

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



SINCRONIZACIÓN DEL CICLO ESTRAL DE LA YEGUA
FINA SANGRE DE CARRERA MEDIANTE LA
UTILIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO INTRAVAGINAL DE
PROGESTERONA Y ESTRADIOL (PRID)

YASNA ANDREA RAMÍREZ GUTIÉRREZ

Memoria para optar al título
profesional de Médico Veterinario.
Dpto. de Fomento de la Producción Animal

PROFESOR GUÍA: DOCTOR SERGIO CARVAJAL B.

SANTIAGO - CHILE
· 2001 ·

*A mis Padres Enrique y Olga, por estar siempre junto a mí,
entregándome su cariño, apoyo y fortaleza en todo momento
y por haberme regalado la hermosa oportunidad de estudiar.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en forma muy especial al Dr. Sergio Carvajal, por todos los conocimientos, por la ayuda prestada en todo momento, por su confianza y gran apoyo brindado durante todo el tiempo que lo conozco, por haberme dado la oportunidad de hacer prácticas en los haras y que ha sido y que me ha entregado su gran experiencia para mi desarrollo profesional.

Mis más sinceros y profundos agradecimientos a la Dra. Bessie Urquieta y al Dr. Mario Duchens por su valiosa amistad, colaboración y por todos aquellos consejos que me dieron para realizar este trabajo.

A la Dra. Jessica Quaas por su ayuda y amistad.

A todas las personas de los Haras "El Sheik", "Santa Eladia" y "Porta Pía" y en especial a la Sociedad Agrícola Icha Solari. A los Stud Master: Don Andrés Pacheco y Don Carlos Nuñez por la buena voluntad que siempre tuvieron conmigo.

A la Dra. María Angélica Morales, Dra. Valeria Rojas y al Señor Alberto Mancilla por su permanente colaboración para efectuar esta memoria.

A todos los profesores de mi Escuela por su valiosa enseñanza, consejos y amistad, en especial a la Dra. Estafanía Flores, Dr. Gino Cattaneo, Dra. Sol Morales, Dr. Hernán Agüero, Dr. Jorge Mendoza, Dr. Adolfo Godoy, Dr. Fernando Fredes y Dr. Ricardo Olivares.

A la Sra. Paula por su gran voluntad en conseguir todas las revistas solicitadas.

A mis amigos por su amistad y por su gran apoyo: Cathy, Mony, Jeanette, Verito, Jeca, Andrés, Andrea, Pedro, Jana, Sussy, Normita y Guillermo.

... Y gracia a Dios por haberme dado los maravillosos Padres que tengo.

ÍNDICE

❖ Resumen	1
❖ Introducción	3
❖ Revisión Bibliográfica	6
Ciclo Reproductivo de la yegua	6
Ciclo Estral de la yegua	9
Control Endocrino	12
Examen del Aparato Reprodutor Femenino	17
Manejo Hormonal del Ciclo Estral	20
Dispositivo Intravaginal Liberador de Progesterona (PRID)	26
❖ Objetivos	28
❖ Material y Método	29
❖ Análisis Estadístico	33
❖ Resultado y Discusión	35
Duración del ciclo estral	35
Duración del celo	37
Duración del lapso de tiempo entre el inicio de la temporada reproductiva y el inicio del primer celo	39
Número de celos utilizados durante la temporada reproductiva	40
Promedio del tamaño ovárico	41
Número promedio de folículos ováricos	43
Tamaño folicular	45
Folículo preovulatorio	48
Momento en que ocurre la ovulación	53
Concentraciones séricas de progesterona	58
Número de montas necesarias para quedar preñada	63
Fertilidad	64
Presencia de mellizos	67
Presencia de secreción vaginal causada por el PRID	69
Comentario final	70
❖ Conclusiones	71
❖ Bibliografía	72

RESUMEN

En este estudio se realizó un programa de manejo del ciclo estral en yeguas fina sangre de carrera (F.S.C.), mediante la utilización de un dispositivo intravaginal con 1,55 g de progesterona y 10 mg de benzoato de estradiol (PRID), durante el inicio de la temporada reproductiva de 2000, entre los meses de agosto y diciembre. Se utilizaron 28 yeguas provenientes de 3 haras de la Región Metropolitana, las cuales fueron distribuidas al azar en dos grupos, el grupo control (n = 15) y el grupo tratado (n = 13) con el PRID durante 12 días desde el inicio de la temporada reproductiva en el hemisferio Sur.

En ambos grupos se midió por medio del ultrasonido: el tamaño ovárico, el número de folículos ováricos \geq a 5 mm de diámetro y el diámetro del folículo dominante; y por medio del radioinmunoanálisis (RIA) se analizaron las concentraciones séricas de progesterona. Las muestras se tomaron el primer día, sexto día, duodécimo día y al tercer día de celo durante el ensayo. El primer día del ensayo se determinó como el inicio de la temporada reproductiva. Todas las yeguas fueron cubiertas cerca del momento de la ovulación. El diagnóstico de gestación se realizó a los 15 días post-monta por medio de ultrasonografía.

En ambos grupos de yeguas la duración del primer y segundo ciclo estral al inicio de la temporada reproductiva fueron similares ($p > 0,05$). El tiempo transcurrido entre el inicio de la temporada reproductiva y el inicio del primer celo no difirieron ($p > 0,05$) entre las yeguas tratadas y las yeguas controles. En las yeguas tratadas se necesitó un menor número de celos ($p < 0,05$) durante la temporada reproductiva para quedar preñadas respecto a las yeguas controles. El primer día de muestreo las yeguas tratadas mostraron un mayor número de folículos en ambos ovarios ($p < 0,05$) respecto a las yeguas controles, pero en los siguientes días de muestreo no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$). En cada uno de los cuatro tiempos de muestreo, el diámetro del folículo preovulatorio no fue diferente ($p > 0,05$) entre yeguas tratadas y controles. El análisis de regresión de la variable días desde el inicio de la temporada reproductiva y diámetro del folículo preovulatorio indicó que existe una asociación ($p < 0,05$), para ambos grupos de

yeguas. Las yeguas tratadas tuvieron su primera ovulación antes que las yeguas controles ($p < 0,05$; $18 \pm 3,76$ y $36,5 \pm 28,9$ días, respectivamente) desde el inicio del tratamiento. El lapso de tiempo entre el inicio del primer celo de la temporada reproductiva y la primera ovulación de la estación fue menor para las yeguas tratadas ($4,15 \pm 1,51$ días; $p < 0,05$) que para las yeguas controles ($6,9 \pm 3,66$ días; $p < 0,05$). Las concentraciones séricas de progesterona fueron similares para ambos grupos de yeguas en los distintos tiempos de muestreo ($p > 0,05$). El análisis de regresión mostró que no existe una asociación ($p > 0,05$) entre las concentraciones plasmáticas de progesterona y el tiempo desde el inicio de la temporada reproductiva durante el ensayo, para ambos grupos de yeguas. El análisis de regresión mostró que no existe una asociación ($p > 0,05$) entre el diámetro del folículo dominante y las concentraciones séricas de progesterona durante el ensayo, para ambos grupos de yeguas. En el grupo control se realizó un mayor número de montas durante la temporada reproductiva en comparación con las yeguas tratadas ($p < 0,05$). El 61,53% de las yeguas tratadas y el 26,66% de las yeguas controles quedaron preñadas durante el primer celo de la temporada reproductiva ($p > 0,05$); el 30,76% de las yeguas tratadas y el 6,66% de las yeguas controles quedaron preñadas durante el segundo celo de la temporada reproductiva ($p < 0,05$). Las yeguas tratadas quedaron preñadas antes que las yeguas controles a partir del inicio de la temporada reproductiva ($p < 0,05$; $27,75 \pm 17,06$ y $51,5 \pm 33,42$ días, respectivamente). El número de yeguas que presentó mellizos no difiere ($p > 0,05$) entre los grupos.

Del presente estudio se concluye que el uso de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona y estradiol al inicio de la temporada reproductiva, muestra un efecto positivo sobre la fertilidad equina, siendo una herramienta útil en la sincronización del celo y de la ovulación en yeguas que se encuentran en la etapa de transición, lo cual ayuda a predecir en forma más exacta el momento de la monta.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva de los equinos es una de las más bajas de todas la especies domésticas, a pesar del alto nivel de manejo de los criadores y de la óptima atención veterinaria que ellos reciben (Ginther, 1993; Hafez, 1996; LeBlanc, 1999).

Los factores que contribuyen a esto son:

1. La estacionalidad de los ciclos ovulatorios (Johnson y Becker, 1993).
2. Los ciclos estrales irregulares durante el periodo de transición (Johnson y Becker, 1993).
3. La larga duración de la fase folicular dentro del ciclo estral (Johnson y Becker, 1993).
4. La variabilidad en la duración del comportamiento estral entre los ciclos estrales (Johnson y Becker, 1993).
5. El hombre, por medio del manejo sobre los equinos, ha influido negativamente sobre la fertilidad, ya que impone una temporada oficial de montas que va del 1° de agosto al 15 de enero, reglamentado por el Stud Book de Chile, donde dicha temporada no coincide con la temporada fisiológica de cruzamiento del equino.
6. La selección genética de esta especie es principalmente por sus aptitudes deportivas y no por sus características reproductivas (Johnson y Becker, 1993; Hyland, 1993; Hafez, 1996; LeBlanc, 1999). Este criterio de selección mantiene ejemplares con alteraciones reproductivas (LeBlanc, 1999).

Ginther (1993) señala que la eficiencia reproductiva ha ido mejorando. Durante las dos últimas décadas en Inglaterra se ha logrado un porcentaje de preñez entre 60 a 70% y un porcentaje de potrillo vivo al parto de 76 a 84%, sugiriendo un aumento en la eficiencia reproductiva, lo cual ha sido logrado por la diseminación del conocimiento y el interés en la biología reproductiva equina.

El porcentaje de fertilidad para los F.S.C. en Chile a través de los años ha ido aumentando paulatinamente. Pavón (1974) en su estudio entre los años 1962 y 1969 encontró una tasa de fertilidad en hembras de un 42,88%. Entre 1975 y 1979 Bustos

(1982) determinó que la fertilidad en la yegua F.S.C. fue de 54,51%. Otro estudio realizado por Godoy (1982), en ocho criaderos de la Zona Central encontró que la fertilidad entre los años 1976 y 1979 fue de 62,22%. Lucero publicó en 1992, un 70,45% de fertilidad entre las temporadas reproductivas de 1989 a 1991. La fertilidad durante las temporadas reproductivas entre los años 1997 y 1999 fue de 69,39% (Díaz de Valdés, 2001¹).

Para continuar mejorando la fertilidad es necesario implementar nuevas técnicas y normas de manejo que permitan ir avanzando en reproducción equina. Hay muchas herramientas disponibles para la práctica veterinaria que pueden reducir el número de servicios por estro al mínimo necesario y así conseguir la concepción. El objetivo óptimo es una gestación por monta por yegua (Blanchard y Varner, 1995a).

Dentro de las herramientas utilizada en la reproducción equina se encuentran los programas de luz artificial y la administración de hormonas, que son usadas para acelerar el comienzo de la temporada reproductiva, inducir ovulaciones en yeguas que están ciclando y sincronizar el estro y la ovulación. Un método práctico actualmente disponible para ayudar a la sincronización del estro es alargar la fase luteal con la administración de progestágenos exógenos (Ginther, 1993; Squires, 1993; Blanchard y Varner, 1995a; LeBlanc, 1999).

En la mayoría de los estudios sobre el uso de progestágenos y de progesterona sintética para el control del ciclo estral de la yegua, se han usado distintas formas de administración, como la suspensión en aceite administrada vía intramuscular, en propilenglicol (Repositol[®]) y progesterona sintética de uso oral (Altrenogest[®]) (Squires, 1993; McCue y Card, 1996).

Otra forma de administrar progestágenos a las yeguas incluyen los implantes, las esponjas vaginales y los dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (Squires, 1993; Perkins, 1999).

La razón fundamental para el uso de progestágenos o progesterona para acelerar el comienzo del estro ovulatorio, se debe a que en yeguas en etapa de transición se liberan cantidades insuficientes de hormona luteinizante (LH) para permitir la ovulación. La

¹ Díaz de Valdés, J. 2001. [Comunicación Personal]. Stud Book de Chile. Club Hípico de Santiago.

administración de progesterona, por una retroalimentación negativa, inhibe la liberación de LH, por lo que ésta se acumula en la adenohipófisis. Al finalizar el tratamiento con progestágenos se termina el efecto inhibitorio sobre LH y se liberan cantidades suficientes para permitir la maduración folicular y la ovulación (Blanchard y Varner, 1995a; Perkins, 1999).

Teóricamente, el uso de esteroides combinados (progesterona y estrógenos) daría una menor variación en el tiempo desde el fin del tratamiento hasta la maduración folicular y la ovulación (LeBlanc, 1999; Blanchard y Varner, 1995a). La combinación de progesterona y estrógenos puede promover el comienzo de la ciclicidad más eficientemente que la progesterona sola, posiblemente porque el estradiol en bajas concentraciones estimula la producción de LH e incrementa la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH), en respuesta a un mayor estímulo de la hormona liberadora de gonadotrofinas hipotalámica (GnRH) en yeguas en celo (Blanchard y Varner, 1995a). Por lo tanto, la administración combinada de progesterona y estradiol parece ser el mejor tratamiento hasta la fecha, dando como resultado una supresión sinérgica del desarrollo folicular y de la ovulación (Perkins, 1999).

Con el fin de adelantar el comienzo de la temporada reproductiva de las yeguas sin gestación y para normalizar el periodo de transición del ciclo estral, en este estudio se usó una forma de administrar una combinación de esteroides mediante la utilización de un dispositivo intravaginal que libera progesterona y estradiol (PRID).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Ciclo Reproductivo de la Yegua

El ciclo reproductivo de la yegua está sujeto a las mayores variaciones observadas entre todos los animales domésticos.

La yegua se ha clasificado en las zonas templadas como una especie poliéstrica estacional de días largos (LeBlanc, 1999; Hyland, 1993; Johnson y Becker, 1993; Hafez 1996), mostrando una clara época de reproducción durante los meses de primavera y verano (LeBlanc, 1999; Hafez, 1996), en cambio durante los meses de otoño y de invierno las yeguas entran en un periodo de latencia reproductiva (Blanchard y Varner, 1995a; McCue y Card, 1996). Los factores externos que influyen sobre la actividad reproductiva de la yegua son probablemente el plano nutritivo, la temperatura, la latitud, las condiciones de manejo y el fotoperiodo (Van Niekerk y Van Niekerk, 1997a; LeBlanc, 1999; Nagy y col., 2000), siendo la luz el principal modulador de la temporada reproductiva (Ginther, 1993).

El efecto de la nutrición sobre la actividad reproductiva se relaciona al crecimiento de la pradera en primavera (LeBlanc, 1999). Se concluye que las yeguas con un buen plano nutricional y con una condición corporal buena, entrarán más temprano a la fase ovulatoria (Ginther, 1993; LeBlanc, 1999). Irvine y Alexander (1998), informan que la cantidad y la calidad del alimento afecta la fertilidad, donde la presencia de pasto en crecimiento durante la primavera es concomitante con la reanudación del ciclo estral, señalando que la vitamina A (beta-caroteno) presente en estas praderas sería un factor que mejoraría la fertilidad sólo en las yeguas que han sufrido previamente una deficiencia vitamínica en la dieta.

Guerin y Wang (1994), plantean que el rol de la temperatura ambiental como una señal para la actividad reproductiva es bien reconocida en las especies poiquilothermas, pero la información relacionada a los mamíferos es escasa y generalmente no se distinguen los efectos de la temperatura y el fotoperiodo. Es posible que la luz adicional y las altas temperaturas podrían actuar sinérgicamente para inducir una ovulación más temprana en la

temporada reproductiva, pero, la posibilidad de que la temperatura juegue un rol importante sobre la temporada reproductiva requiere más investigación.

En relación al factor latitud, puede señalarse que en las cercanías del Ecuador hay poca variación estacional en la duración del ciclo, siendo la yegua considerada como una especie poliéstrica anual, por lo que se pueden aparear en cualquier época del año (Hafez, 1996; LeBlanc, 1999).

Por lo tanto, el fotoperiodo (aumento de las horas luz) es el principal factor ambiental que afecta la estacionalidad reproductiva en los equinos (Ginther, 1993; Johnson y Becker, 1993; McCue y Card, 1996; LeBlanc, 1999; Nagy y col., 2000).

La luz es percibida a nivel de la retina de los ojos, la cual es transmitida por las fibras postganglionares sinápticas del ganglio cervical superior, las cuales terminan en el parénquima de la glándula pineal. Durante la estimulación del día, la glándula es inhibida, pero en la oscuridad las fibras postganglionares liberan norepinefrina a la glándula pineal, estimulando su metabolismo. Se considera a la glándula pineal el mediador entre los receptores de la luz y el eje hipotálamo-hipófisis (Ginther, 1993; McCue y Card, 1996; Nagy y col., 2000). El efecto de los días largos, o de una menor cantidad de horas de oscuridad desencadena periodos cortos de alta secreción de melatonina por la glándula pineal, por lo que se especula, que permitiría un aumento en la frecuencia y amplitud de la liberación pulsátil de la GnRH y durante los días cortos de invierno se generan periodos largos de alta secreción de melatonina, que suprimen la liberación de GnRH (LeBlanc, 1999).

En respuesta a este aumento de la liberación de GnRH hipotalámica por efecto del aumento de las horas luz, la hipófisis aumenta la síntesis de la FSH generando a nivel ovárico el desarrollo folicular, con la selección de un folículo que sintetiza suficiente estrógeno, lo cual estimula la secreción de la LH, dando origen a la primera ovulación de la temporada (Johnson y Becker, 1993; McCue y Card, 1996).

Para estimular el comienzo temprano de la temporada reproductiva, que generalmente ocurre en los meses de agosto y septiembre en el Hemisferio Sur, se aplica un

programa de luz artificial (Scraba y Ginther, 1985). El programa de luz que se les dá a las yeguas secas consiste en administrar 16 horas de luz durante 50 a 65 días antes del inicio de la temporada, lo cual induce la ovulación (Scraba y Ginther, 1985; Johnson y Becker, 1993).

Debido a los efectos que ejerce la estacionalidad sobre el ciclo reproductivo anual, este se ha dividido en tres fases:

A) Fase Anovulatoria

Durante los meses de otoño y de invierno, cuando la cantidad de horas luz del día disminuye, aproximadamente un 80% (McCue y Card, 1996) a 85% (Blanchard y Varner, 1995a) de las yeguas entran a un periodo de latencia reproductiva, con una fase anovulatoria acíclica, conocida como el anestro de invierno (McCue y Card, 1996; Blanchard y Varner, 1995a).

