



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN HORMONAL: PROGESTERONA,
TESTOSTERONA Y ESTRADIOL
RELACIONADO CON LA DINÁMICA FOLICULAR EN EL CICLO ESTRAL DE
LA BURRA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MARICRUZ DÍAZ DURÁN

ASESOR:

DRA. ANA MYRIAM BOETA ACOSTA

MÉXICO. DF. MAYO

2015

(I)



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

Con todo mi afecto y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba.

Con todo mi cariño les comparto esto y les dedico mi tesis.....

Aprendí y decidí

Y así después de esperar tanto, un día como cualquier otro decidí triunfar; decidí no esperar a las oportunidades sino yo mismo buscarlas; decidí ver cada problema como la oportunidad de encontrar la solución; decidí ver cada desierto como la oportunidad de encontrar un oasis; decidí ver cada noche como un misterio a resolver, decidí ver cada día como una nueva oportunidad de ser feliz.

Aquel día descubrí que mi único rival no era más que mis propias debilidades y que ésta era la única y mejor forma de superarme; aquel día dejé de temer a perder y empecé a temer a no ganar, descubrí que no era yo el mejor y que quizás nunca lo fui, me dejó de importar quién ganara o quién perdiera, ahora me importaría simplemente saberme mejor que ayer.

Aprendí que lo difícil no es llegar a la cima, sino jamás dejar de subir.

Aprendí que el mejor triunfo que puedo tener, es tener el derecho de llamarle a alguien "amigo".

Descubrí que el amor es más que un simple estado de enamoramiento, "el amor es una filosofía de la vida".

Aquel día dejé de ser un reflejo de mis escasos triunfos pasados y empecé a ser mi propia tenue luz de este presente.

Aprendí que de nada sirve la luz si no vas a iluminar el camino de los demás.

Aquel día decidí cambiar tantas cosas, aprendí que los sueños son solamente para hacerse realidad; desde aquel día yo no duermo para descansar, ahora solo duermo para soñar...

Walt Disney

Agradecimientos.

A la mejor institución de México que me albergó, instruyó y me dio las herramientas para formarme como médico veterinario zootecnista y porque nadie más se puede sentir tan orgulloso de pertenecer a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO Y LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

A mis profesores de ayer y ahora que me brindaron su experiencia y apoyo incondicional para hacer de mi una mejor persona y buena profesionista.

A todos esos seres de cuatro patas, pezuñas y cascos que dieron su vida o parte de ella para mi aprendizaje.

A mis amigos de siempre y para siempre, que a pesar de no estar cerca de ellos siempre se acuerdan de mí y yo de ellos.

A cada integrante del departamento de reproducción por permitirme estar ahí siempre aprendiendo cosas nuevas, a la Dra. Ivett Rubio y al equipo del Dr. Valencia que sin duda alguna hicieron que volteara mi camino al área de la reproducción.

Al equipo de reproducción equina, por ser un verdadero equipo de trabajo en las buenas y en las malas, gracias amigos por estar conmigo siempre durante la realización de este trabajo y ser cómplices de tantos momentos divertidos.

Al jurado que se tomó el tiempo de revisar y ayudar a la realización de esta tesis, gracias por su paciencia.

A la Dra. Myriam Boeta Acosta por darme la oportunidad de trabajar a su lado, sin duda alguna una mujer a la cual le debo una gran admiración y respeto.

A mis sobrinos Brenda, Brayan, Alejandro, por darme tantos momentos de diversión y recordarme que hay que desestresarse, a mi niño Rodrigo por haber iluminado con tu sonrisa mi vida y guiarla ahora desde el cielo, vivirás siempre en mí.

A mis hermanos Enrique, Guadalupe, Antonio y Rocio que siempre me apoyan y guían cada uno de mis pasos cada uno a su manera. Los amo.

A mis padres Ma. Guadalupe Duran y Jose M. Diaz primero que nada por haberme dado la vida y por ser un ejemplo inigualable de amor, sencillez, dedicación y entereza a pesar de las circunstancias, los amo.

A ti dios por haber puesto a todas estas personas en mi vida que es un libro, en cada capítulo hay pequeños y grandes personajes todos ellos esenciales que dan forma a esta historia, hoy gracias a ti termino otro capítulo solo espero me permitas seguir escribiendo un rato mas esta obra.

Por todo y a todos GRACIAS

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA	4
ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR	4
PUBERTAD Y ESTACIONALIDAD	7
COMPORTAMIENTO SEXUAL	8
CICLO ESTRAL EN LA BURRA	10
ESTRO	10
DINAMICA OVARICA.....	11
DIESTRO O FASE LÚTEA.....	12
EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA.....	13
ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL	15
HORMONA FOLÍCULO ESTIMULANTE (FSH).....	15
HORMONA LUTEINIZANTE (LH).....	16
PROGESTERONA (P4).....	17
TESTOSTERONA	18
HIPÓTESIS.....	19
OBJETIVOS	20

GENERAL.....	20
PARTICULARES.....	20
MATERIAL Y MÉTODOS	20
ANIMALES EXPERIMENTALES	21
EVALUACIÓN A LA PALPACIÓN	21
MUESTRAS DE SANGRE Y ANÁLISIS HORMONALES	23
RESULTADOS.....	24
CONDUCTA ESTRAL	25
CAMBIOS A LA PALPACIÓN RECTAL Y ULTRASONOGRAFÍA.....	27
ESTRO	27
DINÁMICA FOLICULAR.....	29
DIESTRO.....	32
RELACION DE HORMONAS CON EVENTOS OVÁRICOS Y SIGNOS DE ESTRO EN CADA BURRA	34
DISCUSIÓN.....	52
COMPORTAMIENTO.....	52
DINAMICA FOLICULAR.....	52
HORMONAS.....	55
CONCLUSIONES.....	56

RESUMEN

DÍAZ DURÁN MARICRUZ. Descripción del patrón hormonal: progesterona, testosterona y estradiol relacionado con la dinámica folicular en el ciclo estral de la burra (**bajo la dirección de:** Dra. Ana Myriam Boeta Acosta)

El objetivo de este trabajo fue determinar el número de oleadas foliculares, caracterizando el desarrollo, atresia de los folículos y cuerpos lúteos, analizando los cambios en las concentraciones de hormonas esteroideas durante el ciclo estral.

Se utilizaron 9 burras criollas sanas en diferentes etapas del ciclo estral, con un rango de de 120 a 150 kg, y condición corporal promedio de 3. Las burras se monitorearon ultrasonográficamente durante 3 ciclos estrales y durante un ciclo para las determinaciones hormonales. Se encontró que la duración del ciclo varió entre 21 y 25 días, el estro duró entre 6 y 8 días, el diestro entre 11 y 18 días y la ovulación ocurrió entre 24 y 36 h antes de finalizar el estro, después de la ovulación es posible identificar un grupo de pequeños folículos (<10 mm) que continúan creciendo durante la fase lútea, encontrarse folículos de entre >21mm de diámetro cerca del momento en que ocurre la luteólisis. Una vez completada la luteólisis el folículo dominante continúa creciendo hasta llegar a 37-40 mm antes de su ovulación.

Las concentraciones de P4 son menores a 1ng/ml antes de que comience el comportamiento estral y aumenta ligeramente uno o dos días antes de la ovulación. Después de la ovulación las concentraciones continúan elevándose para llegar a una meseta del día 4 al 14 post ovulación, cuando las concentraciones llegan hasta 41ng/ml. Las concentraciones de estrógenos varían entre 45 y 55 pg/ml durante el estro y son menores a 30 pg/ml durante el diestro, mientras que la testosterona está más elevada durante el diestro, llegando a niveles de hasta 36.6pg/ml.

En conclusión las burras muestran diferencias evidentes con respecto a las yeguas tanto en el comportamiento sexual como en las estructuras ováricas detectables a la palpación y ultrasonografía. En cuanto a las hormonas muestran cierta variabilidad en cantidad, longitud y momento de secreción a diferencia de la yegua.

INTRODUCCIÓN

El burro (*Equus asinus*) es un animal de la familia de los équidos del que se tienen pocas evidencias sobre su proceso de domesticación (McDonnell,1998) En investigaciones recientes se describió que la domesticación del primer burro ocurrió en el antiguo Egipto con el *Equus africanus* aproximadamente hace 5,000 a 6,000 años. Este animal transformó las sociedades antiguas ya que fue utilizado principalmente para el transporte terrestre en África y Euroasia, lo que permitió el desarrollo de rutas comerciales que contribuyeron al crecimiento de los primeros estados egipcios, siendo de gran importancia para los faraones (Kimura,2010), Posteriormente, en Europa y el Mediterráneo se realizaron las primeras selecciones por fenotipo, para reproducirlos y obtener animales cada vez más fuertes (Metz, 1995; Rossel et al., 2008).

Hoy los burros son medios de transporte esenciales en zonas montañosas y desérticas, (Fig.1), jugando un papel muy importante en la economía de muchos países en desarrollo. A pesar de no ser tan rápidos y fuertes como los caballos, tienen gran resistencia a las enfermedades y soportan mejor las sequías, por lo que su expectativa de vida es mayor. Actualmente también tienen un uso recreativo, ya que frecuentemente son comúnmente utilizados como animales de compañía en países europeos e industrializados, donde algunas razas están en peligro de extinción (Svendsen,2008).

En México actualmente existe una población de 3,260,000 burros en su mayoría de raza criolla, lo que nos coloca como el quinto país con mayor población de burros en el mundo (FAO,2011).

Desafortunadamente los burros son una especie que ha sido poco estudiada, probablemente porque su explotación se lleva a cabo por los grupos sociales más marginados o porque simplemente se tiene la idea de que todos los équidos son similares (Svendsen,2008). Sin embargo, esto no es así. Entre las distintas especies de équidos existen diferencias en el comportamiento reproductivo así como en los aspectos endocrinos y fisiológicos, por lo que resulta importante estudiar las particularidades reproductivas de los burros y sus diferencias con las de los caballos, para poder así tener un manejo reproductivo específico y no transpolar información de una especie a otra.

Es por eso que en el presente trabajo se realizó un seguimiento de la dinámica folicular a través de la ultrasonografía transrectal así como del patrón de secreción de las hormonas esteroides en suero (progesterona, testosterona y estradiol) durante el ciclo estral de la burra.



Figura. 1. Burro de trabajo en región montañosa de México.

REVISIÓN DE LITERATURA

ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR

Las diferencias entre la anatomía del burro y la del caballo raramente se mencionan en la literatura sobre anatomía veterinaria. Como resultado, se asume que el burro es morfológicamente igual al caballo. Sin embargo, existen algunas diferencias anatómicas clínicamente relevantes que se deben tener en cuenta cuando se trata de realizar un manejo reproductivo en el *Equus asinus*. (Herman, 2009).

En las burras los órganos reproductivos suelen ser proporcionalmente mayores que en la yegua con respecto al cuerpo de la hembra. En comparación con la yegua, todo el aparato reproductor de la burra es más voluminoso en relación con la masa corporal promedio de cada especie.

En las burras la masa corporal promedio es de 184.8 kg, mientras que la del útero es de 1.1 kg, (Fig.2), una relación media de 0.59 %. Mientras que en las yeguas la masa corporal promedio es de 600 kg, por lo que la relación es del 0.31 % 1.8 kg. (Fig.3).(Renner-Martin, 2008).



Figura. 2. Aparato reproductor completo de la burra, que en comparación al de la yegua es de tamaño similar.

FUENTE:(Reproducción Equina, FMVZ-UNAM, 2014)



Figura. 3. Aparato reproductor completo de la yegua, que a diferencia del de la burra este es de menor tamaño en relación a la masa corporal promedio.

FUENTE:(Reproducción Equina, FMVZ-UNAM, 2014)

El útero de las burras es más común la forma de “Y” en comparación a la forma de “T” del útero de la yegua. Los ovarios son de forma arriñonada, con una fosa de ovulación y folículos que llegan a alcanzar un diámetro de 40mm, aunque a partir de los 25 a 30mm son considerados potencialmente ovulatorios. La localización de los ovarios suele ser ligeramente más craneal que en la yegua (Pugh,2002).

El ligamento redondo del útero de la burra posee un apéndice más sobresaliente y el mesosálpinx es más ancho que en la yegua, por lo que forma una bursa ovárica más prominente (Fig.4) (Renner-Martin,2008).

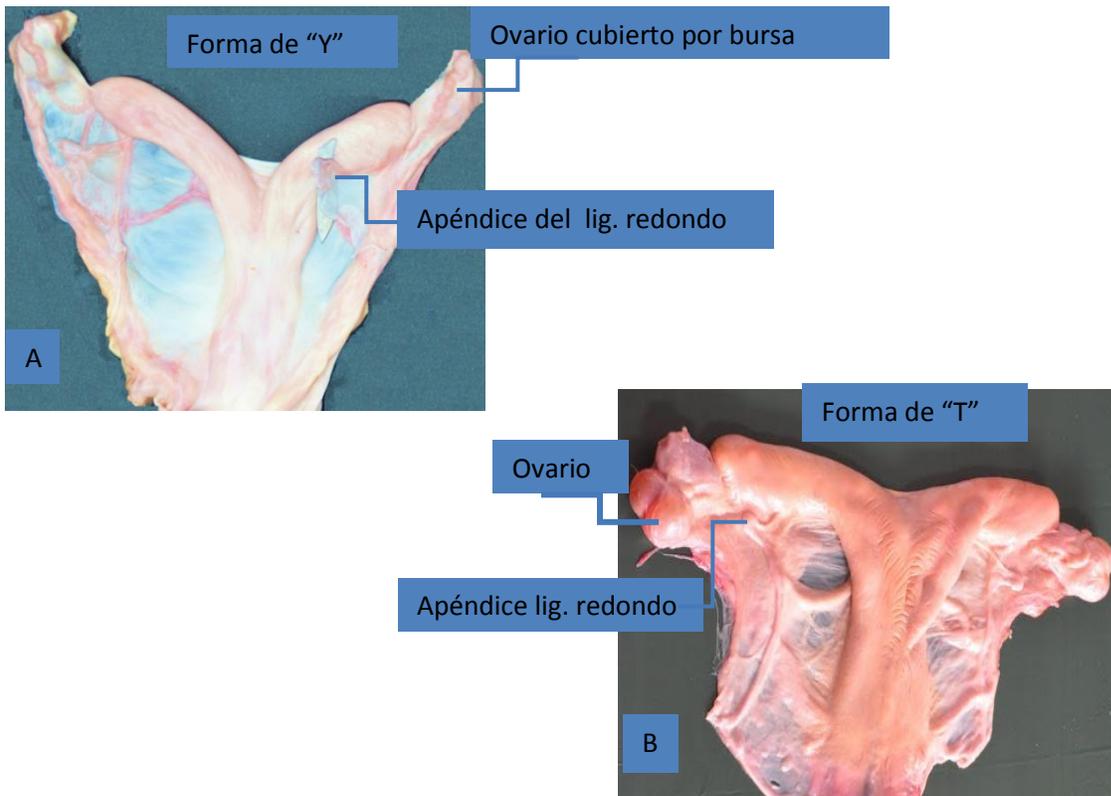


Figura 4. Principales diferencias del útero de la burra (A) y la yegua (B). Obsérvese como el mesosalpinx cubre los ovarios en la burra y la disposición de los ovarios es más craneal debido a la forma del útero en "Y". FUENTE: (Reproducción Equina, FMVZ-UNAM, 2014)

Una de las diferencias más significativas con respecto a la yegua es el canal cervical, ya que los pliegues que lo conforman son de diferente altura, lo que hace que sea más tortuoso y largo a la palpación.(Fig.5)(Renner-Martin,2008). Por otro lado, (Vendramini et al. 1998) reportaron que en razas como la Baudet y Poitou la parte del cérvix que sobresale sobre la vagina está unido a las paredes por pliegues de la mucosa, lo que constituye un impedimento sustancial para la eyaculación intrauterina.

Existe un pliegue en la mucosa de la cavidad vaginal que separa la parte craneal de ésta en dos compartimentos bilaterales. Dicha característica es un hallazgo singular que probablemente representa los remanentes de los conductos de Müller. (Renner-Martin,2008).

