



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**COMPORTAMIENTO SEXUAL Y CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN  
DE BURRO CRIOLLO DE MÉXICO.**

**TESIS QUE PRESENTA:**

JUANA CAMARENA MELO

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA  
ZOOTECNISTA.**

**ASESOR:**

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS J. JESÚS CONEJO NAVA.

**COASESORES:**

MVZ. IRMA ARACELI TOSCANO TORRES.

MVZ. INGRID BRENDA OLIVO ZEPEDA.

MORELIA, MICHOCÁN, MARZO DE 2015



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



---

**COMPORTAMIENTO SEXUAL Y CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN  
DE BURRO CRIOLLO EN MÉXICO**

---



**TESIS QUE PRESENTA:**

**JUANA CAMARENA MELO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**ASESOR:**

**DR. J. JESÚS CONEJO NAVA.**

**COASESORES:**

**MVZ. IRMA ARACELI TOSCANO TORRES.**

**MVZ. INGRID BRENDA OLIVO ZEPEDA.**

**MORELIA, MICHOACÁN; MARZO 2015**



**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Aprobación de Impresión del Trabajo**

Morelia, Michoacán, 12 de marzo de 2015

**C. DR. JOSÉ LUIS SOLORIO RIVERA**  
Director de la FMVZ-UMSNH  
**P R E S E N T E .**

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesis titulada: "**COMPORTAMIENTO SEXUAL Y CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN DEL BURRO CRIOLLO EN MÉXICO**", forma parte del proyecto de investigación "*Estudios sobre la colección y congelación del semen de burro criollo (Equus africanus asinus)*", aprobado por el Consejo de Investigación Científica de la UMSNH, como parte del Programa de Investigación 2013, desarrollada por el **P. MVZ. JUANA CAMARENA MELO**, dirigida por el asesor **DR. J. JESÚS CONEJO NAVA**, fue **revisada y aprobada** por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**ATENTAMENTE**

**DR. MANUEL JAIME TENA MARTÍNEZ**  
PRESIDENTE

**MVZ. JOSÉ FARIAS MENDOZA**  
VOCAL

**DR. J. JESÚS CONEJO NAVA**  
VOCAL (ASESOR)

[www.vetzoo.umich.mx](http://www.vetzoo.umich.mx)

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. J. Jesús Conejo Nava, por todo su gran apoyo brindado en la realización de esta tesis, por sus consejos, paciencia, confianza y exigencia académica que me brindo durante todo este tiempo.

Mi reconocimiento para la MVZ. Ingrid Brenda Olivo Zepeda, MVZ. Irma Araceli Toscano Torres y el Dr. Daniel Val Arreola por su gran apoyo incondicional para la realización de esta tesis, sus consejos, conocimientos, por hacer más ameno este trabajo y por la gran amistad que me han brindado.

A los Doctores de la mesa sinodal, Dr. Manuel Jaime Tena Martínez y Dr. José Farías Mendoza, por la revisión de este trabajo y por sus aportaciones para mejorarlo.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y sobre todo a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura.

Gracias a la Unidad de Servicios Integrales en Reproducción Animal por haberme dado la oportunidad y confianza de participar en el presente proyecto.

A la Coordinación de la Investigación Científica por el apoyo brindado para poder realizar este proyecto.

Dedico esta tesis a mis hermanas (Mildret, Sintia, María Mercedes Y Rosa), cuñados (José Luis y Julio) y sobrinos (Luis Alexander, Ashly Alexandra, Dayana Betzabeth y Ricardo de Jesús), pero sobre todo a mi madre Eva, te amo mamá.

# ÍNDICE.

## RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
2.1 El origen del burro doméstico ( <i>Equus Asinus</i> ) y formación de razas.....	2
2.2 El origen del burro criollo en México.....	3
2.3 Inventario y situación actual.....	4
2.4 Comportamiento sexual de la burra.....	8
2.5 Comportamiento sexual del burro.....	9
2.6 Características del semen de burro en varias razas nativas.....	10
2.6.1 Factores que afectan las características del semen en burros.....	12
3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	15
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
5. OBJETIVO.....	15
6. HIPÓTESIS.....	16
7. MATERIAL Y MÉTODO.....	16

<b>7.1</b>	<b>Material biológico.....</b>	<b>16</b>
<b>7.2.</b>	<b>Procedimientos para la colección de semen.....</b>	<b>17</b>
<b>7.3</b>	<b>Evaluación del semen.....</b>	<b>19</b>
<b>7.4</b>	<b>Evaluación del comportamiento sexual del burro criollo durante la colecta....</b>	<b>22</b>
<b>7.5</b>	<b>Análisis estadístico.....</b>	<b>23</b>
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>8.1.</b>	<b>Comportamiento sexual del burro criollo durante la colecta.....</b>	<b>23</b>
<b>8.2.</b>	<b>Características del semen de burro criollo.....</b>	<b>25</b>
<b>9.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Población asnal del estado de Michoacán por municipio (Mapa elaborado a partir del censo agropecuario).....	<b>6</b>
<b>Figura 2.</b> Carreteras del estado de Michoacán.....	<b>7</b>
<b>Figura 3.</b> Vagina artificial modelo Hannover.....	<b>18</b>
<b>Figura 4.</b> Sujeción de la burra con un tirapié y del macho con una gamarra para la colección del semen.....	<b>18</b>
<b>Figura 5.</b> Evaluación macroscópica del semen de burro.....	<b>19</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Número de razas de asnos locales por regiones.....	<b>3</b>
<b>Cuadro 2.</b> Número de cabezas a nivel nacional y por entidades.....	<b>5</b>
<b>Cuadro 3.</b> Duración del ciclo estral, estro y diestro en diferentes razas de burras y yegua en la primavera en Barcelona.....	<b>8</b>
<b>Cuadro 4.</b> Comportamiento sexual en burros de raza Pega utilizando yeguas como maniquí para la colección de semen.....	<b>10</b>
<b>Cuadro 5.</b> Talla y peso de siete razas locales de asnos.....	<b>11</b>
<b>Cuadro 6.</b> Características del semen en diferentes razas de burros.....	<b>12</b>
<b>Cuadro 7.</b> Características del semen de burro colectado semanalmente durante 12 meses, dos veces a la semana.....	<b>13</b>
<b>Cuadro 8.</b> Número total de espermatozoides vivos de burros recogidos semanalmente durante 12 meses, dos veces a la semana.....	<b>14</b>
<b>Cuadro 9.</b> Identificación de los burros criollos utilizados en el estudio.....	<b>17</b>
<b>Cuadro 10.</b> Valoración de las ondas de movimiento.....	<b>20</b>
<b>Cuadro 11.</b> Comportamiento sexual (promedio e individual) del burro criollo durante la colección con vagina artificial.....	<b>24</b>
<b>Cuadro 12.</b> Comportamiento sexual del burro criollo durante primavera-verano y otoño-invierno.....	<b>24</b>
<b>Cuadro 13.</b> Características del semen de burro criollo.....	<b>25</b>
<b>Cuadro 14.</b> Características del semen de burro criollo durante primavera- verano y otoño-invierno.....	<b>26</b>
<b>Cuadro 15.</b> Coeficientes de correlación para las características del semen de burro criollo.....	<b>27</b>

## RESUMEN

El burro criollo tiene una gran importancia económica y cultural a nivel mundial, así como en las zonas rurales del centro y sur de México; sin embargo, existe un drástico descenso de los inventarios en México y a diferencia de otros países no existen programas de conservación y hay un desconocimiento de los aspectos reproductivos de la especie. El presente trabajo tiene como objetivo determinar el comportamiento sexual y las características del semen de burro criollo de México. Se obtuvieron 20 eyaculados provenientes de tres burros criollos en etapa reproductiva mediante vagina artificial con una burra en estro. La respuesta de flehmen fue de  $7.6 \pm 4.6$  veces, un número de montas sin erección de  $6.5 \pm 3.3$  veces, un tiempo de reacción de  $5.6 \pm 3$  minutos, un tiempo de monta de  $305.1 \pm 3$  segundos y un tiempo de eyaculado de  $36.3 \pm 13.7$  segundos. Las características del semen fueron: volumen,  $29.8 \text{ml} \pm 16.2$ , movilidad masal de  $3.5 \pm 0.7$ , movilidad progresiva del  $79.5\% \pm 9.9$ , viabilidad del  $84.7\% \pm 9.5$ , anormalidades espermáticas de  $22.1\% \pm 14.7$ , y concentración espermática de  $6826.5 \times 10^6 \pm 3578.9 \times 10^6$ . Se concluye que el burro criollo de México mostró un mejor comportamiento sexual en comparación a la raza Pega de Brasil. Este comportamiento cambia individualmente. Asimismo, las características del semen fueron similares a las de otras razas nativas, pero obtuvo valores inferiores con respecto al volumen de semen y concentración espermática. No hubo efecto de la estación reproductiva ni para el comportamiento sexual, ni para las características del semen. Se encontraron correlaciones entre varias características del semen.