Este periodo se caracteriza por una secreción de cantidades pequeñas de GnRH, generando bajas concentraciones de FSH y de LH, por lo tanto, los ovarios secretan niveles basales de estradiol, sin conducta de celo y las concentraciones de progesterona también son basales, indicando una ausencia del tejido luteal activo (LeBlanc, 1999; McCue y Card, 1996).

Durante esta etapa, los ovarios son pequeños y sin actividad folicular detectable a la palpación (LeBlanc, 1999), debido a que su diámetro es entre 5 a 10 mm (Ginther, 1993); el útero se encuentra atónico y de pared delgada (Hyland, 1993; LeBlanc, 1999).

El comportamiento de la mayoría de las yeguas en esta fase es de rechazo al macho (LeBlanc, 1999).

B) Fase de Transición

Por un aumento del fotoperiodo se estimula la secreción y liberación de GnRH hipotalámica generando un aumento de las concentraciones de FSH y LH, provocando el desarrollo folicular ovárico (folículos mayores a 20 mm) con producción de estrógenos, los que inducen periodos de receptividad sexual irregulares y de larga duración (Ginther, 1993; McCue y Card, 1996) debido a que el "pool" folicular se encuentra constantemente

creciendo y regresionando, por lo tanto, sin manifestación de ovulación (Ginther, 1993; LeBlanc, 1999).

El cambio físico principal en el tracto reproductivo de la yegua es un aumento del desarrollo folicular con múltiples folículos pequeños que están creciendo y regresionando (Blanchard y Varner, 1995a), por lo tanto, el ovario aumenta su tamaño en esta fase (LeBlanc, 1999).

La conducta de las yeguas hacia el potro es impredecible (Brinsko, 1991; LeBlanc, 1999).

C) Fase Ovulatoria

En la mayoría de las yeguas de las zonas templadas, la influencia de la estación produce un periodo definido de fertilidad. Tomando la ovulación como el evento necesario para la fertilidad, esta fase va desde la primera a la última ovulación.

Se caracteriza por periodos de estros e interestros largos e irregulares, los cuales se normalizan a medida que avanza la temporada reproductiva (LeBlanc, 1999).

Durante este periodo las yeguas pueden mostrar reiterados ciclos estrales con duración cercana a 21 días (LeBlanc, 1999; Hafez, 1996).

Ciclo Estral de la Yegua

El ciclo estral en la yegua es definido como aquel periodo desde una ovulación a la siguiente ovulación y cuando las ovulaciones son acompañadas con signos de celo y/o las concentraciones de progesterona son menores a 1 ng/ml en el celo (Meyers, 1991; LeBlanc, 1999). La concentración de progesterona está incluida en la definición, ya que puede haber ovulación en diestro con niveles altos de progesterona, y esa ovulación no representa el final del ciclo (LeBlanc, 1999).

Adams y Bosu (1988) citan que la duración del ciclo estral en la yegua es de 22 ± 3 días. Meyers (1991) informa que es de 21 a 22 días y Ginther (1993) calcula una duración de 22 días. La variación en la duración del ciclo estral dentro de un individuo es debida

principalmente al efecto de la estacionalidad y se manifiesta por las distintas duraciones que tiene la fase folicular (Adams y Bosu, 1988).

El ciclo estral en la yegua se ha dividido en dos fases basadas en la receptividad sexual que tiene la yegua: estro y diestro (Meyers, 1991; McCue y Card, 1996). Por otro lado, por conveniencia se ha dividido en una fase folicular y en una fase luteal (Adams y Bosu, 1988; Meyers, 1991).

Cada fase es caracterizada por una conducta específica, por cambios endocrinos y del tracto genital que serán descritos a continuación (Adams y Bosu, 1988).

Fase Folicular o Estro

El estro se define como el periodo de receptividad sexual. Se caracteriza en las yeguas por una elevación de la cola, presentación de la zona perineal al potro, micción de pequeñas cantidades de orina, eversión del clítoris y se encuentra en un estado de tranquilidad cuando se realiza la monta. La conducta de estro frente al potro está relacionada con los altos niveles circulantes de estrógeno (Adams y Bosu, 1988; LeBlanc, 1999).

El tracto genital también es controlado por las hormonas esteroidales. Bajo el predominio de los estrógenos la mucosa vulvar y vaginal se observa rosácea a roja y brillante debido a la hiperemia y al aumento de la secreción mucosa. El cervix se encuentra edematoso y relajado. El útero pierde su tono y tubularidad y se vuelve flácido (Adams y Bosu, 1988; LeBlanc, 1999).

Los ovarios de la yegua tienen una forma similar a los riñones. Las hembras jóvenes presentan un mayor tamaño ovárico que las hembras adultas, tienen alrededor de 7 a 8 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho (Sisson, 1991). Los cambios ováricos durante el estro incluyen la regresión del cuerpo lúteo y el desarrollo folicular (Adams y Bosu, 1988). Ginther (1993), al seccionar el ovario encontró folículos visibles por el ojo humano que van entre los 2 y los 30 mm de diámetro.

La duración del estro varía entre las yeguas y de un ciclo estral al siguiente en la misma yegua. La duración del estro es más larga a principio de la primavera y dura menos y se hace más constante al final de la primavera y en el verano (Hafez, 1996).

La duración del celo es de 4 a 6 días (LeBlanc, 1999). Meyers (1991) y McCue y Card (1996) informan de 5 a 7 días, donde la yegua está receptiva al potro. Adams y Bosú (1988) y Ginther (1993) citan una duración de 7 días.

Fase luteal o diestro

Se define como el periodo desde el fin de un estro hasta el comienzo de un nuevo estro, caracterizado por la formación de un cuerpo lúteo funcional (LeBlanc, 1999).

Se caracteriza por presentar una conducta por parte de la yegua de rechazo al potro, la formación de un cuerpo lúteo y por la presencia de niveles circulantes altos de progesterona (Adams y Bosu, 1988; LeBlanc, 1999).

Durante el diestro, el cervix y el útero pierden la edematización. La mucosa vaginal está pálida y cubierta con un mucus viscoso y escaso. El cervix se encuentra cerrado. El útero se encuentra contraído y a la palpación rectal se presenta tubular (Adams y Bosu, 1988; Jorgensen, 1996; LeBlanc, 1999).

Los cambios ováricos se relacionan con la formación y la maduración de un cuerpo lúteo. Además, el ovario tiene desarrollo de folículos y si uno de estos folículos de diestro ovula, será infértil. (Adams y Bosu, 1988; Bergfelt y Ginther, 1993; Ginther 1993; LeBlanc, 1999).

La fase luteal es muy regular en la yegua. La duración del diestro es de 16 a 17 días (LeBlanc, 1999) y McCue y Card (1996), publican 14 a 16 días. Ginther (1993), menciona una duración de 15 días. El cuerpo lúteo es palpable sólo los primeros días post-ovulación, pero es visible a través de la ecografía hasta el día 17 post-ovulación (Adams y Bosu, 1988).

Control Endocrino del Ciclo Estral

El ritmo reproductivo de las yeguas está dirigido por la interacción de algunas hormonas reproductivas. Las principales hormonas que están involucradas en el control del ciclo estral son sintetizadas a nivel de hipotálamo, hipófisis, ovario y útero, dando lugar a los distintos cambios en el comportamiento sexual y en la morfología de los ovarios y del útero por su compleja y temporal interrelación. La hormona hipotalámica GnRH y la melatonina de la glándula pineal, transforman las señales del medio ambiente a un estímulo directo sobre la glándula hipofisiaria. Las hormonas hipofisiarias son las gonadotrofinas (FSH y LH), la prolactina y la oxitocina que ejercen su acción directa sobre los ovarios, útero y otras partes del tracto genital. Las hormonas ováricas son progesterona, estrógeno y la inhibina del líquido folicular. Y, finalmente, la hormona uterina que es la prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) (Adams y Bosu, 1988; LeBlanc, 1999).

Fitzgerald y col. (1987), sugieren que el aumento del fotoperiodo estacional mediante el aumento de la frecuencia pulsátil de LH puede jugar un rol en el mecanismo que gobierna el comienzo de la temporada reproductiva en las yeguas.

La luz del día genera un estímulo directo sobre el sistema nervioso y la glándula pineal y por consiguiente en la secreción de melatonina. La melatonina puede tener un efecto de supresión sobre la liberación de GnRH. Lo cual significa que el aumento en las horas luz disminuye la secreción de melatonina, lo cual a su vez significa que disminuye el efecto de supresión sobre la GnRH (Van Niekerk y Van Niekerk, 1997b).

La estacionalidad por medio del fotoperiodo ejerce su acción sobre el sistema nervioso central, principalmente sobre la glándula pineal, para influir sobre la síntesis y secreción de GnRH a nivel hipotalámico (Adams y Bosu, 1988; Ginther, 1993; LeBlanc, 1999).

La hormona GnRH es un polipéptido sintetizado por el hipotálamo (células neurosecretoras) en respuesta a la estimulación del sistema nervioso central (estímulos ópticos, olfatorios, táctiles y de audición), y su síntesis, liberación y pulsatilidad serán modificadas por las hormonas ováricas durante el ciclo estral. En respuesta a una adecuada

señal nerviosa y hormonal la GnRH es liberada de una forma pulsátil, por los axones de las células neurosecretoras, que terminan en el pedúnculo de la eminencia media hipofisiaria. La GnRH es captada por los capilares del sistema porta y es transportada a la adenohipófisis para estimular la síntesis y liberación de las hormonas FSH y LH. El mecanismo diferencial en la yegua, por el cual la GnRH ejerce su efecto sobre la secreción de estas dos gonadotropinas, es desconocido; sin embargo, está involucrado el efecto de retroalimentación de las hormonas ováricas (Adams y Bosu, 1988; Ginther, 1993). LeBlanc (1999), da a conocer que investigaciones en primates indican que los pulsos de alta frecuencia de la GnRH estimulan la liberación de la LH, mientras que los pulsos de baja frecuencia de la GnRH causan la liberación de la FSH.

En yeguas de ciclo normal ocurren dos alzas de la FSH aproximadamente en los días 11 y 20 antes de la ovulación. La primera alza de la FSH ocurre en el periodo de estro tardío a diestro, esta alza coincide con la alza de la LH o un poco después de la ovulación, por lo cual emerge un folículo dominante (mayor a 30 mm de diámetro) resultando un folículo anovulatorio o en una ovulación secundaria. Si el folículo ovula será infértil. (Bergfelt y Ginther, 1993; Ginther 1993; LeBlanc, 1999). Meyers (1991), señala que puede ocurrir en alrededor de un 5% del ciclo estral ovulaciones espontáneas durante el diestro, siendo un evento fisiológico. La segunda alza de la FSH se observa durante la mitad del diestro, donde emerge el día 12 post-ovulación. Esta onda fértil que generó un folículo dominante, origina la fase folicular ovulatoria (ovulación primaria), por lo cual el ovocito tiene el potencial de ser fertilizado, se caracteriza por una actividad folicular progresiva y por el crecimiento de varios folículos, donde, el folículo preovulatorio alcanza tasas de crecimiento cercanas a 3,5 mm/día (Ginther, 1993; McCue y Card 1996; LeBlanc 1999).

Ginther y Bergfelt (1993), encontraron que el máximo diámetro alcanzado por el folículo dominante de la onda primaria fluctuó entre 36 a 53 mm y el diámetro mayor de los folículos de la onda secundaria fueron entre 19 a 28 mm. Gary (1993) cita que el diámetro del folículo dominante antes de la ovulación fluctúa entre 40 a 50 mm de diámetro.

Jorgensen (1996), señala que la secreción de la FSH, la cual predomina cuando las concentraciones de estrógeno son bajas, es la responsable del reclutamiento folicular.

Estas ondas de FSH comprometen varios folículos, por definición, crecen coordinados hasta que uno se hace dominante y continua creciendo y el resto de los folículos se vuelven subordinados por lo cual regresionan. Esta disociación en el desarrollo folicular indica que está operando un mecanismo de selección para designar al folículo dominante, el cual escapa o es protegido del proceso degenerativo normal (la atresia), por ende, afecta a los folículos subordinados de la población basal. La razón biológica para esta pérdida de muchos folículos durante el ciclo estral es desconocida. Aunque la selección se manifiesta por el día 7 o 8 antes de la ovulación, se desconoce cuando se activa el mecanismo y como se determina el folículo favorecido (Ginther, 1993). Los resultados obtenidos por Gastal y col. (2000) sugieren que la LH no estaría involucrada en el inicio de la selección del folículo dominante, pero sí jugaría un rol importante en el crecimiento del folículo dominante después de esta selección folicular ovárica.

Hines y col. (1991), informan que cuando crecen y regresionan los folículos, la amplitud de los pulsos de FSH disminuye, lo cual sugiere que los folículos pueden producir un factor que inhibe la liberación de la FSH adenohipofisiaria.

Los folículos en crecimiento aumentan la producción de estrógeno al día 14 a 16 post-ovulación, lo cual marca el inicio del estro (Adams y Bosu, 1988; McCue y Card, 1996). Las concentraciones máximas de 17β -estradiol se logran 24 a 48 horas antes de la ovulación (Allen y col., 1995). Los estrógenos junto con la FSH inducen la presencia de receptores de LH en las células de la teca interna y en las células de la granulosa del folículo preovulatorio (Bailey y col., 1997; LeBlanc, 1999). Esto estimula la producción de testosterona, la cual está distribuida en las células de la granulosa para ser convertida a estradiol. La conversión de estradiol es acentuada por la FSH, la cual estimula la acción de la enzima aromatasa, siendo ésta la responsable del cambio de testosterona a 17β -estradiol (Bailey y col., 1997). Las células de la granulosa del folículo preovulatorio producen inhibina que ejerce su efecto sobre hipófisis e hipotálamo generando una retroalimentación negativa sobre FSH (Bailey y col., 1997; LeBlanc, 1999). Esto genera los distintos

cambios fisiológicos y conductuales, incluyendo la expresión de la conducta de estro, el aumento de la secreción de las glándulas endometriales, la relajación del cervix y generan una retroalimentación positiva sobre adenohipófisis para liberar a la LH (Adams y Bosu, 1988; McCue y Card, 1996).

Los niveles de LH son bajos durante la mitad del diestro (día 5 a 15 post-ovulación), pero se elevan unos pocos días antes del estro (día 15 a 17 post-ovulación), alcanzando la máxima concentración 2 días después de la ovulación y luego, disminuyen gradualmente (Adams y Bosu, 1988; Silvia y Fitzgerald, 1991; Ginther, 1993; Jorgensen, 1996). La LH equina es una glicoproteína formada por dos subunidades distintas: alfa y beta, donde la subunidad beta es la que determina la actividad biológica de la hormona. A diferencia de las otras especies, la LH equina presenta un alto contenido de ácido salicílico, dando una estabilidad o una larga vida media a la hormona en el plasma. El principal hallazgo sobre los niveles de LH circulantes fueron las isoformas, en cuanto a inmunoreactividad y bioactividad, por lo que la LH bioactiva aumenta más temprano que la LH inmunoreactiva durante el periodo periovulatorio. Se desconoce la importancia de estos cambios de formas de la LH como un mecanismo regulador (Ginther, 1993). El aumento de LH es responsable de la maduración final del folículo y la inducción de la ovulación (McCue y Card, 1996). La LH genera la ovulación mediante la activación de enzimas proteolíticas, con lo cual la pared del folículo preovulatorio cambia en su estructura y en su capacidad de distensión, por lo que disminuye la presión intrafolicular y se rompe, liberando un ovocito. Jorgensen (1996) menciona que la LH es el principal agente luteotrófico en la yegua. La predicción clínica de la ovulación es evaluada por el diámetro, la consistencia folicular y la sensibilidad que presenta la yegua a la palpación rectal (Ginther, 1993).

Luego de la ovulación, el lumen del folículo a nivel central se llena con sangre formándose el cuerpo hemorrágico. Posteriormente, hay una rápida organización de las células de la granulosa y de las células de la teca luteinizadas dentro del cuerpo lúteo. El cuerpo lúteo produce progesterona, la cual es responsable de bloquear la expresión del comportamiento del celo, cambiando la secreción y el desarrollo de las glándulas endometriales y el cierre del cervix (McCue y Card, 1996).

Las concentraciones de progesterona durante el estro son bajas como 3,18 nmol/L pero aumentan rápidamente a una concentración de 4,77 a 7,95 nmol/L a las 24 horas y de 6,36 a 15,9 nmol/L a las 48 horas después de la ovulación, alcanzando la máxima concentración (25,44 a 63,6 nmol/L) al día 5 a 7 post-ovulación, permaneciendo elevadas hasta la luteólisis al día 14 o 15 del ciclo (Adams y Bosu, 1988; LeBlanc, 1999; Perkins y col., 1999). Allen y col. (1995), obtuvieron los siguientes resultados de las concentraciones de progesterona en el plasma: niveles de 3,18 a 6,36 nmol/L dentro de las primeras 24 horas postovulación y luego en los próximos 4 a 6 días postovulación los niveles aumentaron entre 38,16 a 95,4 nmol/L. Durante el diestro las concentraciones de progesterona se encuentran altas, lo que genera una retroalimentación negativa sobre el hipotálamo, por lo suprime la liberación de la GnRH hipotalámica (LeBlanc, 1999).

La producción de progesterona por el cuerpo lúteo, continúa hasta que se inicie la secreción de prostaglandina $F_{2\alpha}$ desde el endometrio, la cual pasa a la circulación sistémica y por medio de una transferencia arterio-venosa y/o linfática, alcanza al cuerpo lúteo induciendo la luteólisis o la lisis del cuerpo lúteo (Jorgensen, 1996; McCue y Card, 1996; LeBlanc, 1999). Por lo tanto las concentraciones de progesterona comienzan a bajar en asociación con el comienzo de la luteólisis (Perkins y col., 1993). Hay una disminución en la secreción de progesterona lo cual permite un aumento en la secreción de FSH por la adenohipófisis, generando la estimulación de la secreción de estrógenos por el ovario por el desarrollo folicular y entonces, el ciclo vuelve a generarse (Jorgensen, 1996).

Varía mucho el día en que ocurre la ovulación en relación al estro. Es virtualmente imposible predecir cuando sucede la ovulación basado solamente en la duración del celo. Un estudio indicó que sólo un 46% de las yeguas ovularon un día antes del fin del celo, aproximadamente un 12% ovuló tres días antes del fin del celo y muy pocas yeguas (1,4%) ovularon después de que se terminó la receptibilidad sexual (LeBlanc, 1999).

Hafez (1996) y Jorgensen (1996) señalan que la mayor parte de las ovulaciones ocurren 24 a 48 horas antes del fin del estro conductual. La ovulación en la yegua está en estrecha relación con el final del estro, independiente de su duración (Hafez, 1996; LeBlanc, 1999).

