



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS TÉCNICAS DE
ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA (ATIV) DE CORTA
DURACIÓN EN HÍBRIDOS EQUINOS (*Equus asinus x*
Equus caballus) DEL ESTADO DE TLAXCALA,
MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

BERENICE NOHEMI BERNAL VICENTE

Asesores:

MVZ. M en C. Enrique Núñez Hernández.

MVZ. M en C. Mariano Hernández Gíl.

MVZ. M en C. Pedro Ochoa Galván.



México, D. F.

2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi familia:

A mi madre: Luciana **Catalina Vicente Gaytán**, la mujer que me dio la vida, que lucho contra todo para brindarme amor, cariño, salud y que sin su apoyo no sería la persona que soy, por eso le dedico este logro más en mi vida. *Gracias mamá.*

A mi padre: Agustín **Bernal Godínez** en donde quiera que se encuentre se que se enorgullece de mi.

A mis hermanos: Verónica **Reyez y Omar Bernal** porque ellos son lo más importante en mi vida y sé que comparten mi felicidad y mis triunfos.

y

A **Raúl Valdés Almaguer**, por apoyarme siempre en todo y que por su ayuda incondicional y confianza puedo decir que parte de lo que soy y lo que tengo es gracias a él, gracias de todo corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la **Universidad Nacional Autónoma de México**, a la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia** y a sus **profesores**, por haberme brindado todos los conocimientos y haber formado a la profesionalista que soy.

A la Asociación Británica **The Donkey Sanctuary** Mexico por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo.

A mis asesores:

Al MVZ. M en C. **Enrique Núñez Hernández** por haberme apoyado en este proyecto y por haber compartido sus experiencias enseñanzas.

Al MVZ. M en C. **Mariano Hernández Gíl** por brindarme su apoyo y tiempo en la realización del trabajo.

Al MVZ. **Pedro Ochoa Galván** por su participación en el trabajo estadístico.

A los MVZ. **José Antonio Fernando** y **Luis Huerta** por brindarme su apoyo y experiencias en los trabajos de campo. A los H. **Ángel** y **Marcos Granillo** por brindarme su ayuda y casa para realizar el trabajo de campo y en general a todo el equipo **DS** (**Vale**, **Karla**, **Anita**, tío **Luis**) por brindarme su apoyo, cariño y amistad. También al MVZ. **Alfredo López** que fue parte del proyecto inicialmente.

A todos los **propietarios** de las mulas de la comunidad de Capulac, Tlaxcala que confiaron en mí al prestarme a sus animales y fuente de trabajo y que sin ellos no hubiera podido realizar dicho estudio.

A todas las personas y amigos que me apoyaron con la realización del trabajo en campo; **Adriana Huerta**, **Ricardo Ibarra**, **Oscar Ornelas**, **Arely Quezada**, **Adrian**, etc. Y especialmente a mis amigos **Valeria R**, **Josúe S**, **Natyeli L**, **Yair R**, **Arely Q**, **Héctor A**, **Bart** y al **Dr. Carlos Vazquez**, por motivarme siempre y apoyarme en cada momento.

A mi novio **Mario H. González** por estar a mi lado y brindarme siempre su apoyo, cariño y comprensión, así como esos consejos que han servido para que siga adelante en el proceso.

Al jurado por su aportación en la parte de redacción de este trabajo, en especial a la Dra. **Maricela Ortega**; gracias a todos.

CONTENIDO

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	3
	2.1 Generalidades de las diferencias entre burros, caballos y mulas que pueden influir en la anestesia general.....	7
	2.2 Consideraciones para el manejo anestésico de mulas	10
	2.3 Anestesia Total Intravenosa (ATIV)	12
	2.3.1 Fases de la anestesia	14
	2.4 Agentes utilizados en la práctica equina para producir anestesia total intravenosa (ATIV)	17
	Tranquilizantes	18
	Sedantes.....	19
	Analgésicos opiodes	21
	Relajantes musculares.....	24
	Anestésicos	26
III.	HIPÓTESIS	30
IV.	OBJETIVO.....	31
	4.1 Objetivo General:	31
	4.2 Objetivos Específicos:.....	31
V.	MATERIAL Y MÉTODOS	32
	5.1 Localización	32
	5.2 Características del Experimento	32
	5.2.1 Animales de estudio.....	33
	5.2.2 Preparación de los animales.....	33
	5.2.3 Diseño experimental y Análisis estadístico	39

VI. RESULTADOS	41
6.1 Pruebas de laboratorio.....	42
6.2 Tiempo en decúbito lateral por efecto de la anestesia (tiempo de anestesia).....	42
6.3 Duración total de los procedimientos anestésicos	43
6.4 Signos clínicos observados en la Anestesia Total Intravenosa.....	43
6.4.1 Signos clínicos observados en la fase preanestésica.....	44
6.4.2 Signos clínicos observados en la fase de inducción anestésica.....	45
6.4.3 Signos clínicos observados en la fase de mantenimiento anestésico	46
6.4.4 Signos clínicos observados en la fase de recuperación anestésica .	53
VII. DISCUSIÓN.....	56
7.1 Pruebas de laboratorio.....	56
7.2 Tiempo en decúbito por efecto de la anestesia (tiempo de anestesia) ...	57
7.3 Duración total de los procedimientos anestésicos	58
7.4 Evaluación preanestésica del paciente	59
7.5 Fase Pre- anestésica	59
7.5.1 Sedación.....	59
7.5.2 Analgesia	61
7.5.3 Relajación muscular.....	61
7.6 Fase de Inducción anestésica.....	62
7.7 Fase de Mantenimiento anestésico.....	63
7.7.1 Monitoreo de las constantes vitales	64
7.7.1.1 Frecuencia cardiaca.....	64
7.7.1.3 Tiempo de llenado capilar	67
7.7.1.4 Presión arterial media	68
7.7.1.5 Saturación de oxígeno	70

7.7.1.6 Temperatura rectal.....	71
7.8 Fase de Recuperación anestésica	72
VIII. LITERATURA CITADA.....	75
IX. CUADROS	84
X. FIGURAS.....	92
ANEXO A.	105
ANEXO B	110

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Orden en que fueron sometidos los animales a los procedimientos anestésicos A y B.....	84
Cuadro 2. Género, edad y peso de las mulas utilizadas en los procedimientos anestésicos A y B.....	84
Cuadro 3. Dosis farmacológica utilizada en la técnica A y B para producir anestesia total intravenosa de corta duración en mulas.....	84
Cuadro 4. Valores fisiológicos basales de las mulas: FC, FR, TLLC y Tc previos a los procedimientos anestésicos A y B.....	85
Cuadro 5. Tiempo en decúbito lateral por efecto de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B en mulas.....	85
Cuadro 6. Duración total de los procedimientos anestésicos con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B en mulas.....	85
Cuadro 7. Tiempo de sedación en las mulas con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	86
Cuadro 8. Calidad de inducción individual de mulas con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	86
Cuadro 9. Calidad de inducción de mulas calculada en porcentaje con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	86
Cuadro 10. Parámetros fisiológicos de las mulas por efecto de técnica con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	87
Cuadro 11. Frecuencia cardíaca de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.....	87

Cuadro 12. Frecuencia respiratoria de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.....	88
Cuadro 13. Tiempo de llenado capilar de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.....	88
Cuadro 14. Registro de la presión arterial media (PAM) de las mulas durante el periodo transanestésico con la aplicación de las técnicas anestesia total intravenosa A y B.....	89
Cuadro 15. Saturación de oxígeno de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.....	89
Cuadro 16. Temperatura rectal de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.....	90
Cuadro 17. Calidad de recuperación individual de las mulas con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	90
Cuadro 18. Calidad de recuperación de las mulas calculada en porcentaje con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	90
Cuadro 19. Parámetros fisiológicos de las mulas durante el periodo de mantenimiento con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tiempo que produjeron en decúbito lateral los procedimientos anestésicos A y B.....	92
Figura 2. Tiempo de duración total de los procedimientos anestésicos A y B. .	93
Figura 3. Tiempo de sedación de cada individuo para las técnicas de anestesia A y B.....	94
Figura 4. Calidad de inducción individual con la técnica anestésica A y B.	95
Figura 5. Calidad de inducción medida en porcentaje con la técnica anestésica A.....	96
Figura 6. Calidad de inducción medida en porcentaje con la técnica anestésica B.....	96
Figura 7. Frecuencia cardíaca de las mulas durante el periodo transanestésico con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	97
Figura 8. Frecuencia respiratoria de las mulas durante el periodo transanestésico con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	98
Figura 9. Tiempo de llenado capilar de las mulas durante el periodo transanestésico con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	99
Figura 10. Presión arterial media de las mulas durante el periodo transanestésico con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	100
Figura 11. Saturación de Oxígeno a la hemoglobina de las mulas durante el periodo transanestésico con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B..	101
Figura 12. Temperatura rectal de las mulas durante el periodo transanestésico con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	102
Figura 13. Calidad de recuperación individual de las mulas con la técnica anestésica A y B	103

Figura 14. Calidad de recuperación medida en porcentaje con la técnica anestésica A.....104

Figura 15. Calidad de recuperación medida en porcentaje con la técnica anestésica B.....104

ANEXOS**Anexo A**

1. Taxonomía de los híbridos equinos.....	105
2. Parámetros fisiológicos basales de los équidos.....	105
3. Escala para calificar la calidad de inducción de la anestesia general en équidos.....	106
4. Escala para calificar la calidad de recuperación de la anestesia general en équidos.....	106
5. Resultados del hemograma de híbridos equinos practicado previo a los procedimientos anestésicos.....	107
6. Resultados de la bioquímica sanguínea de híbridos equinos practicada previa a los procedimientos anestésicos.....	108

Anexo B

Registros individuales de los 18 procedimientos anestésicos de híbridos equinos mulas con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.....	110
---	-----

I. RESUMEN

BERNAL VICENTE BERENICE NOHEMÍ: Estudio comparativo de dos técnicas de anestesia total intravenosa (ATIV) de corta duración en híbridos equinos (*Equus asinus x Equus caballus*) del Estado de Tlaxcala, México. (Bajo la asesoría de: MVZ. M en C. Enrique Núñez Hernández, MVZ. M en C. Mariano Hernández Gil y MVZ. M en C. Pedro Ochoa Galván).

A pesar de la importancia que tienen en México los équidos de trabajo, existe poca información que permita a los profesionales de la medicina veterinaria brindar un manejo anestésico seguro, particularmente en el caso de las mulas, en quienes se ha reportado una menor duración y efecto de la anestesia. El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto clínico que producen dos técnicas (A y B) de anestesia total intravenosa (ATIV) de corta duración en mulas bajo condiciones de campo. En la técnica A se empleó xilacina, butorfanol, éter gliceril guayacol y ketamina y en la técnica B xilacina, detomidina, éter gliceril guayacol, diazepam y ketamina. Fueron utilizadas nueve mulas clínicamente sanas: 6 hembras y 3 machos con edad de 10.67 ± 3.67 y peso de 303.9 ± 33.7 . Se compararon los efectos de ambas técnicas sobre la frecuencia cardíaca (FC), la frecuencia respiratoria (FR), el tiempo de llenado capilar (TLLC), la temperatura rectal (Tr), la presión arterial media (PAM) y la saturación de oxígeno (SaO_2); así mismo, se determinó la presencia de los reflejos palpebral, corneal y anal y se calcularon los tiempos de

anestesia, de sedación y de la duración total del procedimiento; evaluándose la calidad de la inducción y de la recuperación anestésica. El procesamiento estadístico de los datos utilizando el análisis de varianza (ANOVA) exhibió diferencias estadísticamente significativas por efecto de técnica ($P < 0.05$) donde la técnica A mostró: mayor SaO_2 , mejor calidad de inducción y de recuperación con respecto a la técnica B, la cual produjo aumento de la FR y de la PAM, menor TLLC y mayor duración en decúbito ($P < 0.05$). Ambas técnicas produjeron planos de anestesia superficial y requieren ser evaluadas en condiciones quirúrgicas.

II. INTRODUCCIÓN

Entre los équidos existen varias especies que comparten cierto material genético, lo que las relaciona de alguna manera, por ejemplo, el burro y el caballo comparten un ancestro (el *Hyracotherium*)(1) y el 97% de sus genes. En un ambiente natural los miembros de estas dos especies pueden aparearse, sin embargo, sus crías son incapaces de concebir(1) y por tanto no producen descendencia, es por ello que, dependen necesariamente de sus progenitores para existir, lo que ha hecho que no sean agrupadas taxonómicamente como una especie(2).

Se le ha dado el nombre de mula a un animal híbrido (*Equus asinus x Equus caballus*)(2),(3),(4) producto del apareamiento exitoso entre un burro (*Equus asinus*) que tiene 62 cromosomas(1),(5) y una yegua (*Equus caballus*) que tiene 64(1),(5). Los híbridos equinos poseen una desigualdad cromosomal, la cual no permite que las células sexuales funcionen apropiadamente, sus 63 cromosomas hace que las hembras o machos sean animales infértiles(5); aunque existen reportes donde se menciona que mulas hembras han podido quedar gestantes y llevar a término su gestación(6)(7).

La mula presenta características de ambas especies, lo que resulta en una gran diversidad de fenotipos y temperamentos(4),(5),(8). Su aspecto es intermedio al de sus progenitores, así, la cabeza, orejas y extremidades son semejantes a las de un burro y el tamaño, cuerpo, pelaje y dentadura a los de un caballo(5).

El burdégano (*Equus caballus x E. asinus*), resulta del apareamiento exitoso entre un caballo y una burra y presenta características de ambas

especies(5)(6); al igual que la mula posee 63 cromosomas y por lo tanto también es infértil(5). Generalmente estos híbridos no son muy apreciados por carecer de aptitudes como animales de carga, debido a que son más pequeños y débiles que las mulas. Son relativamente menos comunes debido a que el apareamiento entre una burra y un caballo tiene mayor dificultad, así como el llevar a término la gestación en ellas; se ha reportado que solamente una de cada siete burras puede concebir al ser cubierta por un caballo(6).

Ambos híbridos equinos se conocen desde la antigüedad, pues han sido mencionados en la Biblia. Por otro lado, los romanos realizaban las prácticas de hibridación, ya que fueron ellos los que los llevaron a España e introdujeron a Francia en el siglo X(6).

Los équidos fueron introducidos a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493, la introducción se hizo primero en las islas donde se reprodujeron y desde donde se exportaron hacia el continente(5). Los primeros caballos que llegaron a México fueron los pertenecientes al ejército de Hernán Cortés y los primeros équidos usados para el trabajo fueron introducidos de Cuba, Jamaica, Haití y República Dominicana (conocida como La Española) y estaba prohibido que los indígenas los utilizaran, manteniéndose esta prohibición vigente hasta finales del siglo XVI(9).

Las mulas fueron preferidas como animales de carga por su fuerza, resistencia a condiciones adversas(5), paso seguro y aceptación de alimento de baja calidad(9). Se utilizaron para el transporte de productos que llegaban a los puertos y sobre todo para obtener la materia prima de la plata(9).

A lo largo del tiempo, las mulas han sido utilizadas por el hombre y se han manejado extensivamente en América, Europa y África(10), aunque en muchos países no las crían por razones culturales o religiosas(4). Sin embargo, se han mantenido como los animales de carga más importantes en el sector agropecuario y juegan un papel trascendental en el desarrollo económico y social de las comunidades al ser empleadas para el transporte de personas, de carga; el tiro de carreta, trilla, cultivo(5), así como para la producción de leche y de carne para el humano(10).

Dado su papel en la producción agropecuaria, es necesario procurar el bienestar de estos animales. Así, en los casos donde se requiera brindar atención médica o quirúrgica ya sea electiva o de emergencia, se debe proporcionar un manejo anestésico seguro.

En México, debido a la escasa información en mulas, los médicos veterinarios, técnicos o personas que atienden situaciones de emergencia en estos animales, han tenido la necesidad de utilizar dosis anestésicas para caballo como xilacina (1.1 mg/kg) y ketamina (2.2 mg/kg)(4),(11),(12), las cuales, resultan poco eficaces en ellas, al lograr tiempos de sedación(8) y anestesia demasiado cortos(11),(12) y que complican la realización de los procedimientos.

Sin embargo, se ha reportado que las mulas requieren de un aumento de hasta 50%(3),(4),(8) de la dosis de los diferentes fármacos que se utilizan para producir sedación y anestesia; también se ha recomendado hacer uso de la combinación entre sedantes agonistas α_2 adrenérgicos para obtener efectos anestésicos aceptables en ellas(4).

Ahora bien, dadas las características y los buenos resultados que han demostrado tener individualmente y en combinación los fármacos utilizados en la sedación y la anestesia equina(15),(16),(17),(18), se han elegido algunas combinaciones que puedan producir mejores resultados en las mulas y por tanto, mayor seguridad clínica para el médico veterinario o persona que las utilice. Las combinaciones incluyen sedantes agonistas $\alpha 2$ adrenérgicos como xilacina (X) y detomidina (D), analgésicos opioides como butorfanol (B), tranquilizantes benzodiazepínicos como diazepam (Di), relajantes musculares como éter gliceril guayacol (EGG) y anestésicos disociativos como ketamina (K).

Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo comparar el efecto clínico de dos técnicas (A y B) de anestesia total intravenosa (ATIV) de corta duración en híbridos equinos mulas, en las cuales se pueda observar mayor duración del efecto anestésico y un periodo de transición suave y eficaz.

2.1 Generalidades de las diferencias entre burros, caballos y mulas que pueden influir en la anestesia general

Las diferencias que existen entre la especie *Equus caballus* y *Equus asinus*, así como en sus crías, no solo hacen referencia a las fenotípicas como son tamaños, colores, tipo de cuerpo, razas y temperamento(4),(5), sino también existen otras que son de importancia para el médico veterinario que trabaja con équidos, entre las que se encuentran las siguientes:

- **Diferencias genéticas**

Como se mencionó anteriormente, los burros, caballos y mulas tienen diferencias principalmente en su arreglo genético con 62, 64, y 63 cromosomas respectivamente(1),(5).

- **Diferencias anatómicas**

Los burros se diferencian de los caballos por: 1) grosor de la piel(13),(15), musculo *colli* cutáneo y fascias musculares más gruesas, 2) fusión de primera y segunda vértebra sacra dando una fórmula de S5 en el burro y S6 en el caballo; 3) dentición con tiempo de erupción y forma dental diferente en el burro; 4) localización de las ramas de la arteria facial por debajo de la cresta facial, así como ausencia de estructuras venosas y arteriales en la cara del burro; 5) pasaje nasal más estrecho, receso faríngeo más extenso, entrada a la laringe con mayor ángulo caudal y tráquea recta con diámetro estrecho en el burro, lo cual también se presenta en la mula(19),(20).

▪ **Diferencias fisiológicas**

Se ha considerado que las diferencias interespecie pueden estar relacionadas fisiológicamente, con base en que los burros son animales que se adaptaron en climas desérticos, en los que fueron capaces de conservar el volumen sanguíneo y mantener una adecuada circulación, permitiendo su función aún después de un 20%(21) a 30%(22) de deshidratación. Las mulas por el contrario, aunque pueden alcanzar la apariencia y temperamento de un caballo no son idénticas a él, todo depende del tipo de caballo que fue usado en su reproducción(6).

Entre los burros, los caballos y las mulas se presentan diferencias con respecto a los parámetros fisiológicos en reposo, por ejemplo: 1) la frecuencia cardíaca (latidos por minuto) en el burro(23) toma rangos de 31-53, en el caballo(24) de 28-44 y en la mula(3) de 35-55, lo cual, depende del grado de estrés y estado físico; incluso este rango puede llegar hasta 60 lpm(10); 2) la frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto) en el burro(23) va de 13-31, en el caballo(24) es de 8-15 y en la mula resulta ser más alta al resto de los équidos con 20 a 35 rpm(3) o inclusive de 28 a 60 rpm(10), lo cual varía con respecto a la temperatura ambiental (estimula un aumento de la FR para reducir la cantidad de agua consumida para enfriarse) y 3) la temperatura corporal en el burro(23) es de 37.1 (36.5-37.7), en el caballo(24) de 37.5-38.5 y en la mula de 36.9-38.3(10), e inclusive puede variar por hasta 3 grados(3) (Véase Anexo A donde se presentan los parámetros fisiológicos de los équidos).

Existen también ciertas diferencias en cuanto a los valores hematológicos y bioquímicos de referencia entre los burros(20),(23), los caballos(25) y las mulas; además de que para estas últimas, algunos valores hematológicos presentes en México podrían representar datos no actualizados o diferentes(26) a los que se encuentran limitados a otras regiones del mundo(10),(27),(28), y que factores como el estado fisiológico, la edad, la raza, el sexo, las condiciones ambientales como temperatura y altitud, así como el tipo de alimentación influyen en esos valores(27),(28).

- **Diferencias en la respuesta farmacológica**

Los caballos presentan diferencias en relación con otras especies en cuanto a farmacocinética, farmacodinamia y sensibilidad a diferentes fármacos(29). Así mismo, los burros también presentan diferencias relacionadas con la absorción, distribución y metabolismo de algunos fármacos, pues se ha mencionado que pueden metabolizarlos más rápido (ampicilina, amikacina, oxitetraciclina, gentamicina y fenilbutazona) en comparación a los caballos(4),(22),(30). De igual forma, la capacidad metabólica en los burros suele estar aumentada(30), lo que afecta la duración, efecto e intervalos de dosificación de algunos anestésicos(4),(15),(22). Esta variación puede estar relacionada con la raza, ya que los burros miniatura tienen una eliminación de fármacos más rápida que los burros estándar y parecen tener una frecuencia más alta del metabolismo hepático oxidativo, e incluso mayor cantidad y/o actividad de ciertas isoenzimas (P450) hepáticas(31).

- **Diferencias de comportamiento**

Los burros se diferencian de los caballos en cuanto al comportamiento de supervivencia y cuando se encuentran en ambientes donde se sienten amenazados pueden pelear por su territorio(4). La rusticidad y carácter estoico del burro, hacen difícil determinar el grado de afectación que experimenta ante condiciones de estrés o enfermedad. La mula, al ser un animal intermedio puede presentar un comportamiento parecido al del burro.

2.2 Consideraciones para el manejo anestésico de mulas

Preanestesia:

En la evaluación preanestésica de burros, caballos y mulas es importante considerar sus diferencias anatómicas y fisiológicas anteriormente descritas(13),(15),(19),(20). Al igual que en los caballos, es necesario realizar historia clínica, examen físico general, electrocardiograma (ECG) pruebas de laboratorio como hemograma, bioquímica sanguínea, gases sanguíneos arteriales etc., así como una evaluación completa del paciente a través de un examen físico por aparatos y sistemas, poniendo énfasis en el aparato cardiorrespiratorio(15),(32).

Las mulas presentan diferencias de comportamiento en cuanto a la respuesta a sedantes y anestésicos, lo que puede estar relacionado con su metabolismo(4),(13),30). Se considera que ellas requieren un 30% más de la dosis de acepromacina(33) y de un 50% más de la dosis de xilacina (1.6 mg/kg

IV) o detomidina (0.03 mg/kg IV) para lograr una sedación efectiva(4),(8),(15). Así mismo, las mulas que tienen poco manejo, también requieren dosis más altas de los mismos fármacos para lograr un buen resultado, estimando de 1.5 a 2 veces más la dosis usual y si debe ser administrada vía intramuscular, ésta puede llegar hasta 3 veces (4).

