostró una significancia de 0.087 en G1, esto se debió al hecho de que en la fase de picadero, eventualmente se enredaba la cuerda en las extremidades de los animales y trataban de evitarla saltando, o al cambiar de dirección de forma abrupta la cuerda se interponía en su dirección de huida. El tirar de la cuerda lateralmente al momento del picadero fue una de las conductas de mayor presentación, 6 individuos de G1 y 4 de G2, sin embargo el promedio de presentaciones solo es relevante para G1 con 256 repeticiones, mientras que G2 solo alcanza 8.5 y con un alta significancia de 0.003 para G1, lo que muestra la resistencia de los caballos al sentir restringida su huida, evento frecuente para los individuos de G1 que eran atados al poste central para poder limitar su escape y direccionar su movimiento, no así los individuos de G2 a los que se indujo en la tarea de picadero con una gamarra tipo western que ejercía presión en las zonas laterales de la cabeza en lugar del cuello y garganta y que además se podía regular la presión a criterio del entrenador, dependiendo de la respuesta de la yegua en turno. Recular es otra conducta

significativa que en G1 obtuvo un promedio de 169.66 repeticiones y que se presentó en todos los individuos del grupo con una significancia de 0.011, mientras que G2 solo reportó 33 repeticiones en promedio en los 5 integrantes sin mostrar significancia. Esta conducta de evasión normalmente era presentada cuando el entrenador intentaba acercarse a la yegua, para establecer contacto en G1 y G2 o para acomodar el lazo alrededor de la ternilla en los individuos de G1, y se puede considerar como un indicador de la aceptación del contacto por parte del entrenador. El corcoveo fue otra conducta de evasión reportada en todos los individuos de G1, con un promedio de 65 repeticiones y una significancia de 0.015, mientras que en G2 se presentó solo en 2 individuos con un promedio de 1.5 repeticiones y sin presentar significancia. En la doma tradicional esta conducta se presentaba principalmente al momento del picadero, cuando se aumentaba la presión para hacer un cambio de dirección o un incremento de la velocidad, cuando las yeguas se negaban a avanzar e intentaban librarse de la presión de esta forma. En los individuos de G2 que llegaron a presentar la conducta, el corcoveo se presentó al sentir el lazo que se arrojaba sobre su dorso para intentar desensibilizarlos. En las conductas de alerta en las que el individuo analiza el entorno preparándose para la huida, G1 presentó el estado de parada en alerta en todos sus individuos con un promedio de 236 repeticiones y una significancia de 0.085, en comparación con los 3 individuos de G2 que presentaron un promedio de 9.3 repeticiones sin mostrar significancia. Normalmente esta conducta se mostraba en la fase de captura en G1, cuando las yeguas analizaban sus opciones de escape, y en las yeguas de G2 al momento de ingresar el entrenador al redondel. Dentro de las conductas de frustración el escarbar con la mano se presentó en 2 individuos de G1, con 6 repeticiones en promedio y sin significancia, mientras que 3 individuos de G2 mostraron un promedio de 60 repeticiones con una significancia de 0.076. Esta conducta se observó al inicio del entrenamiento cuando ingresaban las yeguas al redondel y no veían posibilidad de escape. El movimiento de negación con la cabeza fue otra de las conductas de frustración mostradas por G1 en todos sus integrantes con un promedio de 168.33 repeticiones y una significancia de 0.074, G2 la presentó también en todos sus integrantes con un promedio de 40 repeticiones y sin mostrar significancia. La conducta era mayormente observada al momento de ejercer presión alrededor de la cabeza en la fase de cabresteo. El rabeo es otra conducta de frustración que presentaron todos los individuos de ambos grupos. Para G1 el