La variabilidad del intervalo de tiempo desde el inicio del celo a la ovulación y la duración del celo son un obstáculo para lograr preñar a una yegua con el menor número de montas. La monta del potro debe ser lo más cercana a la ovulación, ya que el óvulo equino es viable y puede ser fertilizado sólo hasta 6 a 12 horas post-ovulación. Los espermatozoides sobreviven en el tracto genital de la yegua en promedio 2 días (LeBlanc, 1999).

El apareamiento único maximiza la fertilidad potencial del potro, por la reducción del número de montas y minimiza el riesgo de inducir endometritis bacteriana en la yegua por medio del coito. La combinación de una única monta y una alta tasa de gestación dentro de la temporada reproductiva en las yeguas fina sangre es lograda por un uso activo del potro y por repetidos exámenes de palpación transrectal y/o la ultrasonografía de los ovarios y del útero de las yeguas (Allen y col., 1995).

Con el fin de reducir el número de montas por ciclo estral o de sincronizar de manera más exacta el momento de la ovulación con el apareamiento y de obtener una mayor fertilidad, existen métodos que ayudan a predecir el momento de la ovulación junto con el manejo hormonal de la yegua.

Examen del Aparato Reproductivo Femenino

Para un correcto diagnóstico se requiere realizar un examen reproductivo de una manera sistemática, realizando una evaluación de los genitales externos y áreas relacionadas y la palpación rectal de los genitales internos. Esta metodología evita la contaminación potencial y protege el estado reproductivo normal para las siguientes evaluaciones (Dascanio y col., 1997a; Asbury, 1999).

Inspección. La evaluación de la conformación de los genitales externos puede ayudar a determinar la facultad relativa del tracto reproductivo para resistir o protegerse contra la contaminación externa (Dascanio y col., 1997a). La inspección de los genitales externos incluye toda el área perineal, para detectar cualquier descarga vulvar y

alteraciones conformacionales de la angularidad vulvar (Dascanio y col., 1997a; Asbury, 1999). Es importante estar alerta a las condiciones que llevan a cambios en los genitales externos como el trauma (Dascanio y col., 1997a).

Palpación Rectal. La técnica ayuda a identificar las anomalías anatómicas del tracto reproductivo, evaluar el ciclo estral y diagnosticar la gestación (Dascanio y col., 1997b). Durante el estro es necesario una palpación diaria para lograr predecir en forma exacta el momento en que ocurre la ovulación (Asbury, 1999). En la palpación rectal se debe incluir la palpación de la superficie completa de los ovarios, donde los cambios importantes que se consideran al momento de ovular son tamaño, proyección de la superficie y turgencia del folículo ovárico (Dascanio y col., 1997b; Asbury, 1999). Asbury (1999) menciona que ninguna de estas observaciones aseguran una ovulación próxima, ya que ovarios pequeños, encontrados en yeguas jóvenes, tienden a ovular folículos pequeños en comparación con las yeguas multíparas. Ocasionalmente un folículo duro y tenso puede ovular sin un cambio previo en la consistencia. En la palpación rectal del útero de las yeguas secas se debe considerar tamaño, tono, consistencia, textura y la conformación general del órgano (Dascanio y col., 1997b; Asbury, 1999). La evaluación del tono uterino ayuda a determinar el estado del ciclo estral, donde el efecto de la progesterona sobre el útero, aumenta la densidad del tejido (haciéndolo tubular) y se siente compacto a la palpación rectal (Asbury, 1999).

Cultivo Bacteriológico. El cultivo bacteriológico de las secreciones del tracto reproductivo se realiza para evaluar el estado del útero y permite confirmar un diagnóstico de endometritis (Asbury, 1999). El cultivo bacteriológico puede identificar la bacteria específica que produce la contaminación uterina, seguido de un antibiograma y así guiar el tratamiento (Dascanio y col., 1997b).

Examen Ecográfico. La ecografía transrectal es útil para monitorear la dinámica folicular y los cambios luteales en el ovario, entre otros, a través de un acceso no invasivo y rápido del tracto reproductivo (McKinnon y Squires, 1999). Durante la temporada reproductiva, en el ovario aparecen numerosos folículos por lo que sus diámetros y formas pueden ser medidos por su apariencia anecogénica. El folículo preovulatorio en las yeguas

es uno de los más grandes de todas las especies domésticas (40 a 50 mm). Para predecir la ovulación es importante el aumento del diámetro folicular, pero también el aumento en la densidad de la pared folicular y los cambios de formas desde un folículo esférico a una forma irregular (Ginther, 1988; Liu y col., 1996; Asbury, 1999). Los resultados obtenidos por Ginther (1988), indican que el 85% de los folículos muestran un cambio importante en la forma, no encontró cambios en la ecogenicidad de la pared o del líquido folicular. Luego de la ovulación, aparece el cuerpo hemorrágico, el cual se observa similar a un folículo pero con bandas hiperecoicas, lo cual se atribuye al coágulo y al proceso de fibrinización (Pierson y Ginther, 1985; Liu y col., 1996; Dascanio y col., 1997a); luego se reorganiza formando el cuerpo lúteo que se detecta en la pantalla como una estructura homogénea, hiperecogénica con un área bien circunscrita en el parénquima ovárico (Dascanio y col., 1997a). Pierson y Ginther (1985) citan que el cuerpo lúteo es identificado por ultrasonografía, 17 días después de la ovulación. Durante el estro, el útero presenta un edema endometrial que se observa como una rueda de carreta, con estriaciones anecogénicas que salen desde el centro del útero. El diámetro uterino puede estar aumentado y se encuentran pequeñas cantidades de líquido libre en el lumen, el cual se ve anecogénico (Dascanio y col., 1997a). En cambio, durante el diestro, el útero aparece con una tonalidad gris (hipoecogénico) y con una imagen homogénea (Griffin y Ginther, 1992; Gary, 1993; Liu y col., 1996). Griffin y Ginther en 1992, señalan que la ecotextura del ultrasonido proporciona un indicador momentáneo del estado hormonal que está dominando (estrógenos o progesterona).

Sanderson y Allen (1987); (citados por Allen y col. (1995)) concluyen que el sistema de exámenes transrectales (palpación y ultrasonografía) repetidos en el tiempo es suficientemente exacto para permitir que alrededor del 88% de las yeguas F.S.C. queden preñadas cada temporada.

La evaluación ecográfica de la gestación en la yegua puede ser realizada con exactitud a los 15 días después de la ovulación. En estos días el embrión es principalmente una estructura llena de líquido, se visualiza como una vesícula anecogénica, cuya forma al día 16 es esférica. Después de esto, la presión que ejerce la pared uterina sobre el

crecimiento de la vesícula, tiende a distorsionarla a formas irregulares (Ginther, 1984a; Torbeck, 1986).

Con el uso del ultrasonido, la presencia de mellizos puede ser diagnosticada precozmente y con una alta precisión. Las gestaciones dobles en la yegua son altamente indeseables, por lo que el diagnóstico temprano de los mellizos (entre el día 16 y 20 después de la ovulación) da la oportunidad de eliminar uno de los dos embriones, donde, el método más utilizado es la compresión manual de una de las dos vesículas embrionarias (Squires y col., 1988; Bracher y col., 1993).

Manejo Hormonal del Ciclo Estral

El objetivo es una gestación por yegua por monta. Para lograr este objetivo, se administran hormonas y programas de luz artificial que son usados para: acelerar el comienzo de la temporada reproductiva e inducir la ovulación en yeguas que están ciclando; sincronizar el estro y la ovulación; disminuir el número de montas por ciclo estral para lograr la gestación en las yeguas, y así se optimiza el uso del potro (Meyers, 1991; Blanchard y Varner, 1995b).

Como se mencionó anteriormente, el factor que controla la actividad ovárica estacional en la yegua es el aumento de las horas luz del día, por consecuencia, una disminución de las horas de oscuridad (McCue y Card, 1996), se requieren 15 a 16 horas de luz (artificial y natural) cada día para adelantar la ciclicidad (Blanchard y Varner, 1995b). Se necesitan aproximadamente 60 días de estimulación del fotoperiodo natural y artificial, para que ocurra la ovulación (LeBlanc, 1999; McCue y Card, 1996). Johnson y Becker (1993) señalan que en promedio, la duración del tratamiento del fotoperiodo requerido para inducir la ovulación es de 50 a 65 días. La exposición de las yeguas a horas adicionales de luz durante el invierno induce el estro y anticipa el inicio de la temporada reproductiva (Hafez, 1996).

La sincronización del estro se ha usado con bastante éxito como una herramienta en el manejo reproductivo de la producción bovina porque en las vacas el estro es corto y la ovulación ocurre al final del celo. Por esto, la sincronización de estos dos eventos en la vaca son virtualmente sinónimos. En la yegua, sin embargo, la duración del estro y la variabilidad del momento en que ocurre la ovulación hace que este modo de manejo reproductivo sea difícil. Aunque se han desarrollado varios métodos en la yegua, para la sincronización del celo y de la ovulación para realizar una única monta a un predeterminado momento, los resultados son inciertos (Brinsko, 1991).

Los métodos prácticos actualmente disponibles para ayudar a la sincronización del estro son:

- Inducción de la ovulación con gonadotrofina coriónica humana (hCG) y GnRH.
- Acortar la fase luteal del ciclo con la administración de prostaglandinas.
- Alargar la fase luteal con progestágenos exógenos.

Inducción de la ovulación (hCG):

Aunque la administración de hCG no sincroniza el estro, puede ser usada para mejorar la eficiencia en un programa de reproducción. El uso de hCG induce la ovulación, y consecuentemente reduce la duración del estro (Brinsko, 1991).

La hCG tiene una fuerte actividad similar a la de LH, con lo cual proporciona el mecanismo para estimular la ovulación (Brinsko, 1991; LeBlanc, 1999).

Inyecciones de hCG administradas vía endovenosa o intramuscular a las yeguas cuando están en celo y con un folículo dominante mayor a 30 - 35 mm de diámetro producen la ovulación a las 48 horas en más del 80% de las yeguas (Perkins, 1999). La ovulación ocurre 24 a 48 horas después de la inyección endovenosa de hCG, teniendo un folículo altamente desarrollado, mayor a 35 mm de diámetro (Brinsko, 1991; LeBlanc, 1999). El uso repetido de hCG en algunas yeguas causa el desarrollo de anticuerpos contra hCG (Blanchard y Varner, 1995b; LeBlanc, 1999; Perkins, 1999).

Acortamiento de la duración de la fase luteal:

La yegua es la especie doméstica más sensible a los efectos luteolíticos de la $\text{PGF}_{2\alpha}$, administrada por vía sistémica intramuscular o endovenosa (Hafez, 1996). Se administra $\text{PGF}_{2\alpha}$ o sus análogos sintéticos, con el fin de disminuir la vida media del cuerpo lúteo y así inducir el celo (Blanchard y Varner, 1995). La $\text{PGF}_{2\alpha}$ o sus análogos causan luteólisis cuando hay un cuerpo lúteo maduro de 4 a 6 días (Meyers, 1991; Perkins, 1999). Una única dosis de 5 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ causa la rápida caída de los niveles de progesterona durante el diestro (Ginther, 1993). Las yeguas muestran celos 2 a 4 días y ovulan alrededor del día 7 a 12 posterior al tratamiento (Perkins, 1999).

Alargamiento de la fase luteal:

La administración de progestágenos exógenos se realiza para prolongar artificialmente la fase luteal del ciclo estral, por lo que se ha usado para sincronizar el estro en las yeguas. Se administra por 14 a 15 días y las ovulaciones aparecerían 12 días después del fin del tratamiento, dado que no inhiben el desarrollo folicular (Brinsko, 1991; Blanchard y Varner, 1995b).

Los progestágenos son utilizados para normalizar el periodo de transición, acelerar el comienzo de la temporada reproductiva y para la mantención de la gestación, con lo cual se logra aumentar la eficiencia reproductiva. Sin embargo, solamente las yeguas en la mitad y al final del periodo de transición, con al menos un folículo mayor a 20 mm de diámetro, son sensibles a este tratamiento (Squires, 1993). La exposición de las yeguas a la luz artificial antes del tratamiento con progesterona aumenta su efectividad (Squires 1993; LeBlanc 1999).

Allen y col. (1980) concluyen que la progesterona ejerce un poderoso efecto de inhibir la liberación de LH, pero ningún efecto sobre la FSH, por lo que generaría desarrollo folicular.

Existen diferentes alternativas de tratamiento con progestágenos dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

Progesterona inyectable

- La progesterona en una base oleosa, en dosis de 50 mg/ml. Se debe administrar diariamente (intramuscular) en dosis de 150 mg totales durante 15 días (Brinsko, 1991; Jorgensen, 1996). Brinsko (1991) señala que las inyecciones de progesterona en aceite pueden ser dolorosas y no son bien toleradas por algunas yeguas y además, ha observado la formación de seroma en el sitio de inyección en varias yeguas.
- Acetato de medroxiprogesterona, se administra en dosis de 200 a 250 mg/500 Kg por 8 a 14 días. Una de las desventajas de este producto es que genera dolor e inflamación en el sitio de la inyección y presenta la posibilidad de la formación de un absceso (Jorgensen, 1996).
- Un protocolo hormonal consiste en la administración de 150 mg de progesterona y 10 mg de 17β - estradiol suspendidos en aceite, inyectados diariamente por 10 días consecutivos; un 70% de las yeguas tratadas ovularon 10 a 12 días después de la última inyección de esteroides (Blanchard y Varner, 1995b).

Progesteronas sintética

- Altrenogest (Regumate[®]). Es una progesterona suspendida en aceite, que es administrada oralmente por jeringa o mezclada con el grano y no presenta reacción cruzada con las mediciones de progesterona. Muchos estudios han demostrado que es altamente efectiva en suprimir el estro y sincronizar la primera ovulación del año, por lo que la hace una útil herramienta para el periodo de transición (Ginther, 1993). Se administra diariamente por 12 a 15 días en dosis de 0,044 mg/Kg (Jorgensen, 1996; LeBlanc, 1999). Las yeguas se tratan durante 15 días y se espera que muestren celo entre 3 a 6 días y ovulen entre el día 8 a 15 después de la última dosis del tratamiento (LeBlanc, 1999). Brinsko (1991), determinó que las yeguas mostraron celo entre los 3,5 a 5 días y ovularon a los 9 a 11 días después de la última dosis de tratamiento. En un estudio realizado por Lofstedt y Patel (1989), utilizando Regumate[®] en dosis de 0,044 mg/Kg de peso corporal una vez al día por 15 días seguidos, se encontró que las concentraciones de progesterona sérica basales al inicio del estudio eran menores a 1,59 nmol/L y al tercer día del ensayo aumentaron entre 15,9 a 44, 52 nmol/L y las ovulaciones ocurrieron entre el día 4 y 11 post-tratamiento con folículos de 3,5 cm de diámetro.

- Acetato de megestrol. Es otro progestágeno sintético oral que puede ser utilizado en las yeguas. Se debe administrar diariamente en dosis de 65 a 85 mg/500 Kg (Jorgensen, 1996).

La literatura menciona que se tiene más éxito con altrenogest que con el acetato de megestrol (Jorgensen, 1996).

Implantes subcutáneos

Son usados en las vacas, los cuales contienen 100 mg de progesterona y 10 mg de benzoato de estradiol y han sido exitosamente utilizados en las yeguas para suprimir el estro durante 3 meses sin ninguna complicación. Una complicación potencial, es la formación de un absceso por una reacción dérmica (Jorgensen, 1996).

Esponjas vaginales

Se ha informado que estas esponjas que liberan progesterona o altrenogest (0,5 a 3 g) son efectivas para inhibir y sincronizar el estro pero fueron asociadas con una severa vaginitis ya que se adhieren a la mucosa vaginal, por lo que no son ampliamente usadas en las yeguas (Brinsko, 1991; Perkins, 1999).

Microesferas biodegradables

Se han preparado microesferas que contienen progesterona y 17β - estradiol, siendo formuladas para liberar cantidades deseadas de hormonas por un periodo de 12 a 14 días. Los ensayos muestran que el estro y la ovulación son controlados exactamente y la fertilidad ha sido normal (Blanchard y Varner, 1995b).

Burns y col. (1990), utilizando las microesferas que contenían 1,5 g de progesterona y 100 mg de estradiol por 14 días, concluyeron que el intervalo desde el tratamiento a la ovulación fue de $25,2 \pm 1$ días, la tasa de gestación fue de 75%, señalando que esta información sugiere que las microesferas con esa formulación fueron efectivas en la sincronización de las ovulaciones fértiles en las yeguas.

Blanchard y col. (1992), utilizando las microesferas con distintas concentraciones de progesterona y 17β -estradiol durante 14 días encontraron que la administración de sólo progestágenos no suprime el desarrollo folicular en todas las yeguas. El estradiol aparentemente inhibe la liberación de FSH durante el inicio del diestro; por lo tanto, el

adicionar estradiol a las microesferas de progesterona generó un comportamiento de celo más normal comparado con las yeguas que recibieron sólo progesterona. Los resultados que obtuvieron para el tratamiento de las microesferas de progesterona (1,25 g) y 17β -estradiol (100 mg) para el intervalo desde el inicio del tratamiento al inicio del celo fue de $20,1 \pm 3,5$ días; la duración del celo fue de $5,5 \pm 2,5$ días y el intervalo desde el inicio del tratamiento a la ovulación fue de $26,7 \pm 8,3$ días.

Jasko y col. (1993), reportaron que dosis medias de 1,25 g de progesterona y 100 mg de estradiol y dosis altas de 1,875 g de progesterona y 150 mg de estradiol son niveles adecuados para suprimir a la LH y FSH manteniendo concentraciones de progesterona plasmática lo suficientemente altas para bloquear el celo, pero con la dosis alta encontraron que disminuye la duración del celo o aumenta la presencia de celos silentes. Por lo tanto, no parece ser una ventaja el utilizar dosis mayor a la dosis media (1,25 g de progesterona y 100 mg de estradiol) para el control del estro y de la ovulación.

Una de las desventajas de estas microesferas es que generan una reacción inflamatoria de consistencia blanda, sin dolor y sin calor en el sitio de inyección, aproximadamente de 2,5 cm de diámetro que desaparece al tercer día del tratamiento (Jasko y col., 1993).

Dispositivos intravaginales que liberan progestágenos

Estos dispositivos han sido usados ampliamente en las vacas, dando buenos resultados en las yeguas (PRID y CIDR-B) (Perkins, 1999).

La administración combinada de 17β -estradiol y progesterona parece dar el mejor resultado en sincronizar celos hasta la fecha. La administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ en el último día del tratamiento con progestágenos seguido de la inyección intramuscular de hCG al detectar un folículo mayor a 35 mm de diámetro, provocó que el 70% de las yeguas ovularon entre el día 10 y 12 después del tratamiento (Perkins, 1999).