**Palabras clave:** comportamiento sexual, características de semen, burro criollo.

## ABSTRACT

Creole donkey has great economic and cultural importance worldwide as well as in rural areas of central and southern Mexico; however, there is a drastic decrease in inventories in Mexico and unlike Spain there are no conservation programs and there is a lack of reproductive aspects of the species. This study aims to determine the sexual behavior and semen characteristics Creole donkey Mexico. 20 ejaculates from three Creoles donkeys in reproductive stage were obtained by artificial vagina with a donkey in estrus. Flehmen response was  $7.6 \pm 4.6$  times, a number of mounts without erection of  $6.5 \pm 3.3$  times, a reaction time of  $5.6 \pm 3$  minutes riding time  $305.1 \pm 3$  seconds and a time of  $36.3 \pm 13.7$  ejaculate seconds. semen characteristics were: volume,  $16.2 \pm 29.8$ ml, gross motility of  $3.5 \pm 0.7$ , progressive motility of  $79.5 \pm 9.9\%$ ,  $84.7\%$  viability  $\pm 9.5$ , sperm abnormalities of  $22.1\% \pm 14.7$ , we conclude that the Creole donkey sexual Mexico showed better performance compared to the Paste race in Brazil. This behavior changes individually. Also, sperm characteristics were similar to those of other native breeds, but scored lower values regarding semen volume and sperm concentration. There was no effect of the breeding season or for sexual behavior, or for semen characteristics. Correlations between various characteristics of semen were found.

**Keywords:** sexual behavior, sperm characteristics, Creole donkey.

# 1. INTRODUCCIÓN.

En muchas regiones del mundo, los asnos se utilizan para el transporte, la carga y la actividad agrícola. Los asnos y sus híbridos están adaptados a todas las regiones ecológicas y se utilizan principalmente en las regiones de bajo desarrollo económico. Tienen una larga vida, alta resistencia a las enfermedades, son muy manejables y su alimentación es económica.

El asno fue domesticado hace unos 6000 años en el norte de África, de donde se distribuyó a todo el mundo. Ha sido una especie de gran utilidad para la humanidad, como animal de trabajo en la agricultura; de carga, para el transporte de personas y mercancías; en el deporte y como fuente de alimento. Todas las civilizaciones de la antigüedad, egipcia, griega y romana contaron con esta especie para su desarrollo. Las naciones que sucedieron a las civilizaciones antiguas, en la Edad media y la Época Moderna tuvieron una presencia importante de esta especie equina, lo que se reflejó en un crecimiento de sus inventarios. Fue hasta después de la segunda guerra mundial que el burro comenzó a perder importancia, con los procesos de mecanización de la agricultura y .del transporte (Karatosidi *et al.*, 2013)

En 2005, la FAO estimó a nivel mundial la existencia de 41 millones de cabezas asnales y 150 razas, de las cuales 10 son transfronterizas y 140 son razas locales (FAO, 2010). Sin embargo, se observa una disminución de los inventarios y en países, como España e Italia varias razas asnales locales están al borde de la extinción (Gifford *et al.*, 2010). Lo anterior ha conducido a la necesidad de implementar varios programas de conservación para diversas razas asnales en estos países y se ha generado un conocimiento básico sobre diversos aspectos de la fisiología y la crianza.

En México existen pocos estudios sobre el burro criollo y se desconocen aspectos básicos de fisiología de la reproducción como base para el establecimiento de programas de conservación. El objetivo del presente estudio fue determinar el comportamiento sexual y las características del semen de burro criollo en México utilizando una burra en estro.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 El origen del burro doméstico (*EquusAsinus*) y formación de razas

El análisis filogenético de ADN mitocondrial de especies asnales, salvaje y doméstica sus parientes cercanos de 52 países, ha identificado a dos grupos muy divergentes, el asno salvaje de Nubia (*Equus asinus africanus*) y el asno de Somalia (*E. a. Somaliensis*), como representantes ancestrales del asno doméstico. No existe una fecha y lugar precisos de cuando y donde ocurrió esto, pero hay evidencia que fue hace 6000 a 4000 años A.C., en el noroeste de África (González *et al.*, 2010).

Los egipcios utilizaron a los asnos como animales de carga, como fuente de carne y leche y como animales de tiro en la agricultura. Desde el Valle del Nilo, el burro se dispersó a todos los continentes y en el cuarto milenio A.C. se encontraba en el suroeste de Asia. En 1800 A.C. la Mesopotamia fue un centro de cría de burros. Damasco fue conocida como la ciudad de los asnos ya que era un centro de comercio y se hizo famosa por una raza grande para montar, de color blanco. En Siria se desarrolló una raza de silla para las mujeres y otra raza robusta para arar. En Arabia se formó el burro Moscatel o Yemen, un animal fuerte y de color claro que todavía se utiliza en caravanas y para montar. El burro fue introducido a Europa por los griegos en el segundo milenio A.C., junto con la viticultura y más tarde, los romanos lo dispersaron hasta los límites de su imperio (The International Museum of the Horse, s.f.i.).

A España, los asnos llegan probablemente llevados primero por los fenicios y después por los romanos. Las razas andaluza y Majorera derivan del asno salvaje de Nubia (*Equus asinus africanus*) y las razas Catalana, Mallorquina, Encartaciones y Zamorano-Leonesa proceden del asno de Somalia (*E. a. Somaliensis*).

Actualmente, la FAO (2010) ha identificado 140 razas de asnos en todo el mundo, siendo Europa la región con mayor diversidad genética, seguida de Asia, América Latina, África y Cercano Oriente (cuadro 1).

**Cuadro 1. Número de razas de asnos locales por regiones (FAO, 2010)**

África	Asia	Europa y el Cáucaso	América Latina y el Caribe	Cercano y Medio Oriente	América del Norte	Pacífico sudoccidental	Mundo
17	39	40	21	16	4	3	140

## **2. 2 El origen del burro criollo en México**

En 1495 Cristóbal Colón introdujo al continente Americano los primeros burros, cuatro machos y dos hembras. En 1531 llegan a la Nueva España, las primeras 12 hembras y cuatro machos asnales procedentes de Cuba, para la producción de híbridos, mulos y mulas, se reiteraba la exigencia de los gobernantes de Nueva España, a sus contactos en Europa, para el envío de pies de cría de esta especie. El obispo y presidente de la segunda audiencia de la Nueva España, Ramírez de Fuenleal, escribía a la Metrópoli diciendo: "Convendría mucho que viniesen trescientas borricas para distribuir las entre los indios" (Mediana, 2006).

La cría de ganado mular era una empresa relativamente complicada pues para producir híbridos de calidad era necesario abocarse a la cría de caballos y asnos, ya que del apareamiento de un asno y una yegua se produce la mula, y de un caballo y una burra resulta el mulo o burdégano (Mijarez, 1994).

En la colonia, las mulas y burros tuvieron una gran importancia para la actividad agrícola, como se refleja en un decreto real dictado en 1594, se mandó que "los que labran en la tierra por sí o sus criados no puedan ser ejecutados por deuda en bueyes, mulas ni otras bestias de arar"; es decir, que se prohibía embargar los animales de labranza de los agricultores. Las mulas estaban siempre presentes dentro de las heredades agrícolas, donde eran empleadas para trabajar directamente en las labores del campo y desde luego como medio de transporte (Mijarez, 1994).

La cría del ganado asnal y mular, recibió un gran impulso durante el periodo colonial, ya que su empleo se generalizó en el trabajo en las minas, en la agricultura y en el transporte de víveres a ciudades y pueblos (Mediana, 2006). Los equinos fueron el

medio de transporte humano más importante durante este periodo, puesto que fueron la base para el desarrollo de una de las actividades económicas más importantes, “la arriería”. Las minas de oro y plata ocuparon millares de ganado mular para la extracción de minerales de su interior, la molienda de los mismos y el transporte a las fundiciones o casas de moneda (Mijarez, 1994).

Alejandro de Humboldt, al hablar del florecimiento alcanzado a principios del siglo XIX por el comercio establecido entre las ciudades de México y Veracruz, informó que ocupaba en sus trabajos más de cien mil mulas (Mediana, 2006)

Después de la segunda guerra mundial, con el surgimiento de la maquinaria agrícola y desarrollo de los medios de transporte modernos los burros empezaron a usarse cada vez menos, primero en los países ricos, y luego en los países en desarrollo, como México.