Anestesia

Clínicamente el periodo anestésico debe incluir: monitoreo electrocardiográfico continuo, presión arterial sanguínea, oximetría de pulso y de dióxido de carbono final corriente(34). Sin embargo, en condiciones de campo, el acceso o disponibilidad de algunos de estos métodos imposibilita el monitoreo efectivo de los équidos, por ello, es importante mantener vigilancia cercana y constante del paciente para conocer cómo se comporta durante el periodo tranasanestésico, a través de la evaluación de parámetros fisiológicos, el monitoreo de la profundidad anestésica, la medición de la presión arterial media (PAM)(13) y saturación de oxígeno a la hemoglobina (SaO_2)(34),(35).

El mantenimiento de la anestesia en équidos bajo condiciones de campo puede ser llevado a cabo mediante la administración de anestésicos disociativos o hipnóticos(17),(18),(36); pero debido a los efectos desfavorables que estos últimos causan en el caballo(15),(16) y burro (37); los agentes de primera elección para la inducción y el mantenimiento anestésico son los anestésicos disociativos como la ketamina o tiletamina, ya que producen anestesia relativamente segura y de corta duración(36),(38), con mínimos efectos cardiovasculares y respiratorios(16),(38). Sin embargo, no deben ser

administrados sin previa sedación ni en animales excitados o con traumatismo craneoencefálico(16).

Se ha reportado que las mulas y burros miniatura necesitan un aumento en la dosis de ketamina (2-0-3.0 mg/kg IV)(3),(15),(39). Sin embargo, su administración requiere sedación previa para producir efectos anestésicos aceptables en las mulas, lo que ha proporcionado anestesia por alrededor de 20 minutos(39) e incluso, si se adiciona butorfanol a la técnica, se puede aumentar la duración por hasta 25 minutos(3)(11).

Recuperación

Se considera que las mulas muestran variación relacionada con la recuperación anestésica, lo cual parece ser semejante al caballo(14); esto quizá dependa del manejo que ellas tengan y del tipo de caballo del cual deriven(3),(4). Por lo contrario, los burros tienen una disposición completamente tranquila, lo que hace que la recuperación de la anestesia y cirugía sea casi siempre suave y sin excitación(14),(40), al igual que ellos, las mulas de tiro muestran recuperaciones tranquilas, pudiendo recuperarse por sí solas(3).

2.3 Anestesia Total Intravenosa (ATIV)

La anestesia equina aún en condiciones controladas conlleva una gran responsabilidad y este compromiso debe ser aún mayor en condiciones de campo, por ello, el monitoreo de las constantes vitales y de la profundidad

anestésica debe ser manejado con mucha atención, para evitar deprimir en demasía la función cardiovascular y respiratoria. Así, la selección de los fármacos y la experiencia con su uso es muy importante para mantener la anestesia en condiciones controladas.

La anestesia total intravenosa (ATIV) o anestesia equilibrada en équidos tiene gran importancia para llevar a cabo procedimientos quirúrgicos en condiciones de campo. Actualmente la disponibilidad de nuevos fármacos de acción central, rápida, de corta duración y reversible(29) ofrece un mayor control sobre la profundidad anestésica y en el caso de mulas, se deben considerar las diferencias presentes en ellas, para lograr que la anestesia total intravenosa prolongue sus efectos en ellas.

La ATIV en equinos utiliza una amplia variedad de fármacos que comprenden diferentes familias: tranquilizantes (fenotiacinas, butirofenonas, benzodiacepinas), sedantes analgésicos (agonistas α_2 adrenérgicos y opioides), relajantes musculares (guaifenesina) y aquellos que se emplean para producir anestesia general como los agentes disociativos (ketamina, tiletamina), hipnóticos (barbitúricos), así como el propofol y los anestésicos inhalados para producir una anestesia parcial intravenosa (APIV)(15),(36).

La ATIV como una anestesia equilibrada “ideal” combina propiedades benéficas como sedación (sueño), analgesia (bloqueo sensorial), relajación muscular (bloqueo motor) e hipnosis (inconsciencia); en caballos es comúnmente lograda por la administración de múltiples fármacos(29).

La combinación de algunos fármacos, provee adecuada relajación muscular porque incorpora un relajante muscular de acción central (éter

glicérico de guayacol), un anestésico disociativo (ketamina) y un analgésico de tipo agonista α_2 adrenérgico (xilacina o detomidina) y/o opioides (butorfanol)(29),(36),(41).

Las ventajas de una anestesia multimodal incluyen: aumento en el potencial para producir efectos anestésicos sinérgicos, aumento de actividad anestésica (analgesia y relajación muscular) y el potencial para reducir la dosis de cada fármaco administrado y por lo tanto, de sus efectos adversos.

Las desventajas incluyen: el potencial para producir interacciones adversas (bradicardia, íleo, ataxia, aumento de la actividad motora), eventos adversos (hipotensión, hipoventilación) y recuperación prolongada(42).

Después de la selección de los fármacos para producir anestesia general, se lleva a cabo un procedimiento anestésico que puede dividirse en fases: preanestesia, inducción, mantenimiento y recuperación(29).

2.3.1 Fases de la anestesia

La anestesia general ha sido dividida en fases para enfatizar las consideraciones de importancia relacionadas con el paciente:

- **Fase de Pre- anestesia**

Los objetivos principales de la fase de preanestesia son producir estabilidad fisiológica al paciente en los casos de emergencia y los fármacos seleccionados para la medicación preanestésica deberán producir sedación predecible, relajación muscular y analgesia, que da como resultado un paciente

renuente al movimiento pero coordinado, capaz de soportar su peso y totalmente desinteresado en su alrededor(29).

- **Fase de Inducción**

La inducción anestésica es una etapa donde el animal abandona el estado normal de consciencia y entra en un estado de inconsciencia, la cual debe ser realizada de forma suave, con buena relajación muscular y sin excitación; con la consecuente pérdida de reflejos como el deglutor y el tusígeno(35). Así, los objetivos principales de esta fase son: producir una transición suave, predecible, controlada y sin incidentes de una posición de cuadripedestación a un decúbito lateral sin inducir significativa depresión del sistema nervioso central (SNC) o cardiorespiratorio(29).

- **Fase de Mantenimiento.**

En esta fase se produce una serie de acontecimientos predecibles como el comienzo de la analgesia, la relajación musculoesquelética y el cese del movimiento, además de la pérdida de reflejos como el palpebral y una ligera depresión respiratoria y cardiovascular, además se consigue un nivel de profundidad anestésica estable, pero si esta aumenta, el paciente puede mostrar una depresión más severa de ambos sistemas(35).

Así, los objetivos principales de ésta fase son:

1. Proveer un estado de hipnosis (inconsciencia), profundidad anestésica controlada, relajación muscular y analgesia.

2. Minimizar efectos neuroendocrinos, inmunológicos e inflamatorios que ocurren en respuesta a cirugía o dolor (minimizar o prevenir estrés).
3. Minimizar o prevenir efectos indeseables producidos por el decúbito, posición del paciente y anestésicos(29).

Esos objetivos implican que los fármacos y técnicas se escogen con base en el estado físico y fisiológico del paciente, la invasividad y duración del procedimiento quirúrgico. La anestesia puede ser mantenida con la administración repetida de pequeñas dosis (bolo) de los mismos fármacos usados para inducir anestesia, anestésicos inhalados o infusión de combinaciones de sedantes y anestésicos (conocido como “triple goteo”)(29).

- **Fase de Recuperación.**

La fase de recuperación es un evento crucial en el éxito de los procedimientos quirúrgicos realizados y la supervisión debe llevarse a cabo durante toda la fase(29),(43). Es así que el objetivo principal de esta fase, es que sea un procedimiento suave y sin complicaciones, caracterizado por un retorno tranquilo, controlado y sin incidentes del decúbito lateral a una posición en cuadripedestación con una mínima cantidad de esfuerzo o estrés. La atención debe estar especialmente dirigida a prevenir obstrucción de vías respiratorias y desorientación o excitación(29).

La duración de la recuperación se ve afectada por varios factores como: estado físico del paciente, tipo de anestésico utilizado, duración y profundidad anestésica mantenida, así como el tipo de cirugía realizada. La utilización de

agentes preanestésicos y las vías de administración también afectan ésta duración(43).

2.4 Agentes utilizados en la práctica equina para producir anestesia total intravenosa (ATIV)

En general, la ATIV en equinos utiliza una amplia variedad de fármacos que comprenden diferentes familias, desde los tranquilizantes como las fenotiacinas, butirofenonas, benzodiacepinas; los sedantes analgésicos como los agonistas α_2 adrenérgicos y los opioides; así como los relajantes musculares de acción central como la guaifenesina y aquellos que se emplean para producir anestesia general como los agentes disociativos ketamina y tiletamina e inclusive pueden ser empleados los agentes hipnóticos como los barbitúricos y el propofol(15),(44), un anestésico relativamente de nueva generación(16).

Los fármacos utilizados comúnmente como medicación preanestésica y para contención química de pie en caballos, se utilizan para preparar al paciente hacia la inducción y contribuir al mantenimiento y recuperación suave de la anestesia y son seleccionados de acuerdo con las necesidades del paciente y con los efectos que causan(33) como:

1. Calman el temor del paciente.
2. Inducen sedación.
3. Proveen analgesia y relajación muscular.
4. Disminuyen la secreción en las vías aéreas y la salivación.

5. Disminuyen los requerimientos anestésicos.
6. Proveen inducción y recuperación de la anestesia de forma suave.

La experiencia del anestesista con el uso de cada fármaco es muy importante y para seleccionar los fármacos también se debe conocer la edad del paciente, el estado fisiológico, la especie, el procedimiento y duración quirúrgica ya sea electiva o de emergencia(41).

Los fármacos que se utilizan para medicación preanestésica se clasifican en:

Tranquilizantes

Un tranquilizante reduce la ansiedad, por tanto produce un estado de tranquilidad y calma(41), en el cual el animal se encuentra indiferente a lo que lo rodea ya que no afecta el estado de alerta, ni produce sueño(44).

En este grupo se encuentran las fenotiacinas (acepromacina, promacina, y propiopromacina), las butirofenonas (azaperona, lemperona, droperidol, haloperidol) y las benzodiazepinas (diazepam, zolacepam y midazolam)(44). Estas últimas se utilizan como ansiolíticos en potros y para inducir la anestesia general de los caballos adultos porque actúan como relajantes musculares, aunque la sedación inducida es apenas marginal como para lograr tranquilizar completamente al caballo, no se recomienda usarlas solas, sino en conjunto con xilacina debido a la ataxia que producen; la excepción son los potros, en los que se produce muy buena sedación(15).

Así, el diazepam ha sido utilizado como relajante muscular de acción central, actúa en receptores benzodiazepínicos específicos (GABA_A y B) en el

SNC, los cuales se encuentran localizados en las terminaciones nerviosas a nivel post sináptico(45),(46); potencia la actividad del ácido gamma amino butírico (GABA) en el SNC y actúa primariamente dentro del cordón espinal donde ejerce sus efectos inhibitorios, en los reflejos polisinápticos y en la transmisión neuronal internuncial(44),(45).

Sedantes

La sedación es un grado ligero de depresión central en el que el paciente se encuentra despierto, aunque tranquilo, estímulos suficientemente intensos hacen que el paciente reaccione a tales acontecimientos(47).

En este grupo de fármacos se encuentran los derivados de la tiazina e imidazoles, que están clasificados como agonistas (estimulan) de los receptores α_2 adrenérgicos(45). Estos receptores de membrana están asociados a una proteína G, con su activación, esta proteína inactiva al adenilato ciclasa, que a su vez produce una disminución de la Adenosina monofostato cíclico (AMPc), lo que por un lado provoca la apertura de los canales de K^+ (hiperpolarizando la membrana) y por otro promueve el intercambio de Na^+/K^+ y estimula la Fosfolipasa C que moviliza el Ácido Araquidónico e impide la entrada de Ca^{++} a la célula, provocando una disminución de la liberación de norepinefrina (NE)(45)(48); la cual tiene su principal acción en el *Locus ceruleous* que es el que mantiene el estado de vigilia y alerta a nivel central(44).

Los agonistas α_2 adrenérgicos incluyen a la xilacina, detomidina, medetomidina, romifidina, dexmedetomidina, las cuales se utilizan como

sedantes y analgésicos, debido a que producen sedación dosis dependiente, relajación muscular o inhibición de espasticidad causada por inhibición de la transmisión interneural dentro del SNC y analgesia(45). Los efectos mencionados son atribuidos a que los receptores α_2 y opioides están comunicados por el mismo mecanismo de transmisión de señales (Proteína G y canales iónicos de K^+) dado que se encuentran en la misma región del cerebro, por tanto, ambos pueden modular las mismas acciones en el SNC(44).

Los receptores α_2 se encuentran presentes en vías nerviosas simpáticas del SNC y sistema nervioso periférico (SNP), incluyendo terminaciones aferentes sensoriales y varios órganos; se dividen en dos tipos α_1 y α_2 , que a su vez, estos últimos se dividen en cuatro tipos $\alpha_{2A, B, C}$ y D (15). Es así que los efectos farmacológicos dependen de los receptores que se estimulan(15),(41),(44):

- Sedación (α_{2A}).
- Analgesia somática y visceral (α_{2A} , α_{2B}).
- Hipertensión inicial (α_{2B}); seguida por hipotensión (α_{2A}).
- Disminución del gasto cardiaco.
 - Aumento en la resistencia vascular sistémica.
 - Disminución de la frecuencia cardiaca (bradicardia).
- Bradicardia- bloqueo atrio ventricular de 1º y 2º grado (transitorio).
 - Aumento en el tono vagal.
 - Disminución del flujo simpático.

- Depresión respiratoria con altas dosis
- Aumento en la producción de orina.
 - Bloquea la acción de vasopresina (ADH) en túbulos renales.
 - Aumenta la producción del péptido natriurético atrial.
- Disminución de la motilidad intestinal.
 - -Inhibición de la liberación de Ach en el plexo mioentérico.
 - Efectos variables en la secreción gástrica.
- Hiperglicemia.
 - Inhibición de la liberación de insulina (α_{2A}), (α_{2C}).
- Realza la liberación de la hormona de crecimiento.
- Contracción uterina en último tercio de gestación.
- Disminución en la respuesta al estrés quirúrgico.
- La termoregulación es afectada e inhibe escalofríos.
 - La hipotermia es una secuela muy común.
 - La hipertermia puede resultar si la temperatura ambiental es alta.
 - La sudoración es común.

Analgésicos opiodes

La analgesia es referida como pérdida de sensibilidad al dolor(47),(49); en caballos puede producirse mediante la administración de agentes agonistas α_2 adrenérgicos y opiodes de acción central(16), los cuales producen sedación y analgesia profunda en casos de dolor visceral o superficial(50).

Los agentes opioides son sustancias que provienen del opio, es así que el término opioide u opiáceo está en función de si el fármaco es de origen natural (opiáceo) o si es un derivado sintético (opioide)(44).

Los analgésicos opioides, producen la mayoría de sus efectos en receptores opiacéos específicos Mu ($\mu_{1, 2}$ y M6G), Delta (δ_{1} y δ_{2}), Kappa ($\kappa_{1,2}$, y κ_{3}) y Sigma (σ) distribuidos en el SNC y órganos periféricos, todos estos tienen la capacidad de inducir analgesia(44) y se han clasificado de acuerdo con los receptores que ocupan(15). Su acción analgésica no va acompañada por pérdida de la propiocepción o inconsciencia; a menos que dosis excesivas sean administradas(16).

Se clasifican también de acuerdo a la acción que estos ejercen en cada receptor: como agente agonista (estimulante) o como antagonista (bloqueador)(35),(44).

- agonistas puros (morfina, meperidina, fentanilo, oximorfona, metadona, heroína). (Principalmente en receptores Mu)
- agonistas-antagonistas (pentazocina, butorfanol, nalbufina, buprenorfina).
- antagonistas (naloxona, naltrexona, nalmefene) (en receptores Mu, Kappa y Sigma)

Y de acuerdo a esta acción, los efectos farmacológicos que producen son:(15),(44)

- Analgesia, Mu (μ_{1} y μ_{2}), Delta (δ), Kappa (κ).

- Depresión respiratoria, principalmente Mu (μ_2) y Kappa (κ).
- Estasis gastrointestinal en repetidas dosis, principalmente Mu (μ_2).
- Efectos cardiovasculares (principalmente bradicardia).
- Liberación de histamina llegando a hipotensión.
 - Comúnmente ocurre con la rápida administración IV.
- Hipotermia.
- Efectos SNC (ej. disforia (κ), excitación)
 - Puede ocurrir seguida de la administración de opioides en caballos no sedados.
 - Comúnmente ocurre con la administración IV lentamente.
 - Puede ser menos si el caballo tiene dolor.
 - Generalmente es mejor administrar los opioides IM en caballos despiertos.

La administración de un agente opioide como único fármaco para premedicación en el caballo, ha sido controversial debido a la inhabilidad de estas drogas para causar sedación(15), ya que a pesar de su clasificación, todos los opioides producen efectos aditivos y variables en el SNC puesto que tienen una tendencia a causar excitación o disforia con altas dosis, especialmente si se usa sin sedación previa(44).

El tartrato de butorfanol es un opioide sintético que ha sido utilizado comúnmente en la anestesia de caballos, es un agonista parcial ya que puede enmascarar o antagonizar la actividad de los opiáceos; se considera de 4 a 17

veces más potente que la morfina para producir analgesia y de 30 a 50 veces que la pentazocina, ya que tiene alta afinidad a los receptores Kappa (κ) los cuales son de mayor importancia en la acción analgésica(44).

Por otro lado, los opioides potencian los efectos de los agonistas $\alpha 2$ adrenérgicos para sedación de pie(15); por ello, se emplean para realizar una acción neuroleptoanalgésica, la cual se define como: hipnosis y analgesia producida por la combinación de fármacos neurolépticos y analgésicos (ej. xilacina + butorfanol o detomidina + butorfanol) para producir sedación profunda y analgesia en procedimientos quirúrgicos dolorosos y posoperatorios(35),(44).

Relajantes musculares

El éter gliceril guayacol (EGG) conocido comúnmente como guaifenesina, es un descongestionante y antitusivo que ha sido usado en grandes especies. Es un compuesto parecido a la menfenecina, la cual interrumpe la transmisión del impulso en la conexión neuronal del cordón espinal y el cerebro. El EGG actúa en cerebro y sobre todo en médula espinal y formación reticular, bloqueando la transmisión de impulsos en las interneuronas, induce una evidente relajación muscular a nivel central, sin pérdida total de la anestesia y por tanto, se usa en la anestesia equina para mejorar la calidad de inducción, mantener la ATIV y APIV(44). Se presenta en solución concentrada al 10% soluble en agua y al 5% en glucosa, tiene propiedades anestésicas y por tal razón solo deberá ser utilizado para mejorar la relajación muscular en asociación con agentes anestésicos(45). Es

administrado después de la sedación con agonistas α_2 adrenérgicos, justo antes de la administración en bolo de ketamina, en caballos la dosis varía de 25 a 50 mg/kg de peso corporal vía IV (29) e incluso de 110 hasta 130 mg/kg IV podría ser administrada(33).

Sus efectos farmacológicos son:(15),(45)

- Relajación musculo-esquelética, aunque en altas dosis, paradójicamente causa rigidez muscular.
- Efectos respiratorios y cardiovasculares mínimos con dosis recomendadas.
 - Relaja los músculos laríngeos y faríngeos, pero no afecta la función del diafragma.
 - Puede causar depresión cardiovascular cuando se combina con otros anestésicos.
- Altas concentraciones (>10%) pueden causar hemolisis, hemoglobinuria y trombosis venosa (51).
- Potencia a otros agentes anestésicos y preanestésicos al ser compatible con los mismos.
- Sedación mínima o ausente.
- No produce analgesia.
- Produce inducción y recuperación exentas de la excitación de la anestesia.

- Cruza la barrera placentaria pero ejerce mínimos efectos en el feto.

Los fármacos que se utilizan para medicación anestésica se clasifican en:

Anestésicos

- Anestésicos disociativos:

La ketamina (clorhidrato de 2-(o clorofenil)-2-(metilamino) ciclohexanona) al igual que la tiletamina, es un anestésico disociativo de acción ultracorta, derivado de la fenciclidina del grupo de las ciclohexilaminas, único antagonista no competitivo del receptor N-metil-D-aspartato (NMDA), el cual es activado por el glutamato, principal neurotransmisor excitatorio en el SNC. La ketamina inhibe la unión del glutamato al receptor NMDA impidiendo la conductancia del ión sodio y calcio a través del canal que normalmente resulta en su activación por el glutamato(35), ésta acción antagonista a través del SNC produce una variedad de efectos ambos excitatorios e inhibitorios(38),(45).

Se usa ampliamente en caballos como agente inductor y de mantenimiento en la anestesia total intravenosa pues produce una pérdida de consciencia dosis dependiente, la cual es asociada con un incremento en el tono músculo esquelético (catalepsia), se caracteriza por mantener los reflejos oculares y laríngeos y que de igual forma el nistagmus es común(45). A causa de su tendencia a producir excitación, la ketamina no debe ser administrada sin previa sedación(38).

Tiene propiedades anestésicas, sedantes, amnésicas y analgésicas; es soluble en agua y también posee gran liposolubilidad(38), no es irritante, pero

causa dolor si se administra vía IM(15), su inicio de acción es rápido tras la inyección intravenosa y proporciona un nivel anestésico aceptable por lo que se considera un anestésico de extraordinaria seguridad y eficacia ya que produce anestesia general así como anestesia local con efectos mínimos en el sistema cardiorespiratorio(44).

Su distribución en el organismo es un sistema de tres compartimentos: inicialmente, se diluye en el torrente sanguíneo, a continuación la concentración plasmática disminuye con rapidez debido a la distribución y captación rápida de los tejidos, especialmente del cerebro, alcanzando su efecto máximo en un minuto, por último, hay una fase de eliminación, la cual se metaboliza en el hígado y se excreta > 40% vía renal, con vida media de eliminación de 42 a 65 minutos. La duración de la acción anestésica que puede considerarse la vida media biológica es menor de 10 minutos para una dosis única y sin premedicación(38) y de 12 a 20 minutos de anestesia con previa sedación con xilacina(45).

Los efectos farmacológicos de la ketamina en el caballo son: (15),(38),(44)

- Efectos cardiovasculares (se atribuyen a su uso sin sedación previa) como aumento de la frecuencia cardiaca, presión sanguínea y gasto cardiaco (por estimulación simpática mediada centralmente, e inhibición de catecolaminas en la unión neuroefectora simpática).
- Analgesia (mayor somática que visceral), relacionada con la inhibición de la transmisión glutaminérgica excitatoria (receptor NMDA) en los sitios espinal y supraespinales.
- Persistencia de reflejos palpebral, conjuntival, corneal, y deglutorio, así como sensibilidad al ruido y a la luz.

- Depresión respiratoria mínima.
- Aumento del tono muscular (catalepsia).
- Efecto broncodilatador (por estimulación simpática).
- Efectos mínimos en la motilidad intestinal.

- **Anestésicos hipnóticos**

Todos los barbitúricos de uso clínico son derivados del ácido barbitúrico. Ejercen su efecto deprimiendo el sistema reticular activador del encéfalo, causando una pérdida de consciencia, ya que activan directamente los receptores GABA_A mediante el flujo de iones cloro; por lo que este efecto finaliza cuando el agente abandona el encéfalo y se distribuye por el organismo(44).

Existen 3 clases: oxibarbitúricos de acción corta (pentobarbital), tiobarbitúricos de acción ultra corta (tiopental) y oxibarbitúricos metilados (metohexital), las tres clases se diferencian por su liposolubilidad, distribución en el organismo, velocidad de acción y duración del efecto. Debido a que se acumulan en el organismo y se metabolizan lentamente, no es recomendable administrarlos de manera continua ya que podrían producir sobredosis y recuperación prolongada,(35) por ello, su uso es limitado y en la anestesia de caballos solo se emplea el tiopental(16).