promedio fue de 4965.16 repeticiones y una significancia de 0.050, mientras que para G2 el promedio de repeticiones fue de 5.6, sin presentar significancia, el rabeo normalmente se muestra en situaciones de incomodidad que en el caso de G1 era en la fase de picadero y cabresteo, mientras que para G2 se presentaba principalmente en el cabresteo. El piafeo (Movimiento de trote sin avanzar) es otra de las conductas de frustración e impredecibilidad que fue presentada por 4 individuos de G1, con un promedio de 79.7 repeticiones y una significancia de 0.066, mientras que en G2 la presentaron 3 individuos con un promedio de 6.6 repeticiones y sin mostrar significancia. El piafeo se presentaba cuando el entrenador tardaba en cambiar de comando dejando tiempos muertos entre actividades. En las conductas de inmovilidad, la renuencia a avanzar se presentó en 5 integrantes de G1 promediando 321 repeticiones y con una significancia de 0.042, mientras que en G2 fue observada en todos sus integrantes con un promedio de 121.4 repeticiones y sin mostrar significancia. La conducta se presentaba cuando el animal optaba por no seguir la dirección indicada por el entrenador tanto en picadero, como en cabresteo. Estos resultados permiten la mayor incidencia y significancia de conductas de huida, frustración e inmovilidad que presentan los individuos entrenamos por la doma tradicional y concuerdan con lo observado por Heird et al (1981) en su estudio de entrenamiento de potros menores a un año, en el que a un grupo le era permitido recibir un entrenamiento de baja aversividad, incrementando la capacidad de aprendizaje y reduciendo las conductas indeseadas, mientras que el grupo sin este manejo, llevaba más tiempo en aprender y presentaba mayor número de conductas indeseables. Ante estos resultados también podemos intuir en el número de conductas aversivas presentadas que G1 tiene un nivel de bienestar más bajo en comparación con los individuos de G2, pues acorde con lo publicado por Blackshaw (1986), el hecho de que un animal evada decididamente un objeto o evento., aporta información acerca de sus sentimientos y por tanto de su bienestar. Broom y Johnson (1993) también advierten sobre la presentación e intensidad de los refuerzos negativos y su efecto en la conducta de los caballos, la cual puede variar desde intensos episodios de ansiedad, en los que el animal se concentra mayormente en el refuerzo que en dar una respuesta adecuada., hasta conductas de pánico extremo que pueden crear conexión entre la presentación de respuesta de pánico y el cese del refuerzo negativo. Esto explica los efectos sobre la conducta de G1 y las implicaciones en su estado de bienestar y las consecuencias

en el mismo entrenamiento. El resto de las conductas que aparecen en el cuadro no mostraron importancia ni en frecuencia ni en significancia, razón por la cual no entran a consideración en la discusión.

A un nivel de significancia de $p < 0.05$, las conductas que tuvieron diferencias significativas fueron en su mayoría conductas de evasión como huida, tirar, recular, corcovear; conductas de frustración como el rabeo y la inmovilización. Sí se considera el valor de significancia de $p < 0.10$, se adicionan diferencias en los valores promedios de la conducta evasiva de salto, parada de alerta, de frustración al escarbar y negación con la cabeza y de piafeo.

Con el presente trabajo se concluye que tanto la doma tradicional como la doma natural son métodos efectivos para aprender tareas de piso como son el cabresteo, picadero y cejado. Sin embargo se advierte una optimización en el tiempo total de entrenamiento y una reducción considerable de conductas aversivas en los individuos entrenados por doma natural en comparación de aquellos entrenados por doma tradicional. Se advierte de igual forma que pese a su naturaleza mayormente aversiva la doma tradicional bajo el esquema de forma y tiempo empleado en este experimento, no logra interrumpir los procesos de formación de memoria 21 días después de haberse alcanzado las metas de entrenamiento.

El nivel de bienestar animal reflejado en la evaluación de los etogramas, muestra un nivel de mayor calidad en los individuos entrenados bajo el esquema de doma natural, pues presentan una reducción significativa en el número total de conductas de evasión, alerta, frustración e inmovilidad en relación con el número total de conductas obtenido por los ejemplares entrenados bajo el esquema de doma tradicional.

La información y experimentación que contrasta directamente métodos etológicos y métodos de entrenamientos tradicionales es limitada, razón por la cual es necesario aumentar la experimentación que compare aspectos teóricos con aquellos llevados a la práctica y no se limite a evaluaciones en condiciones de laboratorio que emplean en su mayoría refuerzos positivos inaplicables en condiciones de entrenamiento reales.