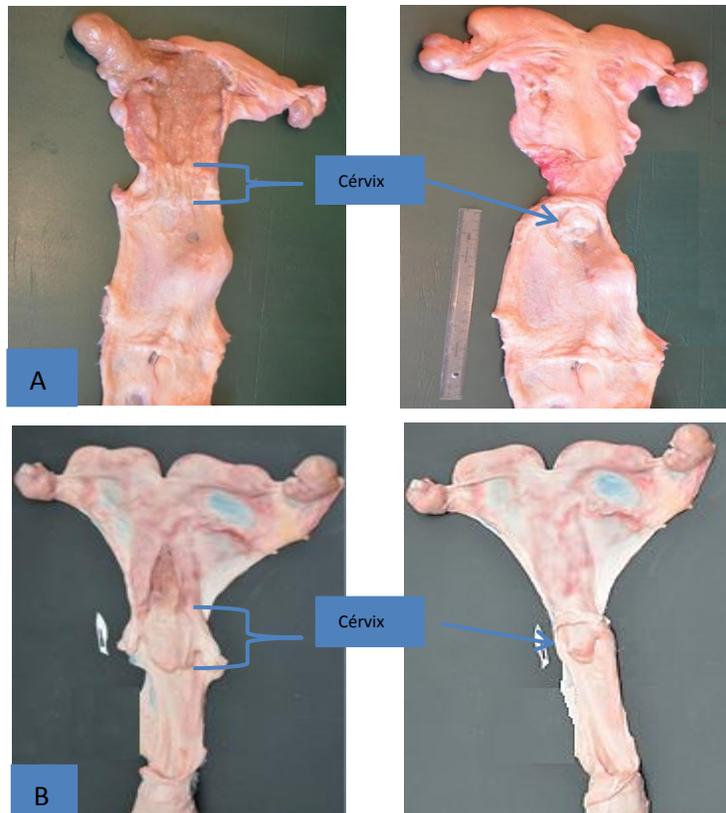


Figura. 5. Cérvix de yegua (A) y burra (B) comparando longitud y pliegues. FUENTE: (Reproducción Equina, FMVZ-UNAM, 2014)

PUBERTAD Y ESTACIONALIDAD

El inicio de la liberación de gametos viables acompañados por conducta de estro comienza en las burras entre los 8 y los 24 meses de edad dependiendo de la

raza, estación del año, nutrición y salud, mientras que en las yeguas inicia a partir de los 18 meses (Carleton,2011).

En el hemisferio norte los burros presentan su época ovulatoria de marzo a agosto (200 días) en forma muy similar a lo que ocurre en caballos y ponis (*Equus caballus*) (Ginter,1987). La época anovulatoria tiene una duración aproximada de 165 días (McDonnell, 1998). Sin embargo existen reportes que indican que algunas burras pueden presentar actividad ovulatoria durante todo el año.(Ginther,1987; Blanchard., 1999).

En México en un estudio realizado con material de rastro de burras se encontró que durante los días con menos horas luz existe mayor grado de desarrollo folicular que en yeguas. (Orozco, 1992).

COMPORTAMIENTO SEXUAL

La organización social y el comportamiento de los burros silvestres fueron estudiados desde los años 50s, lo que contribuyó al conocimiento del comportamiento sexual de los burros domésticos, pero a pesar de estos estudios, todavía quedan muchas preguntas sin respuesta (Henry ,1998).

El comportamiento sexual de los burros se caracteriza por una serie de actitudes específicas del macho y la hembra que son sustanciales e importantes para que ocurra la estimulación sexual. (Henry ,1998).

Los burros tienen un sistema social territorial. La composición del grupo, el tamaño, y las relaciones de dominio varían considerablemente entre las poblaciones estudiadas. Esta territorialidad también influye sobre el

comportamiento sexual, ya que en los burros en vida libre el territorio es defendido por el macho sobre todo cuando las burras están en celo.(McDonnell, 1998). Varios aspectos de la conducta sexual tanto del macho y como de la hembra son exclusivos de los burros y son diferentes a los de los caballos. (McDonnell, 1998).

Las burras presentan una conducta homotípica y heterotípica.(Henry,1998). La manifestación externa de la receptividad sexual se produce después del estímulo visual y sobre todo con el contacto con el semental, (Fig.6). De vez en cuando, la vocalización del macho, sin contacto visual, es suficiente para estimular a las burras a mostrar signos evidentes de celo. (Henry ,1998) .



Figura. 6. Estimulación de hembras a través de contacto directo con el semental burro.

CICLO ESTRAL EN LA BURRA

La duración de los ciclos estrales varía entre 23 y 25 días (Carleton,2001; McLean,2010), con una duración del estro de 6 a 8 días (Boeta, 2008; Debra y Hagstrom, 2004). La ovulación ocurre de 24 a 36 hrs antes de que finalice el estro(Pugh,2002), En el diestro el cuerpo lúteo tiene una vida media de 15 a 20 días, siendo esta más larga que en las yeguas(Carleton,2011).

ESTRO

Esta etapa también es conocida como fase folicular. Es el periodo que comprende desde la regresión del cuerpo lúteo hasta la ovulación con signos de receptividad sexual. Esta fase es relativamente corta, representando el 20% del ciclo estral.(Senger.,2003).

Las primeras manifestaciones de signos de estro fueron observados en burras en vida libre; donde se observó que al estar en estro se desplazaban gradualmente hacia el territorio del macho.(Henry,1998).

Cuando se encuentra en estro, la burra baja la cabeza con las orejas pegadas y dirigidas hacia atrás, extiende el cuello hacia adelante, separa los miembros posteriores, levanta la cola, muestra la zona perineal para permitir la monta y vocaliza llamando la atención del macho. (McDonnell,1998).

Es importante mencionar que el signo característico durante esta etapa es el movimiento de la boca conocido como “boqueo” (McDonnell,1998;Clayton, 1981), mientras que el espejeo, o eversión del clítoris característico de las yeguas en estro solo se presenta en el 20% de las burras en estro. Sin embargo, un 67%

muestran la elevación de cola y un 65% orinan al tiempo que levantan la cola (McDonnell,1998).

Hasta un 88% de las burras en estro tienden a formar grupos activos, observándose comportamientos similares a los de las vacas sexualmente receptivas, ya que la hembra que se encuentra en estro se deja montar y la que va a entrar en estro monta a las otras. También se ha observado la presencia de estros silenciosos en un 7.7% de las burras (McDonnell,1998;Henry et al.,1991).

DINÁMICA OVÁRICA

En el 60 % de los ciclos estrales de la burra se presenta una sola oleada folicular, mientras que el resto de los ciclos se presentan dos oleadas foliculares.(Conceicao et al, 2009).

En las yeguas se conoce que la presencia de una o dos oleadas foliculares es responsable de la diferencia en la longitud del ciclo estral, pero en las burras esta condición aún no se ha determinado.(Derar y Hussein, 2011).

El reclutamiento de los folículos se reporta que comienza con folículos de entre 11 y 20 mm de diámetro. El inicio de esta oleada comienza entre el día 7 y 9.6 post ovulación, un poco más tarde que en la yegua (6-7 días).(Conceicao et al, 2009;Ginther, 1993;Meira, 1995).

La desviación ocurre aproximadamente 4 días después del reclutamiento, con el establecimiento de un folículo dominante que al momento de la desviación es más pequeño (21 mm) que en la yegua (Conceicao et al, 2009)

Una vez seleccionado, el diámetro del folículo dominante comienza a aumentar de manera significativa 7 días antes de la ovulación, alcanzando un diámetro máximo un día antes de la ovulación. (Derary Hussein, 2011).

Taberner et al., (2008) observaron mayor frecuencia de ovulaciones en el ovario izquierdo (52.63%) en comparación con el ovario derecho (47.37%). También encontraron mayor incidencia de ovulaciones dobles que en la yegua, ya que en la burra la incidencia de ovulaciones simples fue del 55.66%, la de dobles del 42.45% y la de triples del 1.89%. así también se obtuvo que del 42.45% de ovulaciones dobles totales registradas solo un 41.18 % se produjeron el mismo día, el 20.59 % se produjeron con intervalo de un día y el 26.47% en un intervalo de 2 días.

DIESTRO O FASE LÚTEA

Esta es la etapa que va desde la ovulación hasta la regresión del cuerpo lúteo, y comprende el 80 % de la duración del ciclo estral.(Senger, 2003).

Durante el diestro las burras huyen del macho, no muestran la zona perineal y si el macho se acerca lo patean. Pueden vocalizar, gruñir y morder al macho (McDonnell,1998).

En este periodo las burras ocasionalmente desarrollan folículos que llegan hasta un tamaño preovulatorio sin que el animal presente signos de estro. Es común encontrar folículos de entre 25 y 30 mm antes del inicio de la luteólisis. (Mckinon,1993).

El cuerpo lúteo es una glándula temporal que produce progesterona y de acuerdo al momento en que se forma y a su estado de desarrollo, esta estructura se puede nombrar de diferentes maneras:

1) Cuerpo hemorrágico: que solo se observa ultrasonográficamente en un 50% de los équidos después de la ovulación. Corresponde a la reorganización de células dentro del coágulo que se forma al ovular el folículo.

2) Cuerpo lúteo primario: Surge de la ovulación (simple o doble) durante el estro

3) Cuerpo lúteo secundario: Surge de ovulaciones posteriores a la ovulación primaria (ovulación de diestro o durante la gestación).

4) Cuerpo albicans: son los remanentes del cuerpo lúteo al final del diestro. (Ginther 1992)

En la especie asina se ha determinado que el diámetro medio del cuerpo lúteo en el primer día después de la ovulación es de aproximadamente el equivalente al 77,7 % del tamaño del folículo preovulatorio (Conceicao.,2009) . En yeguas, equivale aproximadamente al 50 a 75 % del tamaño del folículo preovulatorio. (Ginther , 1992) .

Hacia el final de la fase y después de la acción de la PGF2alfa el cuerpo lúteo disminuye de tamaño y aparece como un área esponjosa, firme y pequeña dentro del estroma del ovario.(Ginther , 1992) .

EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA

Sin duda la ultrasonografía diagnóstica es el avance tecnológico más profundo en el campo de la investigación clínica y reproductiva de grandes especies.

(Ginter,1992).Algunas de las aplicaciones clínicas de la detección y seguimiento ultrasonográfico de los folículos ováricos son:

- 1) Monitoreo de folículos pequeños (desde 2mm de diámetro) para la determinación de la época ovulatoria, dinámica folicular).
- 2) Determinar la etapa del ciclo estral en la que se encuentra el animal.
- 3) Determinación de la ovulación.
- 4) Detección de folículos preovulatorios dobles, que son difíciles de percibir a través de la palpación.
- 5) Detectar fallas de la ovulación o estros anovulatorios, así como poder observar los cambios en la morfología de los folículos. (Ginter,1992).

Tanto en yeguas como en burras los hallazgos ultrasonográficos durante el estro son similares.

La ultrasonografía también permite evaluar cambios en el endometrio relacionados con el ciclo estral. Por ejemplo, conforme se acerca la ovulación existe una correlación positiva entre los pliegues endometriales y el tamaño del folículo dominante, lo que puede ayudar a predecir la ovulación.(Conceicao et al, 2009;Ginther, 1993;Lemma, 1995).

Los folículos ováricos se pueden distinguir desde son tan pequeños como de 2-3 mm utilizando un transductor de 5 MHz.(Guinther, 1992).

Además de su diámetro, otras características de los folículos pueden ayudar en su seguimiento. Por ejemplo, cuando un folículo ya es dominante se produce un engrosamiento gradual de su pared, además de un ligero puntilleo ecogénico en el antro, mientras que su forma pasa de ser circular a irregular conforme se dirige a la fosa de ovulación.(Lemma, 1995). De esta forma, la combinación entre el

tamaño, forma y textura del folículo y el comportamiento estral permite la predicción de la ovulación dentro de 24 h con una probabilidad de éxito mayor al 75 %.(Derar y Hussein, 2011).

Durante el diestro el cuerpo lúteo se muestra uniforme y ecogénico, presentándose en el 95 % de los casos un área central hiperecogénica. El otro 5% forma un centro anecoico cuyo tamaño se reduce gradualmente hasta la luteólisis . (Lemma, 1995; Taberner et al., 2008; Conceica,2009). La morfología del cuerpo lúteo no tiene relación con la cantidad de progesterona que produce.

El crecimiento de la glándula lútea es de aproximadamente 1.19 ± 0.07 mm/día, alcanzando un diámetro máximo de 26.77 ± 1.28 mm en el día 13, disminuyendo posteriormente 1.75 ± 0.17 mm/día hasta su regresión en el día 17. (Derar y Hussein, 2011).

ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL

HORMONA FOLÍCULO ESTIMULANTE (FSH)

Esta gonadotropina que regula el desarrollo y crecimiento de los folículos es sintetizada por la hipófisis anterior (Zarco y Boeta,1995).

La burra presenta una secreción menor de FSH durante el estro y se eleva durante el diestro, presentando 2 picos significativos, uno en el día 3 y el otro en el día 9 post ovulación (Fig.7) (Vandeplassch et al. 1981).

HORMONA LUTEINIZANTE (LH)

Esta gonadotropina de naturaleza glicoprotéica es producida por el lóbulo anterior de la hipófisis. Su función es controlar la maduración de los folículos, la ovulación, y la formación del cuerpo lúteo. (Zarco y Boeta, 1995).

En la burra la LH se eleva durante el estro, alcanzando su máximo valor un día después de la ovulación. La elevación preovulatoria de LH en la burra tiene un perfil más gradual y prolongado, con concentraciones máximas más bajas (3-7 ng/ml) que en ponies y yeguas (>30 ng/ml) (Fig.7) (Vandeplassche et al., 1981; Mckinon, 1993).

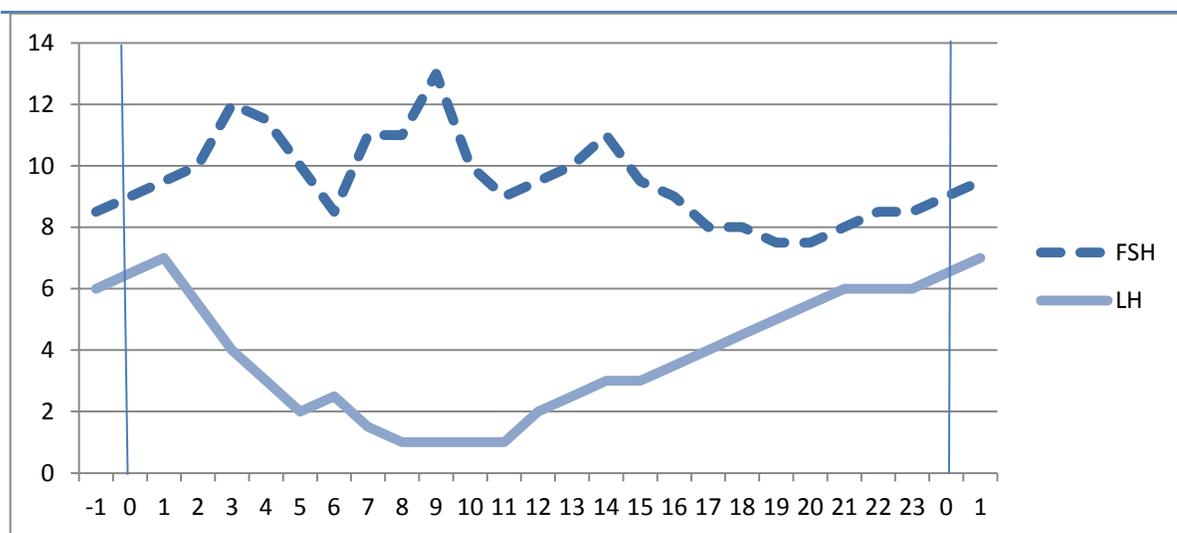


Fig. 7. Secreción de hormonas gonadotropicas durante el ciclo estral de la burra. Las concentraciones medias de FSH fueron relativamente altas (11.0 ng / ml) en el día -12 a -10 y comenzaron a aumentar progresivamente un día antes de la ovulación posteriormente en el tercer y noveno día después de la ovulación las concentraciones de FSH fueron significativamente mayores teniendo elevaciones de (12.1 ng / ml) y (13.1 ng / ml) respectivamente. Las concentraciones de LH fueron mínimas (<3 ng / ml) en el día -12, pero se fueron incrementando hasta llegar a un valor máximo en el día 1 después de la ovulación (7.0 ng / ml). La LH disminuye en los próximos 5 días hasta alcanzar concentraciones inferiores a los 3 ng / ml. FUENTE:(adaptada de Vandeplassche et al., 1981)

ESTRADIOL (E2)

Los estrógenos presentes de forma natural en cualquier especie son: estriol, 17B-estradiol y estrona. El folículo preovulatorio es el encargado de su síntesis a partir de la producción de andrógenos en las células de la teca interna, aromatizándose posteriormente en las células de la granulosa. El 17B-estradiol es el estrógeno natural más importante; es el responsable de la maduración folicular final, estimula los pulsos de secreción de la LH, induce la receptividad sexual, la búsqueda activa del macho, prepara a los órganos genitales para la cópula y para el transporte exitoso de los espermatozoides, genera cambios como la apertura del cérvix y el incremento de las contracciones uterinas, potencializando los efectos de la oxitocina y la PGF2 α . (Zaco y Boeta 1995; Hafez, 2000.).