Los efectos farmacológicos que producen en el caballo son:(16),(44)

- Períodos prolongados de apnea.

- Disminución de la frecuencia respiratoria y volumen corriente, lo que produce con ello hipercapnia e hipoxemia por hipoventilación.
- Depresión del miocardio, del gasto cardíaco y de la presión arterial (hipotensión), que disminuye el flujo sanguíneo cerebral, hepático, renal y del músculo esquelético.
- Potencian el efecto depresivo de otros anestésicos sobre el SNC.
- Alargan el periodo de relajación muscular causado por los relajantes musculares periféricos, con efectos dosis dependientes relacionados con la velocidad de administración; producen además respuesta inflamatoria local.
- No producen analgesia.

III. HIPÓTESIS

Dada la inclusión de detomidina y diacepam en la técnica anestésica B aplicada a híbridos equinos mulas (*Equus asinus x Equus caballus*) bajo condiciones de campo, se observará una mayor duración del efecto anestésico y un periodo de transición más suave y eficaz que lo obtenido en la técnica A.

IV. OBJETIVO

4.1 Objetivo General:

Comparar el efecto clínico producido por dos técnicas de anestesia total intravenosa de corta duración (A y B) en híbridos equinos mulas (*Equus asinus* x *Equus caballus*) utilizadas bajo condiciones de campo.

4.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el comportamiento anestésico en los híbridos equinos a la aplicación de dos técnicas anestésicas A y B, mediante la valoración de los parámetros fisiológicos: frecuencia cardiaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), tiempo de llenado capilar (TLLC), temperatura rectal (Tr), presión arterial media (PAM) y saturación de oxígeno (SaO₂), así como del reflejo pupilar (Rp), corneal (Rc) y anal (Ra).
- Evaluar la calidad de las etapas anestésicas (preanestesia, inducción, mantenimiento y recuperación) en híbridos equinos anestesiados con las técnicas de anestesia total intravenosa (A y B).
- Evaluar el tiempo sedación, el tiempo que produce en decúbito lateral y la duración total del procedimiento anestésico en las técnicas de anestesia total intravenosa (A y B).

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Localización

El presente estudio se realizó incorporado a las actividades de las Clínicas Ambulatorias del Programa DS-WHW-UNAM, integrado por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y las fundaciones británicas *The Donkey Sanctuary* (DS) y *World Horse Welfare* (WHW), en la comunidad de Capulac, del Municipio de Tetla de la Solidaridad en el Estado de Tlaxcala, México; que se encuentra a una altura aproximada de 2600 metros sobre el nivel del mar, en un eje de coordenadas geográficas entre los 19° 32' 08" latitud norte y entre 98° 02' 26" longitud oeste con una temperatura ambiente promedio mínima anual de 4.7 grados centígrados y máxima de 22.6(52).

5.2 Características del Experimento

El estudio se realizó de Febrero a Noviembre de 2012, dividiéndose en una etapa de campo que comprendió los mismos meses y otra de análisis de datos estadísticos de Diciembre de 2012 a Marzo de 2013.

5.2.1 Animales de estudio

Fueron utilizados 9 híbridos equinos mulas clínicamente sanos, corroborado con los resultados obtenidos y sin valores alterados de las pruebas de laboratorio como hemograma y bioquímica sanguínea, realizadas previamente a los procedimientos anestésicos; se seleccionaron aleatoriamente 6 hembras y 3 machos, con un rango de edad de 6 a 16 años (10.67 ± 3.67), con peso de 258 a 367 kilogramos (303.9 ± 33.7), cuya función zootécnica era labor de campo y transporte de personas y de carga; mismos que se mantuvieron en condiciones similares de manejo y alimentación.

5.2.2 Preparación de los animales

Todos los animales del estudio fueron desparasitados con ivermectina¹ vía oral a dosis de 0.002mg/kg 15 días previos a la toma de muestras sanguíneas para hemograma y bioquímica; las cuales se obtuvieron de la vena yugular izquierda y se depositaron en tubos con vacío² sin y con anticoagulante EDTA de acuerdo con el método descrito por Núñez (2007)(25) y Orsini (2008)(39); y se mantuvieron en condiciones de refrigeración con temperatura de 4 grados centígrados y se enviaron al Departamento de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para su análisis.

¹ *Ectosin*® Laboratorio Farmacéutico Pisa Agropecuaria S.A.de C.V, México.

² *Bectron Dickson and Company BD Vacutainer*® USA.

5.2.2.1 Manejo previo al procedimiento anestésico

Para cada uno de los procedimientos anestésicos los animales se mantuvieron en periodo de ayuno de 12 horas, pero con libre acceso al agua (*ad libitum*); fueron pesados en una báscula electrónica³ y se calculó las dosis farmacológicas de cada uno de los medicamentos para cada técnica, de acuerdo con el peso corporal de cada individuo (mg/kgpc) y con base en las dosis sugeridas por varios autores(3),(15),(8).

Previo a los procedimientos anestésicos, a cada animal se le realizó un examen físico general por aparatos y sistemas haciendo especial énfasis en el cardiovascular y respiratorio(53); en éste también se evaluó aspecto, actitud, conformación y temperamento. Como resultado de los mismos, no se observaron cambios patológicos aparentes y se registraron constantes fisiológicas basales en reposo: frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), tiempo de llenado capilar (TLLC) y temperatura rectal (Tr)(32).

En el comienzo de cada procedimiento, a cada animal se le rasuró un área de 5 x 5 cm en el tercio medio del cuello sobre la canaladura yugular izquierda y se realizó un lavado quirúrgico en 3 tiempos con yodopovidona y alcohol para colocar de forma aséptica un catéter endovenoso⁴ del número 14 Gx2" (2,2x50 mm) conectado una extensión de catéter previamente purgada con solución salina heparinizada (2000 UI/L), el cual fue suturado a la piel del cuello con material no absorbible⁵ calibre cero(39),(53). Antes de comenzar cada técnica se lavó la extensión y el catéter con solución salina heparinizada para

³ TRU-TEST® Ezi Weight2 Behlen Mfg. Co. USA.

⁴ Introcan® W Certo Dublín, Irlanda.

⁵ Nylon® Atramat Internacional Farmacéutica S.A de C.V (IFSA), México.

corroborar su viabilidad. Todos los procedimientos se llevaron a cabo bajo la sombra y los animales fueron manejados con almartigón y cuerdas.

5.2.2.2 Manejo Anestésico

Todos los individuos fueron sometidos a dos procedimientos anestésicos A y B; de forma aleatoria cada uno recibió un número de identificación y una determinada fecha para llevar a cabo la fase experimental de cada técnica, las cuales se realizaron con un intervalo de 4.7 meses. La técnica A se realizó en los meses de Abril: animal número 9, 5, 2, y Mayo: 4, 3, 7, 1, 8, 6 y la técnica B en los meses de Agosto: 5, 3, 2; Septiembre: 1, 6, 9; y Noviembre: 4, 7, 8.

A fin de evitar en la evaluación del procedimiento anestésico variaciones generadas por un evento quirúrgico, se determinó no realizar ningún procedimiento de ésta índole.

TÉCNICA A

El procedimiento anestésico con la técnica A se realizó mediante la administración de:

1. Xilacina⁶ 10% a dosis de 1.6 mg/kg IV,
2. Butorfanol⁷ a dosis de 0.02 mg/kg IV,
3. Éter gliceril guayacol 5% (EGG) 200 ml IV totales.
4. Ketamina⁸ a dosis de 3.0 mg/kg IV.

6 *Procin Equus*[®] Laboratorio Farmacéutico Pisa Agropecuaria S.A de C.V. México.

7 *Dolorex*[®] Laboratorio Farmacéutico MSD Animal Health. Schering-Plough, Nueva Zelanda.

8 *Anesket*[®] Laboratorio Farmacéutico Pisa Agropecuaria S.A de C.V. México.

Entre la administración entre xilacina⁶ y butorfanol⁷ se hizo una pausa de cinco minutos para que se observaran los efectos completos que estos fármacos producen(44); posteriormente se conectó una venoclisis y el éter gliceril guayacol 5% (EGG) fue administrado hasta observar los signos clínicos de relajación muscular y balanceo de los miembros anteriores, finalmente para inducir se administró la ketamina⁸. Los animales fueron asistidos por sujeción de cabeza y cola hasta que se colocaron en decúbito lateral.

TÉCNICA B

El procedimiento anestésico para la técnica B se realizó mediante la administración de:

1. Xilacina⁹ 10% a dosis de 1.6 mg/kg IV;
2. Detomidina¹⁰ a dosis de 0.03 mg/kg IV;
3. Éter gliceril guayacol 5% (EGG) 200ml IV totales;
4. Diacepam¹¹ a dosis de 0.04 mg/kg IV;
5. Ketamina¹² a dosis de 3.0 mg/kg IV.

En el intervalo de administración entre la xilacina⁹ y detomidina¹⁰ se hizo una pausa de cinco minutos para que se observaran los efectos completos que estos fármacos producen(44); posteriormente se conectó una venoclisis a través de la cual se administró el éter gliceril guayacol 5% (EGG) hasta observar los signos clínicos de relajación muscular y balanceo de los miembros anteriores; y se procedió a la administración del diacepam,¹¹ segundos

9 *Procin Equus*® Laboratorio Farmacéutico Pisa Agropecuaria S.A de C.V. México.

10 *Domosedan*® Laboratorio Farmacéutico *Orion Pharma*, Finlandia.

11 *Valium*® 10 Laboratorio Farmacéutico Roche, S.A de C.V. Brasil.

12 *Anesket*® Laboratorio Farmacéutico Pisa Agropecuaria S.A de C.V. México.

después se finalizó con la ketamina.¹² Los animales fueron asistidos por sujeción de cabeza y cola para su colocación en decúbito lateral.

Fue registrado el tiempo entre la administración de cada fármaco y el tiempo concedido a la sedación de cada animal.

Para evaluar la calidad de inducción se utilizó la escala de calificación propuesta por (Mama *et al*, 1992) citado por (García, 2001)(16) que va del 1 al 5 donde:

- 5: Representa una inducción suave, con buena relajación muscular;
- 4: Una transición suave a decúbito lateral, con pocos movimientos de miembros o faciales;
- 3: Decúbito lateral más tardado con mayor rigidez muscular o movimientos de miembros;
- 2: Actividad muscular aumentada, antes y durante la transición a decúbito lateral;
- 1: Movimientos vigorosos de miembros, pataleo y aumento de la actividad muscular durante la transición a decúbito lateral. (Véase Anexo A).

Una vez que el animal fue posicionado en decúbito lateral, se tomó ese tiempo como cero (de la inducción) para la toma de constantes fisiológicas, las cuales se registraron hasta que el animal realizó el primer movimiento o lo permitió, manteniéndose en una cama inflable hasta su recuperación.

Durante el periodo transanestésico se evaluaron y registraron constantes fisiológicas cada cinco minutos: la FC y FR se evaluaron con un estetoscopio, la Tr mediante un termómetro digital,¹³ el TLLC a través de la presión digital de

¹³ Citizen®USA

la mucosa gingival, la SaO₂ fue medida con un oxímetro de pulso¹⁴ y la PAM se midió a través de la colocación de un catéter intraarterial¹⁵ de 18GA (1,3x 30mm) conectado a un manómetro anaeroide,¹⁶ mediante una extensión de catéter y una llave de tres vías, en la arteria transversa facial y en algunas ocasiones por la dificultad del procedimiento en la cara, también se hizo en la arteria metatarsiana, de acuerdo con el método descrito por algunos autores(13),(34),(47).

La recuperación se llevó a cabo en el mismo sitio, desinflando la cama y asistiendo al animal por sujeción de cabeza y cola hasta que éste se colocó en cuadripedestación. Para evaluar esta fase fue utilizada la escala de calificación propuesta por (Mama *et al.*,1992) citado por (García, 2001)(16) que va del 1 al 5 donde:

- 5: Indica un esfuerzo único, coordinado para levantarse con ligera o ninguna ataxia;
- 4: Único intento con ligera ataxia;
- 3: Recuperación tranquila con más de un intento por levantarse;
- 2: Varios intentos incoordinados causando lesiones ligeras (laceraciones en los miembros o cabeza).
- 1: Muchos intentos incoordinados por levantarse causando lesiones mayores o que involucran la vida (fracturas) (Véase Anexo A).

Al final se registró el tiempo en decúbito lateral y la duración total de cada procedimiento anestésico producido por ambas técnicas.

14 Nellcor® N2OPA Covidien Dublín, Irlanda.

15 Bectron Dickson and Company BD Insyte® USA

16 Health Care®

5.2.3 Diseño experimental y Análisis estadístico

Los datos de cada uno de los procedimientos anestésicos se almacenaron y agruparon en una hoja de cálculo del programa *Excel* de *Microsoft Office* y se analizaron en el programa de computadora *SAS 8.0*.¹⁷ El tiempo al que se analizaron las variables se estandarizó a 25 minutos. Para evaluar los efectos de técnica, tiempo e interacción sobre las variables dependientes (FC, FR, TLLC, SaO₂ y Tr) se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) multivariado con mediciones repetidas a través del tiempo, considerando las variables en forma conjunta con el modelo siguiente(54):

$$Y_i = \mu + D_i + e_i$$

Donde:

Y_i = es el vector de variables dependientes (FC, FR, TLLC, Tr, SaO₂)

μ = la media general

D_i = el efecto de la técnica (A y B)

e_i = el error aleatorio

El nivel de significancia en todas las pruebas se definió con un error de probabilidad de $P < 0.05$.

Para estudiar cómo el tiempo afecta las variables dependientes se midió el tiempo en decúbito lateral que produjeron las técnicas de anestesia total intravenosa A y B desde la administración del inductor anestésico hasta el

¹⁷ *Statistical Analysis System SAS® 8.0* (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA).

primer movimiento o el decúbito esternal y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en bloques, considerando las variables en forma conjunta con el modelo siguiente(54):

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = tiempo (en decúbito, sedación, total)

μ = la media general

B_i = bloque (individuos 1-9)

T = efecto de tratamiento (técnica A y B)

e_{ij} = error

El mismo análisis se utilizó para evaluar el efecto de tiempo de sedación en ambas técnicas, desde la administración del sedante hasta la administración del inductor anestésico y así mismo para evaluar el efecto de duración total del procedimiento anestésico, desde la administración del sedante hasta que el animal se coloca en cuadripedestación.

Se realizó una estadística descriptiva para la evaluación de la calidad de inducción y recuperación; así como para la del reflejo palpebral, corneal y anal dadas las características cualitativas de las variables.

Para la elaboración gráfica del efecto producido por las técnicas de anestesia A y B sobre las variables dependientes (FC, FR, TLLC, PAM, SaO₂ y Tr) se utilizó el programa para computadora SPSS®¹⁸ 16.0 y Excel de Microsoft Office 2007.

18 Statistical Package for the Social Sciences SPSS® 16.0 Universidad de Washington, USA.

VI. RESULTADOS

Fueron anestesiados 9 híbridos equinos mulas, lo que resultó en 18 procedimientos anestésicos.

En el Cuadro 1. Se expone el orden en que fueron sometidos cada uno de los animales a los procedimientos anestésicos A y B.

El Cuadro 2. Da a conocer el género, la edad y peso de las mulas utilizadas en este estudio.

Se utilizaron dos técnicas de anestesia total intravenosa A y B; las dosis farmacológicas se muestran en el Cuadro 3: xilacina (1.6mg/kgpc IV) en ambas técnicas, detomidina (0.03mg/kgpc IV) en la técnica B, butorfanol (0.02mg/kgpc IV) en la técnica A, diacepam (0.04mg/kg IV) en la técnica B, éter gliceril guayacol 200ml IV dosis total y ketamina (3.0mg/kg IV) en ambas técnicas.

Como se mencionó anteriormente, las variables que se estudiaron comprenden las características clínicas de la anestesia general y constantes fisiológicas; en el Anexo B se encuentran los registros clínicos individuales de los 18 procedimientos anestésicos realizados.

Los valores fisiológicos basales (FC, FR, TLLC y Tr) previos a los procedimientos anestésicos A y B aparecen en el Cuadro 4.

6.1 Pruebas de laboratorio

En el Anexo A se pueden apreciar los resultados de las pruebas para hemograma y bioquímica sanguínea de las mulas, practicadas previamente a los procedimientos anestésicos. Los resultados de esas pruebas no mostraron cambios patológicos que justificaran la exclusión de alguno de los animales en estudio; con lo cual se les consideró como clínicamente sanos. Sin embargo, el hemograma reveló algunas variaciones como: trombocitopenia marginal sin relevancia diagnóstica en cinco individuos (n=5, 55.5%), neutropenia (n=1, 11.1%), basofilia (n=1, 11.1%), hiperfibrinogenemia (n=1, 11.1%); y la química sanguínea: hipoglucemia (n=3, 33.3%) por consumo *in vitro*, hiperbilirrubinemia total (n=5, 55.5%) por ayuno, aumento de creatinina cinasa (CK) (n=3, 33.3%) por actividad muscular, hipoproteinemia (n=1, 11.1%) por falta en el aporte, hiperalbuminemia (n=3, 33.3%) por hemoconcentración, e hipocaliemia (n=3, 33.3%) por falta en el aporte. (Véase Anexo A)

6.2 Tiempo en decúbito lateral por efecto de la anestesia (tiempo de anestesia)

El Cuadro 5, presenta el tiempo en decúbito lateral desde la inducción anestésica hasta la posición en decúbito esternal o primer movimiento por efecto de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B en mulas y la Figura 1 muestra gráficamente dicho evento.

El tiempo en decúbito lateral con la técnica A osciló entre 10 y 38 minutos (26.6 ± 9.4) mientras que en la técnica B fue de entre 16 y 50 minutos (36.8 ± 11.9). Los resultados indican que existen diferencias estadísticamente

significativas entre individuos por efecto de técnica ($P=0.0478$), donde la técnica B produce mayor tiempo en decúbito.

6.3 Duración total de los procedimientos anestésicos

El Cuadro 6, da a conocer la duración total de los procedimientos anestésicos desde la administración del sedante (xilacina) hasta la colocación en cuadripedestación de las mulas, con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B y en la Figura 2 se observa gráficamente esta duración.

La duración total de los procedimientos en la técnica A osciló entre 29 y 55 minutos (42 ± 7.47) y en la técnica B entre 27 y 73 minutos (50 ± 13.3). Estos resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre individuos por efecto de técnica ($P= 0.1163$) sobre la duración total del procedimiento.

6.4 Signos clínicos observados en la Anestesia Total Intravenosa

Con el propósito de dar un enfoque general de los procedimientos anestésicos realizados y con base en los resultados obtenidos de cada variable, a continuación se describen las características observadas de las diferentes etapas anestésicas y las diferencias observadas entre técnicas.

6.4.1 Signos clínicos observados en la fase preanestésica

Con la administración intravenosa (IV) de xilacina 10% en ambas técnicas; la mayoría de los animales se mantuvieron alertas y responsivos, mostrando pocos signos de sedación como fue bajar la cabeza y belfo flácido al minuto 3 a 4. Con la administración IV de detomidina en la técnica B, todos los animales aumentaron los efectos de sedación al minuto 2 a 3: bajaron la cabeza, algunos casi hasta tocar el suelo, otros se recargaron en la persona que los manejaba, extendieron el cuello, el belfo inferior estaba flácido, mostraron la posición de caballete y algunos manifestaron temblores musculares en los miembros posteriores, además de resistirse al movimiento, todos exhibieron ataxia y la relajación del pene en los machos también fue una característica observada de esta fase.

La administración IV de butorfanol en la técnica A mejoró la sedación con xilacina en todos los animales, al mostrar la posición de caballete y resistencia al movimiento, pero no aumentó los signos de relajación muscular, ni prolongó el periodo transanestésico en ellos.

Con la administración IV de EGG en ambas técnicas se produjo en la mayoría de los animales signos de relajación muscular y balanceo de los miembros anteriores al minuto uno a uno y medio posadministración, observándose temblores musculares y mayor ataxia con intención de dejar caer, un animal dejó caer los miembros anteriores pero mantuvo la posición normal de los posteriores hasta que se le administró el anestésico.

La administración IV de diacepam en la técnica B mostró, en casi todos los animales, los signos de relajación muscular a los 20 a 30 segundos

posadministración, acentuando los signos de relajación muscular anteriormente señaladas por efecto del EGG.

En el Cuadro 7, se muestra el tiempo de sedación en la mulas con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B y en la Figura 3, se observa gráficamente tal evento.

El tiempo de sedación en la técnica A osciló entre 9 y 17 minutos (11.7 ± 2.2) y en la técnica B entre 6 y 11 minutos (8.6 ± 1.7). Estos resultados muestran que existen diferencias altamente significativas entre individuos por efecto de técnica ($P=0.0045$), donde el tiempo de sedación es diferente y se requiere mayor tiempo con la técnica A.

6.4.2 Signos clínicos observados en la fase de inducción anestésica

Con la administración IV de ketamina en ambas técnicas todos los animales se colocaron en decúbito lateral de forma suave y con buena relajación muscular dentro de los 15 a 30 segundos posadministración; ninguno mostró signos de excitación o movimientos de carrera. Posterior a la inducción de ambas técnicas, todos los individuos mantuvieron un periodo tranquilo en decúbito lateral, pero la mayoría mantuvo presentes los reflejos palpebral, corneal y anal, sugiriendo con ello un plano anestésico superficial. Algunos animales también mostraron vocalizaciones, ronquidos y sudoración.

En el Cuadro 8 y 9, se señala la calificación individual y calculada en porcentaje respectivamente, de la calidad de inducción de las mulas con la

aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B. La figura 4 refleja la calificación individual y en las figuras 5 y 6 se aprecian gráficamente los porcentajes.

La calidad de inducción en la técnica A mostró que el 11.1% (n=1) de los animales la realizó con valor en la escala de 3, el 11.1% (n=1) con valor de 4 y el 77.8% (n=7) con valor de 5. En la técnica B el 22.2% (n=2) lo hicieron con valor de 3, el 22.2% (n=2) con valor de 4 y el 55.6% (n=5) con valor de 5. (Figuras 5 y 6)

6.4.3 Signos clínicos observados en la fase de mantenimiento anestésico

Todos los procedimientos en el periodo transanestésico se llevaron a cabo sin complicaciones o eventos indeseables, registrándose cada cinco minutos las variables dependientes, con excepción a la medición de presión arterial media (PAM), debido a que en algunos casos (n=7) fue imposible la cateterización de la arteria transversa facial de los animales, teniendo con ello pérdida de algunos datos.

En la mayoría de los procedimientos se observaron planos de anestesia superficiales con presencia de los reflejos palpebral, corneal y anal y en algunos casos se mostró ligero nistagmus. Debido a que todos los animales mantuvieron los reflejos anteriormente mencionados, no se realizaron pruebas estadísticas para comparar ambas técnicas.

En las Figuras 7-12 se aprecia gráficamente de forma comparativa el efecto producido por las técnicas de anestesia total intravenosa A y B sobre las

constantes fisiológicas de las mulas durante el periodo transanestésico, describiéndose a continuación los resultados:

En el Cuadro 10. Se presentan los parámetros fisiológicos de las mulas por efecto de técnica, con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

6.4.3.1 Efectos producidos sobre los parámetros fisiológicos

6.4.3.1.1 Frecuencia cardiaca (FC)

En el Cuadro 10. Se presenta la FC de las mulas por efecto de técnica, con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

La FC latidos por minuto (lpm) en la técnica A indicó una media de 43.18 ± 6.21 y en la técnica B de 39.40 ± 7.08 lpm. Estos resultados muestran que por efecto de técnica ($P=0.0659$) y efecto de la interacción de técnica*tiempo ($P=0.1437$) no existen diferencias estadísticamente significativas entre individuos.