VI. - BIBLIOGRAFIA

1. - Adrian ED. Afferent Areas in The Brain of Ungulates. Brain 1943;66:89-103
2. - Alcock J. Animal Behavior. 6a ed. USA: Sinauer Associates, Inc., 1998.
3. - Ashcroft, S., Ashcroft, F. 1990. Properties and functions of ATP-Sensitive K channels. Cell signal. 2, 197-215
4. - Avital E, Jablonka E. Animal Traditions: Behavioural Inheritance in Evolution. UK: Cambridge Press, 2000.
- 5.- Bar-Tal, Y., et al. 1998. Which stress matters? . The examination of temporal aspects of stress, journal of psychology. 132, 569-576
- 6.- Bayley L. Trabajar Al Caballo Pie a Tierra. Barcelona, España: Editorial Acanto, 2006
7. - Beaver BV. The Veterinarian's Encyclopedia of Animal Behavior. Texas, USA: Iowa State University Press, 1994
8. - Blackshaw JK. Objective Measures of Welfare in Farming Environments. Aust Vet J 1986; 63 (11): 361-364.
9. - Brooks DE. *Corpora nigra*/ Iris Cysts in The Horse. Eq Vet Educ 2007; 19(10): 512-514
10. - Broom DM, Jonson KG.1993 Stress and Animal Welfare. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
11. - Broom DM. Indicators of Poor Welfare. Br Vet J 1986; 142: 524-526.

- 12.- Brusset Hernández-Jáuregui DM, Galindo Maldonado F, Valdéz Pérez RA, Romano Pardo M, Schuneman de Aluja A. Cortisol en Saliva, Orina y Heces: Evaluación No Invasiva en Mamíferos Silvestres. *Vet Mex* 2005; 36(3): 325-337.
13. - Cahill, L. et al. 1994. β – adrenergic activation and memory for emotional events. *Nature*. 371, 702-704
- 14.- Calabrese EJ, Bachmann KA, Bailer AJ, Bolger PM, Borak J, Cai L, *et al.* Biological Stress Response Terminology: Integrating The Concepts of Adaptive Response and Preconditioning Stress Within a Hormetic Dose-response Framework. *Toxicol & Appl Pharmacol* 2007; 222 (1): 122-128
15. - Chorusus GP, Torpy DJ, Gold PW. Interactions Between the Hypothalamic- Pituitary- Adrenal Axis and the female Reproductive System: Clinical Implications. *Ann Intern Med* 1998; 129:229-240
16. - Crowell-Davis S, Houpt KA, Carnevale J. Feeding and Drinking Behavior of Mares and Foals With Free Access to Pasture and Water. *J Anim Sci* 1985; 60(4):883-889.
17. - Dalin et al 1985. Retrospective study of hind quarter asymmetry in standardbred trotters and its correlation with performance. *Equine Vet. J.* 17, 292-296
18. - De Lahunta A. *Veterinary Neuro anatomy and Clinical Neurology*. 2a ed. USA: Saunders, 1983.
19. - Diamond, DM, et al. 1992. Inverted U relationship between the level of peripheral corticosterone and the magnitude of hippocampal primed burst potentiation. *Hippocampus*. 2, 421-430

20. - Diamond, DM., Fleshner, M., Rose, GM. 1994. Psychological stress repeatedly blocks hippocampal primed burst potentiation in behaving rats. *Behav. Brain. Rev.* 62, 1-9
21. - Dixon J. The Horse: A Dumb Animal?...Neigh!. *Thoroughbred Rec* 1970; 192 (19): 1654
22. - Domjan M. *The Principles of Learning and Behavior*. 4a ed. USA: Brooks/Cole Publishing Company, 1998.
23. - Fraser AF. *The Behaviour of the Horse*. UK: CAB International, 1992.
24. - Fraser AF, Broom DM. *Farm Animal Behaviour and Welfare*. 3a ed. USA: Bailliere Tindall, 1990
- 25.- Feh C, De Mazières J. Grooming at a Preferred Site Reduces Heart Rate in Horses. *Anim Behav* 1993; 46: 1191-1194
- 26.- Fiske JC, Potter GD. Discrimination Reversal Learning in Yearling Horses. *J Anim Sci* 1979; 49: 583-588.
- 27.- Flannery, B., 1997. Relational discrimination learning in horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 267-280
- 28.- Galindo MF, Orihuela TA. *Etología Aplicada*. México: UNAM Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2004
- 29.- Ganong WF. *Review of Medical Physiology*. 22nd ed. USA: McGraw Hill, 2005
- 30.- Giebel HD. Visuelles lernevermogen Bei Einhufern *Zool. Jahrbuch* 1988; 67:487. In: Waring GH ed. *Horse Behavior*. NJ: Noyes Publishing, 1983