En estradiol en yeguas comienza a incrementarse antes de la desviación folicular entre el día 13 a 16 post ovulación (6-8 pg/ml)(Samper , 2007; Ginther , 2007) y en burras 1-3 antes de la ovulación, cuando aumenta hasta 60 pg/ml. (Henry et al., 1987).

PROGESTERONA (P4)

Se sintetiza en el cuerpo lúteo, y en la placenta durante la gestación. Esta hormona provoca una retroalimentación negativa sobre la secreción de GnRH, de tal manera que inhibe la secreción pulsátil de LH, lo que evita el desarrollo final del folículo preovulatorio y la ovulación. Al mismo tiempo inhibe el comportamiento sexual, provoca el cierre del cérvix, reduce las contracciones uterinas y promueve un ambiente uterino adecuado en caso de que ocurra la gestación. (Hafez, 2000; Caravaca, 2003).

Las concentraciones de progesterona en la burra comienzan a aumentar un día después de la ovulación, alcanzando una meseta entre el día 4 al 14 post ovulación, con concentraciones que van de los 13 hasta los 16 ng/ml. Durante la luteólisis los niveles de progesterona disminuyen a menos de 1 ng/ml. Días antes de la ovulación se presenta un aumento en las concentraciones de progesterona, que alcanza 2.2 y 3.8 ng/ml en el día -2 y -1 respectivamente. En las yeguas el folículo preovulatorio, justo antes de la ruptura folicular comienza a producir progesterona, lo que a su vez estimula la síntesis de la enzima colagenasa. (Conceicao,2005;Henry et al.,1987;Pal.,2005).

TESTOSTERONA

La testosterona es el principal andrógeno y es producida en los folículos ováricos por las células de la teca interna, contribuyendo junto con los estrógenos en la ovulación. (Caravaca, 2003). La aromatización de la testosterona a estrógeno es indispensable para que una hembra exprese la conducta del estro.(Homeida., 1988).

Las concentraciones séricas de testosterona se pueden utilizar para diagnosticar patologías que se pueden presentar en équidos, como tumores de células de la granulosa y la masculinización. Gastal (2007) estudió las concentraciones de testosterona durante el ciclo estral en yeguas; encontrando niveles elevados de entre 15 y 70 pg/ml durante el estro, y una segunda elevación entre los 11 y 13 días post-ovulación. Sin embargo no se tienen muchos datos al respecto, por lo que no se conoce con certeza si existe un patrón de secreción durante el ciclo estral. (Gastal,.2007).

Debido a la poca información disponible en equinos sobre los perfiles de testosterona en la hembra haremos una rápida revisión de lo reportado en hembras de otras especies:

Hansel (1974), encontró en vacas que la testosterona plasmática comienza a aumentar aproximadamente 1 a 3 días antes del estro (20 pg/ml), llegando a un máximo de 50 pg/ml durante el período preovulatorio. Sin embargo, otros autores no encontraron la misma consistencia en el patrón de secreción.

Por otro lado se han sugerido que los andrógenos ováricos aumentan la tasa de atresia folicular. En el camello los estrógenos y la testosterona comenzaron a aumentar, alcanzando niveles más altos 4-5 días durante la maduración folicular y celo. (Homeida ., 1988).

HIPÓTESIS

Las burras durante el ciclo estral presentaran una dinámica folicular y una secreción de hormonas esteroides, similar a lo reportado en yeguas.

JUSTIFICACIÓN

Existe poca investigación en el ámbito de la reproducción de la especie asina ya que en los países desarrollados es poco el interés que tienen por su estudio. En cambio en México existe una gran población de burros debido a la importancia que tienen en el área rural, por lo que es preciso conocer detalladamente los eventos ováricos y endocrinos durante el ciclo estral para poder mejorar el manejo reproductivo en esta especie.

OBJETIVOS

GENERAL

Se realizará el monitoreo folicular a través de la ultrasonografía para determinar el número de oleadas foliculares durante el ciclo estral, las características del desarrollo y atresia de cada uno de los folículos dominantes así como las del cuerpo lúteo desde su formación hasta la luteólisis. De igual manera se realizará el seguimiento de las hormonas esteroides durante el ciclo estral.

PARTICULARES

- 1.- Relacionar los hallazgos encontrados en el aparato reproductor a la palpación transrectal y al ultrasonido con el desarrollo folicular y/o presencia de cuerpo lúteo.
- 2.- Caracterizar el desarrollo folicular que se lleva a cabo en las oleadas generadas durante el ciclo estral.
- 3.- Determinar el patrón de secreción de la progesterona, estradiol y testosterona durante el ciclo estral.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el antiguo Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrícola y Ganadería (CEIEPAG) ahora “Rancho San Francisco” de la FMVZ, ubicado en el kilómetro 2.5 de la carretera Chalco-Mixquic, Chalco, Estado de México, a 19°09” latitud norte.

ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 9 burras criollas sanas con peso vivo que variaba entre los 120 y los 150 kg, y con condición corporal promedio de 3 en una escala del 1 al 5 (Svendsen,2008). Las burras permanecieron en un corral con agua *ad libitum* y alimentación a base de heno de alfalfa y avena.

Al iniciar el estudio las burras se encontraban en diferentes etapas del ciclo estral, por lo que en cada una se comenzó su seguimiento a partir de la ovulación y durante dos ciclos estrales consecutivos.

RECELADO

Para el recelado de las burras se utilizó un semental burro criollo de 7 años de edad y aproximadamente 300 kg de peso. Se realizaba el recelado diariamente en la mañana durante 5 minutos, registrando la conducta de las hembras, a las que se les otorgaba una calificación del 0 al 2, donde 0 es sin receptividad sexual, 1 se acerca al macho con nulos signos de estro y 2 se acerca al macho con signos de estro. (Cuadro 1)(Taberner, 2008).

EVALUACIÓN A LA PALPACIÓN

La palpación transrectal se realizó diariamente, registrando el tono del cérvix y útero, así como el tamaño y consistencia de los ovarios otorgándose una calificación del 0 al 2, donde 0 es con tono y ovario duro, 1 poco tono y ovario firme, 2 sin tono y ovario muy suave.

EVALUACION ULTRASONOGRÁFICA

A partir del día de la ovulación (día 0), se monitoreo diariamente el desarrollo folicular mediante ultrasonografía transrectal con un equipo (US) Chisson 600 de tiempo real y un transductor lineal de 5 Mhz. En cada ocasión se identificaban las estructuras ováricas, registrando el número y tamaño de los folículos así como el diámetro del cuerpo lúteo si estaba presente. Cuando había folículos menores a 15 mm de diámetro solo se contó el número de estructuras presentes, mientras que al encontrarse folículos mayores de 15 mm se realizó la medición del diámetro de cada uno, registrando además su forma. Por otro lado, en cada ocasión se evaluó la presencia de edema y/o líquido en el útero, otorgándose una calificación del 0 al 2, donde 0 es edema evidente, 1 es ligero edema, 2 sin edema.

Cuadro 1. Puntajes otorgados a las variables según los hallazgos encontrados a la palpación, ultrasonido y recelado.

variable / puntaje	0	1	2
Cérvix	Con tono	Poco tono	Sin tono
Útero	Con tono	Poco tono	Sin tono
Ovario	Duro/con desarrollo folicular pequeño	Firme/con desarrollo folicular medio	Suave/con desarrollo folicular grande
Edema	Evidente	Ligero	Sin edema
Recelado	No esta receptiva	Se acerca al macho/sin signos de estro	Se acerca al macho /con signos de estro

Los puntajes se anotaron en formatos (Anexo 1), de manera que cuando existía una prevalencia de 0 en el registro, la burra está en la etapa de diestro, el 1 muestra el final del diestro o estro, y el número 2 finales del estro y posible ovulación. También se anotó las medidas diarias de los cuerpos lúteos y folículos mayores a 15mm, para determinar el tamaño preciso al momento de la ovulación.

En la silueta ovárica se ubicaban con círculos los folículos y cuerpos lúteos para establecer patrones en la dinámica folicular de cada ovario, por último en la columna de observaciones se registró si la burra había ovulado, además de otras anotaciones que a consideración del evaluador eran de relevancia para el proyecto, como el momento de la ovulación, formación de líquido, y la conducta homotípica

MUESTRAS DE SANGRE Y ANÁLISIS HORMONALES

Las muestras de sangre fueron colectadas diariamente durante un ciclo estral, entre las 8:00 y 9:00 am, por medio de venopunción de la yugular en tubos al vacío sin anticoagulante. Las muestras sanguíneas se centrifugaron a 3000 r.p.m. durante 20 min, después de lo cual el suero se separó por medio de pipetas Pasteur (una para cada muestra) y se almacenaron a -20°C hasta el momento de su procesamiento. En las muestras se midieron las concentraciones séricas de estradiol, testosterona y progesterona por medio de radioinmunoanálisis (COAT-A-COUNT® de SIEMENS), en el Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM (fig. 8).

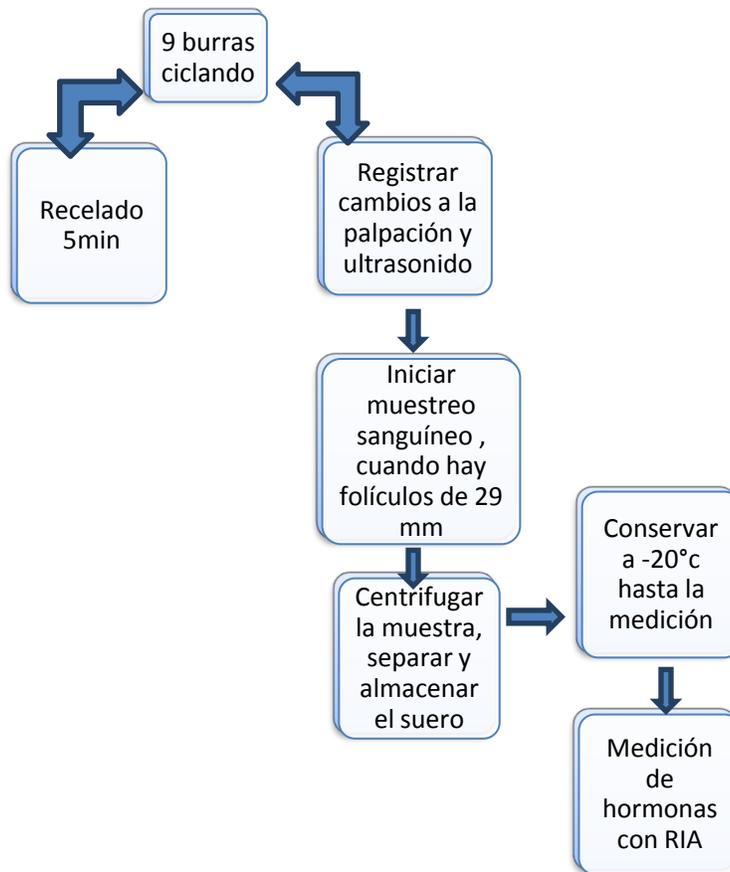


Figura. 8. Diagrama de flujo del proyecto.

RESULTADOS

La duración promedio del ciclo estral fue de 23.4 ± 0.4 días en 9 hembras seguidas durante 3 ciclos estrales completos (N= 27). En una burra el ciclo se prolongó hasta 27 días. La duración promedio del estro fue de 6.9 ± 0.2 días y del diestro 16.7 ± 0.8 días. La ovulación se presentó entre 24 y 48 h. antes de finalizar los signos de estro. Una de las burras (angelina) presentó estros silenciosos durante todo el estudio.

En el cuadro 2 se observa la duración promedio del ciclo estral y de cada una de las etapas en cada burra, observándose que la fase folicular abarca el 30% del

total de todo el ciclo y la fase lútea el 70% restante. (Duración total del ciclo 23.4 días).

Cuadro 2. Duración promedio de las etapas del ciclo estral y determinación de la ovulación de todos los ciclos estudiados (N=27).

***Burra que presentó estro silencioso en la que la duración de la etapa de diestro se determinó por análisis de progesterona (>1ng/ml).**

ETAPA/	N=	ANGELINA	BOOX	CUCA	CHOFIS	CHOCOLATA	DOMINO	FIONA	GRETA	ZAHIRA
INTERVALO INTEROVULATORIO (d)	27	21.7±0.7	22.3±1.3	24.7±0.3	24.3±0.9	23.3±1.5	24.3±1.2	23.0±0.0	23.3±1.3	24.0±1.7
ESTRO (d)	31	*	6.5±0.5	7.3±0.3	7.0±0.0	6.3±0.6	8.0±0.4	6.7±0.3	6.8±0.3	7.0±0.6
DIESTRO (d)	23	16*	15.7±1.8	17.3±0.3	17.3±0.9	17.0±0.6	16.3±1.2	16.5±0.4	16.3±1.3	17.3±0.3
OVULACIÓN (h)	31	*	30.0±6.0	36.0±6.9	36.0±6.9	42.0±6.0	36.0±6.9	40.0±6.9	30.0±6.0	24.0±0.0

CONDUCTA ESTRAL

Los signos de estro observados en las burras fueron: cabeza baja con las orejas hacia atrás y pegadas al cuello (Fig.9), además del singular boqueo que se caracteriza por el cierre y apertura de la boca de la hembra ante la presencia del macho (Fig.10). Cabe mencionar que las burras en estro presentaron conducta homotípica cuando el macho estaba ausente, por lo que en estos periodos se observaba que la burra en estro era montada por otra hembra próxima a entrar en calor (Fig.11y12)



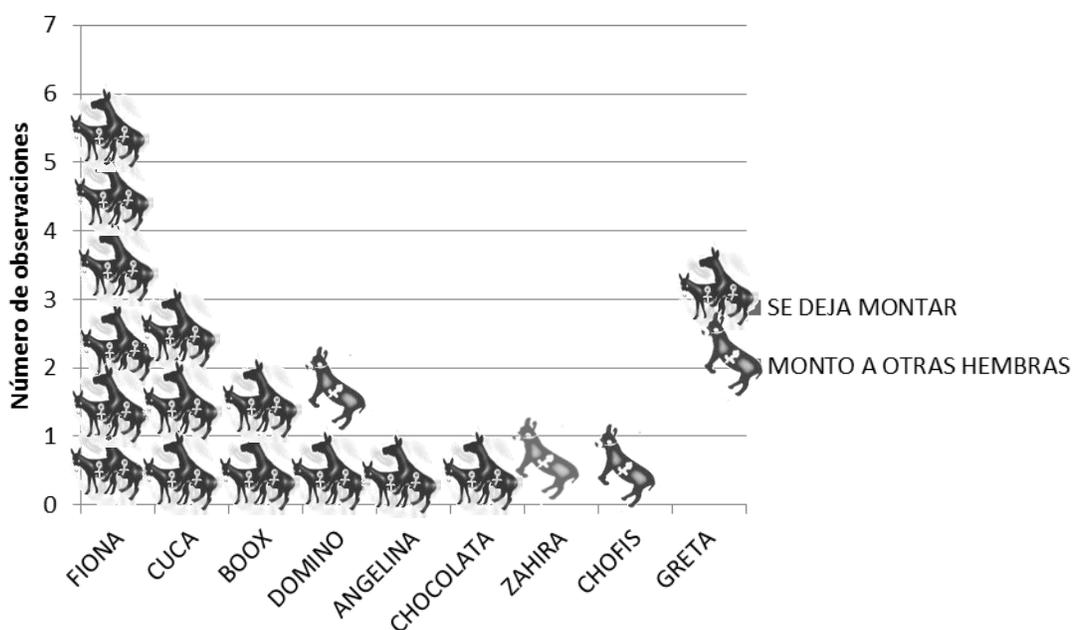
Figura 9 y 10. Conducta heterotípica. Burra en estro realizando boqueo en presencia del macho.



Fig.11 y 12. Conducta homotípica. Hembra (gris/blanco) mostrando signos de receptividad sexual ante la presencia de otra que entrará en calor. (café)

En la gráfica 1 se registró el número de veces en que la hembra fue montada por otra durante los periodos de estro (N=27 ciclos). Cabe mencionar que solo tres de las 9 burras fueron observadas montando a las otras hembras.

Gráfica 1. Observación de conducta homotípica en burras. Se representa el número de veces que fue montada una hembra y de las hembras que montaron a otras (solo se registró una observación)



CAMBIOS A LA PALPACIÓN RECTAL Y ULTRASONOGRAFÍA

ESTRO

Los cambios uterinos observados a la palpación rectal y ultrasonografía en los 9 individuos, seguidos durante 3 ciclos estrales completos (N= 27) se presentan en porcentajes en la gráfica 2, observando que en 14 ciclos se presentó edema grado 2 (Fig.13), en 6 ciclos edema grado 1 y en 7 ciclos no se detectó la presencia de

edema. En la figura 13 se presenta como ejemplo una imagen uterina con cada grado de edema.