En el Cuadro 11, se da a conocer la FC de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B, lo cual se expresa de forma comparativa en la Figura 7.

La FC en todos los individuos con la técnica A se localizó por debajo del valor basal (46.33 ± 5.85 lpm) con 43.11 ± 6.23 lpm al minuto cinco pos inducción, 40.66 ± 4.5 al minuto 10, 41.62 ± 4.86 al minuto 15, 41.5 ± 6.05 , y 41.0 ± 6.16 al minuto 20 y 25 respectivamente. Mientras que, con la técnica B disminuyó con respecto al valor basal (48.33 ± 10.21 lpm) a 45.20 ± 7.69 al minuto uno pos inducción, a 37.37 ± 6.50 al minuto cinco, manteniéndose en

37.88 ± 5.44, 38 ± 6.76, 36.5 ± 3.25 y 37.12 ± 2.69 durante los 10, 15, 20 y 25 minutos pos inducción respectivamente (Véase cuadro 11), estos resultados muestran que existen diferencias altamente significativas por efecto de tiempo (P=0.0001), donde al minuto 5 y 20 con la técnica B se muestra la FC más baja y con la técnica A lo es al minuto 10.

6.4.1.1.2 Frecuencia respiratoria (FR)

El Cuadro 10, da a conocer la FR de las mulas por efecto de técnica, con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

La FR respiraciones por minuto (rpm) en la técnica A mostró una media de 26.12 ± 8.52 y en la técnica B de 33.38 ± 13.62. Estos resultados muestran que por efecto de la técnica (P=0.0021) y por la interacción (P=0.0063) existen diferencias altamente significativas entre individuos sobre la FR, ya que con la técnica B se presenta una elevación de la FR y con la técnica A se observa el efecto contrario.

En el Cuadro 12, se presenta la FR de las mulas por efecto de tiempo, con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B y en la Figura 8, expresa de forma comparativa este efecto durante el periodo tranasanestésico.

La FR en todos los individuos con la técnica A disminuyó con respecto al valor basal (28.11 ± 10.45 rpm) a 21.88 ± 7.78 al minuto uno pos inducción y fue aumentando a 26.33 ± 8.27, 24.55 ± 5.31, 25.75 ± 6.18 al minuto 5, 10 y 15 respectivamente, superando el valor basal a 30 ± 12.53 y 28.6 ± 9.78 rpm en el minuto 20 y 25. Mientras que, con la técnica B la FR se mantuvo por arriba del

valor basal (25.50 ± 9.29 rpm) en 34.80 ± 13.25 , 33.37 ± 12.86 , 34.11 ± 9.33 , 29.12 ± 9.40 , 39.37 ± 23 y 35.87 ± 13.46 al minuto uno, cinco, 10, 15, 20 y 25 pos inducción respectivamente (Véase cuadro 12). Estos resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas por efecto tiempo ($P=0.1854$) sobre la FR.

6.4.1.1.3 Tiempo de llenado capilar (TLLC)

En el Cuadro 10, se aprecia el TLLC de las mulas por efecto de técnica con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

El TLLC con la técnica A mostró una media de 1.96 ± 0.47 y con la técnica B de 1.55 ± 0.54 . Estos resultados muestran que por efecto de técnica ($P=0.0024$) existen diferencias altamente significativas entre individuos sobre el TLLC, donde en la técnica B se mantiene el TLLC menor y en la técnica A mayor.

El Cuadro 13, muestra el TLLC de las mulas por efecto de tiempo, con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B, lo cual se exhibe de forma comparativa durante el periodo transanestésico en la Figura 9.

El TLLC (segundos) en todos los individuos con la técnica A, disminuyó con respecto al valor basal (2.11 ± 0.33 seg) a 1.77 ± 0.66 al minuto uno posinducción, 1.88 ± 0.33 en el minuto 5 y 10; 2.0 ± 0.53 , 2.0 ± 0.63 en el minuto 15 y 20 y aumentó del valor basal a 2.20 ± 0.44 en el minuto 25. Mientras que, con la técnica B disminuyó con respecto al valor basal (2.20 ± 0.44 seg) a 1.20 ± 0.44 , 1.37 ± 0.51 , 1.55 ± 0.53 , 1.50 ± 0.54 , 1.75 ± 0.47 y 1.37 ± 0.52 segundos al minuto uno, cinco, 10, 15, 20 y 25 pos inducción

respectivamente (Véase cuadro 13). Estos resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre individuos sobre el TLLC por efecto de tiempo ($P=0.0771$) o de la interacción ($P=0.0508$).

6.4.1.1.4 Presión arterial media (PAM)

La presión arterial media no pudo ser registrada basalmente debido al temperamento de los animales y durante el periodo transanestésico no se pudieron registrar en tres individuos ($n=3$) con la técnica A y ($n=4$) con la técnica B, debido a la dificultad de cateterizar la arteria transversa facial; por lo que, esta variable no fue sometida al análisis de varianza (ANOVA) por falta de datos; pero a continuación se describe de manera general el comportamiento de la PAM en la técnica anestésica A y B.

En el Cuadro 14, se detallan los valores de la PAM de las mulas durante el periodo transanestésico con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B y en la Figura 10 se observan los resultados.

La medición a través del tiempo (transanestésica) en el animal número uno mostró presiones de 80 mmHg en los minutos 1,5 y 10 pos inducción con la técnica A; en la técnica B no fue posible su registro. El animal dos solo registró presión de 90 mmHg al minuto uno en la técnica A y no hubo registro para la técnica B. El animal tres mostró presiones de 130, 120, 100, 120 ,120 mmHg al minuto 1, 5, 10, 15 y 20 bajo la técnica A respectivamente y 120, 130, 130, 130, 130 mmHg al minuto 15, 20, 25, 30 y 35 en la técnica B respectivamente. El animal cuatro mostró presiones de 90 y 120 mmHg al minuto 15 y 20 bajo la técnica B; con la técnica A no hubo registro. El animal

cinco tuvo presiones de 60 mmHg en los minutos 10, 15 y 20 con la técnica A, mientras que con la técnica B fue de 140, 160, 150, 170 y 160 mmHg al minuto 15, 20, 25, 30 y 35 respectivamente. El animal seis solo registró presión de 90 mmHg al minuto 10 y 15 con la técnica A y no hubo registro en la técnica B. El animal siete registró presiones de 160, 170, 170, 170, 170, 170 y 160 mmHg al minuto 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 con la técnica B respectivamente; la técnica A no tuvo registros. El animal ocho no tuvo registros en ninguna de las técnicas. Finalmente el animal nueve registró presiones de 90, 90, 90, 100, 90, 80 y 70 al minuto 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 45 bajo la técnica A respectivamente y solo registró 110 mmHg al minuto 35 con la técnica B. (Véase Cuadro 14).

En resumen, los efectos observados sobre la PAM de las mulas con la aplicación de técnica anestésica A (X-B-EGG-K) muestran valores bajos con respecto a los observados en la técnica anestésica B (X-De-Di-EGG-K), en la cual se presentaron valores muy elevados.

6.4.1.1.5 Saturación de oxígeno (SaO_2)

En el Cuadro 10, se puede apreciar la SaO_2 de las mulas por efecto de técnica, con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

La SaO_2 en la técnica A mostró una media de 82.80 ± 4.32 , mientras que en la técnica B de 77.55 ± 5.92 . Estos resultados muestran que por efecto de técnica ($P=0.0003$) existen diferencias altamente significativas entre individuos sobre la SaO_2 . La técnica A mantuvo valores de saturación mayores, a diferencia de los observados en la técnica B.

El Cuadro 15, indica la saturación de oxígeno de las mulas por efecto de tiempo, con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B y la Figura 11, muestra de forma comparativa dicho efecto producido durante el periodo transanestésico.

La SaO₂ con la técnica A tuvo una media de 79.33 ± 5.64 % al minuto uno posinducción y aumentó a 82.33 ± 3.08 al minuto cinco, 82.33 ± 2.0 al minuto 10; 83.87 ± 2.35, 85.6 ± 8.01 y 85.0 ± 3.60 al minuto 15, 20 y 25 respectivamente. Mientras que con la técnica B fue de 75.8 ± 8.04 al minuto uno posinducción y aumentó a 78.5 ± 4.78 al minuto cinco, disminuyó a 77.71 ± 7.70 en el minuto 10, aumentó a 79.12 ± 6.12 en el minuto 15, disminuyó a 75.87 ± 5.49 en el minuto 20 y aumentó a 77.62 ± 5.26 en el minuto 25 (Véase cuadro 15). Estos resultados muestran que por efecto de tiempo (P=0.0753) y de la interacción (P=0.1239) no existen diferencias estadísticamente significativas entre individuos sobre la SaO₂.

6.4.1.1.6 Temperatura rectal (Tr)

El Cuadro 10 presenta la Tr de las mulas por efecto de técnica, con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

La Tr en la técnica A mostró una media de 37.63 ± 0.78 y en la técnica B de 37.82 ± 0.53. Estos resultados señalan que por efecto de técnica (P=0.5422) no existen diferencias estadísticamente significativas entre individuos.

En el Cuadro 16, se detalla la Tr de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B y en la en la

Figura 12, se observa de forma comparativa el efecto que se produjo durante el periodo transanestésico.

La Tr ($^{\circ}\text{C}$) en todos los individuos con la técnica A, aumentó con respecto al valor basal (37.64 ± 0.44 $^{\circ}\text{C}$) a 38.08 ± 0.58 , 37.76 ± 0.87 , 37.66 ± 0.81 al minuto uno, cinco y 10 pos inducción y disminuyó a, 37.52 ± 0.73 , 37.18 ± 1.0 y 37.32 ± 1.03 al minuto 15, 20 y 25 respectivamente. Mientras que, con la técnica B aumentó con respecto al valor basal (37.63 ± 0.33 $^{\circ}\text{C}$) a 37.8 ± 0.75 , 37.85 ± 0.56 , 37.87 ± 0.63 , 37.77 ± 0.52 , 37.82 ± 0.51 y 37.87 ± 0.54 al minuto uno, cinco, 10, 15, 20 y 25 pos inducción respectivamente (Véase cuadro 16); estos resultados indican que existen diferencias estadísticamente significativas sobre la Tr entre individuos por efecto de tiempo ($P=0.0067$) y de la interacción ($P=0.0212$), donde en el tiempo unos pos inducción con la técnica A se observó la Tr más elevada y en el minuto 20 la más baja, mientras que con la técnica B las temperaturas se mantuvieron uniformes.

6.4.4 Signos clínicos observados en la fase de recuperación anestésica

Las recuperaciones de la anestesia total intravenosa en todos los individuos mostraron signos de aumento gradual de conciencia como lo es el movimiento de los párpados, orejas o miembros, tragar saliva, levantar la cabeza, masticar e intentos por girar a decúbito esternal.

Con la técnica A, la mayoría de los animales la realizó de forma suave y sin complicaciones, algunos animales ($n=5$) se posicionaron en decúbito esternal con un tiempo promedio de seis minutos, los demás ($n=4$) no

mantuvieron dicha posición y posteriormente todos se colocaron en cuadripedestación al primer y segundo intento, además la mayoría se mostraron casi sin ataxia.

Con la técnica B, la mayoría de las recuperaciones se observaron con mayor dificultad pero no manifestaron complicaciones; algunos animales (n=7) se posicionaron en decúbito esternal con un tiempo promedio de cinco minutos, los demás (n=2) no mantuvieron dicha posición y posteriormente todos se colocaron en cuadripedestación en dos a tres intentos. Aunado a lo anterior, la ataxia en cuadripedestación fue muy severa y tres individuos (n=3) llegaron a caer una vez levantados.

En los Cuadros 17 y 18, se a conocer la calificación individual y calculada en porcentaje respectivamente de la calidad de recuperación de las mulas, producida por efecto de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B, y la Figura 13 esquematiza gráficamente esta calificación.

Las calificaciones para la calidad de la recuperación en la técnica A mostraron que el 22.2% (n=2) lo hicieron con valor de 3, el 11.1% (n=1) con valor de 4 y el 66.7% (n=6) con valor de 5; mientras que en la técnica B, el 11.1% (un animal) lo hicieron con un valor 2, el 22.2% (dos animales) con valor de 3, el 44.4% (cuatro animales) con valor de 4, y el 22.2% (dos animales) con valor de 5 (Figura 14 y 15).

Finalmente en el Cuadro 19, se pueden apreciar de forma general los parámetros fisiológicos de las mulas (FC, FR, TLLC, SaO₂, Tr) obtenidos durante el periodo transanestésico con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

En resumen, después de comparar las técnicas anestésicas A y B, se observó que la técnica anestésica A (X-B-EGG-K) produjo menores efectos farmacológicos en las mulas.

Por un lado, los efectos de sedación fueron de menor intensidad con la administración única de xilacina; a diferencia de la administración en conjunto con detomidina, con la cual, se mejoraron y se prolongaron los efectos. Por otro lado, la adición de butorfanol con la dosis utilizada proporcionó deficiente acción sinérgica con la xilacina y menor tiempo de anestesia; aunque se produjo de buena a excelente fase de recuperación.

En la técnica B (X-De-Di-EGG-K), la adición de diacepam y de éter gliceril guayacol, mejoró la relajación muscular y se observó tiempo en decúbito prolongado, además de menor calidad de recuperación y mayor ataxia en las mulas.

Ambas técnicas produjeron inducción anestésica rápida y suave, pero mantuvieron presentes los reflejos palpebral, corneal y anal.

Con respecto al efecto clínico producido sobre las constantes fisiológicas; a pesar de que la técnica A (X-B-EGG-K) proporcionó menor tiempo en decúbito, brindó mejores resultados durante el periodo transanestésico, dado que produjo menor depresión sobre la FC, TLLC, SaO₂ y Tr con respecto a la técnica B (X-De-Di-EGG-K), la cual, aunque produjo mayor tiempo de decúbito, aumentó considerablemente la FR y la PAM.

VII. DISCUSIÓN

7.1 *Pruebas de laboratorio*

Uno de los hallazgos más notables en los resultados hematológicos de este estudio, fue que el número de plaquetas mostró una disminución (trombocitopenia) en cinco casos (55.5%); en cuales podrían tener entre sus causas comunes: los defectos medulares que limitan la trombocitopoyesis adecuada, trombocitolisis inmunomediada, consumo de plaquetas durante la coagulación intravascular diseminada (CID) y secuestro(40). Sin embargo, con base en la anamnesis, el examen físico general y lo observado durante el periodo transanestésico de los animales, no se encontraron signos como sangrado, diátesis hemorrágica o petequias(40), y se piensa que ninguna de las causas mencionadas podría explicar los datos obtenidos. Por otro lado, los valores plaquetarios encontrados en los resultados, corresponden con los que previamente fueron reportados por (Ortega, 1988)(26) en mulas de la misma región, los cuales señalan valores en rango.

Sin embargo, en burros, se ha reportado que otras causas de trombocitopenia pueden observarse en condiciones de infecciones bacterianas, anemia infecciosa equina (AIE), endotoxemia, ehrlichiosis equina, neoplasia y reducciones en el conteo como artefacto por unión al EDTA que contienen los tubos con vacío para la obtención de las muestras sanguíneas(23). Esta última, podría haber sido también una causa del efecto de reducción en el número de plaquetas de los animales estudiados.

7.2 Tiempo en decúbito por efecto de la anestesia (tiempo de anestesia)

En el presente estudio, al utilizar las dosis farmacológicas recomendadas por (Matthews, 2000)(3), (Doherty, 2010)(15) y (Orsini, 2008) (39) se observó tiempo promedio en decúbito lateral de 26.6 ± 9.4 minutos con la aplicación de la técnica A: xilacina/butorfanol/éter glicel guayacol/ketamina (X-B-E-G-G-K); tiempo semejante al que ha sido reportado por Matthews(4),(11) y (Orsini, 2008)(39). No obstante, algunos animales presentaron tiempo extremo de 10 a 38 minutos en decúbito con esta técnica, efecto que también ha sido reportado en las mulas por Matthews(4),(11) y que no podemos explicar, dado que se requieren realizar estudios farmacológicos en las mulas.

Con base en la variación observada de esta técnica, tampoco podemos concluir que el tiempo de decúbito en las mulas, sea suficiente para procedimientos que requieren periodos de anestesia mayores a 15 minutos. Sin embargo, podrían emplearse las dosis utilizadas del presente estudio en técnicas con infusión continua “triple goteo” para prolongar el tiempo anestésico como se reporta en el caballo(55) y el burro(14).

En contraste, el tiempo promedio de decúbito lateral con la aplicación de la técnica B: xilacina/detomidina/diacepam/éter gliceril guayacol/ketamina (X-De-Di-E-G-G-K) fue de 36.8 ± 11.9 minutos, siendo este valor muy superior a lo reportado previamente en estos animales(4),(11),(12),(39). Sin embargo, también se observó una gran diferencia en los valores extremos (16 a 50 minutos) del decúbito alcanzados con esta técnica. Dada la variación

observada de esta técnica, no podemos concluir que el tiempo en decúbito sea suficiente, cuando se requieren periodos de anestesia mayores a 20 minutos.

Por tanto, las diferencias encontradas con relación al tiempo de decúbito entre ambas técnicas de anestesia, podrían explicarse por variaciones individuales como el temperamento, la genética e inclusive el metabolismo hepático, lo cual ha sido reportado (Toutain *et al.*,2010) citado por (Latzel, 2012),(8) pero se requieren futuras investigaciones; en las que podrían ser considerados los antecedentes de estudios realizados en burros, donde se ha señalado la probabilidad de que posean una mayor eficiencia de biotransformación hepática que reduzca la vida media de algunos fármacos; aspectos que parecen estar relacionadas con la raza y con una mayor cantidad de ciertas isoenzimas (P450) hepáticas(22),(30).

7.3 Duración total de los procedimientos anestésicos

En este estudio, se observó que la duración total promedio de los procedimientos anestésicos fue de 42 ± 7.47 y 50 ± 13.3 minutos en la técnica A y B respectivamente. A pesar de que no existió diferencia significativa entre ambas técnicas, es necesario mencionar, que la duración total de la anestesia bajo procedimientos quirúrgicos en condiciones de campo es muy valiosa, pues diferencias de 7 y 13 minutos son importantes cuando se requiere proporcionar buena sedación y suave recuperación.

7.4 Evaluación preanestésica del paciente

A pesar de que el grado de estrés es un factor que puede afectar los valores basales de los parámetros fisiológicos en reposo de las mulas; en este estudio se observó que sus valores se mantuvieron en rango, de acuerdo con lo reportado por (Matthews, 2000)(3) y (Simenew, 2011)(10). Sin embargo, la FR basal en reposo de las mulas en ambas técnicas mostró valores por debajo a los referidos por ambos autores(3),(10), lo cual podría suponer que se debe a la adaptación del animal a la temperatura ambiental(3). Pero es necesario mencionar que existen pocos datos que reportan los parámetros fisiológicos basales de las mulas(3),(10). Por tanto, la medición de las constantes vitales en este estudio aportó datos que contribuyen al conocimiento de las diferencias que existen entre équidos.

7.5 Fase Pre- anestésica

7.5.1 Sedación

En el presente estudio se consideró que las mulas podían requerir el 50%(8) más (1.6 mg/kgpc IV)(4),(15) de la dosis habitual de xilacina para caballo (1.1 mg/kgpc IV)(16),(56) e inclusive el uso de detomidina (0.03 mg/kgpc IV)(4) para producir sedación aceptable en ellas(8),(30),(39).

Así, los resultados observados con la aplicación de xilacina en la técnica A (X-B-EGG-K) sugieren que la dosis de 1.6 mg/kgpc IV puede incluso ser demasiado baja, ya que también cuando se administró en la técnica B (X-De-di-EGG-K), la sedación producida por ésta, mantuvo los reflejos activos a estímulos ambientales en la mayoría de los animales, quienes se mostraron

alertas y responsivos. Posiblemente, la duración de la sedación con xilacina en la técnica A, si es empleada sólo para éste fin, podría no ser satisfactoria ni mayor a los 15 minutos.

Por otro lado, a pesar de lo sugerido por Matthews (2005)(4) y Doherty (2006)(15), en el sentido de disminuir las dosis de los agonistas $\alpha 2$ adrenérgicos cuando se utilizan en conjunto, y con base en experiencia clínica; en este estudio no se redujeron las dosis de xilacina y detomidina en la técnica B (X-De-Di-EGG-K), ya que su uso en conjunto produjo mejores efectos de sedación en estos animales, lo que concuerda con lo sugerido por (Matthews, 2005)(4) y (Latzel, 2011)(8). Posiblemente la administración única de detomidina, sería una mejor opción para producir tiempo de sedación mayor, como ocurre en los caballos,(15),(34) en los que se ha observado de 60 a 90,(57) e inclusive hasta 150 minutos, dependiendo de la dosis(58) y en los burros, que han presentado periodos de sedación de 20 a 40 minutos(40),(56); así también su administración podría potenciar el efecto y duración anestésica de la ketamina bajo procedimientos quirúrgicos en las mulas.

Cabe señalar, que el uso de detomidina en conjunto con xilacina también potencia el efecto que puede ser benéfico cuando se requiere calmar al paciente y producir sedación, pero sería conveniente considerar el aumento de la frecuencia respiratoria y de la presión arterial media, así como la disminución de la saturación de oxígeno a la hemoglobina, encontrados en este estudio.

7.5.2 Analgesia

Existen varios procedimientos médicos y quirúrgicos que se practican comúnmente en las mulas como es la orquiectomía (castración), extirpación de tumores en piel, extracción de piezas dentarias entre otros, y que pueden ocasionarles dolor; por lo cual se requiere sedación y el uso de analgésicos centrales como el butorfanol para su realización. En este estudio no se realizó ningún procedimiento quirúrgico o que originara dolor; por el cual se pudiera valorar el efecto analgésico del butorfanol, y será necesario abordar este aspecto en futuras investigaciones.

A pesar de ello, la adición de butorfanol en la técnica A (X-B-EGG-K) con dosis de (0.02mg/kgpc IV) aparentemente mejoró la sedación con xilacina, efecto que sido reportado en estudios previos (Matthews, 1992)(11) y como hemos señalado, posiblemente provee buena analgesia. Sin embargo, en cuanto a la duración del decúbito, sus efectos fueron menores que los de la técnica B (X-De-Di-EGG-K), y se contrastan a lo reportado en mulas por Matthews (1994)(12) y en caballos por (García, 2001)(16). Por ello, sería conveniente realizar futuras investigaciones, en cuales se considere aumentar la dosis de butorfanol.

7.5.3 Relajación muscular

En este estudio la adición de diacepam (0.04 mg/kg IV)(15) en la técnica B (X-De-Di-EGG-K) produjo excelentes resultados durante la fase preanestésica y durante el periodo transanestésico, ya que mejoró en gran medida la relajación muscular, lo que de igual manera ha sido reportado en el

caballo(45),(46)(59),(61), disminuyó la intensidad de los movimientos tónico-clónicos que a veces se presentan tras la administración de ketamina(46); y aumentó el tiempo en decúbito(36),(59),(60).

Por tanto, se considera que la dosis empleada de diacepam provee excelente relajación muscular en las mulas. Aunque, la administración previa de agentes agonistas α_2 adrenérgicos y de EGG 5%, podrían acentuar los efectos, como en el caso de caballos(61) y burros(62).