La presencia de vaginitis parece ser común en yeguas tratadas con estos dispositivos pero se resuelven espontáneamente y parece que no influye negativamente sobre la gestación en las yeguas tratadas (Perkins, 1999).

Sin embargo, el uso de estos dispositivos vaginales parece ofrecer un método efectivo de administrar progesterona a las yeguas para la sincronización del estro (Perkins, 1999).

Dispositivo Intravaginal Liberador de Progesterona (PRID)

Una de las formas de administrar esteroides combinados (progesterona y estrógenos) es el PRID (Squires, 1993; Perkins, 1999). Este consiste en un espiral de sustancia elástica cubierto en silicona con una cápsula de gelatina adherida. A lo largo de la sustancia elástica están distribuidos uniformemente 1,55 g de progesterona, después de su aplicación, se libera la hormona a tasas determinadas. La cápsula de gelatina contiene 10 mg de benzoato de estradiol los cuales son liberados rápidamente después de la inserción. La progesterona es absorbida a través de la mucosa vaginal, donde los niveles plasmáticos durante el periodo del tratamiento son semejantes a los niveles de la fase luteal. El benzoato de estradiol también es absorbido por la mucosa vaginal y es convertido en 17 β -estradiol que genera un aumento de las concentraciones plasmáticas al comienzo del tratamiento, siendo esta alza similar al aumento endógeno de estrógenos de la fase luteal (PRID, Laboratorio Sanofi Sante Animale s/a.).

La alta concentración inicial de progesterona (12,72 a 15,7 nmol/L) y estradiol (2,5 a 3 pg/ml) al comienzo del tratamiento suprimen a LH y FSH respectivamente. La ausencia de estas hormonas impide la emergencia de un folículo dominante en una onda folicular. Una onda folicular termina y una nueva onda folicular emerge 3 a 5 días después. En ausencia del alza continua de las concentraciones de estradiol, un folículo dominante se desarrolla, el cual, no ovulará mientras la frecuencia de pulsos de LH sea suprimida por la progesterona. Al remover el PRID aumenta la frecuencia de pulsos de LH, resultando en una ovulación potencialmente fértil de un folículo dominante (PRID, Laboratorio Sanofi Sante Animale s/a.).

A falta de información específica en la yegua, existen trabajos en otras especies como en ovejas, cabras, ciervos y vacas.

Otro dispositivo llamado control interno liberador de medicamento (CIDR) desarrollado en Nueva Zelandia, contiene progesterona para ser insertado en ovejas, cabras, ciervos y vacas. El CIDR-B para vacas contiene 1,9 g de progesterona más una cápsula con 10 mg de benzoato de estradiol (McMillan y Peterson, 1993). La administración de PRID o CIDR en vaquillas durante la fase luteal del ciclo estral (aproximadamente por 5 a 17 días), aumenta las concentraciones de progesterona dando un efecto positivo sobre la tasa de gestación. El PRID en vacas debe ser insertado en la vagina por cerca de 10 días (Chenault, 1992). En un ensayo se administró el CIDR-S a ovejas, a principios de otoño y se removió 12 días después junto con la introducción abrupta de los carneros, las ovejas entraron en celo, se cruzaron, quedaron preñadas y parieron a diferencia del grupo control, que no presentaron celo (Wheaton y col., 1993).

Alanko y Pyörälä (1980), utilizaron el PRID para el tratamiento del anestro y del celo silente en ganado lechero, obteniendo mejores resultados en el grupo de celo silente que en el grupo con anestro con una baja tasa de concepción 43% en vacas y 57% en vaquillas. Douthwaite y Dobson (2000) utilizaron el PRID como tratamiento de quistes ováricos en vacas por 12 días, observando importantes cambios endocrinos que sugieren una regresión funcional de los quistes, aunque en muchos casos la estructura del quiste permaneció. En vacas con quistes foliculares, el aumento de la progesterona plasmática liberada por el PRID probablemente reduce la frecuencia de pulsos de LH y por lo tanto remueve el abastecimiento por la gonadotrofina para el quiste inicial, generando la emergencia de nuevas ondas de folículos las cuales generaran un folículo listo para experimentar la maduración final cuando el PRID es retirado y la frecuencia de pulsos de LH aumenta. El mecanismo de acción en vacas con quistes luteales se desconoce. Una vez retirado el PRID el celo ocurre al cuarto día. La tasa de gestación al primer servicio fue baja (alrededor de 20%) llegando a un 50% después de tres inseminaciones.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar el efecto de sincronización, que tiene el PRID sobre el ciclo estral y verificar la fertilidad posterior en yeguas Fina Sangre de Carrera.

Objetivos Específicos:

1. Describir los cambios morfológicos y el tamaño folicular durante el tratamiento con el dispositivo intravaginal y en el celo mediante la Palpación y la Ecografía.
2. Determinar la concentración sérica de progesterona durante el tratamiento con el dispositivo intravaginal.
3. Determinar posibles cambios, en la duración del celo y en el momento que ocurre la ovulación desde el inicio del celo.
4. Determinar el porcentaje de preñez en las yeguas con el uso de PRID en comparación con las yeguas control.
5. Determinar el porcentaje de presentación de mellizos en las yeguas tratadas y control.

MATERIAL Y MÉTODO

En este estudio se realizó un programa de manejo del ciclo estral en yeguas F.S.C. sin gestación y clínicamente sanas, mediante la utilización de un dispositivo intravaginal (PRID), durante la temporada reproductiva del 2000, entre los meses de agosto a diciembre. El estudio se hizo en tres haras comerciales de la Región Metropolitana, ubicados a menos de 3 Km de distancia, en la comuna de Calera de Tango, Región Metropolitana. Estos criaderos presentan en promedio un número de 60 yeguas madres y alrededor de 10 yeguas sin gestación, las cuales son mantenidas durante los meses de primavera y verano en praderas mixtas (principalmente alfalfa y una mezcla de ballica con trébol) y en otoño e invierno, van a pesebrera durante la noche y son alimentadas con heno, concentrado y vitaminas. Los tres haras son atendidos por el mismo médico veterinario.

Material

La fórmula para calcular el tamaño de muestra, donde se utilizó la variable tamaño folicular, es la propuesta por Sokal y Rohlf (1969), la cual es $n \geq 2 (\sigma/\delta)^2 \{t_{\alpha/2} + t_{2(1-P)}\}^2$ cuyos supuestos fueron:

- una potencia (P) de 80%
- un error α de 5%
- una diferencia (δ) de 4 mm de diámetro folicular
- una desviación estándar (σ) de 3,6 mm de diámetro folicular

dando un $n \geq 13$ animales por grupo.

Por lo tanto, en este estudio se utilizaron 30 yeguas F.S.C. entre 5 y 15 años de edad, con pesos que fluctuaron entre 450 y 600 Kg. Se asignaron 15 yeguas al grupo tratado y 15 yeguas al grupo control, pero 2 yeguas tratadas tuvieron que salir del estudio porque fueron trasladadas a otro haras, quedando este grupo con 13 yeguas una vez que se inicio el ensayo.

A los potros sementales en el mes de julio se les realizó un espermiograma para observar su fertilidad potencial.

Método

Durante los meses de junio y julio las yeguas recibieron 16 horas luz por día, con el fin de estimular la ciclicidad ovárica.

Con los antecedentes reproductivos previos, a cada yegua se le realizó un examen clínico genital de los órganos sexuales, un examen ecográfico y, además, se tomaron muestras intrauterinas para cultivos bacterianos y para determinar si presentaban algún grado de infección. A las yeguas que resultaron positivas, se les realizó un antibiograma y fueron tratadas hasta que el útero estuvo clínicamente sano. Este manejo reproductivo se realizó para ambos grupos de yeguas.

A partir del 15 de agosto de 2000 (inicio de la temporada reproductiva) al grupo experimental, se les aplicó el PRID, los cuales fueron administrados a nivel vaginal con la máxima asepsia (lavado de la zona perineal con una solución de Tripaflavina[®] y la utilización de guantes) y se retiró a los doce días después.

Se determinó el tamaño ovárico como diámetro del eje mayor, el diámetro del folículo preovulatorio y número de folículos ováricos por ultrasonografía en el momento de colocar el PRID, luego se repitió este procedimiento los días 6 y 12 del tratamiento. Lo mismo se realizó en el grupo control, a partir del inicio de la temporada reproductiva. Para los controles ultrasonográficos se utilizó un ecógrafo lineal, marca Pie Medical[®] modelo 100, con transductor de 7 MHz. Además se contaba con manecas de sujeción y brete de palpación.

Para realizar el examen se inmovilizó a las yeguas en el brete y se evacuó manualmente el contenido fecal del recto.

Simultáneamente a estos exámenes, a todas las yeguas se les sacó 10 ml de sangre de la vena yugular con aguja de 18G y se colocó en tubos al vacío sin anticoagulante, de los cuales por medio de la centrifugación se obtuvo el suero que fue congelado y enviado al laboratorio de Fisiología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile para realizar las mediciones de las concentraciones séricas de progesterona a través de RIA. Las muestras fueron analizadas en duplicado. La sensibilidad (concentración mínima detectable) del RIA fue de 0,06 nmol/L y el coeficiente de variación interanálisis para concentraciones bajas, medias y altas fue de 1,9 %, 12,0 % y 3,9 %, respectivamente.

Para el control del celo de las yeguas control y tratamiento, se realizaron exámenes de palpación rectal y controles ultrasonográficos, desde el primer día de celo y cada 48 horas. El primer día de celo se consideró como el primer día en que la yegua es receptiva al potro y esto se realizó por medio del recelaje de las yeguas frente a un potro celador, lo cual se hizo día por medio.

Al tercer día del celo se midió el tamaño ovárico (diámetro del eje mayor), el diámetro del folículo preovulatorio y número de folículos ováricos (incluye todos los folículos mayores o iguales a 5 mm de diámetro) por ultrasonografía y se sacó una cuarta muestra de sangre para determinar las concentraciones séricas de progesterona durante el estro.

El ciclo estral de las yeguas se definió como el tiempo transcurrido entre el inicio del estro y el último día del rechazo del diestro correspondiente.

Las montas se hicieron cercanas a la ovulación (momento que revelaba a la ultrasonografía rectal la presencia de un folículo preovulatorio mayor a 30 mm y de una consistencia blanda a la palpación rectal) para obtener la máxima fertilidad de las yeguas.

Se determinó que la ovulación ocurrió cuando la ultrasonografía rectal reveló la formación de un cuerpo hemorrágico y la ausencia del folículo preovulatorio.

Luego a los 15 día post-monta, a cada hembra se le realizó un examen de gestación a través del ultrasonido y en el caso que hubo gestación, se volvió a realizar este examen a los 20, 30 y 55 días post-monta. Si al examen de preñez no hubo evidencia de gestación, estas yeguas se sincronizaron con $\text{PGF}_{2\alpha}$ y se volvieron a cruzar. Las montas se realizaron hasta que las yeguas quedaron preñadas. Si el examen ecográfico resultó positivo a la presencia de mellizos entre los días 15 a 20 post-monta, se efectuó la reducción manual de una de las vesículas embrionarias.

Análisis Estadístico

Se calculó la media aritmética y la desviación estándar para las variables tiempo transcurrido entre la aplicación del PRID y el inicio del celo, la duración del celo y el momento de la ovulación desde el inicio del celo. Para las yeguas control se calculó la media aritmética y la desviación estándar para las variables tiempo que transcurre en aparecer el celo desde el inicio de la temporada reproductiva, la duración del celo y el momento en que se produce la primera ovulación desde el inicio del celo.

Las variables: duración del primer ciclo estral, duración del primer estro, tiempo que transcurre entre el inicio de la temporada reproductiva y el inicio del celo, número de celos utilizados durante la temporada, momento cuando ocurre la primera ovulación desde el inicio del celo, número de montas por grupo y tiempo necesario para dejar preñadas las yeguas tratadas con el PRID y las yeguas controles, fueron comparadas mediante Pruebas de t.

Para comparar el porcentaje de yeguas preñadas y de yeguas que presentaron mellizos en ambos grupos, se realizó una Prueba de X^2 .

Se calculó una regresión para establecer la forma de la relación y una correlación de Pearson para determinar el grado de asociación entre las siguientes variables:

- a) Diámetro del folículo dominante (mm) y días desde el inicio de la temporada reproductiva
- b) Concentraciones séricas de progesterona (nmol/L) y días desde el inicio de la temporada reproductiva
- c) Concentraciones séricas de progesterona (nmol/L) y diámetro del folículo dominante.

Se analizó a través de un análisis de varianza según un diseño de parcelas divididas, utilizando el procedimiento General Lineal Model (GLM) del programa estadístico SAS[®] (SAS Institute Inc., 1996) para las variables: promedio del tamaño ovárico, promedio del número de folículos \geq a 5 mm de diámetro de ambos ovarios, diámetro del folículo dominante y concentraciones de progesterona plasmáticas.

Los promedios de mínimos cuadrados fueron comparados a través de la Prueba de Tukey.

El modelo matemático a utilizar en este estudio es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + D_{(i)j} + T_k + (\alpha T)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} = Respuesta observada

μ = Media poblacional.

α_i = Efecto del i ésimo tratamiento ($i = 1,2$)

$D_{(i)j}$ = Efecto aleatorio de los individuos dentro de los tratamientos

T_k = Efecto del tiempo ($k = 1,2,3,4$)

$(\alpha T)_{ik}$ = Interacción de los tratamientos con el tiempo

ϵ_{ij} = Error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Duración del ciclo estral

En la Tabla N° 1 se muestra la duración del primer ciclo estral de la temporada reproductiva, la cual para las yeguas tratadas fue de $21,46 \pm 3,66$ días y para las yeguas controles fue de $23,14 \pm 5,66$ días. Estos resultados son coincidentes con los descritos por otros autores, que señalan una duración promedio del ciclo estral de la yegua de 21 a 22 días (Meyers, 1991; Ginther, 1993) y Adams y Bosu (1988) citan que la duración del ciclo estral en la yegua es de 22 ± 3 días. En las yeguas tratadas el primer ciclo estral de la temporada tuvo una duración entre 16 a 28 días y para las yeguas controles fue de 15 a 36 días. La variación en la duración del ciclo estral se puede explicar debido a que dentro de un individuo se ejerce principalmente un efecto de estacionalidad y se manifiesta por las distintas duraciones que tiene la fase folicular (Adams y Bosu, 1988; Johnson y Becker, 1993).

TABLA N° 1

Duración de los ciclos estrales (días) desde el comienzo de la temporada reproductiva en yeguas F.S.C. tratadas y controles

	Ciclo estral	Duración \pm D.E. (días)	n
Yeguas Tratadas	1°	$21,46^a \pm 3,66$	13
	2°	$22,8^b \pm 4,20$	5
Yeguas Controles	1°	$23,14^a \pm 5,66$	14
	2°	$21,77^b \pm 6,47$	9
	3°	$31,87 \pm 16,73$	8
	4°	$22,66 \pm 6,42$	3
	5°	$31 \pm 1,41$	2

Letras iguales dentro de igual número ordinal de ciclo estral indica que no existen diferencias estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

En el primer ciclo estral de las yeguas controles se muestra un n de 14 yeguas debido a que una de las 15 yeguas no mostró comportamiento de celo, por lo cual no se

pudo contabilizar la duración del ciclo estral durante los días en que se tomó el estudio. Los datos fueron tomados hasta que a las yeguas se les diagnosticó gestación por medio del ultrasonido.

No se observó una diferencia estadísticamente significativa en la duración del primer ciclo estral ($p = 0,18$) y tampoco en la duración del segundo ciclo estral ($p = 0,36$). Por lo tanto, la administración del PRID en las yeguas F.S.C. no influye sobre la duración del ciclo estral.

Duración del celo

La Tabla N° 2 muestra la duración promedio de los celos en las yeguas desde el inicio de la temporada reproductiva hasta que quedaron preñadas. En las yeguas tratadas el primer celo de la temporada tuvo una duración entre 3 a 11 días y para las yeguas controles fue de 4 a 15 días. La duración del celo que señala LeBlanc (1999), es de 4 a 6 días; McCue y Card (1996) informan de 5 a 7 días, donde la yegua está receptiva al potro (Meyers, 1991). Ginther (1993) y Adams y Bosú (1988), citan una duración de 7 días.

TABLA N° 2

Duración de los celos (días) desde el comienzo de la temporada reproductiva en yeguas F.S.C. según tratamiento

	Celo	Duración ± D.E. (días)	N
Yeguas Tratadas	1°	6,38 ^a ± 2,18	13
	2°	5,50 ^b ± 2,42	5
Yeguas Controles	1°	7,35 ^a ± 3,43	14
	2°	6,88 ^b ± 4,53	9
	3°	8,75 ± 3,24	8
	4°	6,66 ± 1,52	3
	5°	7,5 ± 0,70	2

Letras iguales dentro de igual número ordinal de celo indican que no existen diferencias estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

Estos resultados indican que la duración del celo en este estudio fue mayor a la citada por los autores mencionados, lo cual se explica porque al inicio de la temporada reproductiva los estros ovulatorios en promedio, son bastante más largos en duración, los cuales van disminuyendo progresivamente a medida que se acerca la primavera y el verano, lo cual está fuertemente asociado con el aumento de las horas luz (Ginther, 1993). En un estudio realizado al final de la temporada reproductiva por Jasko y col. (1993), utilizando microesferas biodegradables inyectables, con distintas concentraciones de progesterona y de estradiol, se concluyó que al utilizar dosis bajas no inhibían adecuadamente a la LH ni a

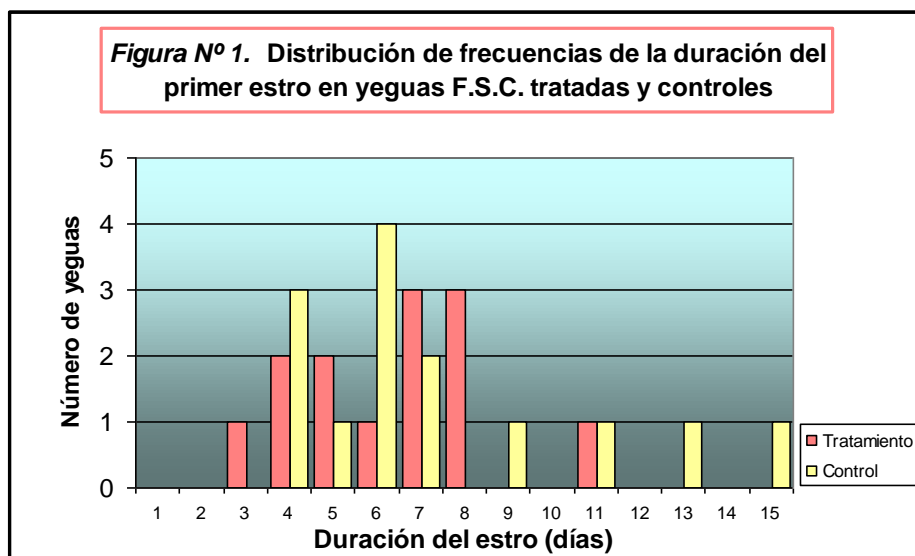
la FSH y no generaban una inhibición óptima de la ovulación, y al usar dosis mayores a la dosis media (1,25 g de progesterona y 100 mg de estradiol) no sería una ventaja para el control del celo y de la ovulación. Al utilizar la dosis media, obtuvieron una duración del celo de 5,2 días.