Grafica 2. Diferentes grados de edema visto con ultrasonografía en el ciclo estral (N=27).

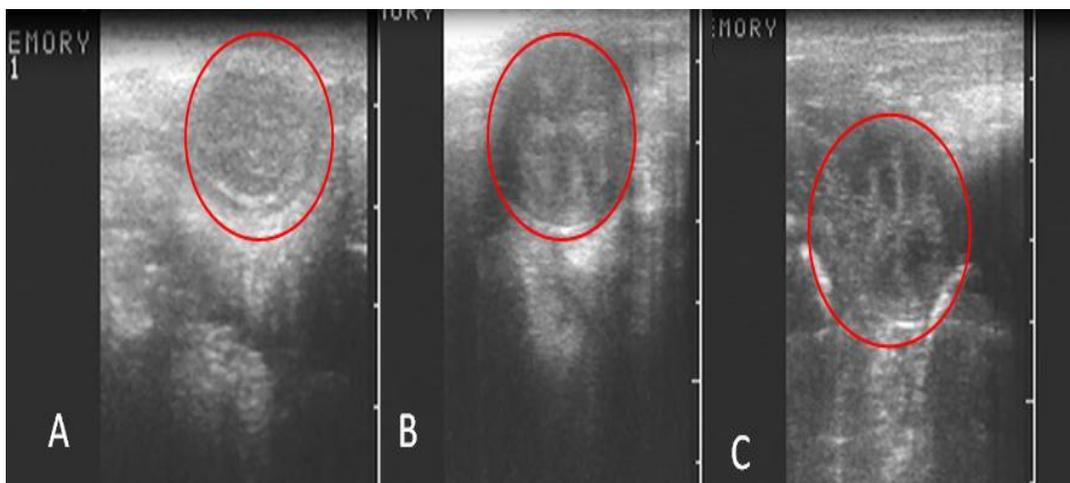
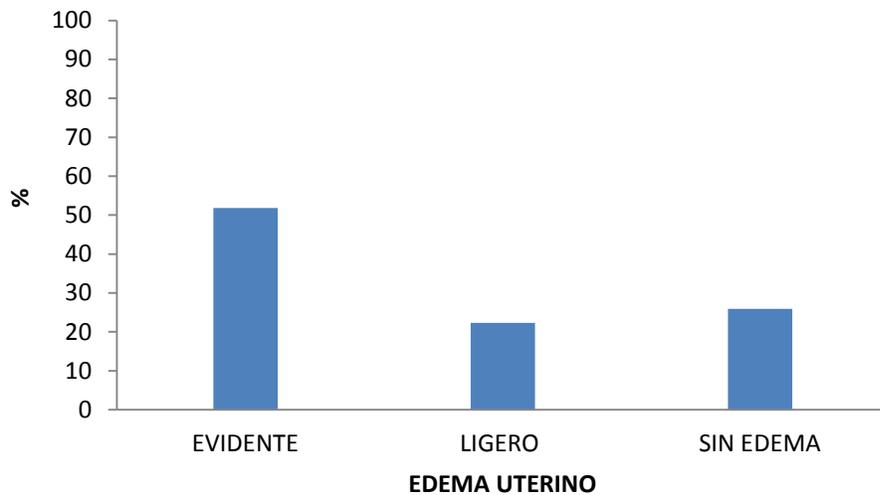
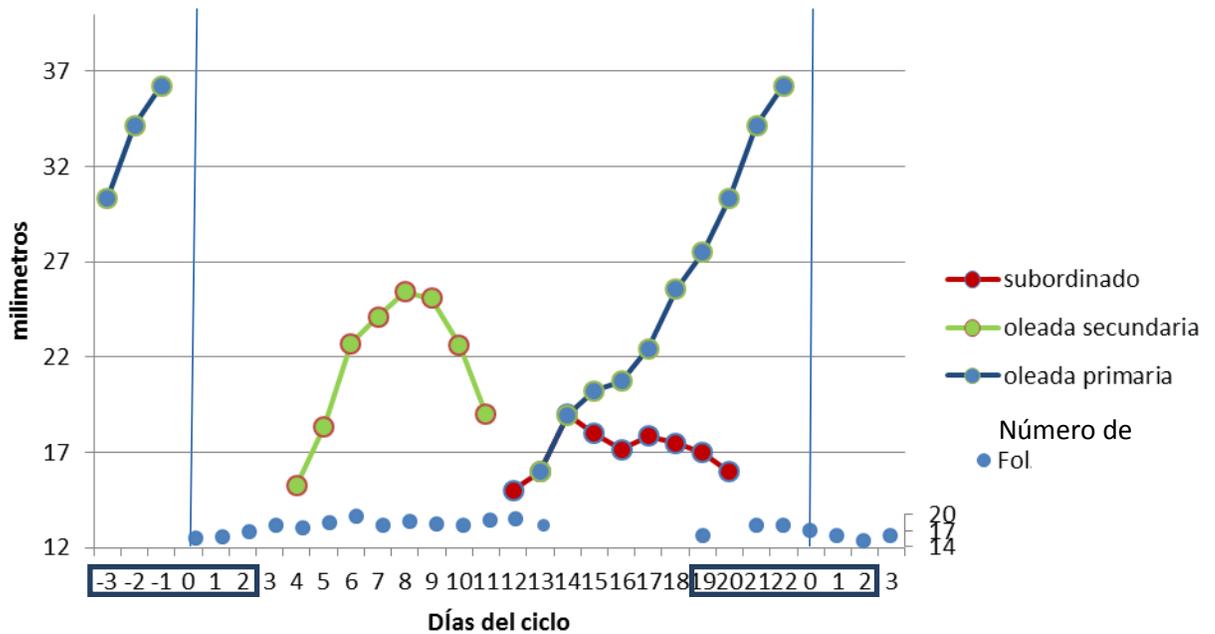


Figura 13. Grados de edema durante el estro. Cuerno uterino sin edema (A), cuerno uterino con edema ligero (B), cuerno uterino con edema evidente (C)

DINÁMICA FOLICULAR

Durante el seguimiento ultrasonográfico de los 27 ciclos evaluados se encontró que el 66.6% de las ovulaciones ocurrieron en ovario izquierdo y el 33.3 % en el ovario derecho. La oleada folicular primaria comenzó aproximadamente en el día 12.5 post-ovulación, en el 11.1% se presentó una oleada folicular secundaria que se presentó en el día 4-5 post-ovulación. Este tipo de oleada solo se presentó en dos hembras, en una de ellas durante dos ciclos consecutivos.(Grafica 3)

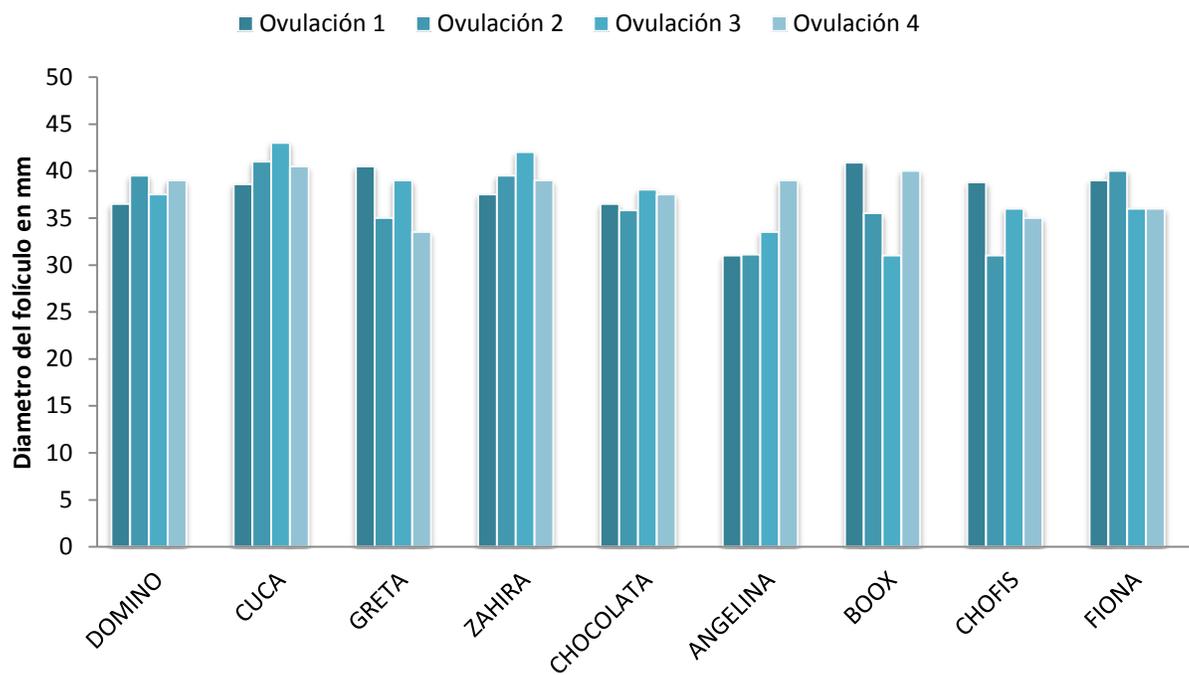
Grafica 3. Dinámica folicular, donde se determina la selección y dominancia de los folículos durante el ciclo estral (N=27). Líneas azules indican la ovulación y recuadros los días de estro. La escala de la derecha indica número de folículos



Al seguir el crecimiento folicular se observó que a partir de que los folículos alcanzaban los 20mm de diámetro y hasta la ovulación la tasa de crecimiento promedio fue de 2.7 mm/día, aunque se encontraron folículos que crecían hasta 4mm/día.

En la gráfica 4 se muestran el diámetro de folículos preovulatorios (24 hrs. antes de la ovulación) siendo el diámetro promedio de 37.6 mm con rangos desde los 29 hasta los 43mm.

Grafica 4. Diámetro de folículos preovulatorios presentados durante 3 ciclos estrales (N=36 ovulaciones)



Inmediatamente antes de la ovulación el 92.5 % de los folículos tenía forma ovalada o piriforme, y el 7.5% permaneció esférico (Fig. 14).

A la palpación rectal durante el estro se encontró edema en cuernos y cervix en el 22.2% y 18.5% de los ciclos respectivamente (N=27), mientras que en el resto de las hembras no hubo ningún cambio uterino (Grafica 5). Por otra parte, el 22.2% de los folículos preovulatorios tuvieron una consistencia suave.

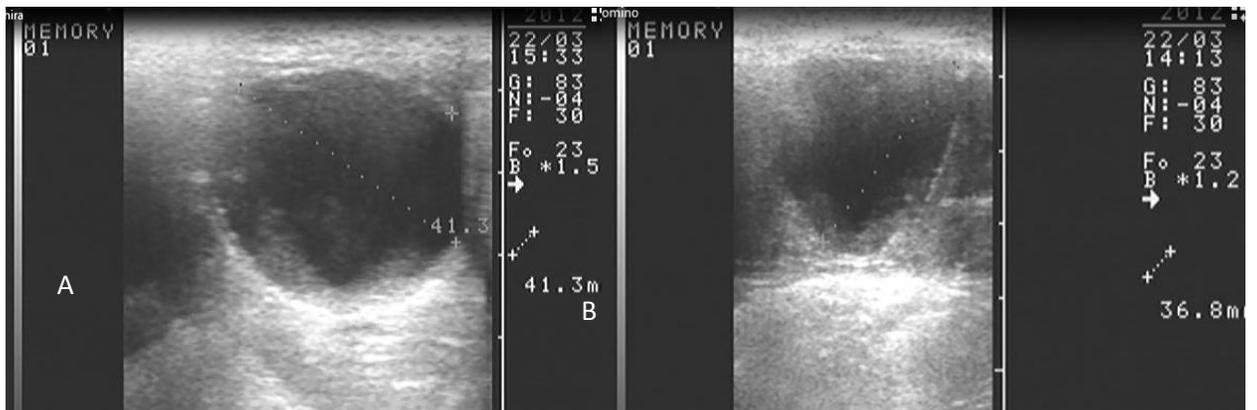
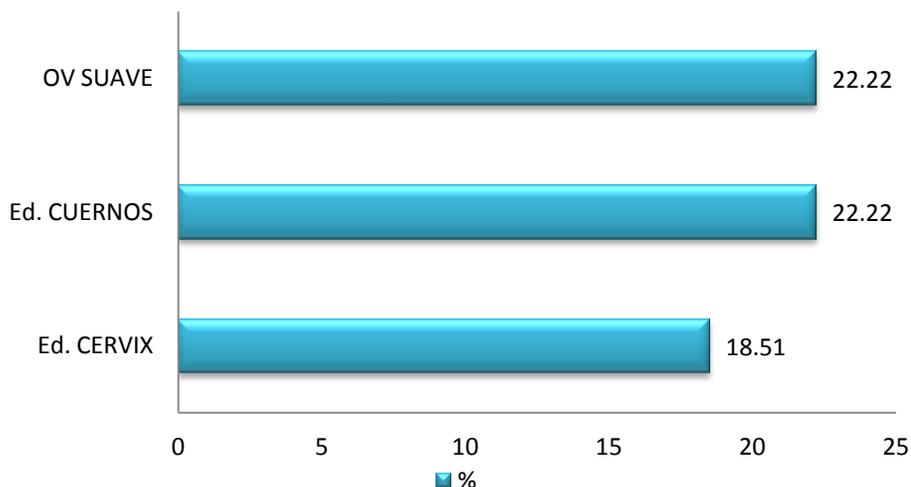


Figura. 14. Folículos 24hrs. antes de la ovulación, donde el folículo (A) aun no pierde su forma esférica y folículo (B) se nota ligeramente ovalado.

Grafica 5. Hallazgos a la palpación transrectal durante el estro.



DIESTRO

Los cambios post-ovulación fueron muy evidentes a la palpación rectal, ya que en todas las hembras del estudio se produjo un incremento del tono en cervix y útero. A la ultrasonografía se observó que el cuerpo y los cuernos del útero estaban uniformes y ecogénicos. Los ovarios presentaron estructuras lúteas de morfología variadas. La mayoría de los cuerpos lúteos presentaron una apariencia uniforme, aunque se encontraron cuerpos lúteos con centros anecoicos en el 14.8% de los ciclos (Fig.15) y un 7.4% con centros ecogénicos (Fig.16).

Se encontraron dos oleadas foliculares, la oleada secundaria comenzó alrededor de la ovulación con folículos menores a 15 mm y la primaria alrededor del día 12.5 con la emergencia de folículos, llegando a la dominancia con folículos de hasta 43 mm de diámetro. El crecimiento de los folículos fue de aproximadamente 2.7mm por día.

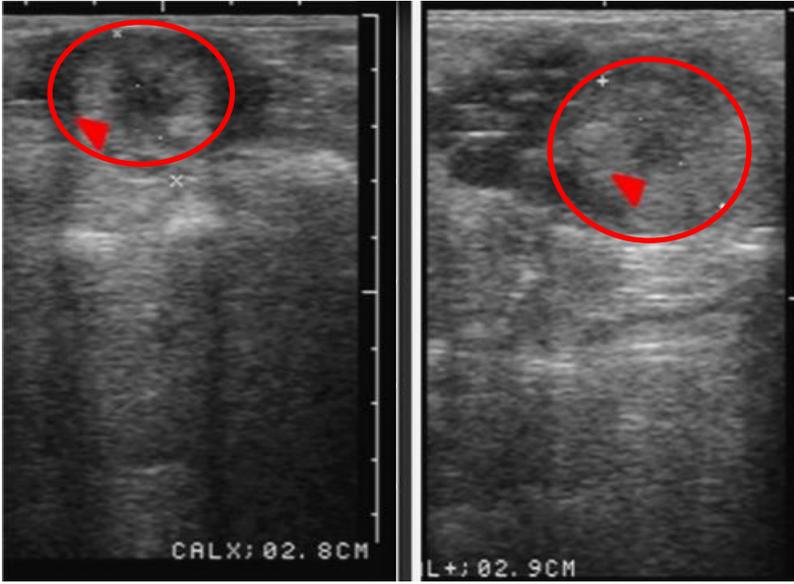


Figura 15. Cuerpos lúteos con centros anecoicos. (Indicada por flecha roja).



Figura 16. Cuerpo lúteo con centro ecogénico (la flecha indica la porción mas ecogénica).

RELACION DE HORMONAS CON EVENTOS OVÁRICOS Y SIGNOS DE ESTRO EN CADA BURRA

A continuación se describirán, para cada burra, los signos de estro, dinámica folicular y lútea además de las concentraciones de testosterona, estradiol y progesterona en solo un ciclo estral.