7.6 Fase de Inducción anestésica

En general, las inducciones observadas en este estudio con la aplicación de ambas técnicas resultan rápidas y suaves, a diferencia de lo reportado por Matthews(11),(12) quien observó inducciones bruscas en las mulas. Sin embargo, las buenas inducciones observadas de este estudio, podrían deberse a la relajación muscular producida por la adición de diacepam(46) y EGG 5% en el periodo preanestésico, como ocurre en el caballo(16)(60). Por ello, sería recomendable que para mejorar la fase de inducción en las mulas, se adicione a la técnica anestésica un relajante muscular de acción central, como lo es el EGG o diacepam.

7.7 Fase de Mantenimiento anestésico

Se considera que la vida media de la ketamina en las mulas es más corta que en el caballo y burro(12) por lo que puede ser necesaria la administración de dosis adicionales en bolo en ellas.

En este estudio se observó que la dosis única de ketamina (3.0 mg/kg IV) en la técnica anestésica A (X-B-EGG-K) produjo planos anestésicos superficiales, en los cuales se mantuvieron presentes los reflejos oculares; efecto que ha sido reportado con anterioridad por (Matthews, 2000)(4), y que se ha atribuido al uso de la ketamina(38).

Así mismo, con la técnica B (X-De-Di-EGG-K) se observaron planos anestésicos superficiales, en los cuales se mantuvieron los reflejos palpebral corneal y anal, e incluso algunas vocalizaciones, resoplos y ronquidos; efectos que de igual forma se han atribuido a la ketamina(38),(63) y que además podrían atribuirse a dosis subanestésicas. Por tanto, sería necesario realizar estudios posteriores, en los cuales se considere aumentar la dosis de ketamina en estos animales o incluso disminuir el intervalo de re dosificación.

Por otra parte, se ha reportado que aparentemente el método de infusión continua (“triple goteo” X/K/EGG) puede utilizarse también en las mulas para prolongar la ATIV(4) en caso de requerirlo, pues en el caballo(17),(29),(64) y en el burro(62) este método provee buenos resultados, pero en las mulas se requieren dosis de ketamina mayores a 2.0 mg/ml para obtener efectos satisfactorios(4). Sin embargo, su estudio deberá ser abordado en estudios posteriores en ellas.

7.7.1 Monitoreo de las constantes vitales

7.7.1.1 Frecuencia cardiaca

En este estudio, la aplicación de la técnica anestésica A (X-B-EGG-K) mostró ligera depresión sobre la FC, con efectos notables al minuto 10 pos inducción, pero sin tener cambios marcados con relación a los valores basales en reposo y que aumentaron aproximadamente al minuto 20. El uso de X-De-Di-EGG-K mostró mayor depresión sobre la FC, con efectos considerables, por debajo de los valores basales desde el minuto 5 pos inducción que se mantuvieron así, aún hacia el minuto 25. Sin embargo, disminución de la FC (bradicardia) observada, puede ser considerada un efecto normal producido por los agentes agonistas α_2 adrenérgicos, como se ha reportado en el caballo, tras su administración, dado que producen disminución de la FC dosis-dependiente, aumento la presión arterial transitoria (de dos a cinco minutos), además de que el gasto cardiaco y la perfusión tisular se ven reducidos debido a la disminución de la FC, aumento de la resistencia vascular sistémica y periférica(16),(45),(60),(63); y los efectos se acentúan y duran más con detomidina(57),(65); ya que se ha observado que cuando son administradas dosis más altas a las habituales, la bradicardia es más prolongada(50),(57).

Por otra parte, esos efectos de bradicardia, se pueden ver contrarrestados por el efecto estimulador del sistema cardiovascular que produce la ketamina(38),(44), con aumento de la FC, presión arterial sistémica y pulmonar, resistencia vascular sistémica y pulmonar y gasto cardiaco(38).

Con lo anterior, la FC de las mulas se ve afectada con el uso de ambas técnicas anestésicas A (X-B-EGG-K) y B (X-De-Di-EGG-K). Sin embargo,

podemos concluir que las dos producen estados de bradicardia, aunque menos marcados con la técnica A; es así que para su uso, se deben considerar los efectos que producen los agentes agonistas α_2 adrenérgicos en pacientes con compromiso cardiovascular(15).

7.7.1.2 Frecuencia respiratoria

En este estudio se observaron diferencias significativas relacionadas con la FR de las mulas, la cual se vio afectada por la aplicación de ambas técnicas. Por un lado, con la técnica A (X-B-EKG-K) se produjo una ligera disminución de la FR al minuto uno posinducción, que recobró valores con respecto a los basales hasta el minuto 20 posinducción. Este efecto depresor sobre la FR también ha sido observado en caballos(15),(34),(66) y burros;(62) así como en reportes de estudios previos con dosis bajas de X-B-K en las mulas(11), en cuyos casos, se han atribuido a los efectos farmacológicos producidos por agentes agonistas α_2 adrenérgicos sobre el sistema respiratorio(15),(16),(66).

Contrariamente a esto, la aplicación de la técnica B (X-De-Di-EKG-K) produjo elevación variable de la FR (taquipnea) durante el periodo transanestésico, que se mantuvo aún transcurridos 25 minutos posinducción, con lo que se destaca que ese efecto, es una de las manifestaciones más relevantes durante del periodo transanestésico en las mulas estudiadas. Sin embargo, dicho efecto también se ha presentado cuando se aplican técnicas que incluyen X/K o X/Tiletamina-Zolacepam(11). A pesar de ello, en caballos(66) y en burros(62) premedicados con agonistas α_2 adrenérgicos, este efecto estimulador de la FR no ha sido reportado.

Por otro lado, dado los efectos que causan sobre el sistema respiratorio, la ketamina (no altera la mecánica respiratoria ya que conserva el tono de los músculos esqueléticos y del diafragma)(38) y el diacepam (efectos mínimos depresores)(59); podría considerarse que su uso no está asociado a la estimulación de la FR observada.

Sin embargo, como se ha descrito en caballos, el aumento de la FR (taquipnea) con aumento de la profundidad respiratoria (hiperventilación) puede tener diferentes causas, entre las cuales se encuentran: respuesta normal al aumento de CO₂ en sangre o a una acidosis metabólica; una patología subyacente como el edema pulmonar; respuesta a un estímulo quirúrgico y también en el periodo de progresión de una profundidad anestésica de moderada a superficial, la cual indica que el animal está despertando(35) y que podría representar la causa principal de la elevada FR (taquipnea) observada en las mulas en estudio.

Con base en lo descrito anteriormente, ambas técnicas anestésicas podrían ser utilizadas, teniendo presentes los efectos que causan los agentes agonistas α_2 adrenérgicos sobre la FR y en especial en pacientes con compromiso respiratorio o comportamiento excitado. Sería necesario recomendar la medición de gases sanguíneos arteriales (presión parcial de dióxido de carbono PaCO₂) o el uso de capnometría (volumen final corriente de dióxido de carbono ETCO₂) para mejorar el monitoreo de la ventilación alveolar en futuras investigaciones.

7.7.1.3 Tiempo de llenado capilar

En este estudio con la aplicación de la técnica anestésica A (X-B-EGG-K), el TLLC en tiempo basal mostró valores por arriba de los dos segundos; que disminuyeron en el minuto 10 pos inducción, lo cual indicaría una disminución ligera de la perfusión tisular(35). Sin embargo, se observó un aumento de los valores, que superó los dos segundos llegados el minuto 25, lo que correspondería al retorno de una perfusión tisular basal.

Por lo contrario, con la técnica B (X-De-Di-EGG-K) los valores de TLLC basales fueron mayores a los 2 segundos y mostraron una disminución marcada al minuto uno pos inducción, manteniéndose así, durante todo el periodo transanestésico, aun hasta el minuto 25. Efecto que podría correlacionarse con el aumento de la PAM observada en algunos casos, la cual mantiene aumento de la perfusión tisular.

Con lo anterior, podría explicarse que ambas técnicas producen TLLC inferiores a los 2 segundos durante el periodo transanestésico, pero los efectos más notables se prolongan con la técnica B (X-De-Di-EGG-K), en la cual, se observó perfusión tisular adecuada. Y aunque la técnica A (X-B-EGG-K) también produce TLLC menores, la hipotensión observada refleja una ligera disminución de la perfusión tisular, evento que también ocurre en el caso del caballo(34) y perro(35).

7.7.1.4 Presión arterial media

Aunque, una de las limitantes del presente estudio, fue la dificultad para medir la PAM basal de las mulas en reposo, debido al temperamento de las mismas y durante el periodo transanestésico en la mitad de ellas; la aplicación de la técnica anestésica A (X-B-EGG-K) reflejó en la PAM valores de entre 60-130 mmHg durante el periodo transanestésico. Sin embargo, dado que no contamos con los valores basales, no podemos concluir que exista un efecto hipotensor verdadero en el sistema cardiovascular, como normalmente se produce en el caso de caballos por la acción de los agonistas α_2 adrenérgicos(15),(44),(45); los cuales pueden originar aumento y disminución en varios parámetros fisiológicos, por ejemplo: el inicio y duración de la fase hipertensiva e hipotensiva puede variar entre caballos, donde unos se mantienen hipertensos(45),(67) y otros llegan a estar hipotensos(66). Por tanto, los valores obtenidos, podrían ser considerados como aceptables bajo condiciones anestésicas, dado que han sido semejantes a los reportados en burros(62), caballos(46),(68) y mulas(33),(69).

Comparado a lo anterior, la aplicación de la técnica B (X-De-Di-EGG-K) produjo aumento considerable de la PAM, que se mantuvo con valores de entre 90 y hasta 170 mmHg durante el periodo transanestésico, lo cual se relacionaría con el aumento de la FC y el TLLC. Sin embargo, dado que no se obtuvieron los valores basales de la PAM en las mulas, no podríamos concluir que la elevación de la PAM sea un efecto relacionado con dosis bajas de los agentes anestésicos utilizados.

Sin embargo, como se ha descrito en el caso de caballos; la elevación de la PAM considerada como hipertensión(68), podría tener entre otras causas: vasoconstricción periférica por acción de los agonistas α_2 adrenérgicos, especialmente de la detomidina, la cual, ejerce un efecto agonista directo en los adrenoreceptores post sinápticos α_1 y α_2 , que median la vasoconstricción en el musculo liso de las paredes vasculares(16),(35),(57),(65),(67), y que producen hipertensión inicial, seguida por hipotensión, con dosis de 0.01 a 0.02 mg/kgpc IV esos cambios cardiovasculares son similares en tipo y magnitud a los vistos tras la administración IV de xilacina 1mg/kgpc,(50) permaneciendo una significativa hipertensión de 10 a 20 minutos(57). Sin embargo, cuando son administradas dosis más altas, la bradicardia y la hipertensión son más prolongadas(44) y de hecho, con dosis de 0.080 mg/kgpc IV la hipertensión puede persistir al menos por hasta 4 horas(50)(57). Este fenómeno ha sido reportado también en caballos con la administración de dosis elevadas de romifidina (0.120 mg/kgpc IV) con una duración de 5 a 30 minutos(66) y también con detomidina-butorfanol(67), pero no ha sido reportado en caballos ni en burros sometidos a anestesia general con otras técnicas anestésicas.

Por otro lado, la hipertensión también podría presentarse en casos de: procedimientos quirúrgicos dolorosos como neurectomias o enucleación, el uso de torniquetes o aumento de la tensión arterial de dióxido de carbono (PaCO_2) (hipercapnia) en casos de hipoventilación-hipoxemia(34),(70), hipertermia(68) e incluso debido a factores como error de medición por mal ajuste de la válvula de tres vías en la extensión que conecta al manómetro anaeroide(34). Sin embargo, sería conveniente realizar estudios posteriores para conocer los valores de PAM en reposo de estos animales.

7.7.1.5 Saturación de oxígeno

A pesar de que no fueron medidos los valores basales de SaO_2 en las mulas estudiadas; durante el periodo transanestésico se observaron valores de saturación de oxígeno por debajo de los permitidos en condiciones de anestesia general (que son de 90 mmHg)(35),(53) y que se presentaron con mayor significancia en la técnica B (X-De-Di-EGG-K). A diferencia de lo reportado por (Matthews *et al.*,1992)(11), en donde observó que mulas anestesiadas con diferentes técnicas anestésicas (X-K, X-T-Z y X-B-K) mantuvieron valores de saturación de oxígeno por arriba de 90% durante los primeros 15 minutos posinducción sin mostrar complicaciones. Sin embargo, (Grint *et al.*, 2011)(69) reporta valores similares a los encontrados en nuestro estudio, pero sin poder dar una explicación a dicho efecto, puesto que no fueron observados problemas posanestésicos.

Por otra parte, dado que los animales en estudio no presentaron problemas como patología pulmonar, ni fueron observados durante el periodo transanestésico estados de hipotensión severa, hipotermia, cianosis, (la cual no siempre es detectada en caballos hipoxémicos)(15) bradicardia o complicaciones como obstrucción respiratoria o arritmia cardiaca con alguna de las dos técnicas (a excepción de ligera hipotensión en la técnica A), se piensa que las causas principales que podrían reflejar la baja SaO_2 , serían: el movimiento del sensor, poca perfusión sanguínea en la lengua, efecto de los agonistas α_2 adrenérgicos (vasoconstricción y disminución de la perfusión periférica)(35) ya que en los burros también se han reportado valores similares(62). Sin embargo, no podemos concluir que la causa real de la baja en los valores de saturación, se deba a alguna de las causas antes

mencionadas, ya que no conocemos los valores basales, pero podría considerarse que un factor como lo es la altura sobre el nivel del mar a la que se realizaron los procedimientos anestésicos influya en los valores, dado que a mayor altura, la presión barométrica disminuye y por tanto, la disposición de oxígeno por la hemoglobina es menor(16). Por lo anterior, el uso de otros indicadores de función respiratoria como capnometría o gases sanguíneos arteriales(34) podrían otorgar una explicación más amplia del efecto observado (hipoxemia) y que sería conveniente considerar en futuras investigaciones, puesto que, a la fecha no existe información al respecto.

7.7.1.6 Temperatura rectal

Durante los procedimientos anestésicos se debe mantener la temperatura corporal del paciente lo más cercano posible a su rango normal; aunque la temperatura no cambia minuto a minuto, es frecuente que se produzca una disminución global durante el tiempo que dura la anestesia(35).

Aunque entre las causas de disminución en la temperatura corporal es la administración de algunos preanestésicos(35), en este estudio no se presentaron cambios significativos entre técnicas anestésicas sobre la temperatura rectal, lo que de igual forma ha sido reportado en burros anestesiados con técnicas semejantes(62). Por tanto, las dosis anestésicas empleadas en este estudio no afectaron la temperatura corporal en las mulas.

7.8 Fase de Recuperación anestésica

En este estudio, las recuperaciones se presentaron de forma suave y sin complicaciones, hecho que similar y habitualmente ocurre en los caballos(43) y los burros(4) con técnicas semejantes. Todos los animales presentaron los signos de aumento de conciencia gradual, en ambas técnicas y un periodo de descanso en decúbito esternal, lo que de igual forma sucede también en burros y caballos antes de intentar ponerse en cuadripedestación. Por un lado, la técnica A (X-B-EGG-K) mostró de buenas a excelentes recuperaciones, sin ataxia y con menor tiempo en decúbito esternal en comparación con la técnica B (X-De-Di-EGG-K), la cual mostró recuperaciones moderadamente aceptables, con mayor tiempo en decúbito esternal y en la cual, cabe destacar que la ataxia fue una característica importante, que podría ser explicada, por la debilidad muscular producida por el diacepam(59) y el EGG(45). Así es que, podemos concluir que el uso combinado de relajantes musculares produce en la etapa de recuperación periodos de ataxia marcados y por ello, sería recomendable que el personal encargado de la recuperación mantenga especial atención y cuidado.

Aún cuando no se observaron problemas en la fase de recuperación, posiblemente algunos de los animales presentaron desorientación, agitación o compromiso fisiológico, efectos que han sido reportados en el caballo(43) y que de igual forma (Matthews, 2000)(3) señala en mulas, cuando se administran dosis de ketamina por arriba de 3.3 mg/kg IV, pues se presentan recuperaciones bruscas en ellas.

Finalmente, se considera que la utilización de nuevas combinaciones anestésicas produce mejores resultados en las mulas; es así que de acuerdo con las condiciones y características en que se realizó este estudio y bajo el supuesto de que la inclusión de detomidina y diacepam en la técnica anestésica B (X-De-Di-EGG-K) aplicada a mulas en condiciones de campo, se observará mayor duración del efecto anestésico y un periodo de transición más suave y eficaz que lo obtenido con la técnica A. Se concluye que con la aplicación de la técnica B se obtiene periodos prolongados de decúbito con respecto a la técnica A. Sin embargo, no se produce un periodo de transición suave y eficaz, dado que se presentan variaciones considerables sobre los parámetros fisiológicos.

Propuestas para futuros trabajos de investigación:

La falta de estudios farmacológicos y particularmente de anestesia en híbridos equinos limita en gran medida la utilización de adecuadas técnicas de anestesia, pues estos animales presentan variaciones muy marcadas con respecto a la farmacocinética de los agentes utilizados y sus efectos. Los datos obtenidos en este trabajo nos indican que sería conveniente practicar estudios sobre la farmacocinética de la xilacina con dosis altas; así como de la detomidina a las dosis empleadas en este estudio y profundizar en el estudio farmacológico de los efectos del butorfanol, el diacepam y el EGG en las mulas, ya que no existe ninguna información al respecto.

Para continuar con el estudio de las dos técnicas anestésicas aquí propuestas, será necesario que en futuros trabajos se practiquen procedimientos quirúrgicos y se apliquen estímulos dolorosos que permitan profundizar en su evaluación anestésica. Así mismo, la medición de la PAM basal y en condiciones de anestesia general, será de importancia.

Por otro lado, la falta de información en el área de híbridos equinos tanto en México, como a nivel mundial hace imperativa la realización de estudios sobre los parámetros fisiológicos de estos animales: la FC, FR, PAM, cuyos valores no han sido establecidos en los animales de México. Lo mismo aplica en datos hematológicos en el área de patología clínica, pues el hemograma y bioquímica carece de información sobre los minerales, deficiencia de iones fuertes y anion gap, entre otros.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Bowling AT, Ruvinsky A. The Genetics of the Horse. UK: CAB Publishing International; 2000.
2. Wilson D., Reeder DM. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. (1), 3rd ed. Pensilvania, USA: Bucknell Univesity; 2005.
3. Matthews NS, Taylor TS. Anesthetic Management of Donkeys and Mules. In Recent Advances in Anesthetic Management of Large Domestic Animals. [Serial on line] 2000 Jul 15^h [cited 2012 Nov 5]. Available from: URL: http://www.ivis.org/advances/Steffey_Anesthesia/matthews_donkeys/cha-pter_frm.asp?LA=1
4. Matthews NS, Taylor TS, Hartsfield SM. Anaesthesia of donkeys and mules, *Equine vet. Educ.* 2005; 7, 102-107.
5. UC Davis Book of Horses. A Complete Medical Reference Guide for Horses and Foals. California USA: Mordecai Siegal and School of Veterinary Medicine, University of California at Davis; 1996.
6. Metz R. Todo sobre Asnos y Mulas. Barcelona: De Vecchi, S. A; 1995.
7. Fielding D, Pearson RA. Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Development. UK: University of Edinburgh; 1991.
8. Latzel ST. Subspecies Studies: Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of a Single Intravenous Dose of Xylazine in Adult Mules and Adult Haflinger Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 2012: 1-11 (Article in press).

9. 3er Coloquio Internacional sobre Équidos de Trabajo. México (D.F): UNAM, FMVZ Divulgación Educación Continua; 1998.
10. Simenew K, Gezahegne M, Getachew M, Wondyefraw M, Alemayehu L, Eyob I. Reference Values of Clinically Important Physiological, Hematological and Serum Biochemical Parameters of Apparently Healthy Working Equids of Ethiopia. *Global Veterinaria* 2011 7:1, 1-6.
11. Matthews NS, Taylor TS, Skrobarcek C, Williams JD. A comparison of injectable anaesthetic regimens in mules. *Equine Anaesthesiology* 1992; 34–36.
12. Matthews NS, Taylor TS, Hartsfield SM, Hayton WL, Jones DH. Pharmacokinetics of ketamine in mules and mammoth asses premedicated with xylazine. *Equine Vet J* 1994; 26: 241–243.
13. Matthews N, Van Lonn JP. Anaesthesia and analgesia of the donkey and the mule. *Equine Vet. Educ* 2013; 25: 47-51.
14. Matthews NS, Taylor TS. Anesthesia of donkeys and mules: How They Differ from Horses. In 48th Annual Proceedings of the American Association of Equine Practitioners AAEP. [Serial online] 2002 Jan-Mar [cited 2012 Aug 17]. Available from: URL: <http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2002/910102000110.PDF>
15. Doherty T, Valverde A. Manual of Equine Anesthesia and Analgesia. Oxford UK: Blackwell Publishing Ltd; 2006.
16. García L. Estudio de una nueva combinación para producir anestesia endovenosa de corto tiempo en equinos. Xilacina-Butorfanol-Propofol. (tesis de maestría). D.F México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2001.

17. Staffieri F, Driessen B. Field Anesthesia in the Equine. *Clinical Techniques in Equine Practice* 2007; 6: 111-119.
18. Muir WW. New Perspectives on the Drugs to Produce Sedation, Analgesia and Anesthesia in Horses. In 50th Annual convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP 2004. Denver Colorado. [Serial online] 2004 Dec 4 [cited 2012 Jul 11]. Available from: URL:<http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2004/Muir/chapter.asp?LA=1-2004-12-04>
19. Herman CL, Matthews NS, Taylor TS. The anatomical differences between the donkey and the horse. *Veterinary Care of Donkeys* [serial online] 2009 Nov 9 [cited 2012 Aug 25]. Available from: URL:
<http://www.ivis.org/advances/Matthews/herman/chapter.asp?LA=1>
20. Burnham SL. Anatomical differences of the donkey and mule. [Serial online] 2002: (48) [cited 2012 Aug 25]. In Proceedings of the annual convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP 2002. Available from: URL:
<http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2002/910102000102.PDF>
21. Yousef MK, Dill D, Mayes M. Shifts in body fluids during dehydration in the burro *Equus asinus*. *J. Appl Physiol.* 1970;29:345–9.
22. Grosenbaugh DA, Reinemeyer CR, Figueiredo MD. Pharmacology and therapeutics in donkeys. *Equine Vet. Educ.* 2011; 23: 523-530.
23. Svendsen ED. *The Professional Handbook of the Donkey* 4th ed. Devon UK: Whittet Books; 2008.
24. Reed SM, Bayly WM, Sellon DC. *Equine Internal Medicine*. Missouri USA: Saunders Elsevier; 2004.

25. Núñez OL, Bouda J. Patología Clínica Veterinaria. México: Universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ; 2007.
26. Ortega BA. Constantes Hemáticas en la Mula Clínicamente Sana en el Municipio de Tetla, Estado de Tlaxcala (tesis licenciatura). Tetla (Tlaxcala) México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1988.
27. Gade SK, Khadilkar MV. Studies on some hematological parameters of Indian mules. *Indian Journal Vet Res.* 2005; 14: 1-4.
28. Gul ST, Ahmad M, Khan A, Hussain I. Haemato-Biochemical Observations in Apparently Healthy Equine Species. *Pakistan Vet. Journal.* 2007; 27: 155-158.
29. Muir WW, Scicluna C. Anaesthesia and anaesthetic techniques in horses. *Equine Vet Educ.* 2005; 7: 12-19.
30. Lizarraga I, Sumano H, Brumbaugh W. Pharmacological and pharmacokinetic differences between donkeys and horses. *Equine. Vet. Educ.* 2004; 16: 102-112.
31. Peck K., Mealey KL., Matthews NS., & Taylor TS. (1997). Comparative pharmacokinetics of caffeine and three metabolites in clinically normal horses and donkeys. *American Journal of Veterinary Research*, 58(8), 881-884. Available from <http://search.proquest.com/docview/79194834?accountid=14598>
32. Hubbell JAE. A Review of the American College of Veterinary Anesthesiologists Guidelines for Anesthesia of Horses. In 54th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP, 2008 San Diego, CA. USA. [Serial online] 2008 Dec [cited 2011 Aug 16].