- 31.- Gilger BC. Equine Ophthalmology. UK: Saunders, 2005.
- 32.- Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. USA: McGraw Hill, 2001.
- 33.- Hanggi EB, Ingersoll JF, Waggoner TL. Color Vision in Horses (*Equus caballus*): Deficiencies Identified Using a Pseudoisochromatic Plate Test. J Comp Psychol 2007; 121(1): 65-72.
- 34.- Hanggi EB. Interocular Transfer of Learning in Horses (*Equus caballus*). J Eq Vet Sci 1999; 19(8): 518-524.
- 35.- Harman AM, Moore S, Hoskins R, Keller P. Horse Vision and an Explanation for The Visual Behaviour Originally Explained by The ‘_Ramp Retina’. Eq Vet J 1999; 31(5):384-390.
- 36.- Hausberger M, Bruderer C, Scolan NL, Pierre JS. Interplay Between Environmental and Genetic Factors in Temperament/Personality in Horses (*Equus caballus*). J Comp Psychol 2004; 118(4):434-446 .
- 37.- Heird JC, Lennon AM, Bell RW. Effects of Early Experience on The Learning Ability of Yearling Horses. J Anim Sci 1981; 53:1204-1209.
- 38.- Heird JC, Whitaker DD, Bell RW, Ramsey CB, Lokey CE. The Effects of Handling at Different Ages on The Subsequent Learning Ability of 2 Year-Old Horses. Appl Anim Behav Sci 1986; 15:15-25
- 39.- Heffner RS, Heffner HE. Hearing in Large Mammals: Horses (*Equus caballus*) and Cattle (*Bos Taurus*) . Behav Neurosci 1983; 97:299-309.
- 40.- Heffner RS, Heffner HE. Visual Factors in Sound Localization in Mammals. J Comp Neurol 1992; 317: 219-232.

- 41.- Hennessy J, King, McClure T, Levine S. Uncertainty, as Defined by The Contingency Between Environmental Events, and The Adrenocortical Response of The Rat to Electric Shock. *J Comp Physiol Psychol* 1979; 91: 1447-1453.
- 42.- Hill WF. *Learning. A Survey of Psychological Interpretations*. 6a ed. USA: Longman, Inc., 1997.
- 43.- Hodos W., Campbell, C.G.B., 1999, Scala nature: Why there is no theory in comparative psychology. *Psychol. Rev.* 76, 337-350
- 44.- Houpt K.A., 1979. Intelligence of the horse. *Equine pract* 1, 20-26
- 45.- Houpt, K.A. et al 1990. Taste aversion learning in horses. *J. Anim. Sci* 68, 2340-2344
- 46.- Houpt KA, Zahorik DM, Swarzman-Andert JA. Taste Aversion Learning in Horses. *J Anim Sci* 1990;68: 2340-2344
- 47.- Jeziersky T, Gaworski Z, Gorecka A. Effects of Handling on Behaviour and Heart Rate in Konik Horses: Comparison of Stable and Forest Reared Youngstock. *Appl Anim Behav Sci* 1999; 62:1-11
- 48.- Kiley-Worthington, M., 1987. The behaviour of horses. J.A. Allen , London, UK, 45, 345-351
- 49.- Knill LM, Eagleton RD, Harver E. Physical Optics of the Equine Eye. *Am J Vet Res* 1977; 38(6): 735-737
- 50.- Kratzer et al. 1977. Maze learning in quarter horses. *J. Anim. Sci.* 46, 896-902