Angelina

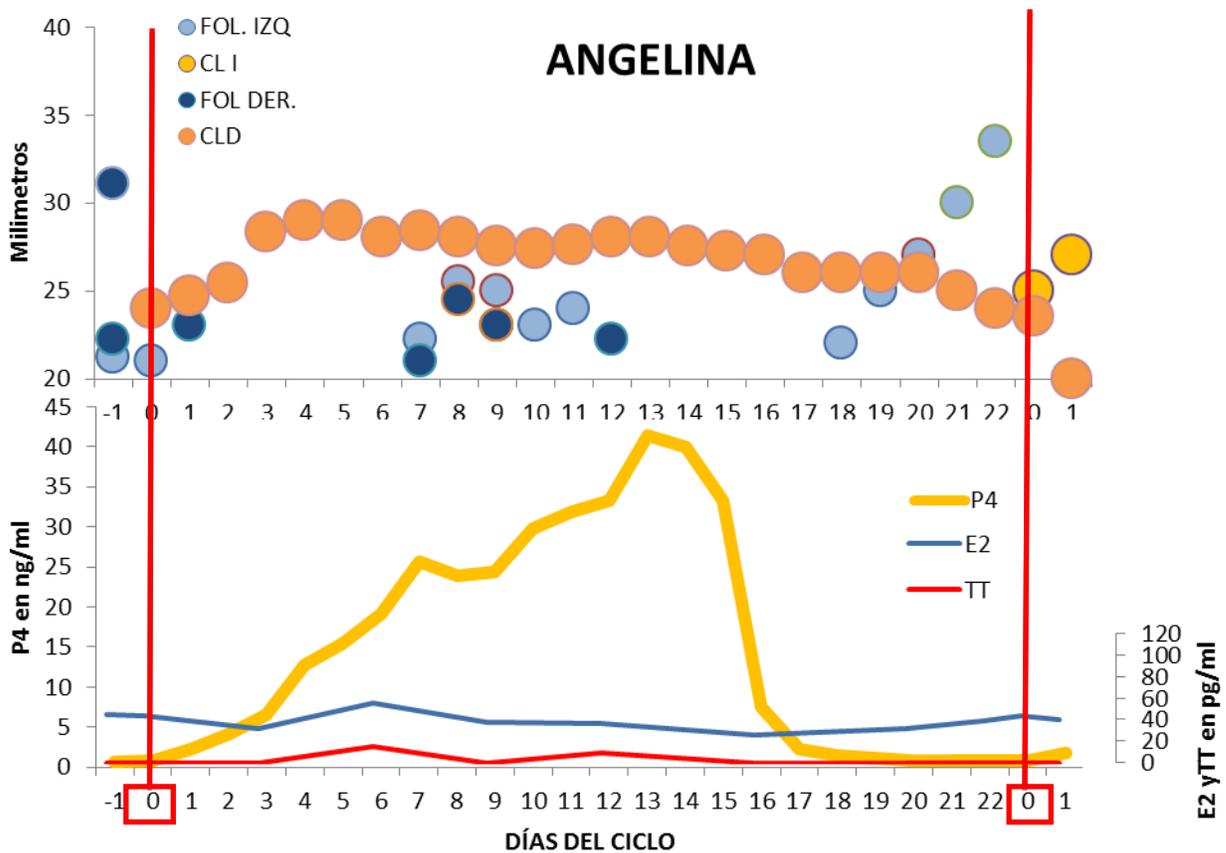
La burra Angelina no mostró signos de estro a pesar de haber ovulado (ovulaciones silenciosas) por lo que la determinación de la duración de las fases del ciclo estral se realizó solamente mediante las determinaciones hormonales.

El día anterior a la ovulación tenía un folículo preovulatorio de 31.1 mm de diámetro, que al día siguiente se había transformado en un cuerpo lúteo claramente luteinizado, y en los días siguientes creció para después reducir su diámetro en forma gradual que medía 23.5 mm al momento de la siguiente ovulación. Las concentraciones de progesterona incrementaron durante los primeros cinco días post ovulación, y posteriormente continuaron aumentando para llegar a su máximo valor en el día 13 a pesar de que el diámetro del cuerpo lúteo había comenzado a reducirse gradualmente desde el día 5. A partir del día 15 se produjo una abrupta caída en las concentraciones de progesterona, que cayeron por debajo de 1 ng/ml en el día 20 aunque el cuerpo lúteo continuaba presente.

A partir del día 6 del ciclo emergió un grupo de folículos mayores de 20 mm, los cuales sufrieron atresia durante los siguientes días, por lo que fueron clasificados como una oleada secundaria. Posteriormente, en el día 15 post-ovulación se inició

una oleada folicular primaria constituida por un grupo de 13 a 15 folículos de 15 mm. A partir del día 17 post ovulación (Gráfica 6) se observó la desviación de un folículo de 22mm que continuó creciendo entre 2 y 3 mm por día hasta el momento de la ovulación, que ocurrió cuando el folículo alcanzó un tamaño de 33.5 mm antes de transformarse en un cuerpo lúteo en el día de la ovulación. Las concentraciones de estradiol se elevaron al día 6 posterior a la ovulación, alcanzando un pico de 55.3 pg/ml. La testosterona solo tuvo una ligera elevación al principio del diestro, relacionándose de algún modo con la emergencia de la pequeña oleada secundaria.

Gráfica 6. Diámetro del cuerpo lúteo y del folículo mayor presente en cada ovario en diferentes días del ciclo estral y su relación con las concentraciones diarias de hormonas esteroides. El día cero corresponde al día de la ovulación. (solo un ciclo)



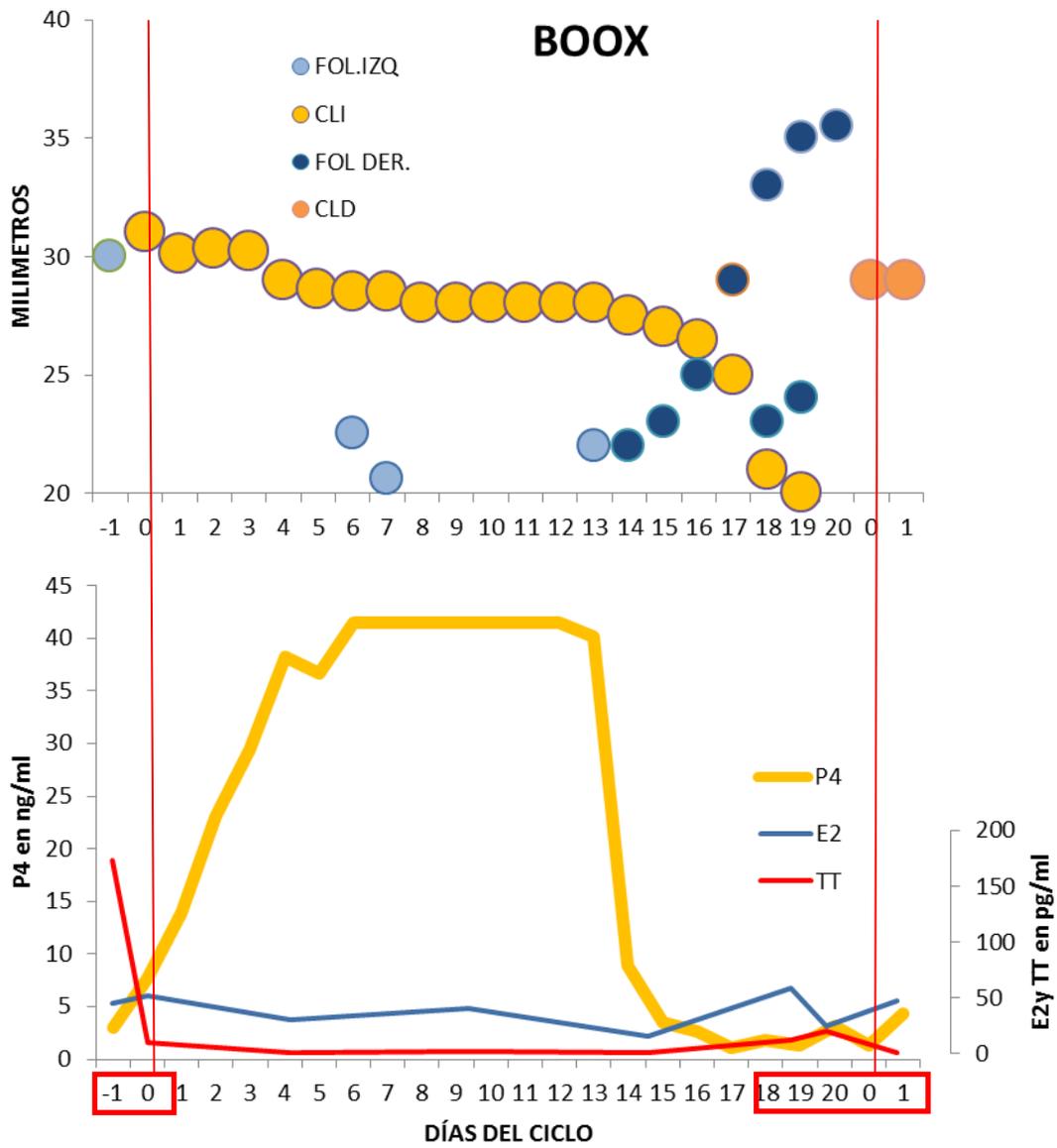
Boox

La primera ovulación del ciclo ocurrió con un folículo dominante de 30.5 mm de diámetro, originando posteriormente un cuerpo luteo que se mantuvo estructuralmente hasta el día 19 con un diámetro mayor a los 21 mm. La progesterona después de la ovulación (4.8ng/ml) ascendió de manera constante hasta el día 6 manteniendo una meseta hasta el día 13 con niveles por arriba de los 41.5 ng/ml.

En el día 6 post ovulación se puede observar solo un folículo mayor a 20 mm que se atresia rápidamente. En el día 10 post ovulación comienza el reclutamiento de la oleada folicular primaria con un grupo de aproximadamente 10 folículos menores a 15 mm, en día 14 ocurre la selección con un folículo de 22mm el cual continua creciendo de 3-4 mm por día hasta el momento de la ovulación, cuando el folículo llegó a los 35.5mm. El estradiol comenzó a elevarse 2 días antes de la ovulación coincidiendo con los signos de estro, teniendo un pico el día de la ovulación y una elevación menor a mitad del diestro.

La testosterona comienza a elevarse 6 días antes de la ovulación teniendo un pico un día antes (172.7pg/ml), sin encontrar relación alguna con los demás eventos del ciclo.

Grafica 7. Diámetro del cuerpo lúteo y del folículo mayor presente en cada ovario en diferentes días del ciclo estral y su relación con las concentraciones diarias de hormonas esteroideas. El día cero corresponde al día de la ovulación, Los recuadros rojos indican la receptividad sexual.(solo un ciclo)



Cuca

El folículo dominante al inicio del ciclo llega a la ovulación con un diámetro de 40.5 mm formándose inmediatamente un cuerpo lúteo que se mantiene visible hasta el día 19.

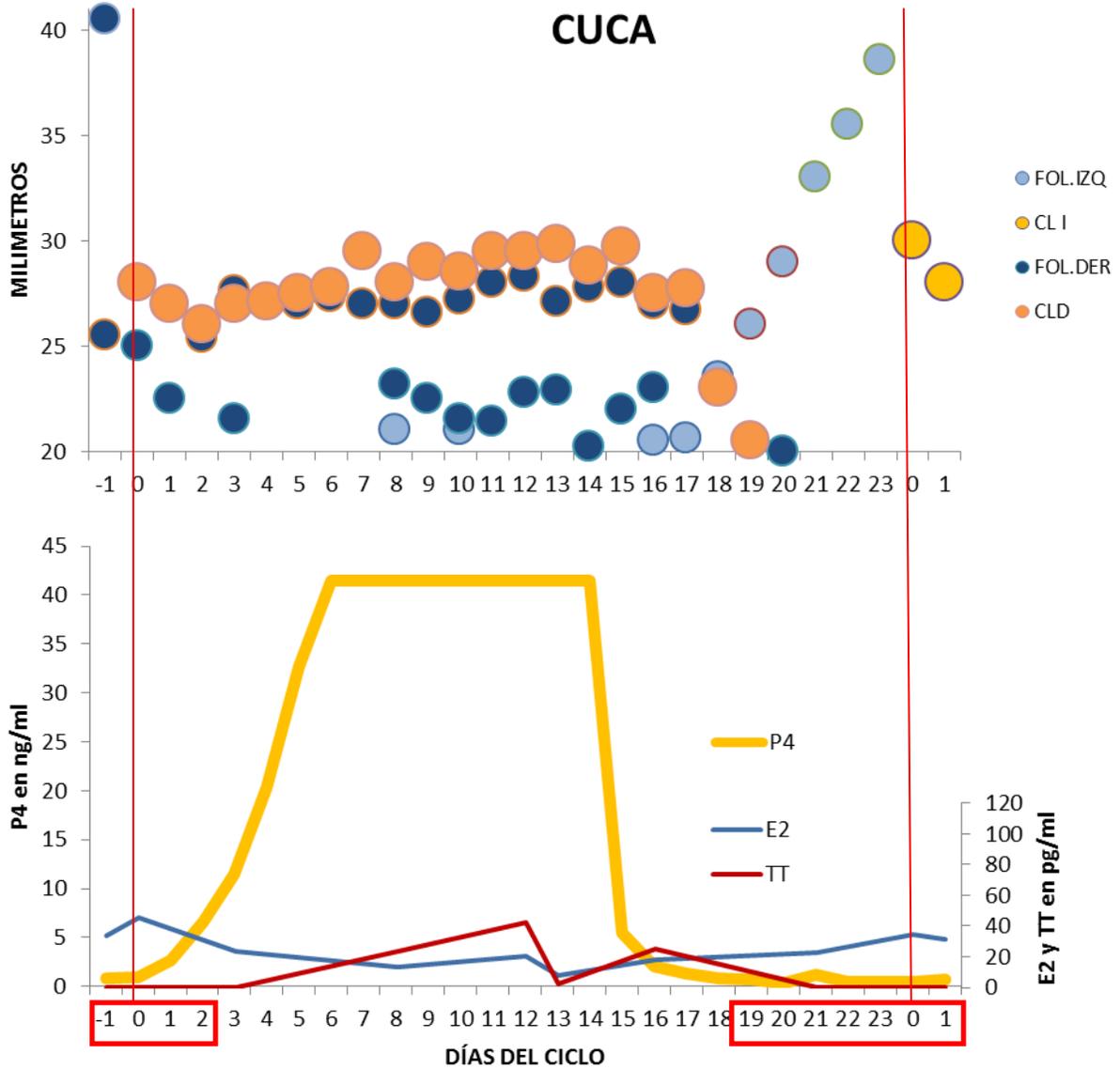
La progesterona después de la ovulación asciende rápidamente y en el día 5° post ovulación llega por arriba de los 40 ng/ml, luego hasta el día 15 los niveles caen abruptamente a los 5.5 ng/ml indicando el proceso de luteolisis el cual termina en el día 18 cuando los niveles de progesterona llegan a ser menores a 1ng/ml.

La oleada folicular primaria comienza aproximadamente el día 14 post ovulación donde un grupo de aproximadamente 10-15 folículos menores a 15 mm comienzan su reclutamiento. A partir del día 17 (Grafica 8) se observa la desviación de un folículo de 23mm el cual creció 3 mm/día hasta llegar a la ovulación con diámetro de 38.3mm.

El estradiol tuvo su pico de secreción al momento de la ovulación llegando a los 45.3 y 34.2 pg/ml respectivamente en cada ovulación, para después mantenerse alrededor de los 20 pg/ml.

La testosterona tuvo un pico en el día 12 y en el 16 correspondientes a 42 y 25 pg/ml.

Grafica 8. Concentraciones de progesterona, testosterona y estradiol además del diámetro folicular y lúteo durante un ciclo estral. Día de ovulación indicada por la línea roja. Los recuadros rojos indican la receptividad sexual (solo un ciclo).