Available from URL:
<http://www.ivis.org/proceedings/aaep/2008/Hubbell/chapter.asp>.

33. Carmona JU, Giraldo CE, Aristizabal W, García A, Vallejo LG. Evaluation of the Effects of the Sedation with Azapenone/Acepromacine and Immobilization with Guaiphenesin/Thiopentone in Mules. *Veterinary Research Communications* 2007; 31: 125-132.
34. Trim Cm. Monitoring during anaesthesia: Techniques and interpretation. *Equine Vet. Educ.* 2005; 7: 30-40.
35. Mckelvey D, Hollingshead KW. Manual de Anestesia y Analgesia Veterinaria. 3ra ed. Barcelona: Mosby Inc; 2003.
36. Wagner AE. Balancing Total Intravenous Anesthesia and Inhalant Anesthesia in Horses. In Proceedings of the 55th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners Las Vegas USA. 2009 Available in URL: www.ivis.org
37. Matthews NS, Van Dijk P. Anesthesia and Analgesia for Donkeys. In *Veterinary Care of Donkeys* 2004. Available in URL: <http://www.ivis.org>
38. Cruz JM, Giraldo CE, Fernández EF, Tovar OE. Farmacología y uso clínico de la ketamina. *Revista CES* 2009; 4: 68-79.
39. Orsini JA, Divers TJ. *Equine Emergencies Treatment and Procedures*. 3rd ed. USA: Saunders Elsevier; 2008.
40. Bidwell LA. How to Anesthetize Donkeys for Surgical Procedures in the Field. In Proceedings of the 56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP Baltimore USA. 2010. Available in URL: www.ivis.org

41. Hubbell JAE. Practical Standing Chemical Restraint of the Horse. In Proceedings of the 55th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners. Las Vegas USA. 2009. Available in URL www.ivis.org.
42. Muir WW. Total IV in horses. In Proceedings of the 17th Congress of the Italian Association of Equine Veterinarians, Montesilvano, Italy Feb 4-6 2011 Available in URL: www.ivis.org
43. Hubbell JAE. Recovery from anesthesia in horses. *Equine Vet. Educ.* 2005; 7: 45-52.
44. Thurmon J.C, Tranquilli WJ, Benson GJ. Lumb & Johnes's Veterinary Anesthesia 3th ed. Baltimore USA: Williams & Wilkins; 1996.
45. Bertone JJ, Horspool LJ. *Equine Clinical Pharmacology*. USA: Saunders Elsevier; 2004.
46. Phutthachelee S, Cherdchutham W, Laikul A, Phetudomsinsuk K, Chanda M, Phukudom S. Comparison of the Effects of Tiletamine HCL - Zolazepam - Xylazine and Ketamine – Diazepam - Xylazine in Older Foals Under Field Conditions. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 2012; 46: 190-199.
47. Riebold TW, Goble DO, Geiser DR. *Large Animal Anesthesia*. Iowa USA: The Iowa State University Press. Ames; 1992.
48. Ruskoaho H. Subtypes and Functions of Alpha-adrenoceptors. *Acta Vet. Scandinavica* 1986; 82:17-28
49. Muir WW, Hubbell JAE. *Manual de Anestesia Veterinaria*. Zaragoza España: Acribia, S.A.; 1989.
50. Dugdale A. *Veterinary Anaesthesia*. UK: Wiley-Blackwell; 2010.

51. Sumano LH, Ocampo CL. *Farmacología Veterinaria*. 3ra ed. México: Mc Graw Hill Interamericana S.A de C.V; 2006
52. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *Cartas topográficas de climas de temperaturas y precipitación*. México DF: INEGI, 2013. Disponible en URL: <http://mapserver.inegi.org.mx/rnng/index.cfm>
53. Cook VL, Bain FT. Volume (Crystalloid) Replacement in the ICU Patient. *Clinical Techniques in Equine Practice* 2003; 2:122-129.
54. SAS. *System for Linear Models*. 3rd ed. USA: SAS Institute Inc. Cary, NC; 1992.
55. Hubell JA. Options for field Anesthesia in the Horse. In *Proceedings of the annual convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP* 1999; 45:120-121. [Serial online] 2008 Dec [cited 2011 Aug 16]. Available from: URL: <http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/1999/120.pdf>
56. Taylor PM, Clarke KW. *Handbook of Equine Anaesthesia* 2nd ed. USA: Saunders Elsevier; 2007.
57. Clarke KW, Gerring EL. Detomidine as a Sedative and Premedicant in the Horse (1985-1990). In *Proceedings of the annual convention of the American Association of Equine Practitioners AAEP* 1990: 629-635.
58. O'Klugh D. *Principles of Equine Dentistry*. UK: Manson Publishing/The Veterinary Press; 2010.
59. Shaniko S. A Review of Diazepam and its use in the Horse. *Journal of Equine Veterinary Science* 2000; 20: 443-449.

60. Hubell JAE. Improving and Extending Xilazine-Ketamine Anesthesia. In Proceedings of the North American Veterinary conference, 2006; 20:116-118. [Serial online] 2006 Jan [cited 2012 Aug 16]. Available from: URL: <http://www.ivis.org/proceedings/AAEP/2006/120.pdf>
61. Robertson SA. Total intravenous anaesthesia in the horse. *Equine Vet. Educ.* 2005; 7: 26-29.
62. Taylor EV, Baetge CL, Matthews NS, Taylor TS, Barling KS. Guiafenesin-Ketamine-Xylazine Infusion to Provide Anesthesia in Donkeys. *Journal of Equine Veterinary Science* 2008; 28: 295-300.
63. Daunt DA, Steffey EP. Alpha-2 adrenergic agonists as analgesics in horses. *Vet. Clin. Equine* 2002; 18: 39-46.
64. Mama KR. Anesthetic Management of the Horse: Intravenous Anesthesia. In Recent Advances in Anesthetic of Large Domestic Animals 2000. Available in: URL: www.ivis.org
65. Matti, JS. Cardiovascular actions of Detomidine. *Acta Vet. Scandinavica* 1986; 82: 47-57.
66. Freeman L, Bowen M, Bettschart-Wolfensberger R, Alibhai HIK, England GCW. Cardiovascular effects of romifidine in the standing horse. *Research in Veterinary Science* 2002; 72:123-129.
67. Nyman G, Marntell S, Edner A, Funkquist P, Morgan K, Hedenstierna G. Effect of sedation with detomidine and botorphanol on pulmonary gas exchange in the horse. *Acta Veterinaria Scandinavica* 2009; 51: 22. Available in URL: <http://www.actavetscand.com/content/51/1/22>
68. Rowland S. Blood Pressure Management in Equine Anesthesia. *Veterinary Technician* 2013; 34:1-6

69. Grint N, de Sa Lorena SER, Johnson CB, Luna S, Whay HR. Metabolic acidosis in healthy mules under general anaesthesia with halotane. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 2011; 38: 484-489.
70. Wagner AE. Complications in Equine Anesthesia. *Vet. Clin. Equine* 2009; 24: 735-752.

IX. CUADROS

Cuadro 1. Orden en que fueron sometidos los animales a los procedimientos anestésicos A y B.

Técnica	Meses				
	Abril	Mayo	Agosto	Septiembre	Noviembre
A	9, 5, 2	4, 3, 7, 1, 8, 6	-	-	-
B	-	-	5, 3, 2	1, 6, 9	4, 7, 8

Los números representan el orden que se le asignó a cada animal para el procedimiento anestésico A: X-B-EGG-K y B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 2. Género, edad y peso de las mulas utilizadas en los procedimientos anestésicos A y B.

No. Animal										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n = 9
Género	MC	H	H	H	MC	H	H	MC	H	3MC/6H
Edad	6	14	15	16	11	8	11	8	7	10.67*
Peso A	278	367	334	256	280	298	304	342	266	302.78*
Peso B	296	351	333	258	291	304	322	324	266	305.00*

MC= Macho castrado/ H= Hembra.

*Media.

Cuadro 3. Dosis farmacológica utilizada en la técnica A y B para producir anestesia total intravenosa de corta duración en mulas.

TÉCNICA	XILACINA mg/kg IV	DETOMIDINA mg/kg IV	BUTORFANOL mg/kg IV	DIACEPAM mg/kg IV	EGG ml IV	KETAMINA mg/kg IV
A	1.6	-	0.02	-	200	3.0
B	1.6	0.03	-	0.04	200	3.0

Dosis adaptadas de Matthews, 2000(3).

Cuadro 4. Valores fisiológicos basales de las mulas (FC, FR, TLLC y Tr) previos a los procedimientos anestésicos A y B.

Técnica	FC / lpm	FR / rpm	TLLC / seg	Tr / °C
A	46.33± 5.87	28.11 ± 10.45	2.11 ± 0.33	37.64 ± 0.44
B	48.33 ± 10.21	25.50 ± 9.29	2.20 ± 0.44	37.67 ± 0.33

Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media de n=9.

FC: frecuencia cardiaca (latidos por minutos)/ FR: frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto)/ TLLC: tiempo de llenado capilar (segundos)/ Tr: temperatura rectal (grados centígrados).

Cuadro 5. Tiempo en decúbito lateral por efecto de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B en mulas.

Técnica	Número de animal									MEDIA	DE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
A	10	38	31	31	25	36	25	14	29	26.6*	9.4
B	17	40	45	41	42	40	50	16	40	36.8*	11.9

Tiempo medido en minutos. A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

* Estadísticamente significativo (P<0.05), DE: desviación estándar.

Cuadro 6. Duración total de los procedimientos anestésicos con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B en mulas.

Técnica	Número de animal									MEDIA	DE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
A	29	55	41	43	36	47	46	37	44	42	7.47
B	27	54	52	50	73	52	58	34	54	50	13.3

Tiempo medido en minutos. A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

DE: desviación estándar.

Cuadro 7. Tiempo de sedación en mulas con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

Técnica	Número de animal									MEDIA	DE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
A	12	9	10	12	11	11	17	12	11	11.7*	2.2
B	6	10	7	8	10	7	8	10	11	8.6*	1.7

Tiempo medido en minutos. A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

*Estadísticamente significativo ($P < 0.05$). DE: desviación estándar.

Cuadro 8. Calidad de inducción de mulas: calificación observada individualmente con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

Técnica	Número de animal									MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	5	5	5	3	5	5	5	4	5	4.7
B	5	5	4	5	5	3	4	3	5	4.3

Escala tomada de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2001)(16).

A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 9. Calidad de inducción de mulas calculada en porcentaje con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

Técnica	Escala de Inducción					Total
	1	2	3	4	5	
A	n= 0	n= 0	n= 1: 11.1%	n= 1: 11.1%	n=7: 77.8%	n= 9:100%
B	n= 0	n= 0	n= 2: 22.2%	n= 2: 22.2%	n= 5: 55.6%	n= 9:100%

Los datos son expresados con el número de individuos (n=) y el porcentaje correspondiente.

Escala tomada de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2001)(16).

A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 10. Parámetros fisiológicos de las mulas por efecto de técnica con la aplicación de las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

PARÁMETROS FISIOLÓGICOS					
Técnica	FC/ lpm	FR/ rpm*	TLLC/ seg*	SaO ₂ / %*	Tr/ °C
A	43.18 ± 6.21	26.12 ± 8.51*	1.96 ± 0.47*	82.80 ± 4.32*	37.63 ± 0.78
B	39.4 ± 7.08	33.38 ± 13.61*	1.54 ± 0.54*	77.54 ± 5.91*	38.82 ± 0.53

Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media. FC: frecuencia cardiaca- latidos por minutos/ FR: frecuencia respiratoria-respiraciones por minuto/ TLLC: tiempo de llenado capilar-segundos/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal- grados Celsius. *Estadísticamente significativo (P<0.05). A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 11. Frecuencia Cardiaca de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

TIEMPO							
Técnica	Basal	+1	+5*	+10*	+15	+20*	+25
A	46.33 ± 5.83 n=9	46.333 ± 8.22 n=9	43.11 ± 6.23 n=9	40.66 ± 4.50 n= 9*	41.62 ± 4.87 n=8	41.5 ± 6.06 n=6	41.00 ± 6.16 n= 5
B	48.33 ± 10.21 n=6	45.2 ± 7.69 n=5	37.37± 6.50* n= 8	37.89 ± 5.44 n= 9	38.0 ± 6.76 n= 8	36.50 ± 3.25 n= 8*	37.13 ± 2.70 n= 8

Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media. Basal corresponde al tiempo previo a la sedación con xilacina; el tiempo +1 al +25 corresponde al tiempo posinducción (ketamina). A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

*Estadísticamente significativo (P<0.05).

Cuadro 12. Frecuencia Respiratoria de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

TIEMPO							
Técnica	Basal	+1	+5	+10	+15	+20	+25
A	28.11 ± 10.45 n=9	21.88 ± 7.78 n=9	26.33 ± 8.27 n=9	24.55 ± 5.31 n=9	25.75 ± 6.18 n=8	30.0 ± 12.53 n=6	28.6 ± 9.79 n=5
B	25.5 ± 9.29 n=6	34.8 ± 13.25 n=5	33.37 ± 12.86 n=8	34.11 ± 9.33 n=9	29.12 ± 9.40 n=8	39.37 ± 3.08 n=8	35.87 ± 3.46 n=8

Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media. Basal corresponde al tiempo previo a la sedación con xilacina; el tiempo +1 al +25 corresponde al tiempo posinducción (ketamina). A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 13. Tiempo de Llenado Capilar de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

TIEMPO							
Técnica	Basal	+1	+5	+10	+15	+20	+25
A	2.11 ± 0.33 n=9	1.78 ± 0.66 n=9	1.89 ± 0.33 n=9	1.89 ± 0.33 n=9	2.0 ± 0.53 n=9	2.0 ± 0.63 n=6	2.20 ± 0.45 n=5
B	2.20 ± 0.45 n=5	1.20 ± 0.45 n=5	1.38 ± 0.52 n=8	1.56 ± 0.53 n=9	1.50 ± 0.53 n=8	1.75 ± 0.46 n=8	1.38 ± 0.52 n=8

Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media. Basal corresponde al tiempo previo a la sedación con xilacina; el tiempo +1 al +25 corresponden al tiempo posinducción (ketamina). A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 14. Registro de la presión arterial media (PAM) de las mulas durante el periodo transanestésico con la aplicación de las técnicas anestesia total intravenosa A y B.

ANIMALES	TÉCNICA	PERIODO TRANSANESTÉSICO										
		+1	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	50
1	A	80	80	80								
	B	NR	NR	NR	NR	NR	NR					
2	A	90	NR									
	B	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
3	A	130	120	100	120	120	NR	NR				
	B	NR	NR	NR	120	130	130	130	130			
4	A	NR	NR	NR	NR	NR	NR					
	B	NR	NR	NR	90	120	NR					
5	A	NR	NR	60	60	60						
	B	NR	NR	NR	140	160	150	170	160	NR		
6	A	NR	NR	90	90	NR	NR					
	B	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
7	A	NR	NR	NR	NR							
	B	NR	NR	NR	NR	160	170	170	170	170	170	160
8	A	NR	NR	NR	NR							
	B	NR	NR	NR								
9	A	90	90	90	100	90	80	NR	NR	NR	70	
	B	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	110			

NR: Datos no registrados. El tiempo +1 corresponde a la inducción (ketamina).

A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 15. Porcentaje de saturación de oxígeno de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

Técnica	PERIODO TRANSANESTÉSICO					
	+1	+5	+10	+15	+20	+25
A	79.33 ± 5.64 n=6	82.33 ± 3.08 n=9	82.33 ± 2.0 n=9	83.87 ± 2.35 n= 8	85.60 ± 8.01 n=5	85.0 ± 3.60 n= 3
	75.80 ± 8.04 n=5	78.50 ± 4.78 n= 8	77.71 ± 7.69 n= 7	79.12 ± 6.12 n= 8	75.87 ± 5.48 n= 8	77.62 ± 5.26 n= 8

Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media.

El tiempo +1 al +25 corresponden al tiempo posinducción con ketamina ketamina.

A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 16. Temperatura rectal de las mulas por efecto de tiempo con la aplicación de la anestesia total intravenosa A y B.

PERIODO TRANSANESTÉSICO							
Técnica	Basal	+1	+5	+10	+15	+20	+25
A	37.64 ± 0.44 n=7	38.08 ± 0.58 n=7	37.76 ± 0.87 n=9	37.66 ± 0.81 n=8	37.52 ± 0.73 n=7	37.18 ± 1.0 n=6	37.32 ± 1.0 n= 4
B	37.67 ± 0.33 n=4	37.8 ± 0.75 n=5	37.85 ± 0.56 n= 8	37.87 ± 0.63 n= 9	37.77 ± 0.52 n= 8	37.82 ± 0.51 n= 8	37.87 ± 0.54 n= 8

Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media. *Estadísticamente significativo (P<0.05). A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K. Basal corresponde al tiempo previo a la sedación con xilacina; el tiempo +1 al +25 corresponde al tiempo posinducción con ketamina.

Cuadro 17. Calidad de recuperación de las mulas: calificación observada individualmente en las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

Técnica	No. Animal									MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	3	5	3	5	4	5	5	5	5	4.4
B	4	4	5	4	3	3	5	2	4	3.8

Escala tomada de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2001)(16).
A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 18. Calidad de recuperación de las mulas calculada en porcentaje con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

Técnica	Escala de Recuperación					Total
	1	2	3	4	5	
A	n= 0	n= 0	n= 2: 22.2%	n= 1: 11.1%	n=6: 66.7%	n= 9:100%
B	n= 0	n= 1: 11.1%	n= 2: 22.2%	n= 4: 44.4%	n= 2: 22.2%	n= 9:100%

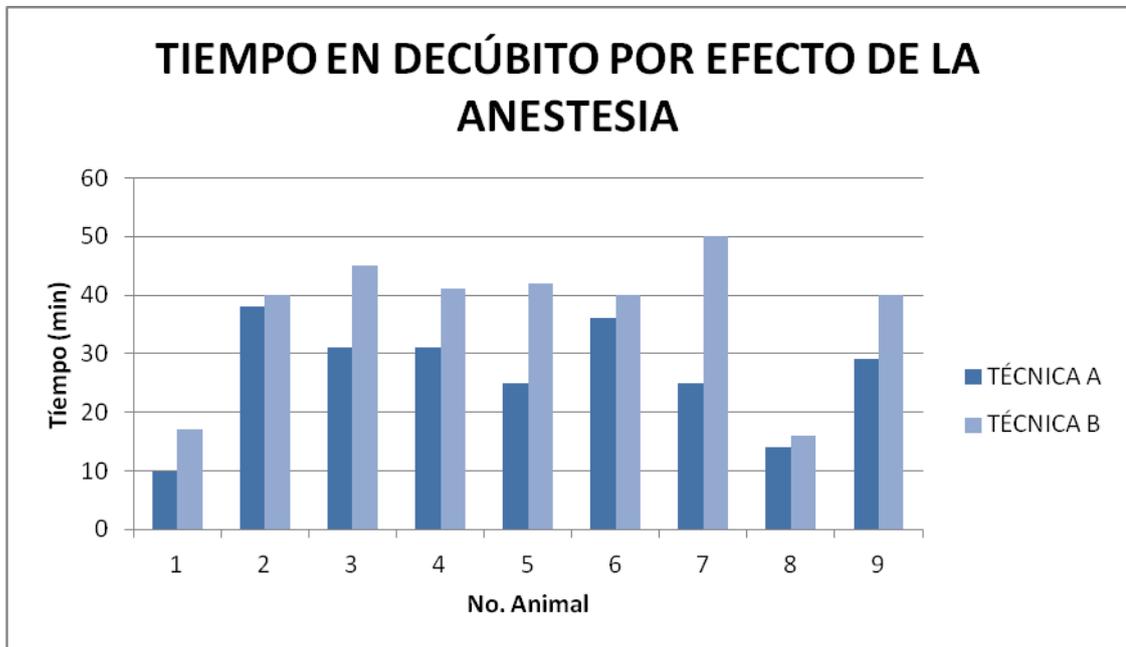
Los resultados son expresados como n= número de individuos y porcentaje perteneciente.
Escala tomada de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2001)(16).
A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

Cuadro 19. Parámetros fisiológicos de híbridos equinos mulas durante el periodo de mantenimiento con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

PARÁMETRO FISIOLÓGICO	TÉCNICA	PERIODO BASAL	PERIODO TRANSANESTÉSICO					
			+1	+5	+10	+15	+20	+25
FC	A	46.33 ± 5.83 n=9	46.333 ± 8.22 n=9	43.11± 6.23 n=9	40.66 ± 4.50 n= 9	41.62 ± 4.87 n=8	41.5 ± 6.06 n=6	41.00 ± 6.16 n= 5
	B	48.333± 10.21 n=6	45.2± 7.69 n=5	37.37± 6.50 n= 8	37.89 ± 5.44 n= 9	38.0± 6.76 n= 8	36.50± 3.25 n= 8	37.13± 2.70 n= 8
FR	A	28.11 ± 10.45 n=9	21.88 ± 7.78 n=9	26.33 ± 8.27 n=9	24.55 ± 5.31 n= 9	25.75 ± 6.18 n=8	30.0 ± 12.53 n=6	28.6 ± 9.79 n= 5
	B	25.5 ± 9.29 n=6	34.8 ± 13.25 n=5	33.37± 12.86 n= 8	34.11 ± 9.33 n= 9	29.12 ± 9.40 n= 8	39.37 ± 23.08 n= 8	35.87 ± 13.46 n= 8
TLLC	A	2.11 ± 0.33 n=9	1.78 ± 0.66 n=9	1.89 ± 0.33 n=9	1.89 ± 0.33 n=9	2.0 ± 0.53 n= 9	2.0 ± 0.63 n=6	2.20 ± 0.45 n= 5
	B	2.20 ± 0.45 n=5	1.20 ± 0.45 n=5	1.38± 0.52 n= 8	1.56 ± 0.53 n= 9	1.50 ± 0.53 n= 8	1.75 ± 0.46 n= 8	1.38 ± 0.52 n= 8
SaO ₂	A	ND	79.33 ± 5.64 n=6	82.33 ± 3.08 n=9	82.33 ± 2.0 n=9	83.87 ± 2.35 n= 8	85.60 ± 8.01 n=5	85.0 ± 3.60 n= 3
	B	ND	75.80 ± 8.04 n=5	78.50± 4.78 n= 8	77.71 ± 7.69 n= 7	79.12 ± 6.12 n= 8	75.87 ± 5.48 n= 8	77.62 ± 5.26 n= 8
Tc	A	37.64 ± 0.44 n=7	38.08 ± 0.58 n=7	37.76 ± 0.87 n=9	37.66 ± 0.81 n=8	37.52 ± 0.73 n=7	37.18 ± 1.0 n=6	37.32 ± 1.0 n= 4
	B	37.67 ± 0.33 n=4	37.8 ± 0.75 n=5	37.85 ± 0.56 n= 8	37.87 ± 0.63 n= 9	37.77 ± 0.52 n= 8	37.82 ± 0.51 n= 8	37.87 ± 0.54 n= 8

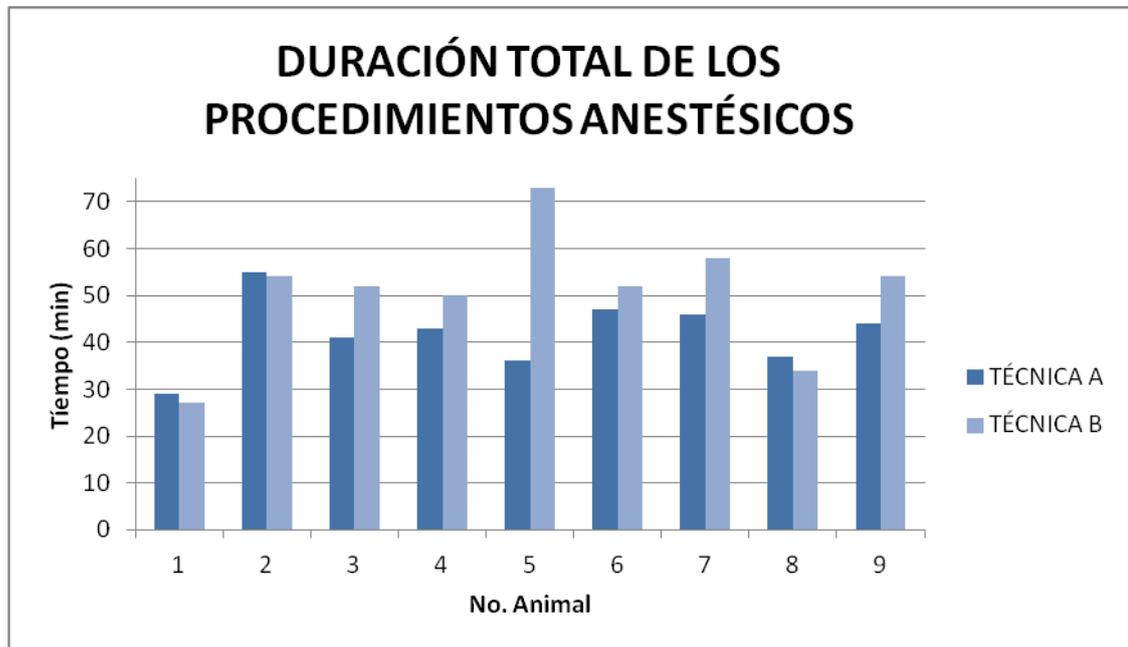
ND= no determinado. Los datos son expresados como la media ± error estándar de la media. El periodo basal corresponde al tiempo previo a la sedación y el tiempo +1 a +25 corresponde a los minutos posteriores a la inducción anestésica. FC: frecuencia cardiaca- latidos por minutos/ FR: frecuencia respiratoria-respiraciones por minuto/ TLLC: tiempo de llenado capilar-segundos/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / TC: temperatura corporal rectal-grados Celsius. A: X-B-EGG-K, B: X-De-Di-EGG-K.