En el primer celo de las yeguas controles se muestra un n de 14 yeguas debido a que una de ellas no mostró comportamiento de celo durante los días en que se tomó el estudio.

No se observó una diferencia estadísticamente significativas para la duración del primer celo ($p = 0,19$) ni para el segundo celo ($p = 0,22$), por lo tanto el uso del PRID en las yeguas F.S.C. no disminuye el largo del celo.

El 100% de las yeguas tratadas y el 93% de las yeguas controles presentaron comportamiento de celo frente al potro celador desde el inicio de la temporada reproductiva.

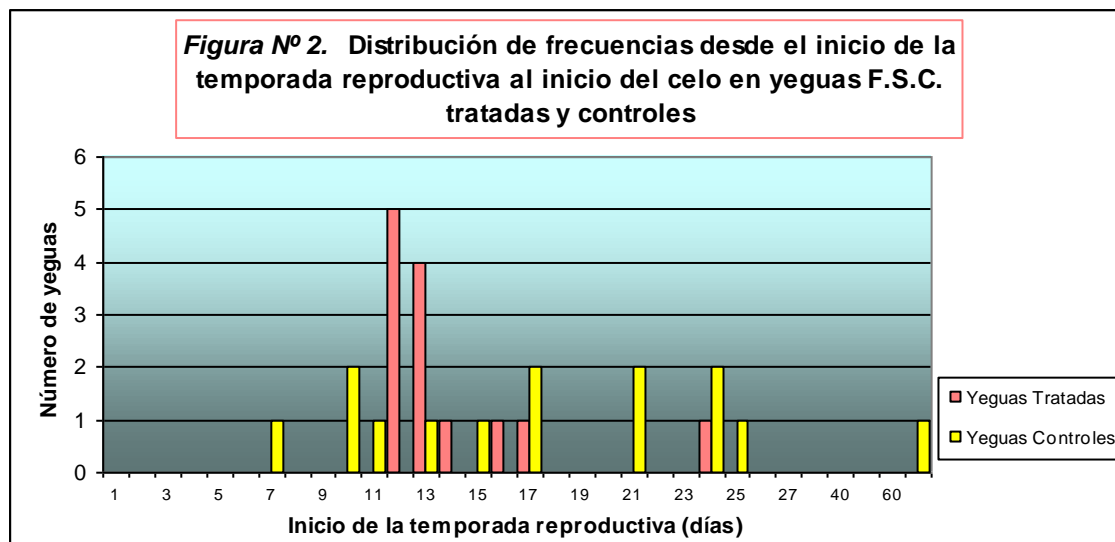
En la figura N° 1 se presenta una distribución de frecuencias de la duración del estro, donde se observa que el grupo tratado mostró una duración del celo que fluctuó entre los 3 y 11 días, y el grupo control presentó una duración del celo que fluctuó entre los 4 y 15 días.



Duración del lapso de tiempo entre el inicio de la temporada reproductiva y el inicio del primer celo

No se observó una diferencia estadísticamente significativas en el tiempo transcurrido entre el inicio de la temporada reproductiva y el inicio del primer celo entre yeguas tratadas ($14,07 \pm 3,37$ días) y yeguas controles ($20,6 \pm 14,27$ días) con un $p = 0,052$. Se consideró como primer día de celo cuando la yegua aceptaba al potro celador mostrando los signos de celo. En el estudio realizado por Jasko y col. (1993), el lapso de tiempo desde el inicio del tratamiento al inicio del celo fue de 16,8 días. Otro estudio utilizó microesferas de progesterona y estradiol en la dosis media y el lapso de tiempo fue de $20,1 \pm 3,5$ días (Blanchard y col., 1993). Por lo tanto, al administrar a las yeguas F.S.C. el PRID al inicio de la temporada reproductiva no se adelanta el inicio del celo. Esto puede ser porque los dos grupos de yeguas tenían tratamiento de luz y alimentación especial.

En la Figura N° 2 se muestra que el mayor número de yeguas tratadas ($n = 5$) entraron en celo el día doce del tratamiento desde el inicio de la temporada reproductiva, día en que se retiró el PRID y 4 de ellas entraron al día siguiente (día 13). Por lo tanto, el presente estudio mostró que el 69% de las yeguas tratadas entraron en celo entre el mismo día de la extracción del PRID y el primer día posterior al tratamiento. El resto de las yeguas tratadas entraron en celo dentro de los 12 días post-tratamiento.



Número de celos utilizados durante la temporada reproductiva

Al comparar el número de celos utilizados durante la temporada reproductiva para ambos grupos, se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,012$). Los resultados se muestran en la Tabla N° 3.

TABLA N° 3

*Número de celos utilizados durante la temporada reproductiva
en yeguas F.S.C. tratadas y controles*

	N° de celos	Desviación Estándar
Yeguas Tratadas	1,61 ^a	0,86
Yeguas Controles	2,78 ^b	1,57

Letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Al administrar a las yeguas F.S.C. el PRID al inicio de la temporada reproductiva se utilizaron sólo 1,61 celos para que quedaran preñadas, debido a que hubo el desarrollo de un folículo dominante y fértil durante el ciclo estral, siendo esto muy beneficioso, ya que las yeguas quedaron preñadas más temprano en la temporada.

Promedio del tamaño ovárico

La muestra tomada al tercer día de celo para las yeguas controles tiene un $n = 10$ debido a que cuatro yeguas controles entraron en celo antes y su última muestra corresponde al duodécimo día desde el inicio del tratamiento y una de ellas no presentó celo mientras se tomaban los datos para este estudio.

El promedio del tamaño ovárico en el grupo tratado fluctuó entre 6,19 a 6,69 cm. En el grupo control se encontró que el promedio del tamaño ovárico fue de 5,9 a 6,03 cm. Dabancens (1989) en su estudio realizado durante toda una temporada reproductiva en yeguas ciclantes encontró un diámetro ovárico promedio que fluctuó entre 5 a 6,75 cm.

La Tabla N° 4 muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa en el promedio del tamaño ovárico entre las yeguas tratadas y controles. Una vez que se corrigen las diferencias iniciales por medio de una covarianza a partir del duodécimo día de muestreo indica que no existen diferencias estadísticamente significativas y las diferencias significativas son al primer día ($p = 0,0005$) y sexto día ($p = 0,04$) del estudio.

TABLA N° 4

Tamaño ovárico promedio (cm) en yeguas F.S.C. tratadas y controles según muestreo

Grupo		1° día	6° día	12° día	3° día de celo
Tratamiento	Promedio	6,19 ^a	6,5 ^a	6,5 ^a	6,69 ^a
	D.E.	1,05	0,79	0,84	0,80
	n	13	13	13	13
Control	Promedio	5,96 ^b	5,9 ^b	6,03 ^a	5,95 ^a
	D.E.	1,21	1,24	0,99	1,01
	n	15	15	15	10

Letras minúsculas distintas en columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

No hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de muestreo para cada grupo ($p = 0,11$).

Ginther (1993) señala que el ovario es el órgano del tracto reproductivo más dinámico en cuanto a su morfología, que cualquier otro órgano en el organismo. Siendo una estructura muy grande de 50 mm de diámetro. El tamaño ovárico varía en la medida que se van desarrollando folículos y éstos a su vez van regresionando mientras avanza la temporada reproductiva.

No existe interacción entre los tratamientos con el tiempo ($p = 0,72$).

Número promedio de folículos ováricos

Esta variable abarcó solamente a aquellos folículos ováricos \geq a 5 mm presentes en los ovarios.

El número promedio de folículos en el grupo tratado fluctuó con un valor máximo de 4,62 folículos y un valor mínimo de 4,23 folículos. En el grupo control se obtuvo un valor máximo de 3,93 folículos y un valor mínimo de 3,2 folículos. Los resultados se muestran en la Tabla N° 5.

TABLA N° 5

Número promedio de todos los folículos ováricos contabilizados que medían más de 5 mm de diámetro en yeguas F.S.C. tratadas y controles según muestreo

Grupo		1° día	6° día	12° día	3° día de celo
Tratamiento	Promedio	4,23 ^a	4,62 ^a	4,42 ^a	4,5 ^a
	D.E.	1,46	1,62	1,42	1,30
	N	13	13	13	13
Control	Promedio	3,20 ^b	3,93 ^a	3,73 ^a	3,75 ^a
	D.E.	1,03	0,70	1,16	0,67
	N	15	15	15	10

Letras minúsculas distintas en misma columna indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La muestra tomada al tercer día de celo para las yeguas controles tiene un $n = 10$ debido a que cuatro yeguas controles entraron en celo antes y su última muestra corresponde al duodécimo día desde el inicio del tratamiento y una de ellas no presentó celo mientras se tomaban los datos para este estudio.

La Tabla N° 5 muestra los resultados obtenidos para el número de folículos promedio de ambos ovarios. Se observa que inicialmente habían diferencias estadísticamente significativas (0,001) en las yeguas tratadas y controles. Pero, una vez

que se corrigen las diferencias iniciales por medio de una covarianza, se observa que a partir del sexto día de muestreo no existen diferencias estadísticamente (0,47).

La literatura no menciona valores para el número de folículos durante el inicio de la temporada reproductiva; sólo para periodos comprendidos entre dos ovulaciones. Dabances (1989), informa valores de 1,37 a 6,12 folículos ováricos \geq a 10 mm de diámetro como promedio durante una temporada reproductiva.

No hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de muestreo para cada grupo ($p = 0,38$). Tampoco existe interacción entre los tratamientos con el tiempo ($p = 0,74$).

Tamaño folicular

La Tabla N° 6 muestra que para ambos grupos al inicio de la temporada reproductiva se desarrolla una gran cantidad de folículos ováricos menores a 10 mm de diámetro, para luego ir disminuyendo el número por intervalo por medio de la selección del folículo dominante. Esto se debe a que existe una mayor síntesis y liberación de GnRH por parte del hipotálamo, generando una retroalimentación positiva sobre la liberación de la FSH hipofisiaria (LeBlanc 1991; Ginther, 1993). Jorgensen (1996), cita que la secreción de la FSH, la cual predomina cuando las concentraciones de estrógeno son bajas, es la responsable del reclutamiento folicular. Los folículos ováricos crecen coordinados hasta que uno se hace dominante, el cual continúa creciendo y el resto de los folículos se vuelven subordinados por lo que regresionan (Ginther, 1993).

TABLA N° 6

Número promedio de folículos ováricos por intervalo de tamaño folicular (mm) en yeguas F.S.C. tratadas y controles según muestreo

Grupo	Tamaño folicular	1° día		6° día		12° día		3° día de celo		N° de folículos Promedio por ovario
		Ovario Izq.	Ovario Der.	Ovario Izq.	Ovario Der.	Ovario Izq.	Ovario Der.	Ovario Izq.	Ovario Der.	
Yeguas Tratadas	5 - 10 mm	3,84	4,07	3,5	3,46	3,4	3,07	3,38	2,91	3,45
	11 - 20 mm	2	1	1,7	1,8	1,7	1,25	1	1,6	1,50
	21 - 30 mm	-	-	1,25	1,5	1,25	1	1,25	1	0,90
	31 - 40 mm	-	-	-	-	1,5	1,33	1	1	0,60
	41 - 50 mm	-	-	-	-	-	-	1	1	0,25
	TOTAL	5,84	5,07	6,45	6,76	7,85	6,65	7,63	7,51	
Yeguas Controles	5 - 10 mm	2,85	3,06	2,64	3,5	3	3,06	3,16	2,55	2,97
	11 - 20 mm	1	1	1,44	1,66	1,33	1,4	1	1,75	1,32
	21 - 30 mm	1	1	1,3	1,33	1,2	1	1	1	1,10
	31 - 40 mm	1	1	1	1	1	1	1,5	1	1,06
	41 - 50 mm	-	-	-	-	-	-	1	-	0,125
	TOTAL	5,85	6,06	6,38	7,49	6,53	6,46	7,66	6,3	

Izq. = Izquierdo Der. = Derecho

Los resultados obtenidos por Gastal y col. (2000), sugieren que la LH no estaría involucrada en el inicio de la selección del folículo dominante, pero sí jugaría un rol importante en el crecimiento del folículo dominante después de esta selección folicular ovárica.

Squires y col. (1983), utilizando 0,044 mg/Kg de peso de Altrenogest durante 15 días, se encontró una supresión en la actividad folicular en las yeguas tratadas en comparación con las yeguas controles, observando una supresión en el número de folículos (≥ 20 mm y ≥ 30 mm). Lofstedt (1988) señala que idealmente, el tratamiento con progestágenos debería ser capaz de bloquear el estro y la ovulación, evitar el crecimiento de los folículos a un tamaño preovulatorio y causar una rápida regresión de cualquier folículo grande durante el tratamiento.

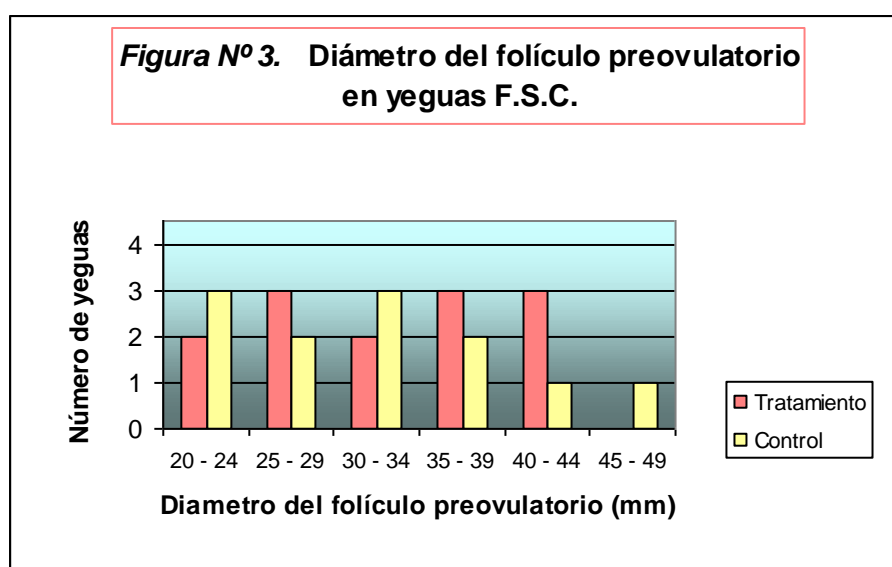
En el presente estudio, durante los 12 días del tratamiento con el PRID, se observó que 3 de las 13 yeguas tratadas presentaban al inicio del tratamiento folículos ≥ 15 mm y el resto de ellas presentaban varios folículos ≤ 10 mm. Al sexto día de tratamiento se observó que hubo un mayor diámetro de algunos folículos; al duodécimo día del tratamiento algunos folículos habían regresionado y el folículo que presentó el mayor diámetro al sexto día de tratamiento seguía siendo el folículo mayor. Lo anterior indica que la combinación de progesterona con estradiol, no suprimió la actividad folicular de los ovarios, ya que no hubo atresia de estos folículos, sino que fueron aumentando en diámetro y finalmente se convirtieron en los folículos dominantes que posteriormente ovularon. Esto se debe a que los progestágenos sólo tienen un leve control sobre el desarrollo folicular en la yegua, ya que no suprimen la secreción de FSH con desarrollo folicular (Loy y col., 1981; Lofstedt, 1988). Squires (1993) concluye que el crecimiento folicular se inhibe con el tratamiento de progestágenos y la LH almacenada en la hipófisis aumentaría, resultando en una secreción "rebote" de la gonadotropina después de retirar el tratamiento. La progesterona ejerce una poderosa retroalimentación negativa en la liberación de la LH, pero no sobre la FSH hipofisiaria (Allen y col., 1980; Lofstedt y Patel, 1989).

Lofstedt (1988) sugiere que el tratamiento con progesterona debería ser usado sólo en yeguas que se encuentran en la fase de transición y si ellas presentan un comportamiento

de celo o tienen folículos mayores a 20 mm de diámetro en sus ovarios. Los resultados obtenidos por el presente estudio usando una combinación de progesterona y estradiol sugieren que puede ser utilizada en todas las yeguas que se encuentran al final de la fase de transición y presentan folículos ≥ 5 mm de diámetro y que no necesariamente hayan presentado celo anteriormente, ya que sólo dos de las trece yeguas mostraron un comportamiento de celo antes del tratamiento.

Folículo preovulatorio

La figura N° 3 muestra una distribución de frecuencias del diámetro del folículo preovulatorio, donde se observa que el mayor número de observaciones en las yeguas tratadas (69%) se encuentra entre los intervalos 25 - 29; 35 - 39 y 40 - 44 mm de diámetro folicular. En cambio en el grupo control, un 69,2 de las observaciones se encuentra en el intervalo 20 - 24; 30 - 34 y 35 - 39 mm de diámetro folicular.



Ginther y Bergfelt (1992), encontraron que el máximo diámetro alcanzado por el folículo dominante de la onda secundaria fluctuó entre 36 a 53 mm y el diámetro mayor de los folículos de la onda primaria fluctuó entre 19 a 28 mm. Gary (1993), determinó que el diámetro del folículo dominante antes de la ovulación fluctúa entre 40 a 50 mm de diámetro.

No se observó una diferencia estadísticamente significativas en el diámetro del folículo preovulatorio al momento de la ovulación entre las yeguas tratadas ($31,45 \pm 8,34$ mm) y las yeguas controles ($32,88 \pm 7,81$ mm) con un $p = 0,34$.

Al administrar el PRID a nivel vaginal a las yeguas, se encontró que ellas ovularon con folículos tan pequeños como 21 mm de diámetro y otras ovularon con folículos que median 42 mm de diámetro. Por lo tanto, una de las características importantes evaluadas en la predicción clínica de la ovulación es el diámetro, además, de la consistencia folicular y la sensibilidad que presenta la yegua a la palpación rectal (Ginther, 1993).