Chofis

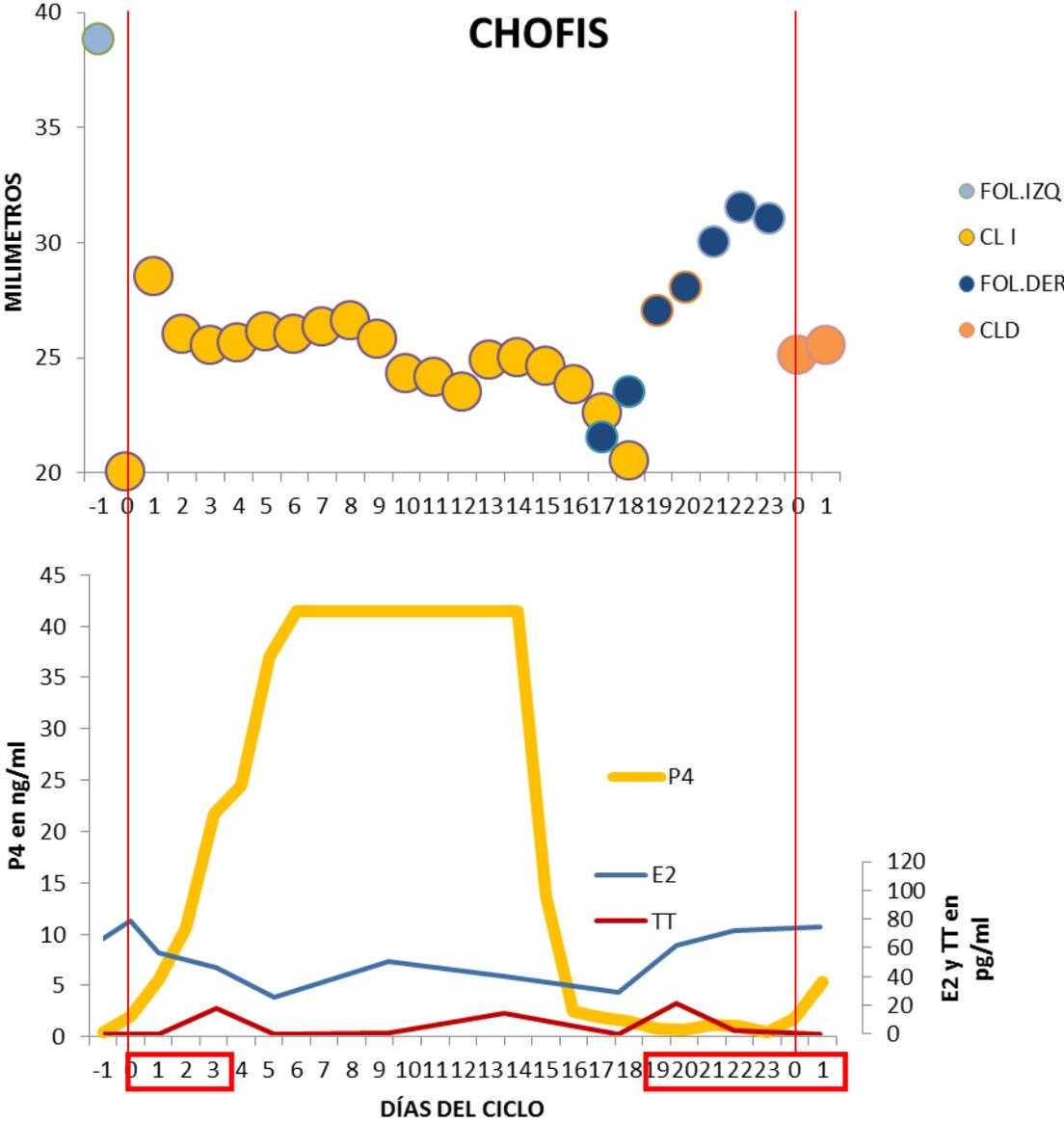
La primera ovulación ocurrió con un folículo dominante de 38.8 mm dando lugar a la estructura lútea que se aprecia hasta el día 18.

Las concentraciones de progesterona llegaron hasta los 41.4ng/ml manteniéndose hasta el día 15 donde ocurrió la luteólisis funcional, llegando a niveles menores de 1 ng/ml en el día 19. En este ciclo no se presentó desarrollo de folículos mayores a 20 mm en los días posteriores a la ovulación. La oleada folicular primaria comenzó en el día 15 post ovulación con un grupo de 6-10 folículos comenzando su reclutamiento.

A partir del día 17 (Grafica 9) se observa la desviación de un folículo con una medida aproximada de 21.5mm que continuo creciendo de 2-3 mm por día hasta el momento de la ovulación cuando el folículo alcanzo a los 31.5mm. El estradiol comienza a elevarse 7 días antes de la ovulación coincidiendo con el inicio de signos de estro, llegando hasta 74.2 pg/ml el día de la ovulación.

La testosterona tuvo varios picos durante los días 3, 13 y 19 post ovulación, esto sin encontrar relación alguna con el ciclo.

Grafica 9. Concentraciones de progesterona, testosterona y estradiol además del diámetro folicular y lúteo durante un ciclo estral. Día de ovulación indicada por la línea roja. Los recuadros rojos indican la receptividad sexual.



Chocolata

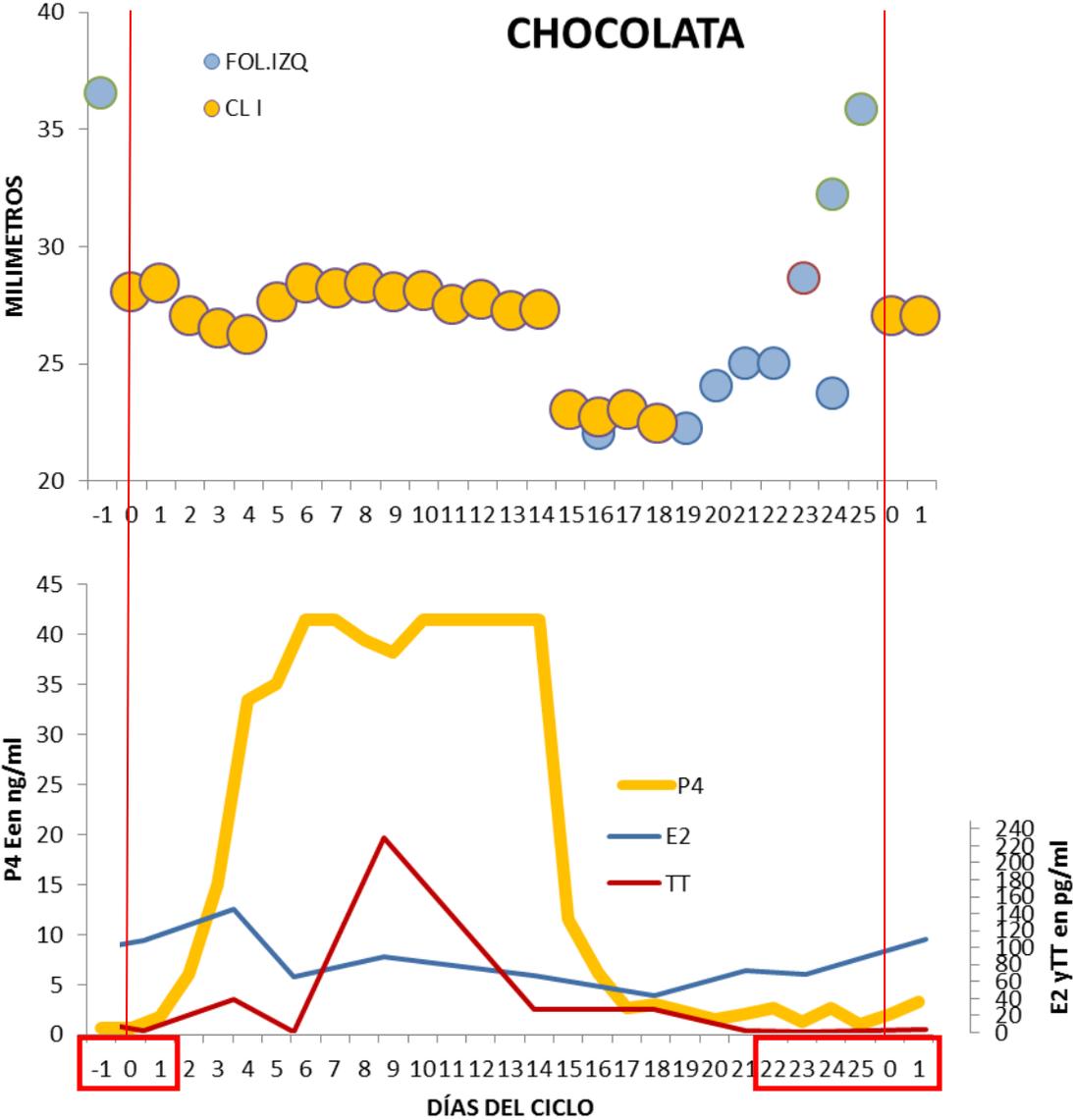
Posterior a la ovulación con un folículo dominante de 36.5 mm se formó el cuerpo lúteo llegando a medir 28.4mm y manteniéndose hasta el día 18 con un diámetro de 16.4mm.

Después de la ovulación la progesterona asciende de manera constante hasta el día 4 y se mantiene hasta el día 15 con niveles por arriba de los 41.5 ng/ml. La oleada folicular primaria comienza en el día 18 post ovulación donde un grupo de aproximadamente 10 folículos menores a 15 mm comienzan su reclutamiento. Durante la etapa perteneciente al estro (Gráfica 10) se observa la desviación de un folículo a partir del día 20 con una medida aproximada de 22mm este continua creciendo de 2-3 mm por día hasta el momento de la ovulación que ocurrió cuando el folículo llegó a los 35.8mm.

El estradiol comenzó a elevarse 8 días antes de la ovulación coincidiendo con signos de estro, teniendo un pico de 102.39 pg/ml el día de la ovulación siendo el más alto con respecto a otras burras. En la ovulación anterior (107.7 pg/ml) se puede observar que el estradiol disminuye al 5° día después a 65.75 pg/ml.

La testosterona se eleva durante el diestro teniendo un pico el día 9 por arriba de los 200 pg/ml, no se ha podido determinar si la elevación de la testosterona tiene algo que ver con el pequeño descenso de la P4 en el día 9 del ciclo.

Grafica 10. Concentraciones de progesterona, testosterona y estradiol además del diámetro folicular y lúteo durante un ciclo estral. Día de ovulación indicada por la línea roja. Los recuadros rojos indican la receptividad sexual.



Domino

Posterior a la ovulación con un folículo dominante de 36.5 mm se forma el cuerpo lúteo llegando a medir 32mm.

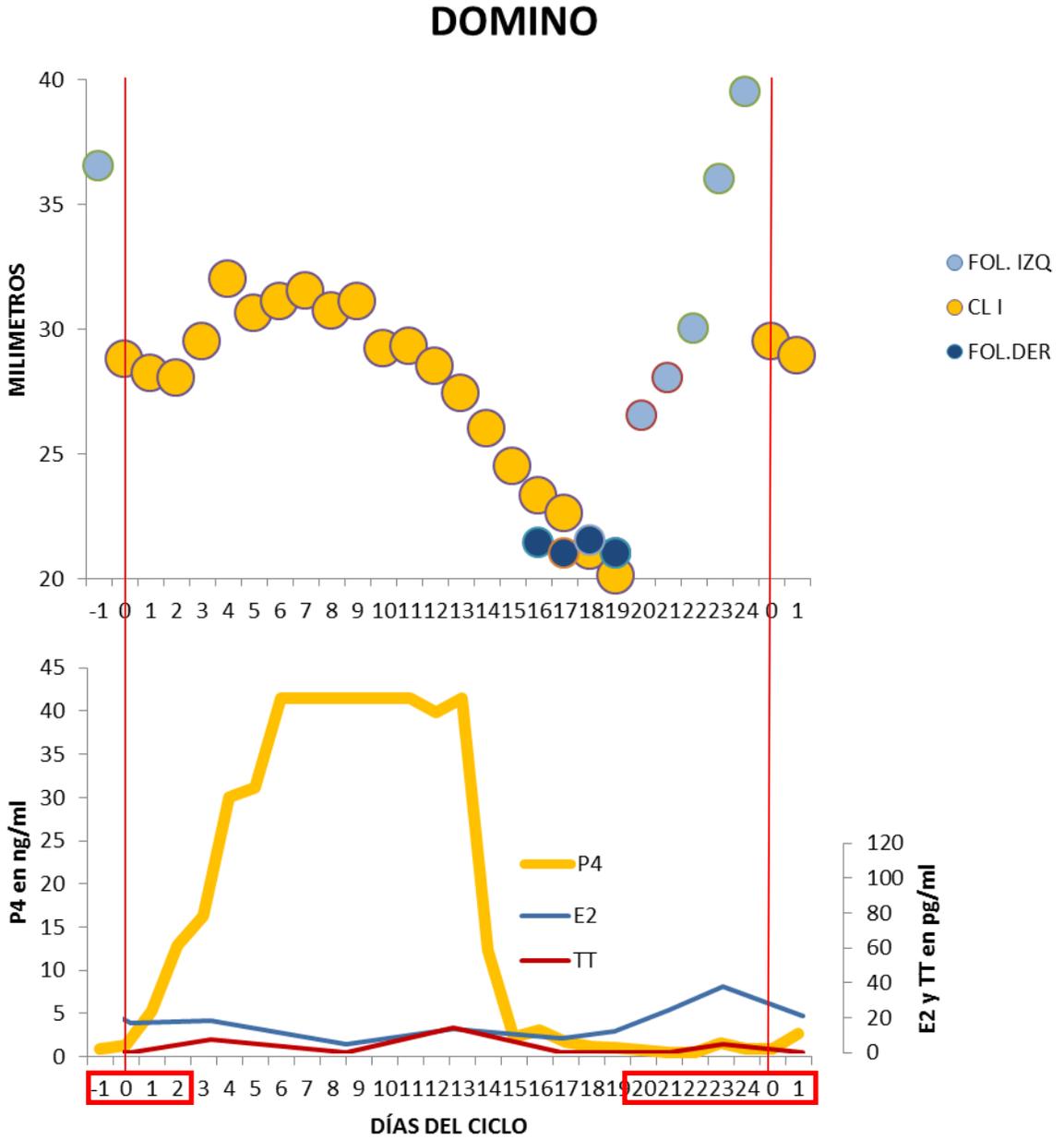
La progesterona posterior a la ovulación asciende y se mantiene del día 6 hasta el día 14 con niveles por arriba de los 41.5 ng/ml .la oleada folicular primaria comienza en el día 19 post ovulación donde un grupo de aproximadamente 8-12 folículos menores a 15 mm comienzan su reclutamiento

Durante la etapa del estro (Gráfica 11) se observa la desviación folicular a partir del día 20 con una medida aproximada de 21mm este folículo continua creciendo de 3-4mm por día hasta el momento de la ovulación que ocurrió cuando el folículo llego a los 39.5 mm.

El estradiol comienza a elevarse el día 3 antes de la ovulación coincidiendo con los signos de estro, llegando a los 38.22 pg/ml declinando estos valores hacia el día de la ovulación.

La testosterona se eleva durante el diestro teniendo pequeños picos los días 3 y 13.

Gráfica 11. Concentraciones de progesterona, testosterona y estradiol además del diámetro folicular y lúteo durante un ciclo estral. Día de ovulación indicada por la línea roja. Los recuadros rojos indican la receptividad sexual.



Fiona

Posterior a la ovulación (Gráfica 12) con un folículo dominante de 40 mm se forma el cuerpo lúteo llegando a medir 27 mm.