X. FIGURAS



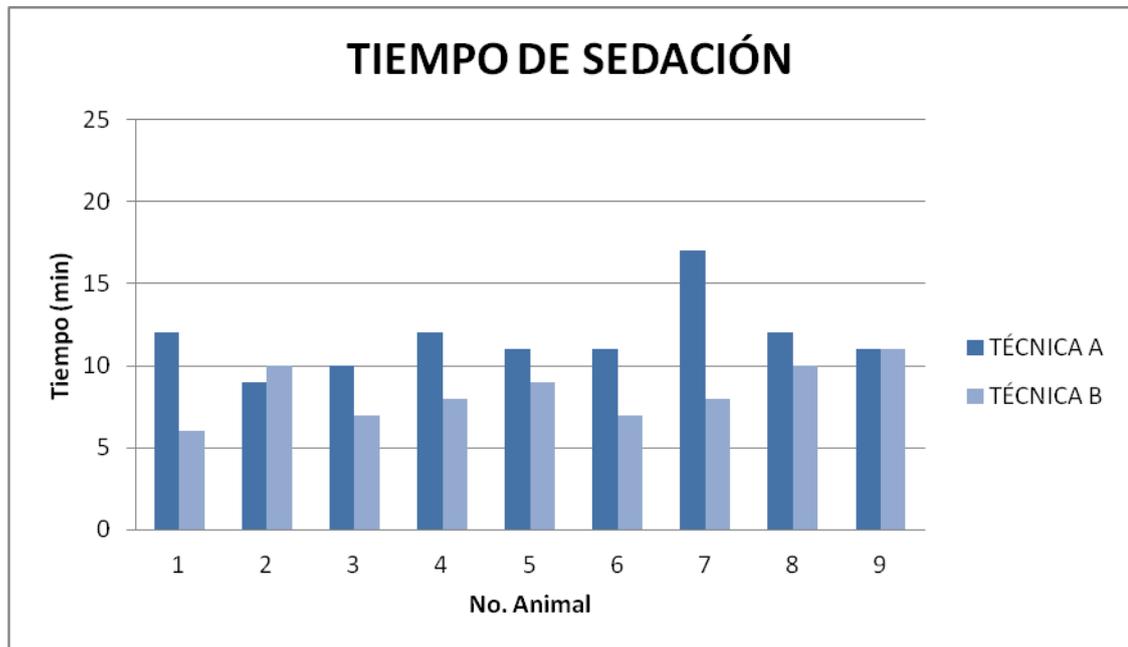
n= 9

FIGURA 1. Tiempo en decúbito lateral de las mulas, por efecto de la técnica anestésica A con xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y la técnica anestésica B con xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, que fueron usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración. Los minutos se miden a partir de que se administra el anestésico (ketamina) que lleva al decúbito lateral del animal y hasta que realiza el primer movimiento o se coloca en decúbito esternal. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en bloques cuya variable independiente es la técnica ($P < 0.05$).



n=9

FIGURA 2. Duración total de los procedimientos anestésicos de las mulas, con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y con la técnica B de xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración. Los minutos se miden a partir de que se administra el sedante (xilacina) y hasta que el animal se recupera al colocarse en cuadripedestación. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en bloques cuya variable independiente es la técnica ($P < 0.05$).



n= 9

FIGURA 3. Tiempo de sedación de las mulas con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y la técnica B de xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración. Los minutos se miden a partir de que se administra la xilacina en ambas técnicas y hasta que se administra el anestésico (ketamina). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en bloques cuya variable independiente es la técnica ($P < 0.05$).



N=9

FIGURA 4. Calidad de Inducción individual de las mulas con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y la técnica B de xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración, usando la escala de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2000).(16)

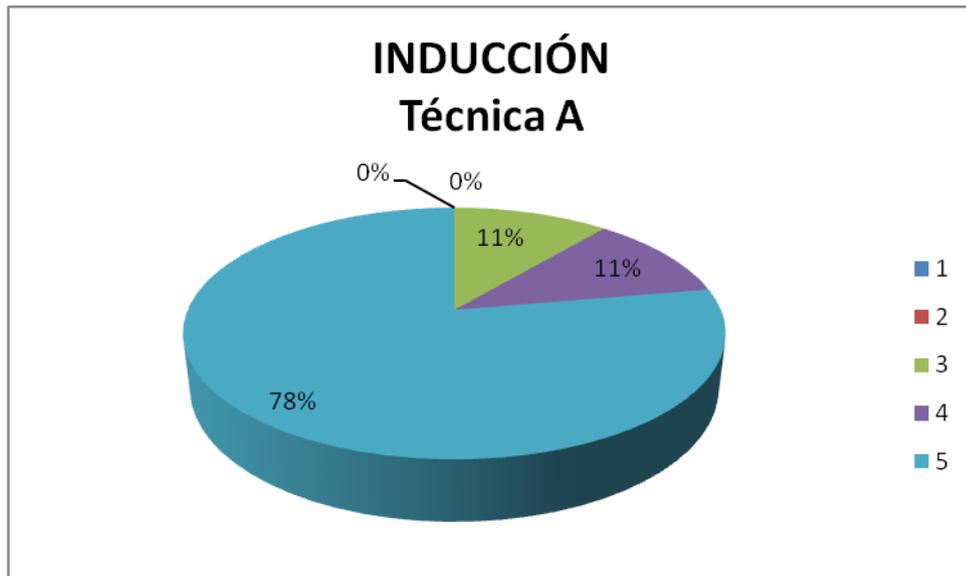


Figura 5. Porcentaje de la calidad de inducción(16) de las mulas con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina usada para producir anestesia total intravenosa de corta duración bajo condiciones de campo.

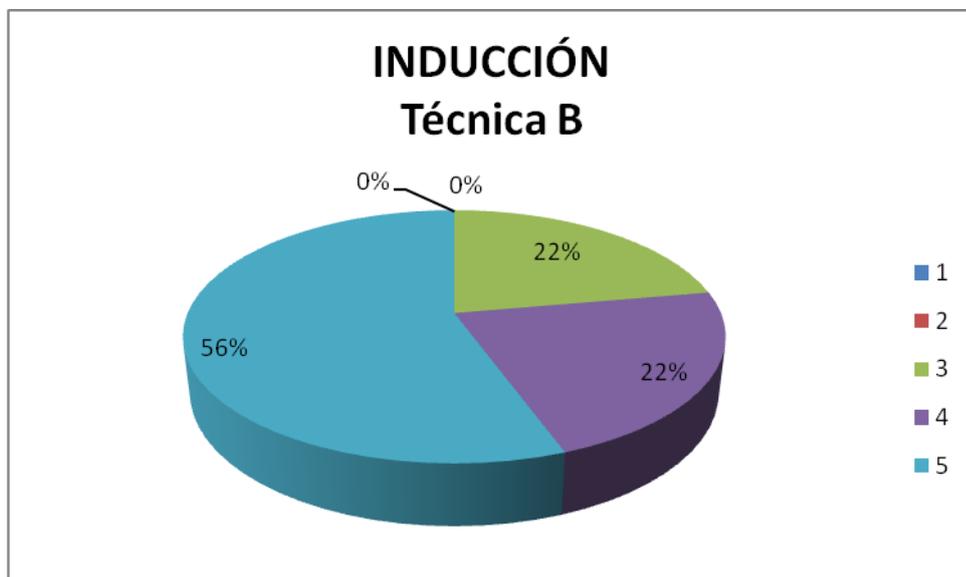
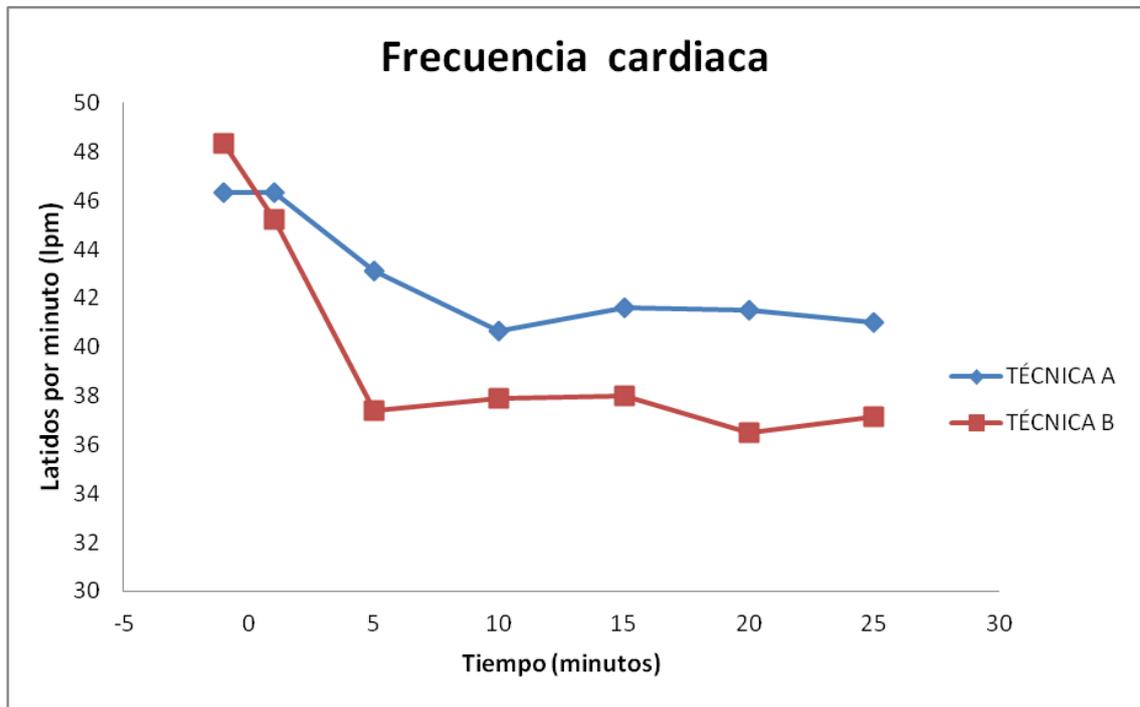


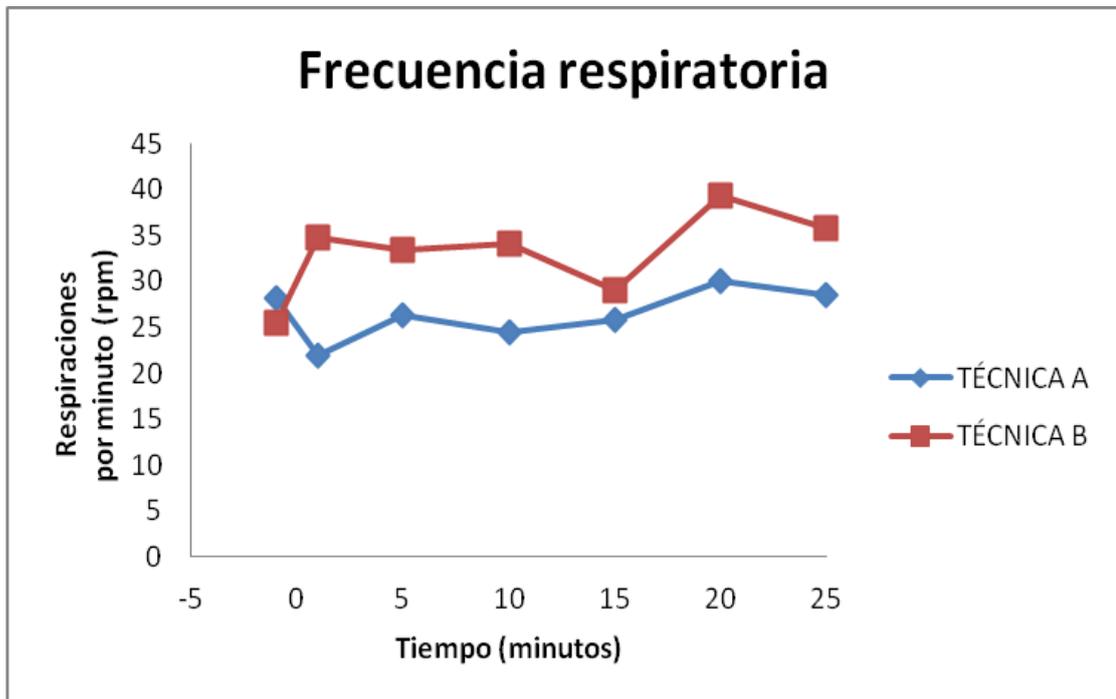
Figura 6. Porcentaje de la calidad de inducción(16) de las mulas con la técnica B de xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, usada para producir anestesia total intravenosa de corta duración bajo condiciones de campo.



n= 9

FIGURA 7. Frecuencia cardiaca (media \pm EE) de las mulas durante el periodo transanestésico con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y con la técnica B de xilacina-detomidina-díacepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración.

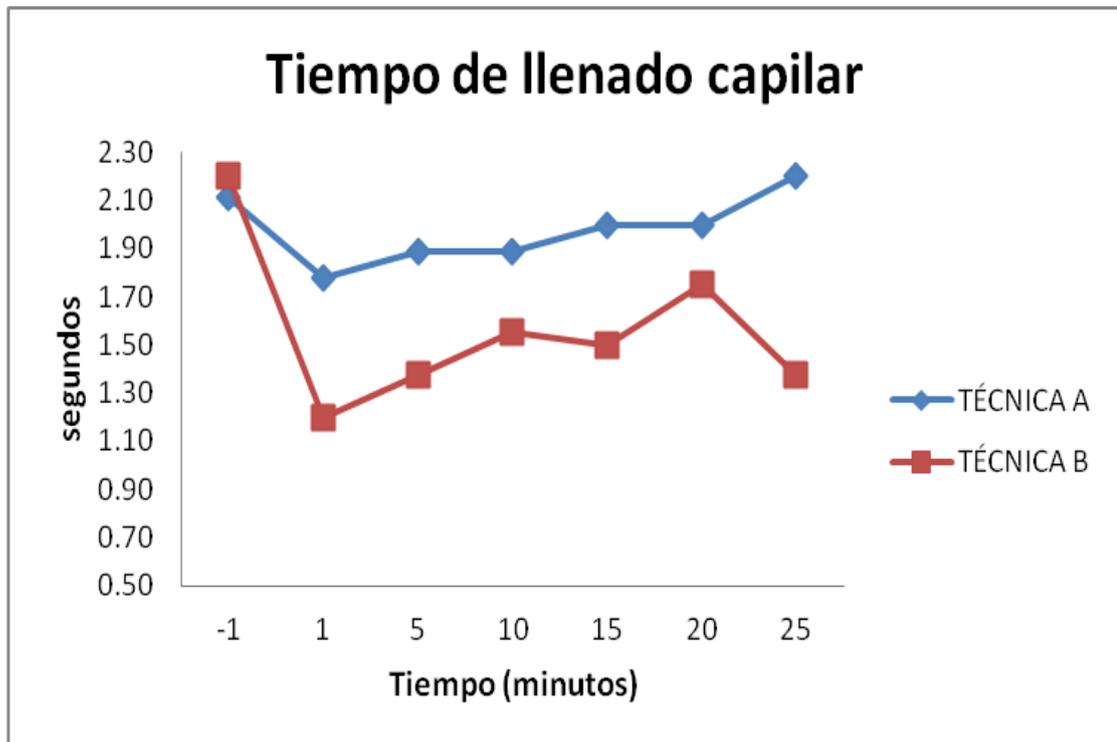
El tiempo (-1) corresponde al valor basal de la FC previa a la sedación, y los minutos 1 al 25 corresponden a los posteriores a la inducción anestésica con ketamina. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con mediciones repetidas a través del tiempo donde las variables independientes son la técnica y el tiempo ($P < 0.05$).



n= 9

FIGURA 8. Frecuencia respiratoria (media \pm EE) de las mulas durante el periodo transanestésico con las técnicas A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y técnica B de xilacina-detomidina-díazepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración.

El tiempo (-1) corresponde al valor basal de la FR previa a la sedación, y los minutos 1 al 25 corresponden a los posteriores a la inducción anestésica con ketamina. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con mediciones repetidas a través del tiempo donde las variables independientes son la técnica y el tiempo ($P < 0.05$).



n= 9

FIGURA 9. Tiempo de llenado capilar (media \pm EE) de las mulas durante el periodo transanestésico con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y con la técnica B de xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración.

El tiempo (-1) corresponde al valor basal del TLLC previo a la sedación, y los minutos 1 al 25 corresponden a los posteriores a la inducción anestésica con ketamina. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con mediciones repetidas a través del tiempo donde las variables independientes son la técnica y el tiempo ($P < 0.05$).

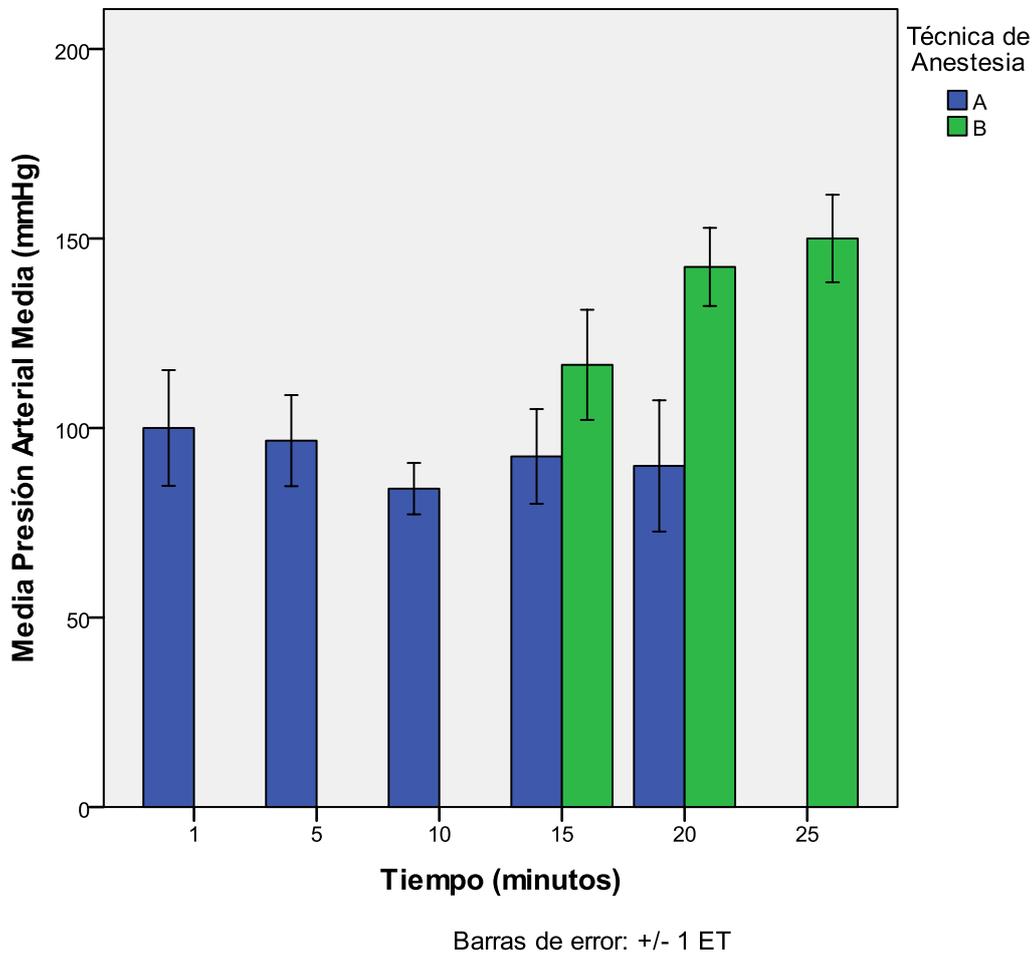
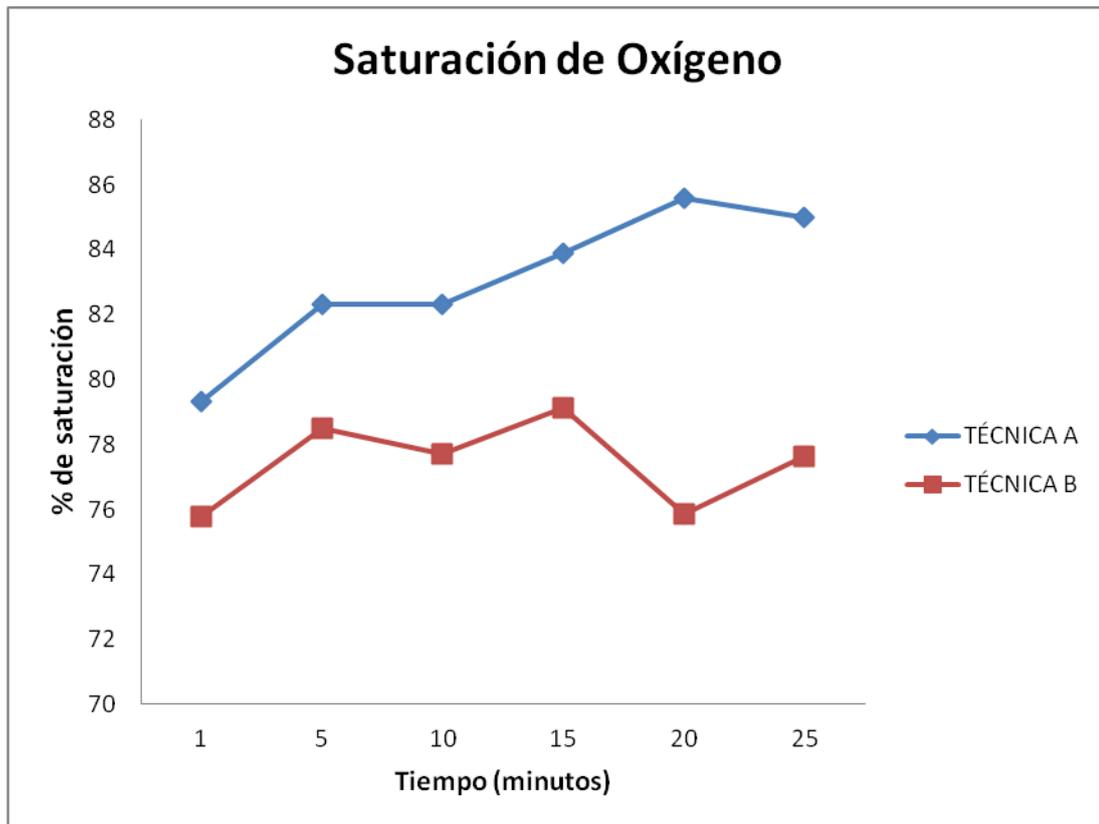