- 51.- Le Scolan et al . 1997. Stability over situations in temperamental trials in horses as revealed by experimental and scoring approaches. *Behav. Processes.* 41, 257-266
- 52.- Linberg, A.C. et al., 1999. Effects of observational learning on acquisition of and operant response in horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61, 187-199
- 53.- López AL. *Anatomía Funcional del Sistema Nervioso.* México: Editorial Limusa, S.A de C.V., 2003.
- 54.- Lorenz K. *Fundamentos de etología.* Paidós 239-240
- 55.- Lyons J. The —Go Forward‖ Cue. *Perfect Horse.* Noviembre, 1999; 4(11): 3-6.
- 56.- Mackintosh, N.J., 1988 Approaches to the study of animal intelligence. *Br. J. Psychol.* 79, 509-525
- 57.- Mader DR, Price EO. Discrimination Learning in Horses: Effects of Breed, Age and Social Dominance. *J Anim Sci* 1980; 50: 962-966.
- 58.- Mal, M.E. et al 1993. Evaluation of a one trial learning apparatus to test the learning ability in weanling horses. *Appl. Anim. Behav. Processes.* 44, 301-307
- 59.- Marinier, S.L., Alexander, A.J., 1994. The use of a maze in testing learning and memory in horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22, 327-334
- 60.- Mason J. A Review of Psychoendocrine Research on The Pituitary Adrenal Cortical System *Psychosom Med* 1968; 30:576-583.
- 61.- Mc Ewen, BS, et al. 1986. Adrenal steroids receptors and actions in the nervous system . *Physiol. Rev.* 66, 1121-1188

- 62.- Mc Ewen et al. 1999. Corticosteroids, the aging brain and cognition. Trends in endocrinology and metabolism. 10, 92-96
- 63.- Mc Ewen, B. Sapolsky, R. stress and cognitive function. Current opinion in neurobiology. 1995. 5, 205-216
- 64.- McEwen BS, Wingfield JC. The Concept of Allostasis in Biology and Biomedicine. Horm Behav 2003; 43: 2-15.
- 65.- Mc Call, C. 2007. Making equine learning research applicable to training procedures. Behavioural processes. 76, 27-28
- 66.- McDonnell S. 2003. A Practical Field Guide to Horse Behavior. The Equid Ethogram. Hong Kong: Eclipse Press.
- 67.- Mc Gaugh, J, 1989. Involvement of hormonal and neuromodulatory systems in the regulation of memory storage. Annu. Rev. Neurosci. 12, 255-287
- 68.- McGreevy P. 2004. Equine Behavior: A Guide for Veterinarians and Equine Scientists. UK: Saunders.
- 69.- Mc Greevy et al. 1995. The prevalence of abnormal behaviours in dressage, eventing and endurance horses in relation to stabling. Vet. Rev. 137, 36-37
- 70.- Mc Greevy, P.D., Rogers, L.J., 2005. Motor and sensory laterality in thoroughbred horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 92, 337-352
- 71.- Mc Lean, A.N., 2004. Short-term spatial memory in the domestic horse. Appl. Anim. Behav. Sci. 89, 93-105
- 72.- Miller RM, Lamb R. The Revolution in Horsemanship And What it Means to

Mankind. USA: The Lyons Press, 2005.

73.- Mills DS y Clarke A. Housing, Management and Welfare. In: Waran N, editor. The Welfare of Horses. Animal Welfare Vol. 1. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2007:77-97.

74.- Mills DS, Nankervis KJ. Equine Behaviour: Principles & Practice 1999. UK: Blackwell Publishing company.

75.- Morberg GP. Biological Response to Stress: Implications for Animal Welfare. In Morberg GP, Mench JA. editors. The Biology of Animal Stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare. USA: CAB International, 2000: 1-21

76.- Morgado I 2006. Pshichobiology of learning and memory. Rubes editorial 227-235

77.- Murry CE, Jenings RB, Reiber KA, Preconditioning With Ischemia: A Delay of Lethal Cell Injury in Ischemic Myocardium. Circulation 1986; 74: 1124-1136.

78.- Murphy, J., Arkins, S. 2007. Equine learning behaviuor review. Behav. Proces. 76, 1-13.

79.- Murphy et al 2004. Sex differences in equine learning skills and visuo-spatial ability. Appl. Anim. Behav. Sci. 87, 119-130

80.- Nelson RJ. An Introduction to Behavioral Endocrinology. 3a ed. USA: Sinauer Associates, Inc., 2005.

81.- Nicol CJ. Equine Learning: Progress and Suggestions for Future Research. Appl Anim Behav Sci 2002; 78:193-208.

82.- Nomina Anatómica Veterinaria 4a ed. Et Nomina Histologica revised 2a ed. Et

Nomina Embriológica Veterinaria. Internacional Comitee of Veterinary Anatomical Nomenclatura. World Association Veterinary Anatomists. Ithaca. 1992.