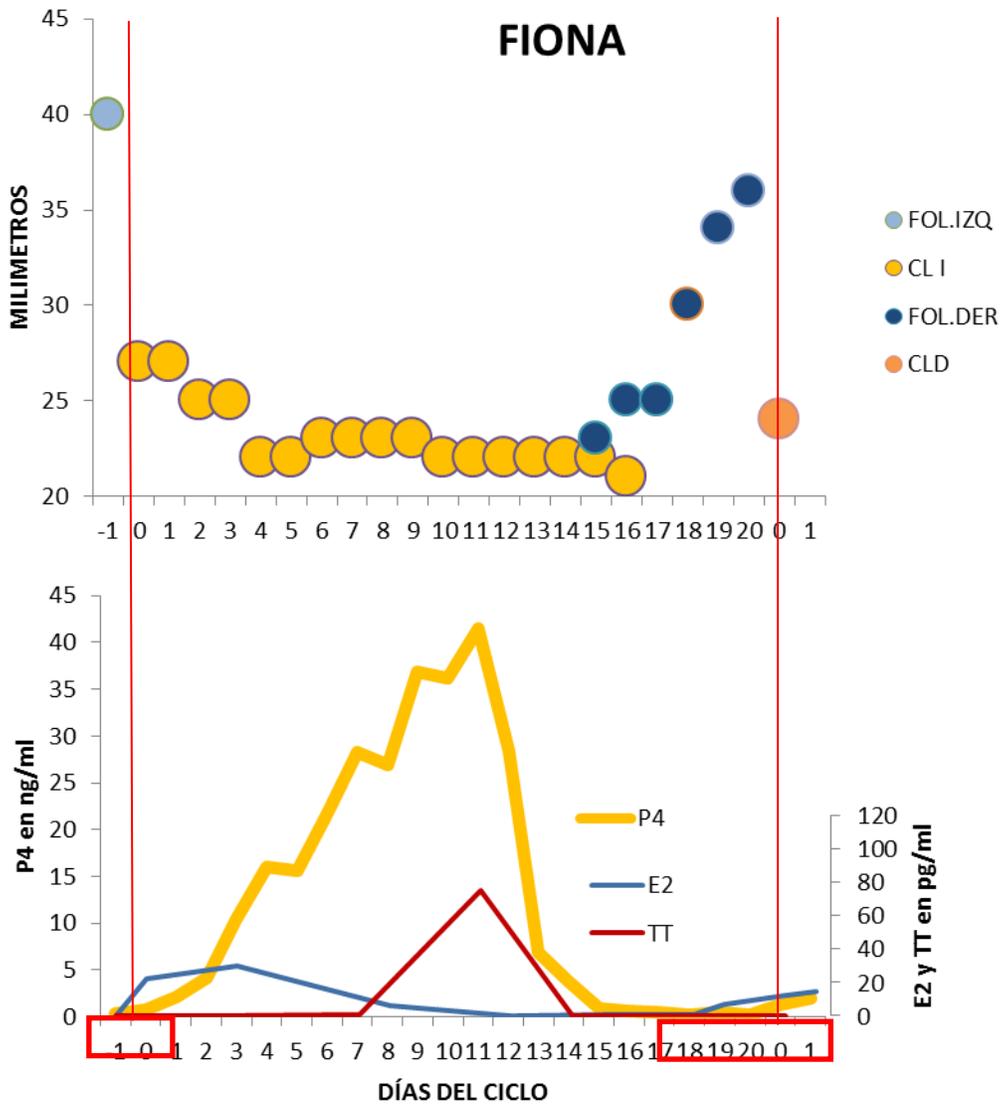
La progesterona asciende de manera constante los primeros 11 días hasta los 41.5 ng/ml y baja al día 12 sin conservar la meseta característica de esta hormona. y hasta el día 19 se pueden observar niveles menores a 1 ng/ml de progesterona. La oleada folicular primaria comienza en el día 14 post ovulación donde un grupo de aproximadamente 6-9 folículos menores a 15 mm comienzan su reclutamiento.

Durante la etapa del estro se observa la desviación folicular a partir del día 15 post ovulación con una medida aproximada de 23mm este folículo continuo creciendo 4mm por día hasta el momento de la ovulación que ocurrió cuando el folículo llego a los 36 mm.

El estradiol comienza a elevarse 3 días antes de la ovulación coincidiendo en parte con los signos de estro, llegando a los 12.5 pg/ml el día de la ovulación. En la ovulación anterior con 22.5 pg/ml de E2 se puede observar que este disminuyo 7 días después descendiendo hasta 0ng/ml a mitad del diestro.

La testosterona se eleva durante el diestro con un pico el día 12.

Grafica 12. Concentraciones de progesterona, testosterona y estradiol además del diámetro folicular y lúteo durante un ciclo estral. Día de ovulación indicada por la línea roja. Los recuadros rojos indican la receptividad sexual.



Greta

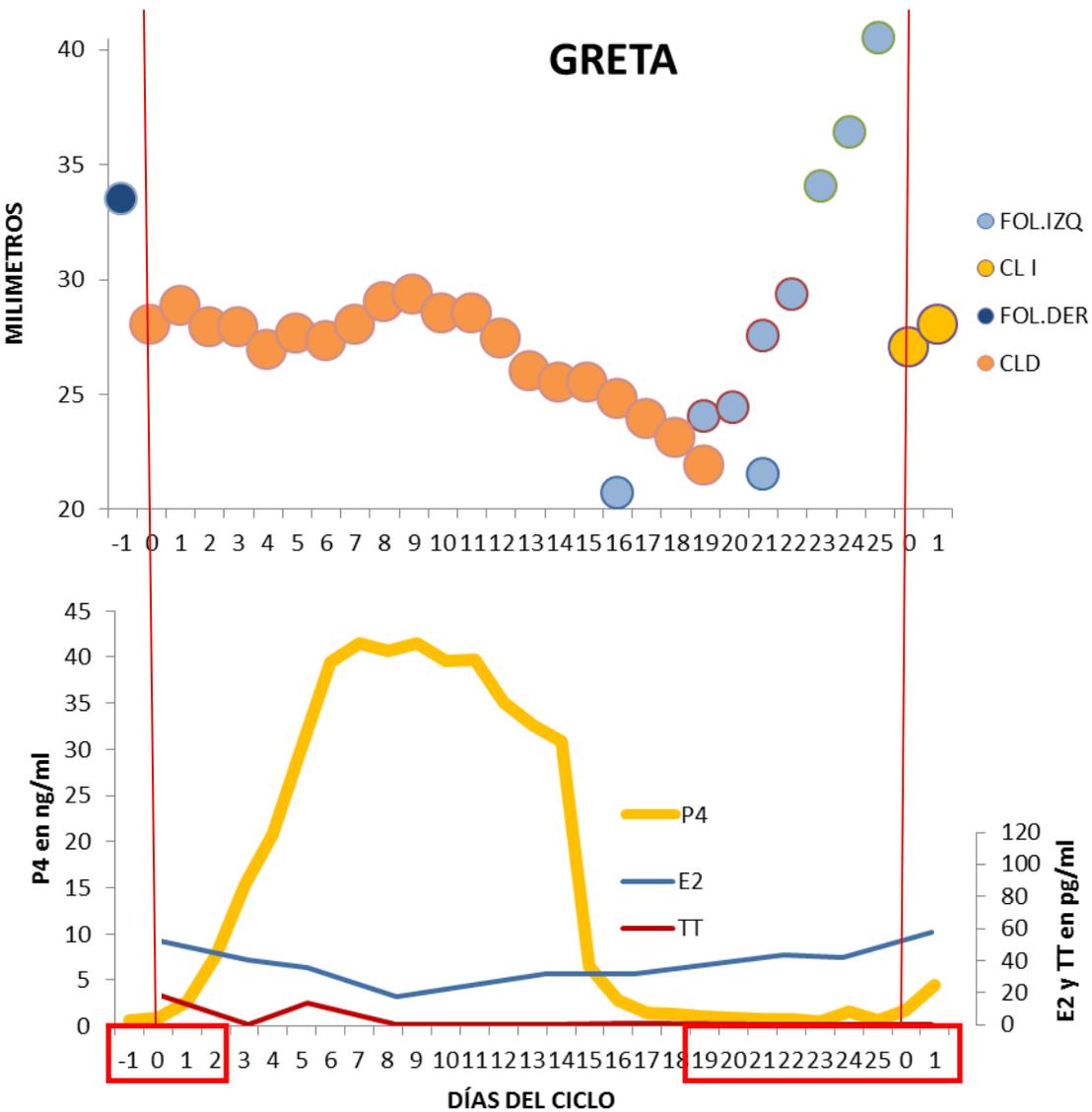
La ovulación al inicio del ciclo ocurre con un folículo dominante de 33.5 mm, el cual da lugar al cuerpo lúteo llegando a medir 29 mm y manteniéndose hasta el día 19 con un diámetro de 17 mm. Consecuentemente la progesterona asciende de manera constante hasta el día 6 y se mantiene hasta el día 14 por arriba de los 41.5 ng/ml. La luteolisis ocurre aproximadamente al día 15 cuando los niveles de esta hormona caen abruptamente a 6.4 ng/ml. La oleada folicular primaria comienza en el día 17 post ovulación donde un grupo de aproximadamente 10-15 folículos menores a 15 mm comienzan su reclutamiento.

Durante la etapa del estro (Gráfico 13) se observa la desviación folicular a partir del día 20 con una medida aproximada de 20mm este folículo continuo creciendo 3-4mm por día hasta el momento de la ovulación que ocurrió cuando el folículo llego a los 40.5 mm.

El estradiol se mantiene elevado 5 días antes de la ovulación se observa una ligera elevación coincidiendo con los signos de estro, llegando a los 58.2 pg/ml el día de la ovulación.

La testosterona solo se eleva ligeramente al 5° día post ovulacion (13.7pg/ml) manteniéndose en 0 pg/ml el resto del ciclo.

Gráfica 13. Concentraciones de progesterona, testosterona y estradiol además del diámetro folicular y lúteo durante un ciclo estral. Día de ovulación indicada por la línea roja. Los recuadros rojos indican la receptividad sexual



Zahira

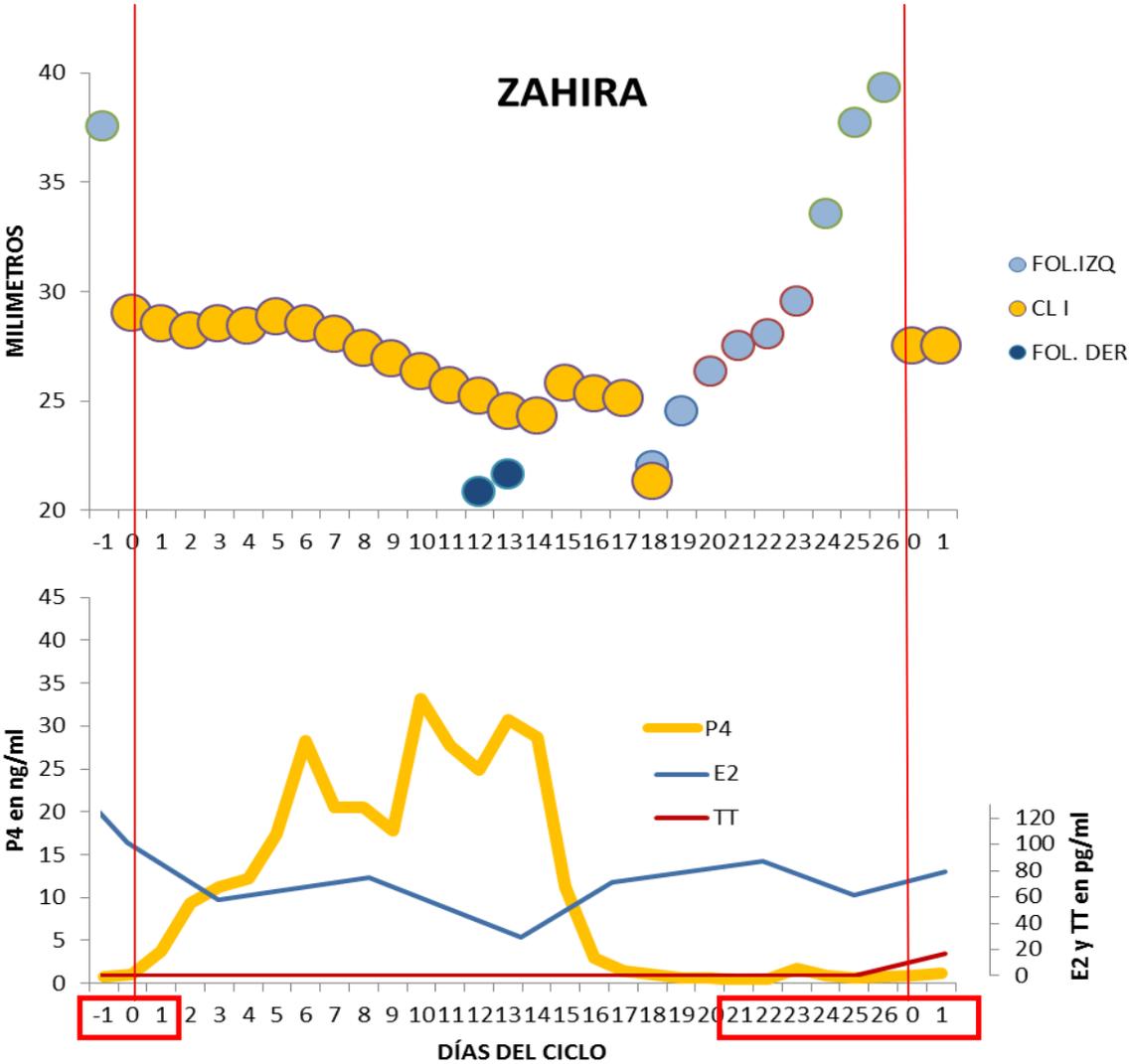
Posterior a la ovulación con un folículo dominante de 37.5 mm se forma el cuerpo lúteo llegando a medir 28 mm y manteniéndose hasta el día 19 con un diámetro de 18mm. Con la ovulación la progesterona asciende de manera constante hasta el día 6, posteriormente se mantiene con fluctuaciones hasta el día 15 con concentraciones que llega a los 35 ng/ml, el día 15 los niveles caen por debajo de los 11ng/ml lo que nos indica una luteolisis. La oleada folicular primaria comienza en el día 17 post ovulación donde un grupo de aproximadamente 6-10 folículos menores a 15 mm comienzan su reclutamiento.

Durante la etapa del estro (grafica 14) se observa la desviación folicular a partir del día 18 con una medida aproximada de 22mm este folículo continuo creciendo 3-4mm por día hasta el momento de la ovulación que ocurrió cuando el folículo llego a los 39.5 mm.

El estradiol se mantiene elevado pero se puede observar una mayor concentración al acercarse la ovulación además de coincidir con los signos de estro.

La testosterona se eleva el día de la ovulación a 16.8 pg/ml se mantiene en 0 pg/ml el resto del ciclo.

Grafica 14. Concentraciones de progesterona, testosterona y estradiol además del diámetro folicular y lúteo durante un ciclo estral. Día de ovulación indicada por la línea roja. Los recuadros rojos indican la receptividad sexual.



DISCUSIÓN

COMPORTAMIENTO

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que la receptividad sexual se manifestó conforme a lo descrito por otros autores (McDonnell, 1998; Vandeplassche et al., 1981), incluyendo el signo característico del “boqueo” y la formación de grupos activos donde las burras se montan unas a otras. (Henry et al., 1991). Solo se presentó el caso de una burra que nunca mostró signos de estro durante el experimento.

La conducta durante el diestro fue de indiferencia e incluso agresión hacia el macho impidiendo el cortejo.

DINAMICA FOLICULAR

Al igual que en las yeguas, en las burras ocurre crecimiento folicular durante la fase lútea. Sin embargo durante el estudio solo se observaron 11.1% de oleadas foliculares secundarias con folículos que alcanzaron un tamaño mayor a los 20 mm sin ovulación lo que es muy similar a lo encontrado por (Conceicao et al., 2009), que describieron que en el 60 % de los ciclos estrales se desarrolla una sola oleada folicular, mientras que el resto tiene dos.

En estudios previos (Conceicao et al, 2009; Ginther, 1993; Meira, 1995), se informó que el reclutamiento ocurre con folículos de entre 11 y 20 mm entre los días 7 y 9.6, mientras que en las burras de este estudio el reclutamiento ocurrió más tarde, ya que se encontró crecimiento de 8 a 15 folículos de alrededor de 15 a 20 mm entre los días 12-13 post ovulación.

Según Conceicao et al (2009) la selección ocurre con folículos de 21 mm aproximadamente 4 días después del reclutamiento, mientras que en este estudio se observó que de 2 a 3 días después del reclutamiento los folículos alcanzaban de 21 a 22 mm y comenzaba la selección.

Estas diferencias en la duración de las etapas podrían deberse a que se redujo el rango de medición de los folículos (15-20mm) haciendo el reclutamiento más tardío y por lo tanto el tiempo a la selección más corto.

Derar y Hussein (2011), consideraron que ocurre dominancia folicular cuando uno de los folículos comienza a aumentar su diámetro de manera significativa 7 días antes de la ovulación, alcanzando un diámetro máximo un día antes de que esta ocurra. En este estudio, el periodo de dominancia folicular coincide con Derar y Hussein,(2011) este aumento significativo de tamaño folicular podría deberse a que después de la luteolisis ya no existe la supresión por parte de la progesterona y permite que el crecimiento de los folículos sea más acelerado al acercarse a la ovulación.

En un estudio realizado por Taberner et al., (2008) el diámetro de los folículos preovulatorios fue de 44.9 mm, mayor al diámetro encontrado en el presente estudio 35 a 40 mm. Sin embargo, debe notarse que el estudio de Taberner et al., (2008) fue realizado en burras Catalanas, que evidentemente son de talla mayor que las burras criollas utilizadas en este trabajo. En apoyo a esta relación entre talla de la burra y diámetro del folículo preovulatorio está el caso de la burra más pequeña de nuestro estudio, que ovuló un folículo de tan solo 29 mm de diámetro.