Momentos previos a la ovulación se pudo confirmar lo señalado por algunos autores acerca del cambio que sufre el folículo preovulatorio desde una forma redonda a una piriforme (mas bien irregular) 24 a 12 horas antes de la ovulación, situación que coincide plenamente con lo citado por Ginther (1993), lo cual ocurriría en un alto porcentaje de las yeguas previo a la ovulación (Squires y col., 1988). McKinnon y Squires (1991) concluyen que existe un cambio en la consistencia del folículo preovulatorio, haciéndose mas blando a la palpación lo cual ocurre 24 horas antes de la ovulación en alrededor de un 70% de las yeguas, lo cual se debe a que disminuye la presión intrafolicular (Squires y col., 1988; Ginther, 1993). Las formas irregulares son atribuidas a la compresión por los folículos adyacentes o entre el folículo y la estructura luteal o el estroma (Ginther y Pierson, 1984)

La Tabla N° 7 muestra los resultados obtenidos para el diámetro del folículo ovulatorio de mayor tamaño. No existe una diferencia estadísticamente significativa entre las yeguas tratadas y controles ($p = 0,77$), siendo la respuesta esperada, ya que a las yeguas tratadas se les administró progesterona exógena y se simuló un diestro con su respectivo celo, en donde hubo un alza de FSH generando el desarrollo de un folículo dominante que finalmente ovuló, debido a que este grupo fue sincronizado. En cambio, en las yeguas controles, no todas ellas al momento de tomar las muestras, se encontraban al inicio de un ciclo estral, y como se midió el folículo más grande, pero no necesariamente éste folículo fue el folículo dominante que llegó a ovular, por lo que estadísticamente no deberían existir diferencias. Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de muestreo ($p = 0,0001$). Tampoco existe interacción entre los tratamientos con el tiempo ($p = 0,15$).

TABLA N° 7

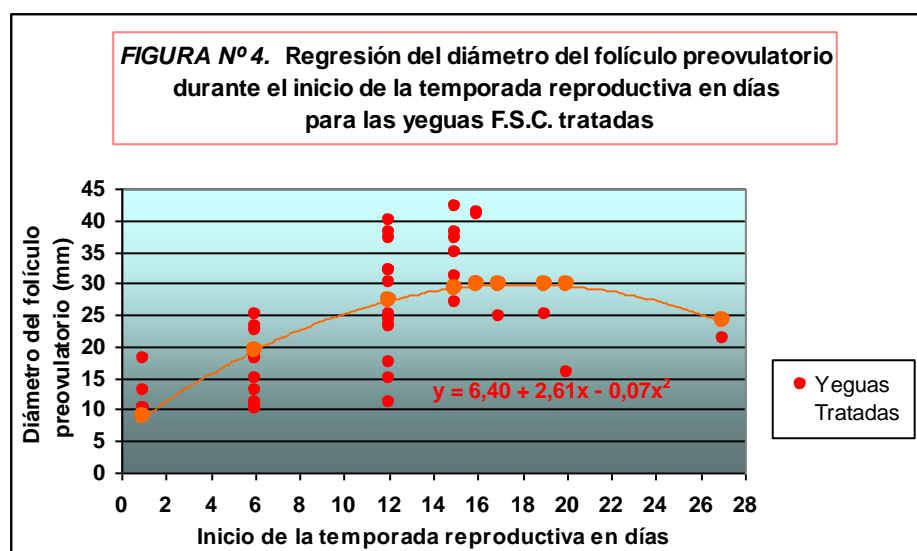
**Diámetro del folículo ovulatorio de mayor tamaño (mm) observado
en yeguas F.S.C. tratadas y controles según muestreo**

Grupo		1° día	6° día	12° día	3° día de celo
Tratamiento	Promedio	10,84 ^a	15,78 ^a	26,73 ^a	31,45 ^a
	D.E.	2,30	5,45	9,05	8,34
	n	13	13	13	13
Control	Promedio	11,35 ^a	17,65 ^a	21,6 ^a	32,88 ^a
	D.E.	3,71	6,46	8,16	7,81
	n	15	15	15	10
	TOTAL	11,111 ^A	16,719 ^B	24,300 ^C	32,041 ^D

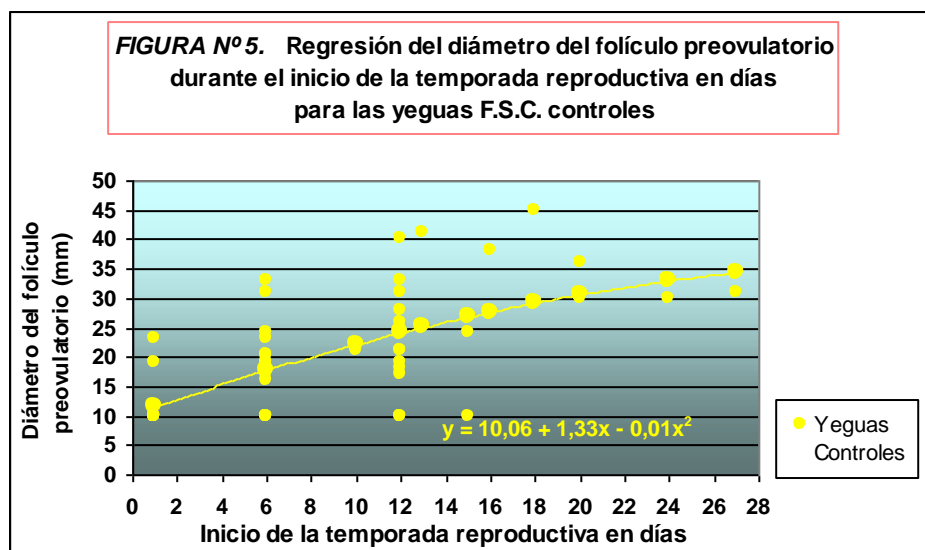
Letras minúsculas iguales en misma columna indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Letras mayúsculas distintas en misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Las Figuras N° 4 y 5 muestran para ambos grupos la forma de la regresión entre el diámetro del folículo dominante y el tiempo desde el inicio de la temporada reproductiva es cuadrática.



En las yeguas tratadas, a medida que avanzan los días de la temporada reproductiva el diámetro del folículo dominante va aumentando y se mantiene en 30 mm entre los días 16 a 19 del estudio. La inflexión que se produce en la curva a partir del día 20 se debe a una sola observación, causada por una yegua que alargó su ciclo estral hasta 27 días y ovuló un folículo de 21 mm de diámetro.



Para las yeguas controles la línea de regresión muestra que a medida que avanzan los días desde el inicio de la temporada reproductiva, el diámetro del folículo dominante va aumentando.

El estudio se realizó desde el inicio de la temporada reproductiva que corresponde a la primera muestra hasta que se tomó la cuarta muestra que corresponde al tercer día de celo para cada una de las yeguas.

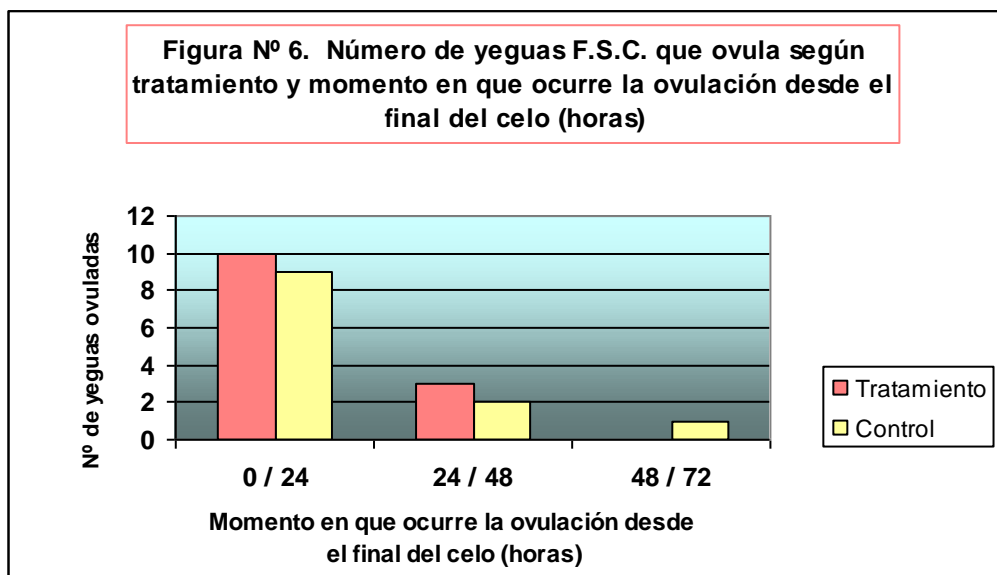
El coeficiente de correlación para el grupo tratado fue de 0,57 y para el grupo control fue de 0,42, lo cual significa que para ambos grupos existe una asociación ($p < 0,05$) entre el inicio de la temporada reproductiva y el diámetro del folículo preovulatorio en el lapso de tiempo en que se tomaron las muestras.

Los resultados de este estudio concuerdan con lo que informa Ginther en 1993, que no necesariamente las yeguas ovulan con un folículo mayor o igual a 30 mm diámetro, ya que yeguas con ovarios pequeños ovularon con folículos preovulatorios de menor diámetro (≤ 20 mm de diámetro).

Momento en que ocurre la ovulación

De las yeguas tratadas, todas ovularon. Diez ovularon a las 24 horas y tres ovularon a las 48 horas antes del fin del primer celo de la temporada reproductiva.

En las yeguas controles, doce (80%) de ellas ovularon. De las cuales nueve ovularon a las 24 horas, dos ovularon a las 48 horas y una ovuló a las 72 horas antes del fin del primer celo de la temporada reproductiva. Esto se puede explicar ya que las yeguas se encuentran en una etapa de transición, donde por un aumento del fotoperiodo se estimula la secreción y la liberación de GnRH hipotalámica generando un aumento de las concentraciones de FSH y LH, provocando el desarrollo folicular ovárico (folículos mayores a 20 mm) con producción de estrógenos, los que inducen periodos de receptividad sexual irregulares y de larga duración (Ginther, 1993; McCue y Card, 1996) debido a que el "pool" folicular se encuentra constantemente creciendo y regresionando, por lo tanto, sin manifestación de ovulaciones potencialmente fértiles (Ginther, 1993; LeBlanc, 1999). Los resultados se muestran en la Figura N° 6.



LeBlanc (1999) informa que se puede asumir que la ovulación ocurre 24 horas antes del final del celo. Ginther (1993), señala que muchos investigadores han informado una estrecha asociación de la ovulación con el final del estro, más que con el inicio del estro. Ya que la duración del estro asociada con la ovulación es un desafío para el criador, en definir el momento preciso de la monta antes de la ovulación. Hafez (1996) señala que la mayor parte de las ovulaciones ocurren 24 a 48 horas antes del fin del estro conductual (Jorgensen, 1996). La ovulación en la yegua está en estrecha relación con el final del estro, independiente de su duración (Hafez, 1996; LeBlanc, 1999).

Para ambos grupos no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,46$) para el momento en que ocurre la primera ovulación (horas) antes del fin del celo. Para las yeguas tratadas fue de $29,53 \pm 10,52$ horas y para las yeguas controles fue de $32 \pm 15,63$ horas.

No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos para el número de yeguas que ovuló ($p = 0,08$). Por lo tanto, el PRID no influye sobre el número de yeguas que ovulan.

La Tabla N° 8 muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar el tiempo transcurrido entre el inicio de la temporada reproductiva y la primera ovulación de la estación con un $p = 0,02$.

TABLA N° 8

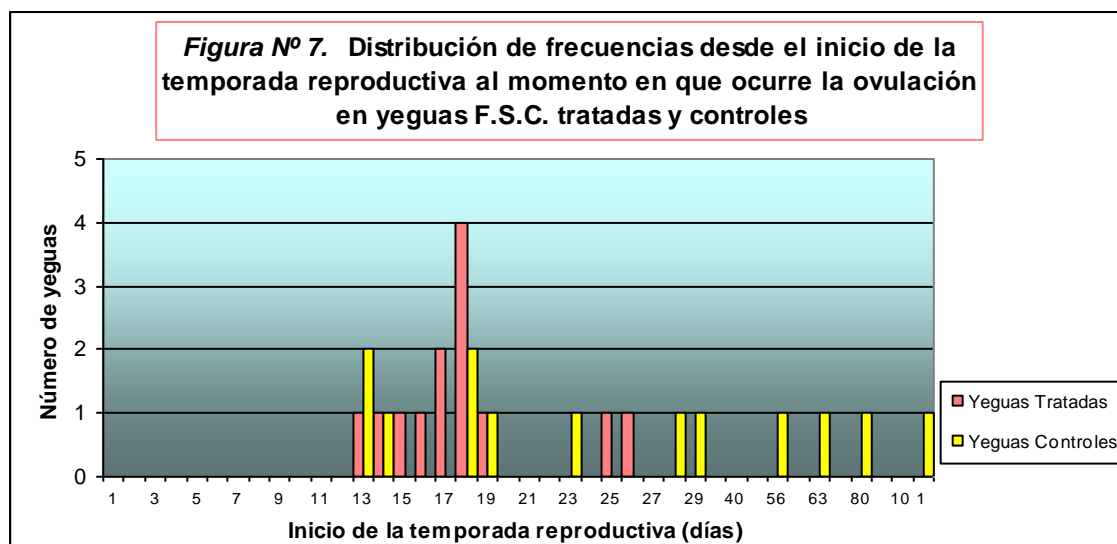
Tiempo transcurrido entre el inicio de la temporada reproductiva y el momento en que ocurre la primera ovulación de la estación (días) en yeguas F.S.C. según tratamiento

	Promedio (días)	Desviación Estándar
Yeguas Tratadas	18 ^a	3,76
Yeguas Controles	36,53 ^b	28,93

Letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

En el estudio realizado por Allen y col. (1980), utilizando diariamente 30 mg de Regumate[®] durante 10 a 15 días por vía oral para inducir el estro y la ovulación en yeguas sin gestación al inicio de la temporada reproductiva, encontraron que el 84% de las yeguas ovuló dentro de los 18 días, después de la última dosis de Regumate[®]. Burns y col. en 1990, mediante el empleo de las microesferas biodegradables en yeguas obtuvieron un intervalo de tiempo desde el inicio del tratamiento a la ovulación de $25,2 \pm 1$ día. En otro estudio fue de $26,7 \pm 8,3$ días (Blanchard, 1992). En el estudio realizado por Jasko y col., en 1993 obtuvieron un lapso de tiempo desde el inicio del tratamiento a la ovulación de 20,7 días.

La Figura N° 7 muestra que en este estudio ninguna yegua ovuló durante el tratamiento con el PRID, todas ovularon post-tratamiento, lo cual confirma lo informado por Lofstedt (1988), donde la progesterona y sus análogos tienen un efecto supresivo sobre la LH, ya que una vez que se retiró el PRID a las yeguas todas ovularon y estas ovulaciones fueron fértiles (ver Tabla N° 13). Adams y Bosu (1988) señalan que en un ensayo no publicado demostraron que los folículos podían crecer a un tamaño ovulatorio (35 mm de diámetro) durante el tratamiento con Altrenogest[®] y estos folículos ocasionalmente ovularon durante el tratamiento (Nagy y col., 2000).



Además, la figura N° 7 muestra que el 85% de las yeguas tratadas con el PRID y sólo un 46% de las yeguas controles ovuló dentro de los 19 días desde el inicio del tratamiento, que corresponde al inicio de la temporada reproductiva.

Por lo tanto, el uso del PRID adelanta la primera ovulación dentro de la temporada reproductiva en las yeguas F.S.C., siendo mucho más temprano que otros estudios y un porcentaje importante de ellas (84,6%) ovularon dentro de los 7 días después de retirar el dispositivo intravaginal liberador de progesterona. El uso de progesterona y estradiol genera un control mucho más preciso del momento cuando ocurre la ovulación, en comparación al estudio de Allen y col. (1980), que utilizaron progesterona sola. Loy y col. (1981), citan que el tratamiento con progesterona no inhibe uniformemente el desarrollo folicular. Una dosis administrada puede generar una inhibición de los estados iniciales del desarrollo folicular, en algunos casos afectando sólo al estado final del desarrollo folicular. En un caso extremo, sólo se bloquea la etapa terminal del desarrollo folicular, incluyendo la ovulación.

Por lo tanto, la administración combinada de progesterona y estradiol parece generar una inhibición más uniforme del desarrollo folicular en las etapas iniciales, basado en la palpación folicular rectal y en la medición de los folículos por medio de la ultrasonografía (Loy y col., 1981). Al finalizar este tratamiento durante los doce días que se mantuvo el PRID a nivel vaginal en las yeguas, generó un intervalo de tiempo muy corto durante el cual ocurría la ovulación y una distribución de las ovulaciones, aparentemente más normales, dentro de ese tiempo.

Nagy y col. (2000), mencionan que algunos autores afirman que el tratamiento con progestágenos no afecta el momento en que ocurre la ovulación, pero sirve para sincronizar el comienzo de la actividad ovárica. El presente estudio demuestra que la combinación de esteroides adelanta la primera ovulación de la temporada reproductiva en yeguas sin gestación y, además, sincroniza el comienzo de la actividad ovárica.

Se encontró que existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar el tiempo transcurrido entre el inicio del primer celo de la temporada reproductiva y la primera ovulación de la estación con un $p = 0,009$. Los resultados se muestran en la Tabla

Nº 9. Por lo tanto, se concluye que las yeguas a las cuales se les administró el PRID ovularon antes ($4,15 \pm 1,51$ días) a partir del inicio del celo, siendo una ventaja muy importante, porque estas ovulaciones fértiles (ver Tabla Nº 12) generarán un potrillo que nacerá antes y llegará con un mayor desarrollo corporal a las carreras, tomando en cuenta que todos los potrillos cumplen años el 1º de julio.

TABLA Nº 9

Tiempo transcurrido entre el inicio del primer celo de la temporada reproductiva y el momento en que ocurre la primera ovulación de la estación (días) en yeguas F.S.C. según tratamiento

	Promedio (días)	Desviación Estándar
Yeguas Tratadas	4,15 ^a	1,51
Yeguas Controles	6,9 ^b	3,66

Letras distintas indican una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Para el grupo tratado se obtuvo que un 62 % ($n = 8$) de las ovulaciones ocurrió en el ovario izquierdo y un 38 % ($n = 5$) de ellas en el ovario derecho. En el grupo control un 54 % ($n = 7$) de las yeguas ovuló del ovario izquierdo y un 46 % ($n = 6$) de ellas ovuló del ovario derecho. Estos resultados concuerdan con Ginther (1993), quien publicó que las ovulaciones ocurren con una leve mayor frecuencia en el ovario izquierdo.

Al comparar la ovulación izquierda v/s la ovulación derecha entre ambos grupos, se obtuvo que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,69$).

Concentraciones séricas de progesterona

La Tabla N° 10 muestra los resultados obtenidos para las concentraciones séricas de progesterona. No existe una diferencia estadísticamente significativa entre las yeguas tratadas y controles ($p = 0,97$).

Hay una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de muestreo ($p = 0,024$) para ambos grupos, en que las diferencias fueron encontradas entre el tiempo 1, que fue la primera muestra tomada al inicio de la temporada reproductiva y el tiempo 4, que corresponde a la muestra tomada al tercer día de celo. Para los otros tiempos no hubo diferencias entre ellos.