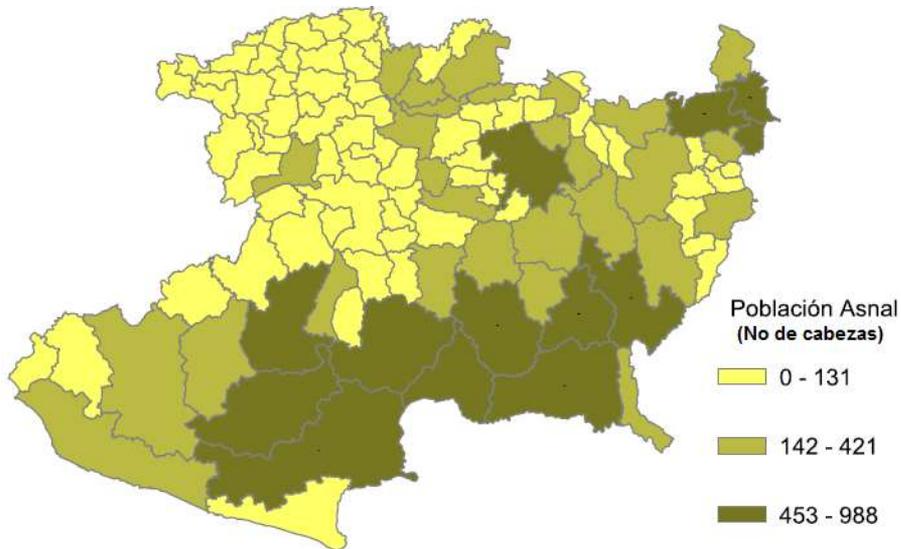
### **2.3 Inventario y situación actual**

La población asnal del país disminuyó drásticamente en el periodo de 1970 a 1991; de 3 millones 199 mil asnos en 1970 (Saucedo, 1984), a 1.5 millones de cabezas en 1991 (SAGARPA, 2002) y 581,401 cabezas en 2007; éstas últimas distribuidas en 302, 779 unidades de producción (INEGI, 2007). Los estados de Guerrero, Puebla, Oaxaca, México y Guanajuato muestran los mayores inventarios y por el contrario, en seis estados (Colima, Baja california, Campeche, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo) el asno está en proceso de declive, ya que se registraron menos de mil cabezas (cuadro 2).

**Cuadro 2. Número de cabezas a nivel nacional y por entidades (INEGI, 2007).**

ENTIDAD	CABALLAR	MULAR	ASNAL
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	1 328 524	234 009	581 401
GUERRERO	86 781	28 230	93 057
OAXACA	50 146	10 075	71 077
PUEBLA	66 615	21 387	63 031
VERACRUZ	119 546	12 469	46 357
MÉXICO	74 309	6 997	41 054
SAN LUIS POTOSÍ	70 523	10 891	33 070
GUANAJUATO	67 866	15 455	31 802
HIDALGO	39 822	6 121	20 294
ZACATECAS	63 241	11 490	20 009
CHIHUAHUA	88 099	11 153	18 498
MICHOACÁN DE OCAMPO	59 481	9 288	18 007
NUEVO LEÓN	37 686	4 561	15 337
COAHUILA DE ZARAGOZA	53 716	4 142	14 927
CHIAPAS	72 095	7 141	13 496
JALISCO	53 892	13 696	11 136
QUERÉTARO	17 592	2 250	9 198
TAMAULIPAS	30 259	4 258	8 839
NAYARIT	23 780	9 280	6 207
TLAXCALA	11 974	5 289	6 196
MORELOS	14 728	3 004	3 288
BAJA CALIFORNIA SUR	6 350	1 973	3 119
AGUASCALIENTES	10 951	1 429	2 286
COLIMA	5 449	1 323	995
BAJA CALIFORNIA	9 316	160	538
CAMPECHE	21 664	397	118
TABASCO	28 095	597	83
YUCATÁN	6 557	139	45
QUINTANA ROO	2 373	39	27

En Michoacán, en 2002 había un inventario de 33,675 asnos (SAGARPA), mientras que para 2007 existían solo 18 mil asnos, en 9,102 unidades de producción, ubicándose a nivel nacional en el décimo primero (cuadro 2). En general, la población asnal está muy reducida y en ningún municipio se rebasan las mil cabezas. En 13 municipios existe un inventario de 453 a 988 cabezas (Contepec, Huetamo, Tiquicheo, Carácuaro, Arteaga, Tumbiscatio, Churumuco, Turicato, La Huacana, Maravatío, Morelia, Apatzingán y Zitácuaro); en 28 municipios hay un inventario de 142 a 421 cabezas y en los 72 municipios restantes los asnos están prácticamente en extinción, de 0 a 131 cabezas (figura 1).



**Figura 1. Población asnal del estado de Michoacán por municipio (Mapa elaborado a partir del censo agropecuario (INEGI, 2007).**

Si se sobrepone el mapa de carreteras del estado de Michoacán (figura 2) con la distribución geográfica de los inventarios de asnos (figura 1), se observará que los municipios con mayor población asnal son aquellos con menor número de vías de

comunicación. Por el contrario, los municipios que se localizan en la región centro occidente son atravesados por un mayor número de vialidades y presentan inventarios asnales sumamente reducidos.

Estos resultados muestran que el asno se halla confinado a las zonas rurales con vías de comunicaciones deficientes o inexistentes. En estos lugares el burro sigue siendo un animal importante para la economía familiar campesina, ya que es el medio más utilizado para transportar leña, implementos agrícolas y productos agropecuarios, entre otros (Arriaga *et al.*, 2003) y por su crianza fácil y barata. Paradoja terrible, ya que su conservación depende del mantenimiento de las condiciones de pobreza y marginación de amplios sectores de la población rural en México.



Figura 2. Carreteras del Estado de Michoacán (<http://www.mapacarreteras.org/e2552-michoacan-de-ocampo.html>)

A diferencia de España (Folch, 1998), Francia (Trimeche, 1998) y Brasil (da Silva, *et al.*, 2010), en México no existe programas de conservación de estos recursos genéticos locales y los pocos estudios existentes se refieren a sus orígenes y situación general en México (Aluja *et al.*, 1992), sus características morfométricas y morfológicas (Aluja *et al.*, 2005) y su empleo como animal de trabajo (Arriaga *et al.*, 2003).

## 2.4 Comportamiento sexual de la burra

Frecuentemente se asume que las burras, poseen características reproductivas similares a la de las yeguas. Sin embargo a pesar de ser dos especies que comparten el mismo género, presentan diferencias en el comportamiento reproductivo. A diferencia de las yeguas, el signo más constante e indicativo de celo en las burras es el movimiento de masticación. En general, cuando una burra es sexualmente receptiva muestra signos de acomodación y serenidad. Los signos de celo en burras son masticar, tirar de las orejas hacia atrás con el cuello extendido hacia abajo, orinar, levantar la cola, y algunas veces hacer contracciones vulvares repetidas, descubriendo el clítoris. Las burras también pueden mostrar comportamientos homotípicos (típicos del macho) que incluyen la monta, la persecución y el flehmen, infrecuentes en las yeguas (Taberner, 2010).

Además, el ciclo estral y el diestro de la burra son más largos que en la yegua, mientras que la duración del estro es semejante (cuadro 4).

**Cuadro 3. Duración del ciclo estral, estro y diestro en diferentes razas de burras y yegua en la primavera en Barcelona (Taberner, 2010).**

Ciclo (días)	Estral	Duración del Estro (días)	Duración del Diestro (días)	Razas
25.8 ± 2.4		7.1 ± 1.2		Boudet de Portou
24.2 ± 3.2		6.3 ± 2.17	17.95 ± 2.04	Burra Pega y cruzada
23.3 ± 2.6		5.9 ± 2.1	17.4 ± 2.6	Burra Mammoth
24 ± 1.6		2-7	17-22	Burra Catalan
21.7 ± 3.5		6.5 ± 2,6	14.9 ± 2.8	Yegua

Las burras son poliéstricas estacionales aunque el apareamiento puede producirse en cualquier época del año. La gestación dura entre 12 y 14 meses y es más larga en burras que en las yeguas. En general se produce una sola cría en cada preñez (Pugh, 2002).

## **2.5 Comportamiento sexual del burro**

El asno es clasificado como macho territorial, no formador de harem, por lo que realiza apareamientos con asnas dentro de los límites de su territorio (Canisso, *et al.*, 2008).

En general, el cortejo sexual del asno se inicia con una intensa interacción macho-hembra, aunque de corta duración. Ocurre vocalización, contacto principalmente en la región perineal; efectuando mordidas en la región del cuello, rodillas y vulva; presentación de flehmen, que culmina con la monta sin erección. Otras observaciones frecuentes son: actos de retirada en fuga rápida y lenta, seguido de pastoreo, donde el asno permanece a distancia en pastoreo leve y con aparente desinterés por la hembra, vocalización, erección parcial del pene y movimientos masticatorios (Miro *et al.*, 2006).