Al igual que lo publicado por (Taberner et al., 2008) en la mayoría de las burras del presente estudio la apariencia a la ultrasonografía del cuerpo lúteo era ecogénico y homogéneo un día después de la ovulación, y solo en algunas hembras se observó con una zona central no ecogénica y en otras una zona hiperecoica, esto se debe tal vez a que las células dentro del folículo se organizan de manera diferente y a distintos tiempos. Durante este estudio no se observó la formación de folículos anovulatorios hemorrágicos como los reportados por (Taberner et al., 2008) en una burra que formó dicha estructura en 2 de 14 ciclos estudiados, alcanzando diámetros entre los 46 y 61mm.

En este estudio se confirmó la mayor la frecuencia de ovulaciones en el ovario izquierdo que en el derecho que había sido descrita por Taberner et al (2008), ya que la frecuencia de ovulaciones en nuestro estudio fue del 66.6 % en el ovario izquierdo y solo el 33.3% en el ovario derecho(N=36).

Durante este estudio no se encontraron ovulaciones múltiples aunque en la literatura sí existen reportes de ovulaciones dobles y triples (Taberner et al,2008).

De las 9 burras estudiadas durante 3 ciclos estrales consecutivos se observó que la duración del ciclo estral varía entre individuos encontrándose ciclos de 21 a 26 días, lo que concuerda con lo informado por (Carleton., 2011; McLean., 2010). Los estros duraron entre 6 y 8 días en promedio, coincidiendo con Debra y Hagstrom (2004). La ovulación ocurrió entre 24 y 42 h antes de terminar el estro, como lo reportó (Pugh., 2002). La duración del diestro fue muy variable (11 a 18 días), lo que coincide con (Carleton, 2011).

HORMONAS

Las concentraciones séricas de progesterona encontradas en este estudio son más elevadas (41.4ng/ml) que las encontradas por Henry et al.(1987), además ellos encontraron que la progesterona aumenta a más de 1ng/ml hasta después de ocurrida la ovulación, mientras que nosotros observamos que en promedio los niveles de progesterona llegan a 1ng/ml un día antes de la ovulación y a las 24 h post ovulación las concentraciones ya son superiores a los 4ng/ml, de tal manera que al 5° -6° día post ovulación los niveles están por arriba de los 35 ng/ml. La reducción en las concentraciones de progesterona indicativa de luteolisis funcional comienza desde el día 14 del ciclo y termina aproximadamente en el día 17, cuando alcanza niveles basales.

Las concentraciones promedio de estradiol que se registraron en este estudio comenzaron a aumentar al final del diestro, en el día 16 post ovulación (coincidiendo aproximadamente con la selección del folículo dominante) y llegaron a su pico (55 pg/ml) el día de la ovulación, para disminuir a 30 pg/ml hacia el 3er día post ovulación. Posteriormente las concentraciones fluctuaron hasta que volvieron a incrementarse paulatinamente a partir del día 16 del siguiente ciclo. (Henry et al., 1987) encontró que las concentraciones de estradiol se elevan más tarde (1-3 días antes de la ovulación) y se mantienen elevados hasta por 3 días después de la ovulación.

En las burras el patrón de secreción de testosterona es difícil de interpretar ya que esta hormona presenta diferencias entre los individuos del estudio, pero podemos decir que los primeros 5 días post ovulación en promedio las concentraciones se

mantienen constantes por debajo de los 5 pg/ml, con un pico al 8º día de hasta 36.6 pg/ml para después disminuir al final del diestro, por lo que se puede decir que en general esta hormona es más elevada durante el diestro, lo cual sería lógico ya que anteceden a los estrógenos en la esteroidogénesis. Es posible también que sea secretada por folículos en crecimiento que aún no han llegado al desarrollo necesario para aromatizarla en forma efectiva. Cabe decir que los hallazgos encontrados en yeguas por (Gastal., 2007), no coinciden con lo encontrado en burras ya que su secreción se da en estro (15 a 70 pg/m), coincidiendo solamente con la segunda elevación que encontraron entre los 11 y 13 días post ovulación.

CONCLUSIONES

Los burras muestran diferencias evidentes con respecto a las yeguas tanto en el comportamiento sexual como en las estructuras ováricas detectables a la palpación y ultrasonografía. En cuanto a la dinámica folicular y hormonas del ciclo estral las burras presentan un patrón muy similar al de la yegua, mostrando cierta variabilidad en cantidad, longitud y momento de secreción de cada una de las hormonas evaluadas en este estudio.

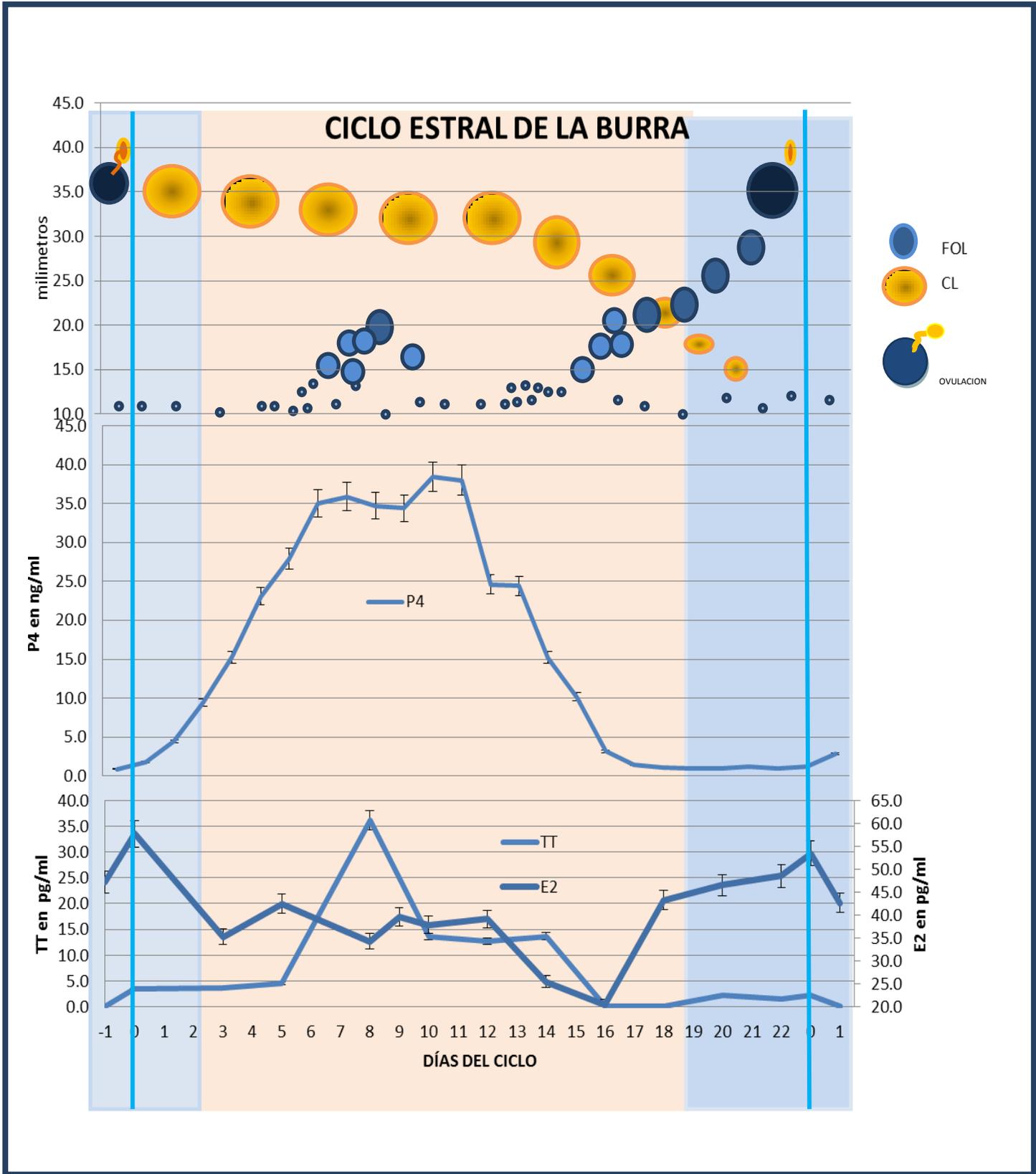
Los resultados del presente estudio permiten presentar un esquema general del ciclo estral de la burra (Anexo 2), en el que se integran todos los eventos ováricos y hormonas esteroides. Por último este estudio abre la pauta para la investigación de otras hormonas como la prostaglandina F_{2α} e inhibina, cuya secreción en esta especie aún es desconocida, lo que nos ayudará a detallar en forma precisa el ciclo estral para optimizar el manejo reproductivo del burro.

Anexo 1

NOMBRE: EDAD:		PALPACION						ULTRASONIDO										
FECHA	RECELADO	CX	UT	OVI	OVD	OVI	FD	Medidas foliculos >25	CL	Ubicación en el ovario O- foliculos ● -CL	OVD	FD	Medidas foliculos >25	CL	Ubicación en el ovario O- foliculos ● -CL	UT edema	observaciones	
	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2				0 1 2	0 1 2				0 1 2		

Anexo 1. Hoja de registro para determinar cambios en el recelado, palpación y ultrasonografía.

Anexo 2. CICLO ESTRAL DE LA BURRA



LITERATURA CITADA

Blanchard T. L., Taylor T. S., Love C. L. Estrous cycle characteristics and response to estrus synchronization in mammoth asses (*Equus Asinus Americanus*). *Theriogenology*, 1999 ; 52:827-834.

Boeta A. M. Equinos. En: Galina C, Valencia J. Reproducción de los Animales Domesticos, , 3° ed. México: Limusa, 2008:403-411.

Caravaca F.P, Castel J.M, Guazman M. ,Delgado M., Mena Y, Alcalde M.J,Gonzalez P., Bases de la Producción Animal. Universidad de Cordova, 2003:87-92.

Carleton C. I. Blackwell's Five-Minute Veterinary Consult Clinical Companion: Equine Theriogenology. Singapore: Wiley-Blackwell, 2011: 162-172

Clayton H.M., Lindsay F.E., Forbes A.C., Hay L.A. Some studies of comparative aspects of sexual behaviour in ponies and donkeys. *Applied Animal Ethology* 1981; 7:169-174.

Conceicao J. Dinamica de desenvolvimento folicular e perfil da concentracao plasmática de progesterona durante o ciclo estral da jumenta. Tese Mestre a Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia da Botucatu, 2005:17-20.

Conceicao J.C., Freitas L.M., Aguiar C.R., Araujo G.H., Oliveira J.V. Avaliacao ultrassonográfica de dinâmica folicular ovariana de jumenta (*equus asinus*) durante o ciclo estral. *Medicina Veterinaria Recife*, 2009;3(3):7-14.

Debra J, Hagstrom, M.S. Donkeys are Different: An Overview of Reproductive Variations from Horses. página web en internet Chicago Illinois., Equine Extension Specialist, University of Illinois 2004. Disponible en: http://www.livestocktrail.illinois.edu/uploads/horsenet/papers/Donkeys_Different.pdf

Derar R. I., Hussein H. A. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in jennies in Upper Egypt. *Veterinary Medicine International*; 2011:1-6.

Gastal M.O., Gastal E.L. , Beg M.A , Ginther O.J. Elevated plasma testosterone concentrations during stallion-like sexual behavior in mares (*Equus caballus*). *Hormones and Behavior*; 2007; 52:205-210.

Ginther O.J. Ultrasonic Imaging and Reproductive Events in the Mare, cross plains *Equiservices* , 1992:20-39.

Ginther O.J, Scraba S.T., Bergfelt D.R. Reproductive seasonality of the jenney. *Theriogenology*, 1987; 27(4):587-592.

Ginther O.J, Utt M.D., Beg M.A. Follicle deviation and diurnal variation in circulating hormone concentrations in mares. *Animal Reproduction Science*, 2007;100:197–203.

Ginther O.J., Bergfelt D.R. Growth of small follicles and concentrations of FSH during the equine estrous cycles. *Journal of Reproduction and Fertility*, 1993;9:105-111

Hafez E S. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*, 7° ed. México:McGraw-Hill interamericana, 2000:40-43.

Henry M, McDonnell SM, Lodi LD, Gastal EL. Pasture mating behaviour of donkeys (*Equus asinus*) at natural and induced oestrus. *J Reprod Fertil Suppl*, 1991; 44:77-86.

Henry M., Lodi L.D., Gastal M.M.F.O. Sexual behaviour of domesticated donkeys (*Equus Asinus*) breeding under controlled or free range management systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 1998; 60: 263–276.

Henry, M., Figueiredo. A.E.F., Palhares, M.S., Coryn, M., 1987. Clinical and endocrine aspects of the oestrous cycle in donkeys (*Equus asinus*). *J. Reprod. Fertil* , 1987;35, Suppl 1: 297-303.

Herman C. L. The anatomical differences between the donkey and the horse. Department of Anatomy and Physiology, College of Veterinary Medicine, Kansas State University, Manhattan, KS, USA.2009

Homeida A. M., Khalil M. G. R., Taha A. A. Plasma concentrations of progesterone, oestrogens, testosterone and LH-like activity during the oestrous cycle of the camel (*Camelus dromedarius*). *J. Reprod. Fert.*;83:1988;593-598.

Kimura B, Marshall F.B, Chen S, Rosenbom S, Moehlman P.D. Ancient DNA from Nubian and Somali wild ass provides insights into donkey ancestry and domestication. *Proc. R. Soc. B*, 2010; 278: 50-57.

Lemma A., Schwartz H. J , Bekana M. Application of ultrasonography in the study of the reproductive system of tropical jennies (*Equus asinus*). *Trop Anim Health*, 2006;38: 267–274.

McDonnell M.S. Reproductive behavior of donkeys (*Equus asinus*). *Appl Anim Behav Sci*, 1998; 60: 277-282.

McKinnon A O; Voss J L. *Equine Reproduction*. Lea and Febiger, Londres, 1993: 121- 125 .

McLean A. K. Donkey Differences In regards to Reproduction Sowhatchet (pagina web en internet) Madison ga Sowhatchet mule farm, inc 2010.

Disponible en: <http://www.sowhatchetmulefarminc.com/articles/Donkey%20Differences%20In%20regards%20to%20Reproduction.pdf>.

Meira C, Ferreira J, Papa F, Tornero M, Bicudo D. Study of the cycle in Donkeys (*Equus asinus*) using ultrasonography and plasma progesterone concentrations. *Biology of Reproduction*, 1995; Mono 1: 403-410.

Metz R. Todo sobre asnos y mulas. Barcelona: De Vecchi, 1998:5-10 .

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (base de datos en internet) México estadísticas 2011. Disponible en: http://faostat3.fao.org/home/index.html#VISUALIZE_BY_DOMAIN

Orozco H. J. L., Escobar M. F. J, Colina F. Actividad reproductiva de la yegua y la burra durante los días con menor cantidad de horas luz. *Vet. Méx*, 1992; 23(1): 47-50.

Pal Y., Guptaz A K. Oestrous cyclicity, follicle development and progesterone profile in indigenous donkeys and ponies. *Indian Journal of Animal Sciences*, 2005; 75 (12): 1398-1400.

Pugh, D.G. Donkey reproduction, proceedings of the annual convention of the AAEP, Orlando Florida 2002 ; 48:113-114.

Renner-Martin T. F. P., Forstenpointner G. , Weissengruber G. E. , Eberhardt L. Gross anatomy of the female genital organs of the domestic donkey (*Equus asinus* Linne, 1758), *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 2008; 38(2): 133-138.

Rossel S, Marshall F, Peters J, Pilgram T, Adams M D, O'Connor D. Domestication of the donkey: Timing, processes, and indicators. *Proceedings of the National Academy of Sciences. U S A.* 2008; 10: 3715–3720.

Samper C, Pycock J.F, McKinnon A. O. *Current Therapy in Equine Reproduction*. St. Louis Missouri: Elsevier Health Sciences , 2007 : 1-7.

Senger P.L. *Pathways to Pregnancy and Parturition*, 3^o ed. USA: Current Conceptions, 2003:160-180.

Svendsen E. D. *The Professional Handbook of the Donkey*, 4TH ed. Devon, U.K, Wuyttet Books:, 2008:5, 315-318.

Taberner, Medrano E. A., Peña A T, Rigau J. Oestrus cycle characteristics and prediction of ovulation in Catalanian jennies. *Animal Reproduction Science*, 2008; 70: 1489–1497.

Vandeplassche G.M., Wesson J.A. Ginther, O.J.,. Behavioral, follicular and gonadotropin changes during the oestrus cycle in donkeys. *Theriogenology*, 1981;16: 239–249.

Vendramini, O. M., C. Guintard, J. Moreau. Cervix confirmation: a first anatomical approach in Baudet du Poitou jenny asses. *Anim Sci*, 1998; 66, 741-744.

Zarco L, Boeta M , Reproducción Equina . Academia de Investigación en Biología de la Reproducción, a.c., 1995: 16-20, 77-79.