No existe interacción entre los tratamientos con el tiempo ($p = 0,15$).

TABLA N° 10

*Concentraciones séricas de progesterona (nmol/L) en yeguas F.S.C.
tratadas y controles según muestreo*

Grupo		1° día	6° día	12° día	3° día de celo
Tratamiento	Promedio	9,406 ^a	10,450 ^a	6,534 ^a	1,723 ^a
	D.E.	15,284	9,998	5,291	5,555
	n	13	13	13	13
Control	Promedio	14,344 ^a	2,663 ^a	8,753 ^a	2,595 ^a
	D.E.	20,698	6,180	12,85	5,809
	n	15	15	15	10
	TOTAL	12,052 ^A	6,279 ^{AB}	7,723 ^{AB}	2,103 ^B

Letras minúsculas iguales en misma columna indican que no existen diferencias estadísticamente significativa.

Letras mayúsculas distintas en misma fila indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Squires y col. (1983), informan que antes y durante el tratamiento con Altrenogest durante 15 días, las concentraciones de progesterona fueron consistentemente bajas (0,318 a 1,59 nmol/L).

En el presente estudio las concentraciones séricas de progesterona en promedio no fueron bajas, siendo altas al sexto y duodécimo día del tratamiento (10,450 nmol/L y 6,534 nmol/L). Aquellas yeguas que pertenecían al grupo tratado y que presentaban concentraciones séricas de progesterona muy bajas ($\leq 0,12$ nmol/L) al primer día de tratamiento, aumentaron consistentemente al sexto día. Anteriormente se mencionó que dos de las yeguas tratadas habían presentado comportamiento de celo antes del tratamiento, lo cual concuerda con las altas concentraciones de progesterona que fueron 36,874 y 22,504 nmol/L y con el tratamiento se prolongó su fase luteal.

Las concentraciones séricas de progesterona al primer día del estudio fueron más altas para las yeguas controles en comparación a las yeguas tratadas, debido a que 5 yeguas del grupo control presentaron concentraciones séricas de progesterona $> 22,112$ nmol/L y al ultrasonido mostraron evidencias de cuerpo lúteo (ver Figura N° 9), lo cual concuerda con la literatura que al inicio de la temporada reproductiva el número de yeguas que presenta un ciclo estral es muy bajo debido a que gran parte de ellas se encuentra en etapa de transición con periodos de receptividad sexual irregulares y de larga duración, debido a que el "pool" folicular se encuentra constantemente creciendo y regresionando, por lo tanto, sin manifestación de ovulación (Ginther, 1993; McCue y Card, 1996; LeBlanc, 1999).

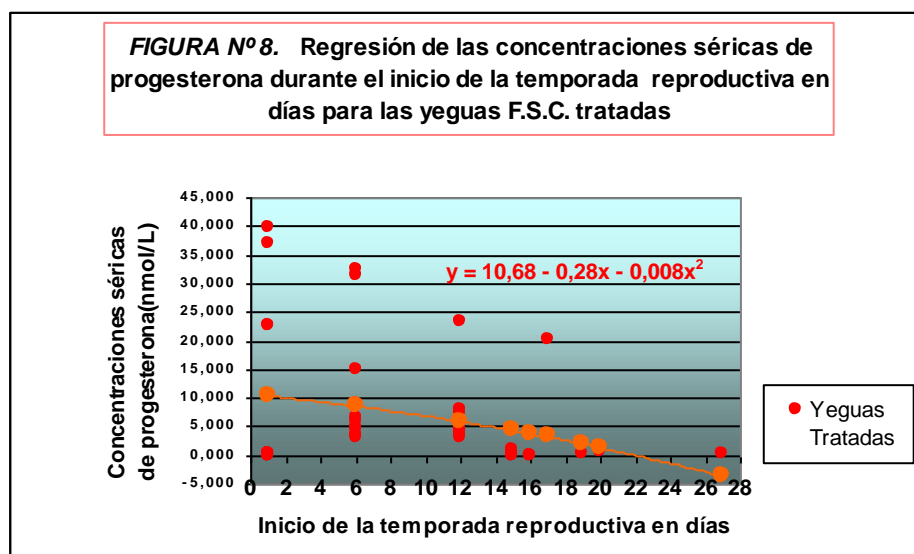
Para las yeguas controles, una de ellas presentó celo sin ovulación y la otra no presentó celo ni ovulación durante el estudio y esto se debe a que ellas presentaron inicialmente bajas concentraciones de progesterona ($\leq 0,4$ nmol/L), al examen de ultrasonografía ellas siempre presentaron folículos menores a 10 mm de diámetro. Ginther (1988) cita que la presencia de folículos pequeños (< 10 mm) son importantes en la evaluación de la infertilidad ovárica y si ellos responden a un tratamiento para la estimulación folicular. Squires (1993), señala que al inicio de la temporada reproductiva, el paso desde una etapa de transición (anestro invernal) a la ciclicidad normal, se caracteriza por periodos largos y erráticos de celos y en algunos casos, celos sin ovulación. Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo señalado por Squires, en el grupo control, 14 de ellas mostraron comportamiento de celo frente al potro celador, 12 de las 15 yeguas ovularon y sólo 10 de ellas quedaron preñadas; en cambio, para el grupo tratado, todas las yeguas mostraron comportamiento de celo frente al potro celador, todas

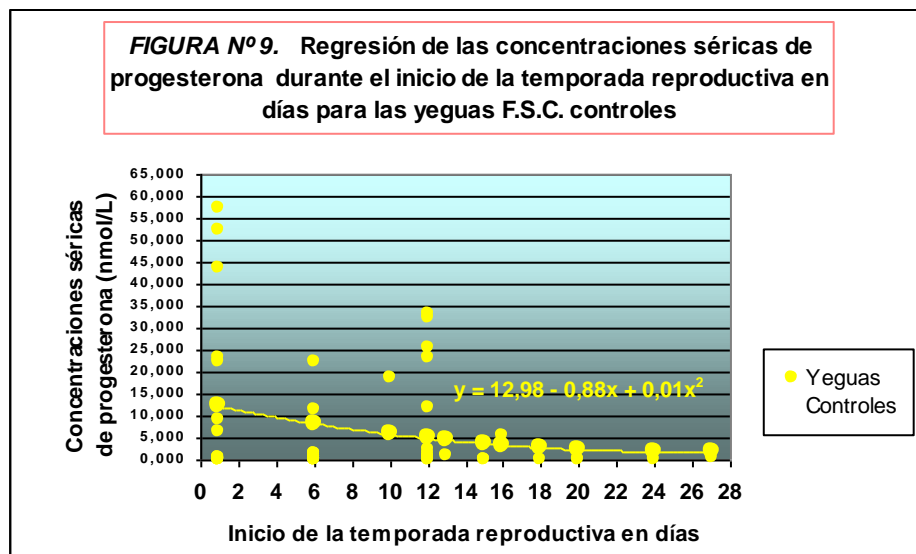
ovularon y el 92,3% (n = 12) de ellas quedaron preñadas. Por lo tanto, los progestágenos fueron utilizados para normalizar el ciclo estral en las yeguas que se encuentran en la etapa de transición y adelantar el comienzo de la temporada reproductiva fisiológica.

Las concentraciones séricas de progesterona durante el 3° día de celo en promedio fueron < a 3,18 nmol/L, lo cual concuerda con la literatura.

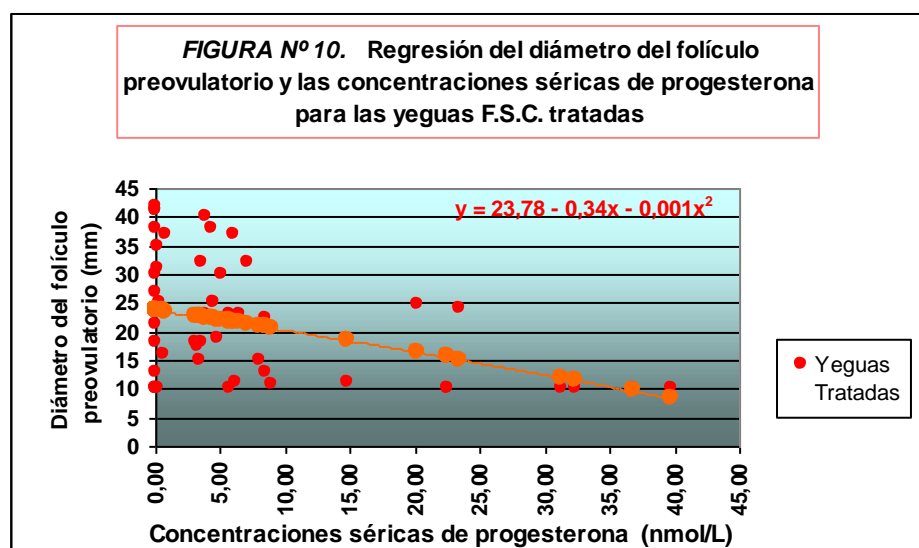
Las Figuras N° 8 y 9 muestran para ambos grupos la forma de la regresión entre las concentraciones séricas de progesterona y el tiempo desde el inicio de la temporada reproductiva es cuadrática. La línea de regresión en los días que se tomaron las muestras del estudio, explica que al inicio de la temporada reproductiva, las concentraciones séricas de progesterona se encuentran altas, pero a medida que avanzan los días de la temporada reproductiva las concentraciones séricas de progesterona van disminuyendo a partir del inicio del estudio hasta llegar a valores cercanos a 0,009 nmol/L cuando se toma la cuarta muestra al tercer día de celo.

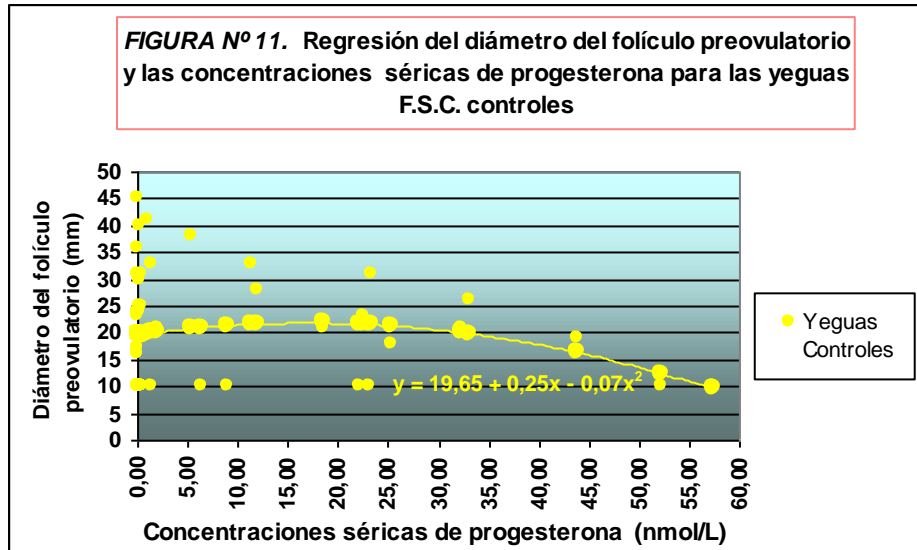
El coeficiente de correlación para el grupo tratado fue de 0,08 y para el grupo control fue de 0,05 por lo tanto, no existe asociación entre las concentraciones séricas de progesterona y el inicio de la temporada reproductiva.





Las Figuras Nº 10 y 11 muestran que en ambos grupos que la forma de la regresión entre el diámetro del folículo preovulatorio y las concentraciones séricas de progesterona es cuadrática. La línea de regresión explica que cuando las concentraciones séricas de progesterona están bajas, se encuentra un folículo preovulatorio a punto de ovular, pero una vez que ovula se desarrolla un cuerpo lúteo que secreta progesterona, la cual va aumentando durante el diestro hasta llegar a una concentración sérica máxima y luego baja, por lo que se desarrollará una nueva onda folicular que culmina en la próxima ovulación.





El coeficiente de correlación para el grupo tratado fue de 0,13 y para el grupo control fue de 0,03; por lo tanto, no existe asociación entre el diámetro del folículo dominante y las concentraciones séricas de progesterona.

Número de montas necesarias para quedar preñada

La Tabla N° 11 muestra que en el grupo control se realizó un mayor número de montas durante la temporada reproductiva en comparación con las yeguas tratadas con PRID ($p = 0,02$). Por lo tanto las yeguas tratadas con el PRID necesitarán un menor número de montas durante la temporada reproductiva, lo cual es muy beneficioso para el buen manejo del potro semental y así programar las montas sin una sobrecarga del potro.

TABLA N° 11

Número de montas por yegua utilizadas durante la temporada reproductiva en yeguas F.S.C. tratadas y controles

	N° de Montas Promedio	Desviación Estándar
Yeguas Tratadas	2,30 ^a	1,54
Yeguas Controles	4 ^b	2,44

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

En Chile, el promedio de montas por yegua para las temporadas reproductivas comprendidas entre los años 1997 y 2000 fue de 1,88; pero este valor está subestimado, debido a que un número importante de haras entrega sólo la fecha de la última monta donde la yegua quedó preñada y no todas las montas que realmente necesitó (²Díaz de Valdés, 2001).

² Díaz de Valdés, J. 2001. [Comunicación Personal]. Stud Book de Chile. Club Hípico de Santiago.

Fertilidad (expresada como tasa de gestación)

La fertilidad se puede expresar como porcentaje de gestación, que equivale al número de yeguas preñadas dividido por el número de yeguas montadas multiplicado por 100 (Ginther, 1993).

De las 13 yeguas tratadas con el PRID, 8 quedaron preñadas en el primer celo (61,53 %), 4 quedaron preñadas en el segundo celo (30,76%) y 1 no quedó preñada (7,69%) durante la temporada reproductiva.

De las 15 yeguas controles, 4 quedaron preñadas en el primer celo de la temporada reproductiva (26,66%), 1 quedó preñada en el segundo celo (6,66%), 5 quedaron preñadas en el tercer celo (33,33%) y 5 yeguas no quedaron preñadas (33,33%) durante de la temporada reproductiva.

Al comparar el porcentaje de yeguas preñadas para ambos grupos durante el primer celo de la temporada reproductiva, no hubo una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,06$), pero las yeguas preñadas durante el segundo celo de la temporada reproductiva presentan diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,03$). Al comparar los porcentajes totales de yeguas preñadas durante el estudio, no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,099$). Los resultados se muestran en la Tabla N° 12.

TABLA N° 12

Número y porcentaje de yeguas F.S.C. preñadas por celo según tratamiento

	Yeguas Tratamiento		Yeguas Control	
	N°	%	N°	%
1° celo	8	61,5 ^a	4	26,6 ^a
2° celo	4	30,8 ^a	1	6,6 ^b
3° celo	-	-	5	33,3
1° y 2° celo	12	92,3 ^a	5	33,2 ^b
TOTAL	12	92,3 ^a	10	66,6 ^a

Letras iguales dentro de número ordinal de celo indican que no existen diferencias estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

Letras distintas dentro de número ordinal de celo indican que existen diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Squires y col. (1983), determinaron que la administración de Altrenogest por vía oral no afecta la tasa de gestación, observando que un 63% de las yeguas tratadas y un 50% de las yeguas controles quedaron preñadas durante el primer ciclo estral, para el segundo ciclo estral fue de 50% para las yeguas tratadas y 50% para las yeguas controles. Burns y col. (1990), señalan haber obtenido una tasa de gestación de 75% utilizando las microesferas biodegradables de progesterona y estradiol en yeguas ciclantes.

Las yeguas tratadas con el PRID presentaron una tasa de gestación de 92,3% utilizando sólo dos celos al inicio de la temporada reproductiva, siendo un muy buen porcentaje en un periodo de tiempo corto; en cambio las yeguas controles presentaron una tasa de gestación de 33,2% utilizando el primer y segundo celo de la temporada reproductiva. Al comparar el porcentaje de yeguas preñadas para ambos grupos durante el primer y segundo celo de la temporada reproductiva, existe diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,021$). Por lo tanto, al administrar el PRID a las yeguas F.S.C. al inicio de la temporada un porcentaje importante de ellas quedó preñada durante el primer y segundo celo desde el inicio de la temporada reproductiva. Ginther (1993) cita que los haras de Fina Sangre Ingleses al final de la temporada reproductiva deberían esforzarse para exceder el 85% de gestación.

Esta información sugiere que el PRID fue efectivo en la sincronización de ovulaciones fértiles en las yeguas F.S.C.

La Tabla N° 13 muestra que las yeguas tratadas quedaron preñadas antes que las yeguas controles a partir del inicio de la temporada reproductiva. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0,031$). Por lo tanto, a las yeguas que se les administró el PRID quedaron preñadas antes que las yeguas controles desde el inicio de la temporada reproductiva.

TABLA N° 13

Días desde el inicio de la temporada reproductiva hasta la presencia de gestación en yeguas F.S.C. tratadas y controles

	Promedio (días)	Desviación Estándar
Yeguas Tratadas	27,75 ^a	17,06
Yeguas Controles	51,5 ^b	33,42

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Las gestaciones fueron diagnosticada entre el día 15 y 16 post-ovulación, debido a que en estos días la vesícula embrionaria se fija al endometrio uterino (Torbeck, 1986; Ginther, 1993)

Presencia de mellizos

En el presente estudio, en el grupo tratado, de las doce yeguas que quedaron preñadas, una presentó mellizos (8,33 %). En el grupo control, de las diez yeguas que quedaron preñadas, una presentó mellizos (10 %). La presentación de gestaciones dobles para ambos grupos de yeguas fue de 7,14%, siendo un porcentaje bajo en comparación con el estudio realizado por Acuña (2000), que utilizó un programa de inseminación artificial con semen diluido y refrigerado y encontró un 10,5% de gestaciones dobles.

Macpherson y Reimer (2000) citan que las gestaciones dobles continúan siendo una fuente de pérdida económica en la reproducción equina. Dentro de las causas de aborto no infeccioso en las yeguas, los mellizos representan un 10 a un 30 %. El diagnóstico temprano y el manejo de los mellizos ha disminuído la incidencia de aborto por mellizos (Bracher y col., 1993; Macpherson y Reimer, 2000). Torbeck (1986) señala que varios estudios han mostrado una alta incidencia de gestaciones dobles que ocurren de múltiples ovulaciones que son asincrónicas. Ginther (1993) señala que la incidencia de las gestaciones dobles en los studbook de fina sangre es de un 1 a 2%, siendo importante considerar que las ovulaciones dobles son altas (20%), lo cual indica que muchos mellizos se pierden o que el proceso natural permite la eliminación de uno de ellos.

Los mellizos se encontraban en el cuerno uterino del mismo lado del ovario que ovuló para ambas yeguas. La yegua tratada ovuló del ovario izquierdo y los mellizos se encontraban en el cuerno izquierdo. La yegua control ovuló del ovario derecho y los mellizos se encontraban en el cuerno uterino derecho. Esto concuerda con lo señalado por Ginther (1984b) donde observó que la mayor incidencia de la fijación de los mellizos fue unilateral que ipsilateral.