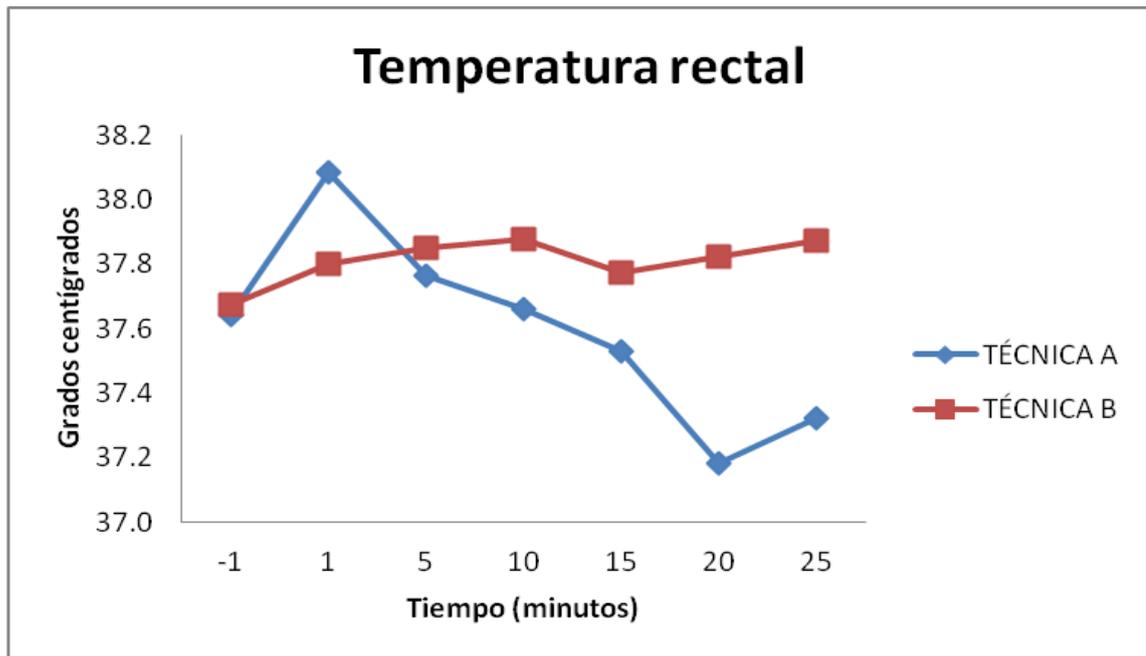
FIGURA 10. Presión arterial media las mulas durante el periodo transanestésico con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y con la técnica B de xilacina-detomidina-díazepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración. El tiempo 1 al 25 corresponden a los minutos posteriores a la inducción con ketamina.



N=9

FIGURA 11. Saturación de oxígeno (media \pm EE) de las mulas durante el periodo transanestésico con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y con la técnica B de xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración.

El tiempo 1 al 25 corresponden a los minutos posteriores a la inducción con ketamina. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con mediciones repetidas a través del tiempo donde las variables independiente son la técnica y el tiempo ($P < 0.05$).



n= 9

FIGURA 12. Temperatura rectal (media \pm EE) de las mulas durante el periodo transanestésico con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y con la técnica B de xilacina-detomidina-díazepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración.

El tiempo (-1) corresponde al valor basal de la Tr previa a la sedación, y los minutos 1 al 25 corresponden a los posteriores a la inducción anestésica con ketamina. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con mediciones repetidas a través del tiempo donde las variables independientes son la técnica y el tiempo ($P < 0.05$).



n=9

FIGURA 13. Calidad de recuperación(16) individual de las mulas con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina y la técnica B de xilacina-detomidina-diazepam-EGG-ketamina, usadas para producir anestesia total intravenosa de corta duración. Escala de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2000)(16).



FIGURA 14. Porcentaje de la calidad de recuperación(16) de las mulas con la técnica A de xilacina-butorfanol-EGG-ketamina, usada para producir anestesia total intravenosa de corta duración bajo condiciones de campo.

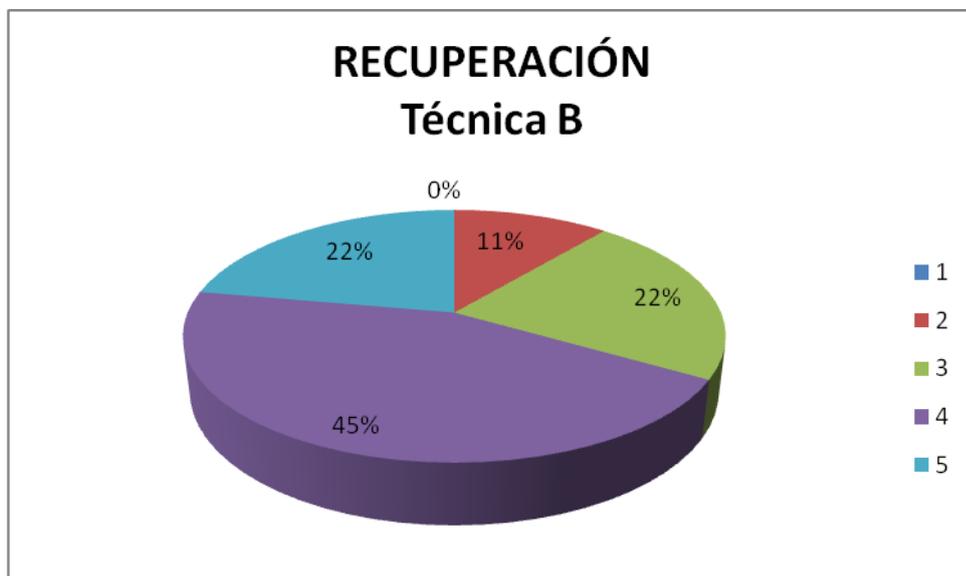


FIGURA 15. Porcentaje de calidad de recuperación(16) de las mulas con la técnica B de xilacina-detomidina-diacepam-EGG-ketamina, usada para producir anestesia total intravenosa de corta duración bajo condiciones de campo.

ANEXO A.

1. Taxonomía de los híbridos equinos.

Reino	<i>Animalia</i>
Filo:	<i>Chordata</i>
Clase:	<i>Mammalia</i>
Orden:	<i>Perissodactyla</i>
Familia:	<i>Equidae</i>
Género:	<i>Equus</i>
Mula	<i>Equus asinus x E. caballus</i>
Burdégano	<i>Equus caballus x E. asinus</i>

Tomado de Wilson, 2005(2).

2. Parámetros fisiológicos basales de los équidos.

Parámetro fisiológico	Burro*	Caballo[†]	Mula⁺	Mula⁺⁺
FC /lpm	31-53	28-40	35-55	32-60
FR /rpm	13-31	8-16	20-35	28-60
T /°C	37.1 (36.5-37.7)	37.5-38.5	varía por 3 grados	36.9-38.3
TLLC/ seg	1-2	1-2	1-2	1-3

Valores reportados por *Edsvensen, 2008(23), † Reed, 2004(24), +Matthews, 2000(3), ++Simenew, 2011(10). FC: frecuencia cardiaca- latidos por minutos/ FR: frecuencia respiratoria-respiraciones por minuto/ T: temperatura corporal-grados Celsius / TLLC: tiempo de llenado capilar-segundos.

3. Escala para calificar la calidad de inducción de la anestesia general en équidos.

ESCALA	INDUCCIÓN
5	Representa una inducción suave, con buena relajación muscular.
4	Una transición suave a decúbito lateral, con pocos movimientos de miembros o faciales.
3	Decúbito lateral más tardado con mayor rigidez muscular o movimientos de miembros.
2	Actividad muscular aumentada, antes y durante la transición a decúbito lateral.
1	Movimientos vigorosos de miembros, pataleo y aumento de la actividad muscular durante la transición a decúbito lateral.

*Escala tomada de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2001)(16).

4. Escala para calificar la calidad de recuperación de la anestesia general en équidos.

ESCALA	RECUPERACIÓN
5	Indica un esfuerzo único, coordinado para levantarse con ligera o ninguna ataxia.
4	Único intento con ligera ataxia.
3	Recuperación tranquila con más de un intento por levantarse.
2	Varios intentos incoordinados que causan lesiones ligeras (laceraciones en los miembros o cabeza).
1	Muchos intentos incoordinados por levantarse que causan lesiones mayores o que involucran la vida (fracturas).

*Escala tomada de (Mama *et al.*, 1992) citada por (García, 2001)(16).

5. Resultados del hemograma practicado a las nueve mulas en estudio, previo a los procedimientos anestésicos.

Analito	Valor de referencia	unidades	ANIMALES								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hematocrito	0.27-0.51	L/L	0.4	0.36	0.33	0.38	0.46	0.3	0.44	0.45	0.46
Eritrocitos	5.0-10.6	$\times 10^{12}/L$	7	6.8	6.4	6.9	9.8	6.2	8.9	8.3	8.2
VGM	43-61	fL	57	53	51	55	47	48	49.4	54	56
Plaquetas	140-544	$\times 10^9/L$	104	120	100	Adec	216	204	120	248	120
Sólidos totales	60-84	g/L	64	66	62	70	68	60	72	68	62
Leucocitos	4.2-12.8	$\times 10^9/L$	9.7	6.7	7.4	7.7	6.2	6.1	6.2	8.2	7.3
Neutrófilos	1.6-6.5	$\times 10^9/L$	3.7	3.1	3.3	4	3	3.2	1.5	2.9	4.2
Bandas	-	$\times 10^9/L$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metamielocitos	-	$\times 10^9/L$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mielocitos	-	$\times 10^9/L$	0	-	0	-	0	0	0	0	0
Linfocitos	0.6-13.2	$\times 10^9/L$	5.4	3.4	3.3	3	3.2	2.6	4.4	5.2	2.8
Monocitos	0-0.75	$\times 10^9/L$	0.4	0.1	0.1	0.3	0	0.2	0.2	0.1	0.1
Eosinófilos	0-1.16	$\times 10^9/L$	0.1	0.1	0.7	0.2	0	0.1	0.1	0	0.2
Basófilos	0-0.02	$\times 10^9/L$	0.1	0	0	0.2	0	0	0	0	0
Fibrinógeno	<5	g/L	4	6	2	4	2	1	4	4	2

Volumen globular medio (VGM), Adec (adecuado)

6. Resultados de la bioquímica sanguínea practicada a las nueve mulas en estudio, previo a los procedimientos anestésicos.

ANIMALES											
Analito	Valor de referencia	unidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Glucosa	3.5-6.0	mmol/L	4.38	4.51	4.24	3.64	3.20	3.86	3.53	3.31	3.21
Urea	0.72-6.72	mmol/L	3.38	5.5	4.84	6.44	6.2	4.23	6.01	3.72	3.93
Creatinina	51-125	mcmol/L	108	138	98	98	115	124	109	121	126
Bilirrubina total	1.8-16.38	mcmol/L	11.64	17.4	13.95	15.7	17.1	49.54	12.9	18.09	23.6
Bilirrubina conjugada	-	mcmol/L	11.08	9.85	7.3	9.15	9.64	10.49	7.65	11.3	13.3
Bilirrubina no conjugada	-	mcmol/L	3.56	7.5	6.65	6.58	7.45	39.05	5.25	6.79	10.4
(AST)	168-393	U/L	189	302	355	273	345	338	358	281	269
GGT	5.3-146	U/L	35	25	30	34	60	28	34	45	28
Creatinina quinasa (CK)	106-555	U/L	243	301	443	737	318	309	537	552	586
Proteínas totales	56-79	g/L	52	64	59	63	64	58	71	67	61
Albúmina	23-36	g/L	30	34	31	31	38	28	38	38	34
Globulinas	25-50	g/L	22	30	28	32	26	30	33	29	27
Realación A/G	-	-	1.36	1.13	1.11	0.97	1.46	0.93	1.15	1.31	1.26
Calcio	-	mmol/L	2.72	3	2.89	3.02	2.94	2.71	2.87	3.06	3.04

Fosforo	-	mmol/L	0.81	0.86	1.38	0.8	0.96	0.7	1.23	0.76	1.08
Realación C/F	-		3.2	3.49	2.09	3.77	3.06	3.87	2.33	4.03	2.81
Potasio	3-5.6	mmol/L	3.13	3.45	2.78	3.04	1.7	3.38	2.24	3.69	3.65
Sodio	128-143	mmol/L	134	134	134	138	139	138	132	133	135
Cloro	90.8-109.7	mmol/L	99	99	98	103	102	103	99	101	99
Bicarbonato	-	mmol/L	30	31	32	30	30	31	27	30	32
Anion Gap	-	mmol/L	8	7	7	8	9	7	8	6	8
Diferencia de iones fuertes	-	mmol/L	35	35	36	35	37	35	33	32	36
Osmolaridad	-	mOsm/kg	266	268	267	276	277	274	264	263	267
GLDH	0.1-13.4	U/L	3	7	8	6	9	9	8	9	9

Aspartato aminotransferasa (AST), Gamma glutamiltransferasa (GGT), Glutamato deshidrogenasa (GLDH).

ANEXO B

Registro individual de los procedimientos anestésicos en mulas con las técnicas de anestesia total intravenosa A y B.

No.9		TECNICA B					
Hembra	Peso: 266 Kg				INICIO	FIN	T.TOTAL
7 años					03:40	04:34	00:54
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	48	22	3	0	0	37.7	
1	44	18	2	0	0	37.7	
5	41	16	1	0	78	37.8	
10	38	28	2	0	67	37.7	
15	37	30	1	0	67	37.6	
20	38	28	2	0	67	37.7	
25	40	38	1	0	69	37.4	
30	40	30	1	0	75	37.3	
35	43	40	1	110	78	37.4	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 5		TECNICA B					
Macho					INICIO	FIN	T.TOTAL
11 años	Peso: 291 Kg				05:22	06:35	01:13
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	48	20	2	0	0	37.3	
1	48	28	2	0	0	37.8	
5	50	32	2	0	80	38.2	
10	39	28	1	0	79	38.3	
15	39	24	2	140	77	37.3	
20	34	28	2	160	80	37.7	
25	39	28	2	150	80	38.3	
30	40	20	2	170	80	37.8	
35	46	24	2	160	80	38.1	
40	32	20	2	0	80	37.6	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 2		TECNICA B					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
14 años	Peso: 351 Kg				07:06	08:00	00:54
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO ₂	Tr	
EFG	43	16	2	0	0	37.3	
1	38	26	2	0	0	37.4	
5	36	32	2	0	76	37.4	
10	36	40	2	0	87	37.3	
15	28	24	2	0	86	37.5	
20	38	36	2	0	72	37.4	
25	40	33	2	0	78	37.2	
30	36	28	2	0	80	36.9	
35	32	24	2	0	80	37.1	
40	34	24	2	0	80	37.2	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 3		TECNICA B					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
15 años	Peso: 333 Kg				01:25	02:17	00:52
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO ₂	Tr	
EFG	48	23	2	0	0	37.2	
1	54	25	1	0	76	37.5	
5	31	20	1	0	81	37.6	
10	38	22	2	0	78	37.1	
15	48	20	2	120	78	37.1	
20	35	22	2	130	77	37.1	
25	36	22	1	130	73	37.5	
30	36	22	2	130	73	37.5	
35	36	22	1	130	77	37.6	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 4		TECNICA B					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
16 años	258 kg				12:16	13:06	00:50
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	35	22	2	0	0	37.9	
1	40	22	1	0	71	38.4	
5	29	34	2	0	80	38.4	
10	30	34	2	0	80	38.3	
15	30	32	2	90	85	38	
20	31	60	2	120	84	38.5	
25	32	28	2	0	85	38.5	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 7		TECNICA B					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
11 años	Peso: 322 Kg				02:52	03:50	00:58
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	66	24	2	0	0	37.9	
1	62	26	1	0	0	38.2	
5	55	28	1	0	0	38.5	
10	50	28	1	0	0	38.6	
15	45	20	1	0	83	38.5	
20	37	24	2	160	80	38.6	
25	36	40	1	170	80	38.6	
30	36	44	1	170	79	38.4	
35	40	36	1	170	79	38.4	
40	44	35	1	170	78	37.8	
45	40	44	1	170	0	37.8	
50	40	48	1	160	0	37.9	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No.1		TECNICA B					
Macho					INICIO	FIN	T.TOTAL
6 años	Peso: 296 Kg				04:14	04:41	00:27
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO ₂	Tr	
EFG	40	28	2	0	0	38.5	
1	36	32	1	0	68	38.8	
5	36	32	1	0	67	38.8	
10	36	32	1	0	68	38.8	
15	37	35	1	0	76	38.5	
20	37	29	1	0	72	38	
25	38	30	1	0	74	38.1	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 8		TECNICA B					
Macho					INICIO	FIN	T.TOTAL
8 años	Peso: 324 Kg				11:45	12:19	00:34
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO ₂	Tr	
EFG	43	18	2	0	0	37.4	
1	52	55	2	0	89	37.1	
5	36	57	1	0	82	37.4	
10	40	52	2	0	0	37.2	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 6		TECNICA B					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
8 años	Peso: 304 Kg				01:37	02:29	00:52
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	50	44	0	0	0	37.2	
1	44	40	1	0	75	37.2	
5	40	44	1	0	83	37.2	
10	34	43	1	0	85	37.6	
15	40	48	1	0	81	37.7	
20	42	88	1	0	75	37.6	
25	36	66	1	0	82	37.5	
30	36	75	1	0	81	37.6	
35	35	67	1	0	81	37.5	
40	35	65	1	0	82	36.9	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 5		TECNICA A					
Macho					INICIO	FIN	T.TOTAL
11 años	Peso: 280 Kg				01:34	02:10	00:36
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	48	20	2	0	0	37.3	
1	48	20	2	0	0	37.3	
5	44	20	2	0	84	36.8	
10	46	22	2	60	85	36.2	
15	48	24	2	60	88	36.7	
20	48	22	2	60	79	36.4	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No.3		TECNICA A					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
15 años	Peso: 334Kg				02:57	03:38	00:41
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	48	22	2	130	0	37.2	
1	48	22	2	0	0	37	
5	52	22	2	0	77	36.5	
10	42	22	2	0	85	37.2	
15	46	22	3	0	85	37.3	
20	44	22	3	0	86	36.8	
25	46	22	2	40	84	36.7	
30	47	26	2	0	73	36.9	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 2		TECNICA A					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
14 años	Peso: 367 Kg				04:51	05:46	00:55
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	43	13	2	90	0	37.2	
1	28	14	2	0	0	37	
5	42	26	2	0	80	36.9	
10	34	24	2	0	82	37.2	
15	36	24	2	0	85	36.6	
20	38	35	2	0	84	36.4	
25	38	36	2	0	82	36.2	
30	42	32	2	0	88	36	
35	40	32	2	0	85	36.4	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 1		TECNICA A				
Macho				INICIO	FIN	T.TOTAL
6 años	278 Kg			01:38	02:07	00:29
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO ₂	Tr
EFG	40	25	2	0	0	38.3
1	50	28	1	80	70	38.5
5	35	26	2	80	79	38.6
10	38	24	2	80	82	0

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 6		TECNICA A				
Hembra				INICIO	FIN	T.TOTAL
8 años	Peso: 298Kg			02:37	03:24	00:47
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO ₂	Tr
EFG	35	42	2	0	0	37.9
1	54	22	2	0	82	38.4
5	46	36	2	0	84	38.6
10	42	30	2	90	81	38.3
15	43	36	2	90	83	38.2
20	40	53	1	0	99	38.2
25	42	42	2	0	0	38.1

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 9		TECNICA A				
Hembra				INICIO	FIN	T.TOTAL
7 años	Peso: 266 Kg			04:16	05:00	00:44
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr
EFG	51	32	2	0	0	37.8
1	54	11	3	90	77	38.8
5	51	15	2	90	84	38.7
10	46	16	2	90	79	38.8
15	45	16	2	100	81	38.6
20	47	20	2	90	80	38.7
25	47	23	2	80	89	38.3

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 4		TECNICA A				
Hembra				INICIO	FIN	T.TOTAL
16 años	2Peso: 56 kg			12:14	12:57	00:43
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr
EFG	48	20	2	0	0	37.1
1	44	20	1	0	78	37.3
5	34	22	2	0	87	37.5
10	34	24	2	0	84	37.5
15	34	24	2	0	85	37.6
20	32	28	2	0	0	36.6
25	32	20	3	0	0	36.6

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 7		TECNICA A					
Hembra					INICIO	FIN	T.TOTAL
11 años	Peso. 304 Kg				02:03	02:49	00:46
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	52	40	2	0	0	37.9	
1	51	22	2	0	86	38	
5	44	28	2	0	83	37.9	
10	41	24	2	0	82	37.9	
15	41	28	2	0	81	37.7	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.

No. 8		TECNICA A					
Macho					INICIO	FIN	T.TOTAL
8 años	Peso: 342 Kg				15:34	16:11	00:37
Tiempo	FC	FR	TLLC	PAM	SaO₂	Tr	
EFG	52	39	3	0	0	38.2	
1	40	38	1	0	83	38.3	
5	40	42	1	0	83	38.4	
10	43	35	1	0	81	38.2	
15	40	32	1	0	83	38.2	

Examen físico general (EFG) previo a los procedimientos anestésicos. El tiempo 1 corresponde a la inducción anestésica con ketamina. FC: frecuencia cardiaca / FR: frecuencia respiratoria / TLLC: tiempo de llenado capilar/ PAM: Presión arterial media- mmHg/ SaO₂: saturación de oxígeno-% / Tr: temperatura rectal. T.TOTAL: Duración de los procedimientos anestésicos. El valor 0 indica que no fue determinado.