Canisso *et al.*, (2010) encontraron que la conducta sexual de los burros de una raza local brasileña frente a yeguas en calor, fue similar a la monta natural con burras. Además, en los burros jóvenes la erección latente y las montas sin erección fueron mayores que en burros viejos, debido a la falta de experiencia. También observaron diferencias individuales para todas las variables del comportamiento sexual (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Comportamiento sexual en burros de raza Pega utilizando yeguas como maniquí para la colección de semen (Canisso, *et al.*, 2010)**

burros	N° de colectas de semen	Flehemmen (n)	Montas sin erección (n)	Erección Latente* (min)	Erección a inserción** (seg)	Copula (seg)
Burros viejos (14-16 años)	32.3	7	1.2	12.2	4.8	28.1
Burros jóvenes (3.5 años)	27.8	8.1	2.1	25.3	5.3	22.1

\*Tiempo desde la primera exposición a la yegua a la erección completa; facilita la monta eyaculatoria

\*\*Tiempo desde la erección completa hasta la inserción en la vagina artificial

## 2.6 Características del semen de burro en varias razas nativas

Las características del semen se han estudiado principalmente en seis razas de burros locales o nativos, en Brasil, Italia y España. Las razas brasileñas son la Pega y la Nordestina, las razas Italianas son la Ragusano y la Martina Franca y las razas españolas son la Catalana y la Andaluza. No se conocen estudios en el burro criollo en México sobre el tema.

La raza Ragusano (Italiana) se caracteriza por su pelaje castaño oscuro, gris y la cara con pelo corto, orejas rectas y largas, ojos grandes, miembros robustos y un temperamento nervioso. La raza Martina Franca (Italiana) es frugal y se adapta muy bien a los terrenos marginales y pedregosos. Se utilizaba para la carga y la producción de mulos. Su temperamento es bastante vivo. La raza Pêga (Brasileña) fue formada en Minas Gerais, Brasil; siendo un asno de talla grande, andar suave y gran rusticidad. El asno andaluz (Española) tiene una capa torda en sus distintas variaciones. Desciende probablemente de los grandes burros blancos de Egipto. El asno catalán (Española) es de color castaño con pelo blanco plateado alrededor de los ojos, el morro y la barriga. El burro criollo en México, muestra fenotipos parecidos a los grupos raciales de los que provienen. Se pueden encontrar asnos semejantes

fenotípicamente a las razas españolas, Zamorano-Leonesa, Andaluza y Catalana, pero debido a la falta de mejoramiento y la mala alimentación, los burros criollos en México son de talla y peso más pequeños que las razas españolas. Con respecto a las razas brasileñas el burro criollo de México muestra similitudes en talla y peso a la raza nordestina, pero es más pequeño en comparación con la raza Pega (cuadro 5).

**Cuadro 5. Talla y peso de siete razas locales de asnos**

Variable	Raza Martina Franca (Contri, sfi)	Raza Pega (Canisso, et al., 2010; Canisso, et al., sfi) Brasil	Raza Nordestina (Gastal, et al., 1996) Brasil	Raza Ragusana (Quartuccio et al. 2011; Ciofano et al., 2004) Italia	Raza Catalana (Taberner, 2010)	Raza Andaluza (Dorado, et al., 2013)	Burro criollo México (Aline, et al., 2005)
Talla (cm)	135-160	130-145	0.90-1.10*	135-145	145-150	1.50-1.60**	88-120
Peso (kg)	300-350	235-326	120-200	300	350-450	313-435	122

\*McManus, et al., 2010; \*\*

Existen enormes variaciones en las características del semen entre las seis razas locales estudiadas (cuadro 6). El volumen de semen producido va de 29.2 ml en la raza Nordestina hasta 127 ml en la raza Ragusano, lo que afecta la concentración espermática. El pH del semen es ligeramente alcalino. En cuanto a la movilidad progresiva, los valores van de 71% a 80%. La viabilidad espermática va desde 71.7% a 84.6%. La concentración espermática/ml va desde  $134.1 \times 10^6$  células en la raza Ragusano hasta  $266 \times 10^6$  espermatozoides en la raza Martina Franca. En general, las cuatro razas asnales europeas producen semen con mayor concentración espermática que las razas brasileñas, aunque la raza Nordestina produce una concentración espermática similar a la Pega, a pesar de que aquella es de menor peso y talla. Lo que se deduce que la producción de semen no siempre depende de la talla y peso corporal del animal, pero este es un aspecto que aún debe estudiarse. Las anomalías espermáticas se encuentran en porcentajes parecidos a otras especies domésticas, entre 16 a 18 % (cuadro 6).

**Cuadro 6. Características del semen en diferentes razas de burros**

Características	Raza Martina Franca (Alessia, <i>et al.</i> , 2011) Italia	Raza Pega (Canisso, 2008b) Brasil	Raza Nordestina (Gastal, <i>et al.</i> , 1997) Brasil	Raza Ragusano (Cartuccio, <i>et al.</i> 2011) Italia	Raza Catalana (Taberner, 2010) España	Raza Andaluza (Dorado, <i>et al.</i> , 2013) España
Volumen (ml)	90**	47.2	29.21	127*	52.3	67.5
pH	-	-	-	-	7.8	7.3
Vigor espermático (escala de 1-5)	-	3.8	3.8	-	-	-
Movilidad progresiva (%)	76.0	74.4	71.0	80	-	75
Viabilidad (%)	71.7		82.6 – 84.6	83.75	77.2	-
Concentración espermática/ ml (10 <sup>6</sup> )	266	253	-	134.1	273.3	337.8
Total de espermatozoides (10 <sup>9</sup> )	23.9	10.3	10.6	24.5*	34.7*	22.8*
Total anomalidades espermáticas	-	-	16.2-16.6	-	17.9	16.4

\*Promedios calculados a partir de los datos del autor.

\*\* promedio de otoño e invierno.

### 2.6.1 Factores que afectan las características del semen en burros.

**Edad.** El semen de burros adolescentes ( $4.87 \pm 0.14$  años) mostro mayor porcentaje de espermatozoides vivos ( $P < 0.05$ ) que el semen de burros adultos ( $6.58 \pm 0.51$ ) y en el resto de las variables del semen los valores fueron iguales en ambos grupos de animales (Canisso, 2010). Una situación similar fue encontrada por Canisso (sfi), ya que observó que el semen de burros jóvenes (3.5 años) mostró un menor porcentaje

de anomalías espermáticas que el semen de los burros viejos (14 a 16 años), pero estos últimos exhibieron un comportamiento sexual mayor.

**Peso o talla.** Legha, *et al.*, (2013) encontraron que los burros ligeros ( $98.20 \pm 1.81$  kg) mostraron un mayor porcentaje de espermatozoides vivos que los burros pesados ( $130.80 \pm 5.60$  kg), aunque estos resultados están más en función de la edad que del peso.

**Estación.** Carluccio, *et al.*, (2013) encontraron en invierno un mayor volumen de semen que en el resto de las estaciones. Por el contrario la concentración de espermatozoides fue significativamente más baja en invierno, que en primavera y verano y una movilidad progresiva baja en otoño en comparación con primavera y verano.

**Frecuencia de colección.** Gastal, *et al.*, (1997) utilizaron seis burros de la raza Nordestina para colectarlos dos veces a la semana con un intervalo de cuatro horas entre colección, durante 12 meses y encontraron que no hubo diferencias ( $p < 0.05$ ) entre la primera y la segunda eyaculación para las variables indicadas (cuadro 7).

**Cuadro 7. Características del semen de burro colectado semanalmente durante 12 meses, dos veces a la semana (Gastal, *et al.*, 1997)**

Eyaculado	Volumen espermático (ml)	Movilidad progresiva (%)	Viabilidad (1-5)	pH
1	29.2	71.0	3.8	7.6
2	31.7	72.9	4.1	7.6

En este trabajo algunas veces los animales no eyacularon durante el período experimental, y los resultados fueron divididos en dos grupos: Grupo A, eyaculados

que fueron precedidos por dos eyaculados en la semana anterior; Grupo B, eyaculados que fueron precedidos por sólo 1 eyaculado en la semana anterior. En estas circunstancias no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre el eyaculado 1 vs eyaculado 2, pero si para la concentración espermática, donde el primer eyaculado colectado tuvo una mayor concentración de espermatozoides vs el segundo eyaculado, en ambos grupos (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Número total de espermatozoides vivos de burros recogidos semanalmente durante 12 meses, dos veces a la semana (Gastal, *et al.*, 1997).**

Eyaculado	Espermatozoide Vivos					Número total de espermatozoide		
	n°	Grupo A (%)	n°	Grupo B (%)	n°	Grupo A ( $\times 10^9$ )	n°	Grupo B ( $\times 10^9$ )
1	27	82.6 $\pm$ 2.1 <sup>d</sup>	20	84.6 $\pm$ 1.4 <sup>e</sup>	27	10.6 $\pm$ 0.8 <sup>bd</sup>	20	13.3 $\pm$ 1.2 <sup>be</sup>
2	27	82.3 $\pm$ 2.1 <sup>d</sup>	20	86.6 $\pm$ 1.4 <sup>e</sup>	27	5.8 $\pm$ 0.9 <sup>cd</sup>	20	9.6 $\pm$ 1.2 <sup>ce</sup>

n = número de eyaculados.

b, c valores con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas entre los eyaculados. ( $P < 0.05$ )

d, e valores con letras distintas en la misma línea indican diferencias significativas entre los grupos ( $P < 0.05$ ).