La Tabla N° 14 muestra la proporción de yeguas que presentaron mellizos, no hubo una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,89$).

TABLA N° 14

Número y porcentaje de yeguas F.S.C. que presentaron mellizos según tratamiento

	N° de yeguas con mellizos	Porcentaje de yeguas con mellizos
Yeguas Tratamiento	1 ^a	8,33
Yeguas Control	1 ^a	10

Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

Presencia de secreción vaginal causada por el PRID

En el presente estudio, la Tabla N° 15 muestra que en el grupo tratado, todas las yeguas presentaron una secreción vaginal leve (100%) el último día del tratamiento al retirar el PRID. Solamente una yegua presentó secreción vaginal moderada (7,69 %) al día 6, volviéndose leve al día doce del tratamiento. Una vez que se tomo la cuarta muestra (al tercer día de celo) ninguna de las yeguas presentaba secreción vaginal. Esto se debe a que durante el celo existe un mecanismo de defensa que presenta la mucosa vaginal ante la irritación constante de un cuerpo extraño, generando un estímulo para la rápida llegada de neutrófilos y proteínas séricas como las inmunoglobulinas al interior del lumen vaginal, generando una respuesta inflamatoria y la rápida recuperación de la mucosa irritada (LeBlanc, 1999).

TABLA N° 15

Número y porcentaje de yeguas F.S.C. tratadas que presentaron secreción vaginal

Presencia de secreción	1° día		6° día		12° día		3° día de celo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Leve	-		-		13	100	-	
Moderada	-		1	7,69	-		-	
Abundante	-		-		-		-	

El uso del PRID genera una leve vaginitis por la administración de un cuerpo extraño a la vagina, pero no se adhiere a la mucosa, a diferencia de lo que ocurre con las esponjas vaginales liberadoras de progesterona o Altrenogest que generan una grave vaginitis, ya que estas se adhieren a la mucosa vaginal, por lo que no son muy utilizadas en los equinos (Brinsko, 1991; Perkins, 1999). Otros dispositivos vaginales impregnados con progesterona autorizados para el uso en las vacas (PRID, EAZI-breed y CIDR-B) han sido utilizados en yeguas generando una vaginitis que se recupera espontáneamente y parece no ser un factor negativo sobre la tasa de gestación (Perkins, 1999).

COMENTARIO FINAL

En resumen, el uso de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona y estradiol al inicio de la temporada reproductiva, muestra un efecto positivo sobre la fertilidad equina, siendo una herramienta útil en la sincronización del celo y de la ovulación en yeguas que se encuentran en la etapa de transición, lo cual ayuda a predecir en forma más exacta el momento de la monta. Es efectivo en términos de inducir un estro y una ovulación fértil, generando altos porcentajes de gestaciones tempranas en la temporada, desencadenando nacimientos más tempranos y así poder llegar con potrillos grandes y fuertes a las carreras. Dentro del manejo reproductivo de las yeguas es importante utilizar el menor número de celos y de montas para que las yeguas F. S. C. queden preñadas y así maximizar el uso del potro, por lo tanto el empleo del PRID es adecuado en la época reproductiva. Otras ventajas del PRID son: se administra en forma fácil manteniendo una asepsia adecuada, se aplica por un corto periodo de tiempo (12 días) y es de bajo costo.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La combinación de esteroides adelanta la primera ovulación de la temporada reproductiva en yeguas sin gestación y además sincroniza el comienzo de la actividad ovárica cíclica.
- La administración del PRID no influye sobre el tamaño ovárico, número de folículos ováricos y tampoco sobre el diámetro del folículo preovulatorio.
- El PRID influye sobre las concentraciones séricas de progesterona, las cuales fueron mucho más uniformes durante el tratamiento, pero no hubo diferencias significativas.
- La utilización del PRID no influye sobre el inicio del primer celo de la temporada reproductiva ni sobre su duración, ya que, prácticamente, el control del estro es menos relevante que el control de la ovulación en el manejo reproductivo equino. El lapso de tiempo entre el inicio del primer celo de la temporada reproductiva y la primera ovulación de la estación fue menor para las yeguas tratadas con el PRID.
- Al emplear el PRID un mayor número de yeguas quedaron preñadas utilizando sólo el primer y segundo celo desde el inicio de la temporada reproductiva. Obteniéndose una alta fertilidad (92,3 %), por lo tanto, la secreción vaginal generada por el PRID no influye sobre la fertilidad.
- El uso del PRID no influyó en una mayor presentación de gestaciones dobles.

BIBLIOGRAFÍA

- **ACUÑA, D.** 2000. Manejo y características del ciclo estral de la yegua durante un programa de IA con semen diluido y refrigerado bajo condiciones nacionales. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 69 p.
- **ADAMS, G. P.; BOSU, W. T.** 1988. Reproductive physiology of the nonpregnant mare. *Vet. Clin. North Am. Eq. Pract.* 4: 161 - 173.
- **ALANKO, M; PYÖRÄLÄ, S.** 1980. The treatment of anoestrus and suboestrus in dairy cattle using a progesterone releasing intravaginal device (PRID) or goadotrophins. *Vet. Med.* 32: 441 - 452
- **ALLEN, W. R.; MATHIAS, S.; LENNARD, S. N.; GREENWOOD R. E.** 1995. Serial measurement of peripheral oestrogen and progesterone concentrations in oestrus mares to determine optimum mating time and diagnose ovulation. *Equine Vet. J.* 27: 460 - 464.
- **ALLEN, W.R.; URWIN, V.; SIMPSON, D. J.; GREENWOOD, R. S.; CROWHURST, R.C.; ELLIS, D. R.** 1980. Preliminary studies on the use of an oral progestagen to induce oestrus and ovulation in seasonally anoestrus Thoroughbred mares. *Equine Vet. J.* 12: 141 - 145.
- **ASBURY, A. C.** 1999. Reproductive system, the mare: Examination of the mare. **In:** Colaham P., Maythew I., Merritt A., Moore J., E.P. (Ed.). *Equine Medicine and Surgery*. 5th ed. American Veterinary Publications. California, United State. p. 1088 - 1094.
- **BAILEY, T. L.; DESCANIO, J. J.; PARKER, N. A.; PURSWELL, B. J.; LEY, W. B.; BOWEN, J. M.; DIGRASSIE, W. A.** 1997. Diagnostic procedures in mare reproduction: hormonal evaluation and genetic testing. *Compend. Continuing Educ. Pract. Vet.* 19: 1183 - 1189.

- **BERGFELT, D.; GINTHER, O.** 1993. Relationships between FSH surges and follicular waves during the estrous cycle in mares. *Theriogenology* 39: 781-796.
- **BLANCHARD, T. L.; VARNER, D. D.** 1995a. Manipulating estrus in the mare: Part 1. *Vet. Med.* Feb.: 180 - 184.
- **BLANCHARD, T. L.; VARNER, D. D.** 1995b. Manipulating estrus in the mare: Part 2. *Vet. Med.* Mar: 285 - 289.
- **BLANCHARD, T. L.; VARNER, D. D.; BURNS, P. J.; EVERETT, K. A.; BRINSKO, S. P.; BOEHNKE, L.** 1992. Regulation of estrus and ovulation in mares with progesterone or progesterone and estradiol biodegradable microspheres with or without PGF_{2α}. *Theriogenology* 38: 1091 - 1106.
- **BRACHER, V.; PARLEVLIT, J. M.; PIETERSE, M.C.; VOS, P.L.A.M.; WIEMER, P.; TAVERNE, M. A.; COLENBRANDER, B.** 1993. Transvaginal ultrasound-guided twin reduction in the mare. *Vet. Rec.*133: 478 - 479.
- **BRINSKO, S. P.** 1991. Synchronizing estrus and ovulation in mares. *Vet. Med.* Nov: 1112 - 1116.
- **BURNS, P. J.; BALL, B. A.; TICE, T. R.** 1990. A preliminary report on the efficacy of biodegradable microspheres for the controlled release of progesterone and estradiol for synchronization of ovulation in mares. *Theriogenology* 33: 202.
- **BUSTOS, J. M.** 1982. Algunas características reproductivas de la yegua fina sangre de carrera en Chile. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 69 p.
- **CHENAULT, J. R.** 1992. Pharmaceutical control of estrous cycles. **In:** Van Horn H., Wilcox C. (Ed.). *Large Dairy Herd Management*. Illinois, Estados Unidos. American Dairy Science Association p. 153 - 163.

- **DASCANIO, J.J; PARKER, N. A.; PURSWELL, B. J.; DIGRASSIE, W. A.; BAILEY, T. L.; LEY, W. B.; BOWEN, J. M.** 1997a. Diagnostic procedures in mare reproduction: Basic evaluation. *Compend. Continuing Educ. Pract. Vet.* 19: 980 - 985
- **DASCANIO, J. J.; PARKER, N. A.; PURSWELL, B. J.; DIGRASSIE, W. A.; BAILEY, T. L.; LEY, W. B.; BOWEN, J. M.** 1997b. Diagnostic procedures in mare reproduction: Uterine evaluation, hysteroscopy, oviductual patency, and scintigraphy. *Compend. Continuing Educ. Pract. Vet.* 19: 1069 - 1076
- **DOUTHWAITE, R.; DOBSON, H.** 2000. Comparison of different methods of diagnosis of cystic ovarian disease in cattle and an assessment of its treatment with a progesterone-releasing intravaginal device. *Vet. Rec.* 147: 355 - 359
- **FITZGERALD, B. P.; AFFLECK, K. J.; BARROWS, S. P.; MURDOCH, W. L.; BARKER, K. B.; LOY, R. G.** 1987. Changes in LH pulse frequency and amplitude in intact mares during the transition into the breeding season. *J. Reprod. Fertil.* 79: 485 - 493
- **GARY, C. W.** 1993. Reproductive ultrasonography of the mare. *J. Equine Vet. Sci.* 13: 383 - 395.
- **GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O.; NOGUEIRA, G. P.; BERGFELT, D. R.; GINTHER, O. J.** 2000. Temporal interrelationships among luteolysis, FSH and LH concentrations and follicle deviation in mares. *Theriogenology* 53: 925 - 940.
- **GINTHER, O.J.** 1984a. Ultrasonic evaluation of reproductive tract of the mare: The single embryo. *J. Equine Vet. Sci.* 4: 75 - 81.
- **GINTHER, O. J.** 1984b. Postfixation embryo reduction in unilateral and bilateral twins in mares. *Theriogenology* 22: 213 - 223.

- **GINTHER, O. J.** 1988. Ultrasonic imaging of equine ovarian follicles and corpora lutea. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 4: 197 - 213.
- **GINTHER, O. J.** 1993. *Reproductive Biology of the mare: Basic and applied aspects.* 2nd ed. Cross Plains Equiservices. Wisconsin, Estados Unidos. 642 p.
- **GINTHER, O. J.; BERGFELT, D.** 1993. Growth of small follicles and concentrations of FSH during the equine oestrus cycle. *J. Reprod. Fertil.* 99: 105-111.
- **GINTHER, O. J.; PIERSON, R. A.** 1984. Ultrasonic evaluation of the reproductive tract of the mare: ovaries. *J. Equine Vet. Sci.* 4: 11-16.
- **GODOY, H. M.** 1982. Estudios de algunas características reproductivas de 6 criaderos F. S. C. De la zona central de Chile. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 117 p.
- **GRIFFIN, P. G.; GINTHER, O. J.** 1992. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J. Anim. Sci.* 70 (3): 953 - 972.
- **GUERIN, M. V.; WANG, X. J.** 1994. Environmental temperature has an influence on timing of the first ovulation of seasonal estrus in the mare. *Theriogenology* 42: 1053 - 1060.
- **HAFEZ, E. S. E.** 1996. Caballos Capítulo XVII. **In:** Reproducción e inseminación artificial en animales. 6^a ed. Interamericana McGraw-Hill. México, D.F. México p. 339 - 357.
- **HINES, K. K.; AFFLECK, K. J.; BARROWS, S. P.; MURDOCH, W. L.; FITZGERALD, B. P.; LOY, R. G.** 1991. Follicle-stimulating hormone pulse amplitude decreases with the onset of the breeding season in the mare. *Biol. Reprod.* 44: 516 - 551.
- **HYLAND, H. J.** 1993. Use of gonadotrophin releasing hormone (GnRH) and its analogues for advancing the breeding season in the mare. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 195 - 207.

- **IRVINE, C. H. G.; ALEXANDER, S. L.** 1998. Managing the mare for optimal fertility. *J. Equine Sci.* 9: 83 - 87.
- **JASKO, D. J.; FARLIN, M. E.; HUTCHINSON, H.; MORAN, D. M.; SQUIRES, E. L.; BURNS, P. J.** 1993. Progesterone and estradiol in biodegradable microspheres for control of estrus and ovulation in mares. *Theriogenology* 40: 465 - 478.
- **JOHNSON, A. L.; BECKER, S. E.** 1993. Hormonal control of ovulation in the mare. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 209 - 226.
- **JORGENSEN, J. S.** 1996. Effect of the estrous cycle on performance in athletic mares. *Compend. Continuing Educ. Pract. Vet.* 18: 692 - 698.
- **LABORATORIO SANOFI SANTE ANIMAL.** ¿199?. PRID. s.l. Sanofi Sante Animal p.116
- **LeBLANC, M. M.** 1999. Reproductive system, the mare: Pathophysiology and principles of therapy. **In:** Colaham P., Maythew I., Merritt A., Moore J., E.P. (Ed.). *Equine Medicine and Surgery.* 5th ed. American Veterinary Publications. California, United State. p. 1117 - 1124.
- **LIU, I. K.; TROEDSSON, M. H.; SCOTT, M. A.** 1996. Ultrasonography of the equine reproductive tract. **In:** Curso Internacional de Medicina, Cirugía y Reproducción en Equinos. Santiago, Chile. 9 - 14 septiembre 1996. p. 68 - 74.
- **LOY, R. G.; PEMSTEIN, R.; O'CANNA, D.; DOUGLAS, R. H.** 1981. Control of ovulation in cycling mares with ovarian steroids and prostaglandin. *Theriogenology* 15 (2): 191 - 198.
- **LOFSTEDT, R. ; PASTEL, J. H.** 1989. Evaluation of the ability of altrenogest to control the equine estrous cycle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 194: 361-364.

- **LUCERO, R. H. I.** 1992. Estudio ecográfico del fluido intrauterino postparto en la yegua F. S. C. y su relación con la fertilidad, exámenes microbiológicos y citológicos. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 76 p.
- **MACPHERSON M. L.; REIMER, J. M.** 2000. Twin reduction in the mare: current options. *Anim. Reprod. Sci.* 60 - 61: 233 - 244.
- **MEYERS, P. J.** 1991. Using hormones to control cyclicity and ovulation in the broodmare. *Vet. Med. Nov:* 1106 - 1111.
- **McCUE, P. M.; CARD, C. E.** 1996. Seasonal anestrus and transition periods **In:** Curso Internacional de Medicina, Cirugía y Reproducción en Equinos. Santiago, Chile. 9 - 14 septiembre 1996. p. 85 - 109.
- **McKINNON, A. O.; SQUIRES, E. L.** 1999. Reproductive system, the mare: Ancillary Diagnostic Aids. **In:** Colaham P., Maythew I., Merritt A., Moore J., E.P. (Ed.). *Equine Medicine and Surgery.* 5th ed. American Veterinary Publications. California, United State. p. 1094 - 1117.
- **McMILLAN, K. L.; PETERSON, A. J.** 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrous synchronisation, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 1 - 25.
- **NAGY, P.; GUILLAUME, P.; DAELS, P.** 2000. Seasonality in mares. *Anim. Reprod. Sci.* 60 - 61: 245 - 262.
- **PAVÓN, S.** 1974. Fertilidad en equinos F. S. de C., aspecto poblacional. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 30 p.

- **PERKINS, N. R.** 1999. Equine reproductive pharmacology. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 15: 696 - 701.
- **PERKINS, N. R.; THRELFALL W. R.; OTTOBER J. S.** 1993. Absence of diurnal variation in serum progesterone concentrations in mares. *Theriogenology* 39: 1353 - 1365.
- **PIERSON, R. A.; GINTHER, O. J.** 1985. Ultrasonic evaluation of the corpus luteum of the mares. *Theriogenology* 23: 795-806.
- **SAS INSTITUTE INC.** 1996. SAS[®] User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, North Caroline. USA.
- **SCRABA, S. T.; GINTHER, O. J.** 1985. Effects of lighting programs on onset of the ovulatory season in mares. *Theriogenology* 24: 667-679.
- **SILVIA, P. J.; FITZGERALD, B. P.** 1991. Determinants of attenuated LH-release associated with the first ovulation of the equine breeding season. *Domest. Anim. Endocrinol.* 8: 255 - 264.
- **SISSON, S.** 1991. Sistema urogenital de los equinos. **In:** Sisson, S.; Grossman, J. D. (Eds.) *Anatomía de los Animales Domésticos.* 5^a ed. Salvat S. A. México D. F., México. p. 585 - 614.
- **SOKAL, R. R.; ROHLF F. J.** 1969. Single classification analysis of variance. **In:** *Biometry.* W. H. Freeman and Company. San Francisco, United State. p. 204 - 252.
- **SQUIRES, E. L.** 1993. Use de progestagens in open and pregnant mares. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 183 - 193.
- **SQUIRES, E. L.; HEESEMANN, C. P.; WEBEL, S. K.; SHIDELER, R. K. ; VOSS, J. L.** 1983. Relationship of altrenogest to ovarian activity hormone concentrations and fertility of mares. *J. Anim. Sci.* 56: 901 - 909.

- **SQUIRES, E. L.; McKINNON, A. O.; SHIDELER, R. K.** 1988. Use of ultrasonography in reproductive management of mares. *Theriogenology* 29: 55 - 70.
- **TORBECK, R.L.** 1986. Diagnostic ultrasound in equine reproduction. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 2: 227-252.
- **VAN NIEKERK, F. E.; VAN NIEKERK, C.H.** 1997a. The effect of dietary protein on reproduction in the mare. III. Ovarian and uterine changes during the anovulatory, transitional and ovulatory periods in the non-pregnant mare. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 68: 86 - 92.
- **VAN NIEKERK, F. E.; VAN NIEKERK, C.H.** 1997b. The effect of dietary protein on reproduction in the mare. IV. Serum progestagen, FSH, LH and melatonin concentrations during the anovulatory, transitional and ovulatory periods in the non-pregnant mare. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 68: 114 - 120.
- **WHEATON , J. E.; CARLSON, K. M.; WINDELS, H. F.; JOHNSTON L. J.** 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim. Reprod. Sci.* 33: 127 - 141.