83.- Parsons, M., Gold, P. 1992. Glucose enhancement of memory in elderly humans – U dose response curve. *Neurobiology aging* . 13, 401-404

84.- Pavlides, C., et al. 1995. Opposing roles of type 1 and type 2 adrenal steroids receptors in hippocampal long-term potentiation. *Neuroscience* 9, 222-234

85.- Pavlides, C et al. 1994. Type 1 adrenal steroid receptors prolong hippocampal long-term potentiation. *Neuroreport* . 5, 2673-2677

86.- Pavlides, C., Watanabe, Y., Mc Ewen , BS. 1993. Effects of glucocorticoids on hippocampal long-term potentiation. *Hipocampus*. 3, 183-192

87.- Potter, G., Yeates, F. 1977. Behavioural principles of training and managment, *The horse*. Pp 607-623. W.H. Freeman and Co, New York

88.- Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, Lamantia AS, McNamara JO *et al* editores. *Neurociencia*. 3a ed. España: Editorial Médica Panamericana, 2006.

89.- Randall RP, Schrug WA, Church DC. Response of Horses to Sweet, Salty, Sour and Bitter Solutions. *J Anim Sci* 1978;47(1): 51-55.

90.- Rivera, E. et al. 2002. Behavioural and pshycological responses of horses to initial training: The comparsion between pastured versus stalled horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 78, 235- 252

91.- Rushen J. Some Problems With The Physiological Concept of Stress. *Aust Vet J* 1986; 63 (11): 359-361.

92.- Sapolsky, R. 1996. Why stress is bad for you, *Science*, 273, 749-750

- 93.- Sapolsky RM. Stress, The Aging Brain and The Mechanisms of Neuron Death. Cambridge UK: MIT Press, 1992.
- 94.- Sapolsky RM. Why Zebras Don't Get Ulcers. An Updated Guide to Stress, Stress Related Diseases, and Coping. USA: Barnes and Noble Books, 1994.
- 95.- Sappintong, BF et al 1997. A preliminary study of relationship between discrimination reversal learning and performance tasks in yearlings and two years-old horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 53, 157-166
- 96.- Sappintong, B.F., Goldman, L., 1994. Discrimination learning and concept formation in the Arabian horse. J. Anim. Sci. 72, 3080-3087
- 97.- Saslow CA. Understanding the Perceptual World of Horses. Appl Anim Behav Sci 2002; 78:209-224
- 98.- Selye H. A Syndrome Produced by Diverse Nocuous Agents. Nature 1936; 138: 32-35.
- 99.- Selye H. The Physiology and Pathology of Exposure to Stress. Acta Montreal. 1950
- 100.- Selye H. The Significance of The Adrenals for Adaption. Science 1937; 85:247-248.
- 101.- Smith et al. 1994: Adrenocortical response to stress in the common diving petrel, *pelecanoides urinatrix* . Physiol. Zool. 67, 526-537
- 102.- Sondergaard, E., Ladewig, J., 2004. Group housing exerts a positive effect on the behaviour of young horses during training. Appl. Anim. Behav. Sci. 87, 105-118

- 103.- Spuler, A., Endres, W., Grafe, P: 1988. Glucose depletion hyperpolarizes guinea pig hippocampus neurons by an increase in potassium conductance. *Exp. Neurol.* 100, 248-252
- 104.- Stoddart DM. *The Ecology of Vertebrate Olfaction*. London (UK): Chapman & Hall, 1980.
- 105.- Timney B, Macuda T. Vision and Hearing in Horses. *JAVMA* 2001; 218(10): 1567-1574.
- 106.- *The veterinary clinics of north America* Vol 2- # 3, pg 20-22
- 107.- Thompson, R. Jeanson, K. 1996. Memory systems in the brain and localization of a memory. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol 93, 13438-13444
- 108.- Visser, E.K., Van Reenen et al., 2003. Learning performances in Young horses using two different learning test. *Appl. Anim. Behav. Sci* 80, 311- 326
- 109.- Warren, J.M., Warren, H.B., 1992, Reversal learning by horse and raccoon. *J. Genet. Psychol.* 100, 215-220
- 110.- William, D. 1999. Modernization, stress and blood pressure: New directions in research. *Human biology.* 71, 583-605
- 111.- Wingfield, J.C., et al. 1983. Endocrine responses to inclement weather in naturally breeding populations of White-crowned sparrows. *AUK.* 100, 56-62