En síntesis, el burro criollo en México procede de las razas ibéricas introducidas por los españoles durante la conquista. En el periodo colonial, la etapa independiente, el porfirato y aun durante las primeras siete décadas del siglo XX, los asnos fueron ampliamente utilizados en diversas actividades económicas y sus inventarios crecieron. En las últimas cuatro décadas los inventarios asnales se redujeron drásticamente y de seguir esta dinámica la especie corre el riesgo de clasificarse como en peligro de extinción. La FAO recomienda establecer políticas públicas para conservar las razas locales por ser una reserva de recursos genéticos invaluable.

A demás el burro criollo de México es un grupo racial de talla y peso pequeños, con respecto al resto de las razas nativas revisadas en este trabajo. El comportamiento sexual esta poco estudiado en el burro doméstico. La raza Pega, el tiempo de erección latente es muy largo, lo que se expresa en una prolongación del tiempo de

apareamiento. Las características del semen varían entre razas, especialmente el volumen y la concentración espermática. En general, las razas asnales europeas (razas grandes), muestran mayor volumen y concentración espermática que las razas brasileñas. Factores como la edad, la estación del año y la frecuencia de colección afectan las características del semen de los asnos nativos.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.**

La carencia de estudios sobre el comportamiento sexual y en las características de semen de burro criollo en México, limita las posibilidades de implementar el uso de la inseminación artificial, y dificulta contribuir a la elaboración de programas de conservación de este importante recurso genético animal en las zonas rurales de nuestro país, antes de que la drástica reducción de inventarios ponga en peligro a la especie.

### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el comportamiento sexual y las características del semen de burro criollo de México? ¿Serán iguales o diferentes con respecto a las razas nativas de Brasil, Italia y Francia?

### **5. OBJETIVO**

Determinar el comportamiento sexual y las características del semen del burro criollo en México.

## **6. HIPÓTESIS**

El burro criollo en México, considerado como una raza pequeña por su talla y peso, mostrará valores promedio en las características del semen menores al de las razas asnales europeas y más parecidos al de las razas asnales brasileñas, pero el comportamiento sexual será el mismo.

## **7. MATERIAL Y MÉTODO**

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad de Servicios Integrales en Reproducción Animal (USIRA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicada en el Km. 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro.

### **7.1 Material biológico**

Se utilizaron 3 burros criollos de 4, 5 y 8 años de edad, clínicamente sanos, de dos localidades del estado de Michoacán (Rancho "La Carreta", municipio de Álvaro Obregón y Rancho del MVZ Luis Jesús Ávila, en el Municipio de Lagunillas, respectivamente). Se procuró coleccionar un de los tres burros cada semana, durante el periodo de septiembre 2013 a julio 2014 obteniéndose un total de 20 eyaculados de los tres burros. La edad de los sementales se estimó determinando el número de piezas dentales, como lo describe Cardona y Álvarez., (2010). El peso de los asnos se obtuvo utilizando una báscula manual marca Magris (capacidad de 1500 kg). También se estimó la condición corporal (CC) según el procedimiento descrito por Pearson y Ouassat., (2013), considerando una escala del 1-9, siendo 5 el ideal. La circunferencia escrotal (CE) se determinó mediante una cinta métrica. Cada burro fue

identificado con un número y se clasificó según su fenotipo, de acuerdo a sus características morfológicas y color y tipo de pelo. Esto debido a que los burros criollos mantienen características fenotípicas de las razas españolas. El fenotipo Andaluz estudiado se caracteriza por una capa café claro en la cabeza, cuello, dorso, lomo y ancas y se destiñe hacia el blanco en el vientre, miembros y hocico; el pelo es corto y la cabeza es pequeña con orejas de proporciones normales (figura 1). El fenotipo Catalán se caracteriza tener una capa negra, con blanco en el hocico, alrededor de los ojos, en el vientre y las piernas. Las orejas verticales y muy móviles con un perfil cóncavo. Las características de identificación de los burros criollos utilizados en el presente trabajo se muestran en el cuadro 9.

**Cuadro 9. Identificación de los burros criollos utilizados en el estudio**

<b>ID DEL BURRO</b>	<b>Fenotipo</b>	<b>N° de colectas</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>CC (1-9)</b>	<b>CE (cm)</b>
BURRO 1 (La Carreta)	CATALAN	10	8	142	6	29
BURRO 2 (Moy-Lagunillas)	ANDALUZ	7	5	157	5	32
BURRO 3 (Lagunillas)	ANDALUZ	3	4	121	5	25

## **7.2. Procedimientos para la colección de semen**

La colecta de semen se realizó con una vagina artificial (V.A.) modelo Hannover (Figura 1), la cual está compuesta por un tubo rígido, una camisa interna de látex y un tubo colector del semen. A la VA se le agregaron 3 litros de agua, a temperatura de 45 – 50 °C, como lo cita Blanchard, *et al.*, (2003) y se aseguró que tuviera la presión necesaria para la estimulación de la erección del pene del burro. El eyaculado se filtró mediante una gasa para separar la porción de gel de la porción rica en espermatozoides, mediante un trozo de gasa.



**Figura 3.** Vagina artificial modelo Hannover

Para realizar la colección de semen se utilizaron burras en celo natural en cada colecta. Previo a la recolección, la burra se sujetó con un tirapié y se fijó a un poste para evitar accidentes. A continuación, el macho se presentó a la burra para su cortejo. El macho fue manejado por una persona utilizando un bozal. Una vez que el burro exteriorizó el pene erecto, el operador lo desvió manualmente para introducirlo a V.A, sosteniéndola con firmeza hasta que el burro termine de eyacular. Al terminar el eyaculado se retiró la V.A. y se puso verticalmente para que el semen descienda en el tubo colector (figura 2).



**Figura 4.** Sujeción de la burra con un tirapié y del macho con una gamarra para la colección del semen

### 7.3 Evaluación del semen

En la evaluación macroscópica del semen se determinó el volumen, color y consistencia (figura 3). En la evaluación microscópica se evaluó la movilidad masal, movilidad progresiva, viabilidad, concentración espermática y anomalías morfológicas (Hafez y Hafez, 2000).



**Figura 5.** Evaluación macroscópica del semen de burro.

#### - pH

El pH del semen se midió por tira de papel pH dentro de 5 minutos después de la toma del semen.

#### - Movilidad masal (MM)

Se refiere al movimiento global de una gota de esperma. Se determinó después de la recolección del semen y para ello se utilizó un microscopio de campo claro con objetivos de 10x y 40x, manteniendo el semen y el material a una temperatura de

entre 30 a 35°C. Se colocó una gota de semen sin diluir con una pipeta pasteur en un portaobjetos y la MM se calificó en escala del 0 - 5 (cuadro 10).

**Cuadro 10. Valoración de las ondas de movimiento.**

<b>Valor</b>	<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>
5	Muy buena	Ondas muy rápidas
4	Buena	Ondas rápidas
3	Regular	Ondas lentas
2	Pobre	Sin ondas (movimiento aislado)
1	Muy pobre	Sin movimiento
0	Mala	Muertos

- Movilidad progresiva (MP)

La MP se evaluó mediante la determinación de la proporción o porcentaje de los espermatozoides con movimiento progresivo, para lo cual se colocó una gota del semen diluido en un portaobjetos y un cubreobjetos.

- Viabilidad espermática

Un frotis de semen teñido con eosina-nigrosina se observó al microscopio de campo claro con el objetivo 40X y se contaron 200 espermatozoides para determinar el porcentaje de espermatozoides vivos.

### - Concentración espermática (CE)

Se utilizó una dilución del semen en citrato de formalina en una relación de 1:200 empleando una pipeta de Thoma, y se colocó una gota de seme diluido sobre la cuadrícula de la cámara de Neubauer. El conteo espermático se realizó con el objetivo 40x y para obtener la concentración total de espermatozoides se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración espermática} = \frac{\text{Número de espermatozoides contados}}{\text{Altura cámara} \times \text{dilución} \times \text{superficie evaluada}}$$

$\frac{1}{10} \quad \frac{1}{200} \quad \frac{5}{25} = \frac{1}{5} \quad =$

Espermatozoides/mm<sup>3</sup> = (No. Promedio) (10,000)

Espermatozoides/ml = (espermatozoides/mm<sup>3</sup>) (1000)

Concentración total de espermatozoides = (espermatozoides/ml) (volumen eyaculado)

Concentración total de espermatozoides vivos = (espermatozoides/ml) (volumen eyaculado) (movilidad progresiva).

### - Morfología espermática

La morfología espermática se evaluó mediante un frotis. Para ello, se colocó una gota de semen sobre un portaobjetos, se mezcló con una gota de eosina-nigrosina y se realizó la extensión, dejándola secar durante 1-2 minutos. Las anomalías se clasificaron en primarias (malformaciones durante la espermatogénesis) y secundarias (malformaciones durante la maduración en epidídimo).

#### **7.4 Evaluación del comportamiento sexual del burro criollo durante la colecta.**

El comportamiento sexual del burro criollo se determinó durante la colección de semen con vagina artificial, presentando el macho ante una burra en estro para su excitación y su empleo como maniquí. Se registró el comportamiento sexual del macho por medio de un video utilizando una cámara Sony Handycam con resolución de 720x480 pixeles. Cada video individual fue desplegado en una computadora personal para identificar la secuencia del comportamiento sexual y determinar los siguientes parámetros, según lo describe Canisso, *et al.*, (2010):

- a. Respuesta de Flehmen: Número de respuestas de flehmen manifestadas en presencia de una burra en estro en cada episodio de la colecta
- b.- Montas sin Erección: Número de montas sin erección durante la colecta de semen.
- c.- Tiempo de reacción o erección latente: Tiempo en minutos entre el inicio de la exposición del burro a la burra hasta la erección completa del pene (seguida por la monta eyaculatoria).
- d.- Tiempo de Monta o tiempo de erección a inserción: Tiempo en segundos entre la erección completa del pene y la introducción del pene en la vagina artificial. En caso de que el burro no haya eyaculado o tenido una erección total, este tiempo fue adicionado en tiempo de reacción siendo así contabilizado.
- e- Tiempo de Eyaculación o de copula: Tiempo en segundos desde la introducción del pene a la vagina artificial hasta la finalización de la colecta, con la retirada de la VA o desmonte.

## **7.5 Análisis Estadístico**

La información generada se analizó usando medidas descriptivas como el promedio, la desviación estándar y las tablas de frecuencias tanto de los eyaculados individuales de los animales como en cada una de las épocas del año. Así mismo, se realizaron correlaciones entre las características del semen. Se realizó un análisis de varianza para valorar el efecto de la estación del año y la edad en las características del semen.

## **8. RESULTADOS**

### **8.1. Comportamiento sexual del burro criollo durante la colecta.**

El promedio general y la desviación estándar para las variables que miden el comportamiento sexual del burro fueron los siguientes: La respuesta (frecuencia) de flehmen fue de  $7.6 \pm 4.6$  veces, el número de montas sin erección fue de  $6.5 \pm 3.3$  veces, el tiempo de reacción fue de  $5.6 \pm 3$  minutos, el tiempo de monta de  $305.1 \pm 3$  segundos y el tiempo de eyaculación de  $36.3 \pm 13.7$  segundos (cuadro 11).

Hubo un efecto del individuo para las variables que miden el comportamiento sexual, excepto para el tiempo de eyaculado. El promedio  $\pm$  desviación estándar para la respuesta (frecuencia) de flehmen en el burro 2, fue de  $3 \pm 1$  veces, valor significativamente menor ( $p < 0.05$ ) al del burro 3 ( $9 \pm 6$  veces) y al burro 1 ( $10 \pm 3$  veces). El número promedio de montas sin erección fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en el burro 3, de  $11 \pm 5$  con respecto al burro 2, de  $4 \pm 2$  y al burro 3, de  $7 \pm 2$ . El tiempo de reacción fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en el burro 3, de  $11.46 \pm 0.95$  minutos, que en el burro 2, con  $4.32 \pm 0.48$  minutos y el burro 1, con  $4.68 \pm 0.88$  minutos. El valor promedio  $\pm$  desviación estándar para el tiempo de monta

fue de  $625 \pm 36$  segundos, valor significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) que en el burro, de  $241 \pm 33$  segundos y el burro 3, de  $254 \pm 57$  segundos (cuadro 11).

**Cuadro 11. Comportamiento sexual (promedio e individual) del burro criollo durante la colección con vagina artificial**

Variables	Burro 1	Burro 2	Burro 3	Promedio General
N° de colectas	10	7	3	20
Respuesta de Flehmen (N°)	$10 \pm 3_a$	$3 \pm 1_b$	$9 \pm 6_a$	$7.6 \pm 4.6$
Montas sin Erección (N°)	$7 \pm 2_{a,b}$	$4 \pm 2_a$	$11 \pm 5_b$	$6.5 \pm 3.3$
Tiempo de reacción (min)	$4.68 \pm 0.88_a$	$4.32 \pm 0.48_a$	$11.46 \pm 0.95_b$	$5.6 \pm 3$
Tiempo de Monta (seg)	$254 \pm 57_a$	$241 \pm 33_a$	$625 \pm 36_b$	$305.1 \pm 3$
Tiempo de Eyaculación (seg)	$37 \pm 14_a$	$29 \pm 7_a$	$51 \pm 16_a$	$36.3 \pm 13.7$

Los valores de la misma fila que no comparten el mismo subíndice son significativamente diferentes en  $p < .05$

El promedio  $\pm$  desviación estándar para las variables que midieron el comportamiento sexual fueron iguales estadísticamente ( $p < 0.05$ ), tanto en la estación reproductiva (primavera-verano) y en la estación no reproductiva (otoño-invierno) de los equinos (cuadro 12).

**Cuadro 12. Comportamiento sexual del burro criollo durante primavera-verano y otoño-invierno.**

Variables	Primavera-Verano	Otoño-Invierno
N° de colectas	4	16
Respuesta de Flehmen (N°)	$7 \pm 5_a$	$10 \pm 4_a$
Montas sin Erección (N°)	$6 \pm 4_a$	$7 \pm 2_a$
Tiempo de Reacción (min)	$5.93 \pm 3.05_a$	$4.73 \pm 1.11_a$
Tiempo de Monta (seg)	$327 \pm 165_a$	$254 \pm 68_a$
Tiempo de Eyaculación (seg)	$36 \pm 13_a$	$37 \pm 16_a$

<sup>a</sup>Literales diferentes dentro de columnas difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

## 8.2. Características del semen de burro criollo

El promedio general y la desviación estándar para las características del semen del burro criollo fueron las siguientes: Volumen de semen, de  $29.8 \pm 16.2$  ml; movilidad masal, de  $3.5 \pm 0.7$ ; movilidad progresiva, de  $79.5 \pm 9.9$  %; Viabilidad espermática, de  $84.7 \pm 9.5$  %; concentración espermática (ml  $\times 10^6$ ), de  $6826.5 \pm 3578.9$  y anomalidades espermáticas, del  $22.1 \pm 14.7\%$  (cuadro 13).

Hubo un efecto del individuo para las variables que miden las características del semen, con excepción del volumen, movilidad progresiva y viabilidad espermáticas. El promedio  $\pm$  desviación estándar para la movilidad masal en el burro 3, fue de  $63.3 \pm 15.3\%$ , valor significativamente menor ( $p < 0.05$ ) con respecto al burro 1 ( $82.0 \pm 6.3\%$ ) y el burro 2 ( $82.9 \pm 4.9\%$ ). La concentración espermática (ml) fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en el burro 1, de  $9110.0 \pm 3077.4 \times 10^6$ , con respecto al burro 2 con  $5465.7 \pm 2300.4 \times 10^6$  y al burro 3, de  $2390.0 \pm 1056.6 \times 10^6$ . Las anomalidades espermáticas fueron significativamente mayores ( $p < 0.05$ ) en el burro 3, con  $53.3 \pm 5.9\%$ , con respecto al burro 1, de  $16.7 \pm 7\%$  y al burro 2, de  $16.4 \pm 4.7\%$  (cuadro 13).

**Cuadro 13. Características del semen de burro criollo.**

Variables	Burro 1	Burro 2	Burro 3	Promedio General
N° de colectas	10	7	3	20
Volumen (ml)	$38.0 \pm 18.6_a$	$24.3 \pm 7.3_a$	$15.0 \pm 0.0_a$	$29.8 \pm 16.2$
Movilidad Masal	$3.6 \pm 0.7_a$	$3.7 \pm 0.5_a$	$3.0 \pm 1_a$	$3.5 \pm 0.7$
Movilidad Progresiva (%)	$82.0 \pm 6.3_a$	$82.9 \pm 4.9_a$	$63.3 \pm 15.3_b$	$79.5 \pm 9.9$
Viabilidad (%)	$81.9 \pm 8.6_a$	$91.0 \pm 5.5_a$	$79.7 \pm 14.6_a$	$84.7 \pm 9.5$
Concentración/ml ( $10^6$ )	$9110.0 \pm 3077.4_a$	$5465.7 \pm 2300.4_b$	$2390.0 \pm 1056.6_b$	$6826.5 \pm 3578.9$
Anormalidades Espermáticas (%)	$16.7 \pm 7_a$	$16.4 \pm 4.7_a$	$53.3 \pm 5.9_b$	$22.1 \pm 14.7$

Los valores promedio en la misma fila que no comparten el mismo subíndice son diferentes significativamente ( $< 0.05$ ).

El promedio  $\pm$  desviación estándar de todas las variables que midieron las características del semen fueron significativamente iguales ( $p < 0.05$ ) en las dos épocas del año: primavera-verano y otoño-invierno (cuadro 14).

**Cuadro 14. Características del semen de burro criollo durante primavera-verano y otoño-invierno.**

<b>Variables</b>	<b>Primavera-Verano</b>	<b>Otoño-Invierno</b>
N° de colectas	4	16
Volumen (ml)	30.7 $\pm$ 18.4 <sub>a</sub>	27.5 $\pm$ 10.4 <sub>a</sub>
MM	3.6 $\pm$ 0.6 <sub>a</sub>	3.5 $\pm$ 0.8 <sub>a</sub>
MP (%)	78.6 $\pm$ 11.7 <sub>a</sub>	81.7 $\pm$ 4.1 <sub>a</sub>
Viabilidad (%)	87.0 $\pm$ 8.3 <sub>a</sub>	79.5 $\pm$ 10.8 <sub>a</sub>
Concentración/ ml (10 <sup>6</sup> )	7067.9 $\pm$ 4098.6 <sub>a</sub>	6263.3 $\pm$ 2110.4 <sub>a</sub>
Anormalidades espermáticas (%)	24.4 $\pm$ 16.7 <sub>a</sub>	16.7 $\pm$ 6.4 <sub>a</sub>

<sup>a</sup>Literales diferentes dentro de columnas difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

Las correlaciones para las características del semen de burro criollo se muestran en el cuadro 15. El volumen del semen estuvo asociado positivamente a la concentración espermática ( $r=0.655$ ) teniendo una significancia positiva ( $p < 0.01$ ) y negativamente con las anormalidades espermáticas ( $r=-0.433$ ,  $p < 0.01$ ). La concentración espermática estuvo asociado negativamente con las anormalidades ( $r=0.523$ ,  $p < 0.05$ ). La movilidad masal estuvo asociada a la movilidad progresiva ( $r=0.657$ ,  $p < 0.01$ ) y, ésta a su vez, estuvo asociada positivamente con la viabilidad espermática (0.476,  $p < 0.05$ ) y negativamente con las anormalidades espermáticas ( $r=-0.596$ ,  $p < 0.01$ ).

**Cuadro 15. Coeficientes de correlación para las características del semen de burro criollo**

<b>Variables</b>	<b>Concentración Espermática</b>	<b>Movilidad masal</b>	<b>Movilidad progresiva</b>	<b>Viabilidad</b>	<b>Anormalidades</b>
<b>Volumen</b>					
Coefficiente de correlación	0.655**	-0.200	0.260	0.032	-0.433**
Sig. (bilateral)	.002	0.397	0.274	0.893	0.560
<b>Concentración espermática</b>					
Coefficiente de correlación		0.094	0.297	0.022	-0.523*
Sig. (bilateral)		0.693	0.203	0.929	0.018
<b>Movilidad masal</b>					
Coefficiente de correlación			0.657**	0.249	-0.309
Sig. (bilateral)			0.002	0.291	0.185
<b>Movilidad progresiva</b>					
Coefficiente de correlación				0.476*	-0.596**
Sig. (bilateral)				0.034	0.006
<b>Viabilidad</b>					
Coefficiente de correlación					0.077
Sig. (bilateral)					0.746

.La correlación es significante al nivel 0.05 (bilateral).

-- La correlación es significante al nivel 0.01 (bilateral).

## 9. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados del presente trabajo el comportamiento sexual antes de la copula del burro criollo en México fue similar al de la raza Pega de Brasil, pero durante la copula, el primero tiende a tener un mejor comportamiento sexual, con respecto al segundo (Canisso *et,al.*, 2010). El número de conductas de flehmen y las montas sin erección fueron muy similares en ambos grupos raciales. Pero el tiempo de reacción para el burro criollo fue más corto (5.6 minutos), que en el asno Pega, (18.2 minutos); en cambio el tiempo de monta fue mayor en el criollo de México (5.09

minutos o 305.1 segundos) vs la raza Pega (5.0 segundos) y el tiempo de eyaculación también fue ligeramente mayor para el burro criollo (36.3 segundos) vs la raza Pega (25.3 segundos). Estos resultados indican que el asno criollo de México muestra un mejor comportamiento sexual que el de la raza Pega de Brasil.

Las diferencias entre individuos para el comportamiento sexual, encontradas en el presente trabajo coinciden con las datos obtenidos por Canisso *et al.*, (2010), Fernández (2012) y Morais, Mucciolo y Viana (1993) para la raza Pega.

No hubo un efecto de la estación sobre las variables del comportamiento sexual del burro criollo. Es decir, el comportamiento sexual fue el mismo en ambas estaciones. Lo que coincide con Gastal *et al.*, (1996) que solo encontró efecto estacional para el pH del semen. Esto hace que los asnos se diferencien de los caballos, quienes si muestran un mejor comportamiento sexual durante la estación reproductiva (Davis Morel, 1999). Álvarez *et al.*, (2005) encontraron que en los asnos salvajes la temporada reproductiva se restringe a la época húmeda del año, aunque algunas poblaciones ferales en los EUA pueden reproducirse a lo largo de todo el año.

Las características del semen de burro criollo en México fueron muy similares a las de las razas nativas, tal como la Nordestina (Gastal *et al.*, 1997), la Pega (Canisso, 2008a), la Martina Franca (Alessia *et al.*, 2011), la Ragusana (Quartuccio *et al.*, 2011), la Catalana (Taberner, 2010) y la Andaluza (Dorado *et al.*, 2013), con excepción del volumen de semen y la concentración espermática. En estas dos últimas variables los valores promedio de las razas nativas mencionadas, con excepción de la nordestina, fueron superiores a los del burro criollo, probablemente debido a su mayor talla y peso.

Las anomalías espermáticas en el semen de burro criollo son mayores (22.1%) en comparación con los valores obtenidos en las razas nativas, europeas u brasileñas, arriba mencionadas. Este mayor porcentaje de anomalías

espermáticas en el semen de burro criollo se deben a que uno de ellos (burro 3) presentó de manera significativa un porcentaje elevado (53.3) que impacta sobre el promedio. De hecho el semen de este asno se debería desechar por el elevado porcentaje de anomalías espermáticas, si se quisiera emplear en inseminación artificial.

Con respecto a las correlaciones entre las características del semen de asnos no se encontraron estudios al respecto en la literatura. En el presente trabajo, se encontró que a mayor volumen de semen colectado, mayor concentración espermática y menor porcentaje de anomalías. Igualmente, entre mayor es la movilidad masal, la movilidad progresiva se incrementa. El incremento de la movilidad progresiva está asociado a una mayor viabilidad y a un menor porcentaje de anomalías.

## **10. CONCLUSIONES**

El burro criollo de México mostró un mejor comportamiento sexual en comparación a la raza Pega de Brasil. Este comportamiento cambia individualmente

Las características del semen del burro criollo en México, considerado como una raza pequeña por su talla y peso, fueron similares a las de otras razas nativas, pero obtuvo valores inferiores con respecto al volumen de semen y concentración espermática.

No se observó efecto de la estación ni para el comportamiento sexual, ni para las características del semen. Se encontraron correlaciones entre varias características del semen.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Alessia, G.; Contri, A; Amicis, I; Domenico, R. and Carluccio, A.; (2011). Differences between epididymal and ejaculated sperm characteristics in donkey. *Animal Reproduction Science*, 128:117– 122.

Aluja, A. S. de and Lopez F.; (1992). Donkeys in Mexico. *Journal Equine Veterinary Science*, 12:389-392.

Aluja, A.S. de; Pérez G.T. and López F.; (2005). Live weight estimation of donkeys in central Mexico from measurement of thoracic circumference. *Tropical Animal Health and Production*. 37:159-171.

Álvarez, R. J. y Medellín R. A.; (2005). *Equus asinus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

Arriaga, J.C.; Velázquez B.L.; Felipe P. Y.; Zamora R. V.; Keyserling, A.V. and Ann P.R.; (2003). Los equidos de trabajo en comunidad campesina mazahua de ladera en el altiplano mexicano. En: *Investigación en Animales de Trabajo para el Desarrollo Rural*. Compilado por: Arriaga J.C. et al., 221-268. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, UAEM. Toluca, Estado de México.

Blanchard, L.; Varner, D.; Schumacher, J; Love, C.; Brinsko, P. and Rigby L.; (2003). *Manual of Equine Reproduction*. (2 ed.). Mosby. USA.

Canisso, I.; Souza, F.; Escobar, J.; Silva, E.; Carvalho, G.; Guimaraes, J. y Lima A. L.; (2008a). Algunos aspectos del comportamiento sexual del asno (*Equus asinus*). *Recvet*, 3-5.

Canisso, I.; Souza, F.; Ker, P.; Rodrigues, A.; Silva, E.; Carvalho, G. and Cardoso, R.; (sfi). Patología espermática para jumento da raza Péga, <http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R0663-3.pdf>.

Canisso, I.F.:(2008b). Comportamento sexual, Parâmetros Seminais e Fertilidade do semen congelado de jumentos (*Equus asinus*) da raça Pega. *Dissertação de Mestrado em Zootecnia*. Viçosa: Universidade Federal de Vicosa. 200 p.

Canisso, I. F.; Carvalho, G.; Davies, M. M.; Guimaraes, J. and McDonnell, S.; (2010). Sexual behavior and ejaculate characteristics in Pe<sup>ga</sup> donkeys. *Theriogenology* 73: 56–63.

Cardona, Á. and Álvarez, P.; (2010) Estimation of horse age based on dental exam. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n1/v13n1a04.pdf>.

Carluccio, A.; Alessia, G.; Contri, A.; Amicis, I. and Domenico, R.; (2011). Differences between epididymal and ejaculated sperm characteristics in donkey. *Animal Reproduction Science* 128:117– 122.

Carluccio, A.; Panzani, S.; Contri, A.; Bronzo, V.; Robbe, D. and Veronesi, M.; (2013). Influence of season on testicular morphometry and semen characteristics in Martina Franca jackasses. *Theriogenology* 79: 502–507.

Contri, A.; (sfi). Reproductive strategies for the preservation of the endangered Martina Franca donkey. [http://garrano.ipvc.pt/files/Reproductive\\_strategies\\_for\\_the\\_endangered\\_equids\\_AlbertoContri.pdf](http://garrano.ipvc.pt/files/Reproductive_strategies_for_the_endangered_equids_AlbertoContri.pdf)

Chiofalo, B.; Azzara, V.; Liotta, L. and Chiofalo, L.; (2004) The chemical and physical parameters of the Ragusana ass's milk during lactation. *Proceedings of the 6th Congress: New findings in equine practice*, Campobasso (Italy), 7-9 July, 77-84.

Da Silva, M. A.; McManus, C.; Maués, A. M.; do, S. and Paiva, R. S.; (2010). Utilization of animal genetic resources in Brazil: Results of a 28-year conservation program. In: *Proceedings World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 2010, Leipzig

Dorado, J.; Acha, D.; Gálvez, M. J.; Ortiz, I.; Carrasco, J.J.; Díaz, B.; Gómez-Arrones, V.; Calero-Carretero, R. and Hidalgo M.:(2013). Sperm motility patterns in

Andalusian donkey (*Equus asinus*) semen: Effects of body weight, age, and semen quality. *Theriogenology* 79 (2013) 1100–1109

FAO; (2010). Número de cabezas a nivel nacional y por entidades. México, D.F.

Fernández, L. M.; (2012). comportamiento sexual, parámetros seminales y dilucao pos descongelamiento del semen de jumentos (*equus asinus*) da raza Pega.

Folch, P.; (1998) Programa de Conservació i Manteniment de Recursos Genètics Animals en la Raça Asinina Catalana. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona. España.

Gallego, D.; Iglesias, A.; Jimenez, J.I.; Roca, E.; Sanz, J. y Zapata, S.; Contribución al analisis historico de la ganaderia Española 1865-1929.. (s.f.). Recuperado el 5 de Agosto de 2013, de <http://estructuraehistoria.unizar.es/personal/dgallego/documents/GEHRganaderia2.pdf>

Gamboa, S.; Rodrigues, A. S.; Henriques, L.; Batista, C. and Ramalho-Santos, J.; (2010). Seasonal functional relevance of sperm characteristics in equine spermatozoa. *Theriogenology*, 73: 950–958

Gastal, M.; GonGalves, A.; Gastal, E. and Beker, A.; (1996). Sexual behaviour of donkey: influence of ejaculatory frequency and season. *Theriogenology*, 47: 627-638.

Gastal, M.O.; Henry, I. M.; Beker, A.R. and Gastal, E.L.; (1997) Effect of ejaculation frequency and season on donkey jack semen. *Thenogenology* 47:627-638.

Gifford, D. and Bejar, A.; (2010). The Multiple African Origins of Domestic Donkeys.[http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsafa.rice.edu%2FWorkArea%2FDownloadAsset.aspx%3Fid%3D2147484220&ei=FwruVO7bLu\\_jsAT884HoCw&usg=AFQjCNHI03bN25U\\_3LYrmHu0iMHib2NdEw](http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsafa.rice.edu%2FWorkArea%2FDownloadAsset.aspx%3Fid%3D2147484220&ei=FwruVO7bLu_jsAT884HoCw&usg=AFQjCNHI03bN25U_3LYrmHu0iMHib2NdEw)

INEGI (2007). Existencias de animales de otras especies por entidad y municipio. *Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007*.

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=17177&s=est>  
Karatosidi, D.; Marsico, G. and Tarricone, S.; (2013). Modern Use of Donkeys. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 3(1): 13-17

Kreuchauf, A.; (1984). Reproductive physiology in the jackass. *Animal Reproduction Science* 20: 51-78.

Kugler, W.; Grunenfelder, H-P. and Broxham, E.; (2008). *Donkey Breeds in Europe. Inventory, description, need for action, conservation*. Monitoring Institute for Rare Breeds and Seeds in Europe. <http://www.save-foundation.net/pdf/donkey.pdf>.

Legha, R.; Pal, Y.; Ravi, S. y Dedar, R.; (2013). Physical and biochemical properties of indian jack semen. *Animal Science Reporter*, 7 (4): 153-160

Hafez, E. y Hafez, B.; (2000). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. 7ª Ed. McGraw Hill–Interamericana. México, DF.

Mediana, L.; (2006). La extinción del burro en México. *Enlace México*.

Miró, J.; Vilés, K.; García, W.; Jordana, J. and Yeste, M.; (2013). Effect of donkey seminal plasma on sperm movement and sperm–polymorphonuclear neutrophils attachment in vitro. *Animal Reproduction Science* 140: 164– 172

Miro, J.; Taberner, E. y Peña, A.; (2006). Extracción y manipulación del semen. Barcelona: facultad de veterinaria.

McManus, C.; Paiva, S.; Louvandini, H.; Melo, C. and Seixá, L.; (2010). Jumentos no Brasil. [http://inctpecuaria.com.br/imagenes/informacoes-tecnicas/serie\\_jumentos.pdf](http://inctpecuaria.com.br/imagenes/informacoes-tecnicas/serie_jumentos.pdf)

Morais, R. N.; Mucciolo, R. G. and Viana, W.G.; (1993). Biología reproductiva de jumentos. i. biometría testicular e comportamiento sexual durante a colheita de sêmen. *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science*. 30 (1); 47-50,

Pearson, R. A. and Ouassat, M.; (2000). A guide to live weight estimation and body condition scoring of donkeys; Centre for Tropical Veterinary Medicine University of Edinburgh; 1-21 pag.

Pugh, D.; (2002). Donkey Reproduction. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP*. 113 -114

Mijarez, R.; (1994). La mula en la vida cotidiana del siglo XVI. México.

Taberner, B.; (2010). Tecnologías reproductivas aplicadas a la conservación del burro.

*catala*.<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/51483/etb1de1.pdf;jsessionid=FC63C87B733FA0C237B82885B4006CD1.tdx2?sequence=1>

Trimeche, A., Renard, P., Tainturier, D.A., (199). Procedure for poitou jackass sperm cryopreservation. *Theriogenology* 50, 793–806.

SAGARPA (2002). Informe sobre la situación de los Recursos Genéticos Pecuarios en México. *Claridades*. Noviembre, 4-39.

<http://www.aserca.gob.mx/sicsa/claridades/revistas/111/ca111.pdf>

Saucedo, S.P.; (1984). *Historia de la Ganadería en México*. Tomo 1. Coordinación de la Investigación Científica-UNAM. México, D.F.