

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR QUE
ACONTECE EN EL CICLO ESTRAL DE HEMBRAS DE LAS RAZA
SIMMENTAL FLECKVIEH.**

JOSÉ MANUEL LAO QUINTERO
4-768-1301

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2015

**CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR QUE
ACONTECE EN EL CICLO ESTRAL DE HEMBRAS DE LAS RAZA
SIMMENTAL FLECKVIEH**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. PHD. REINALDO DE ARMAS

DIRECTOR

PROF. MSc. PEDRO GUERRA

ASESOR

PROF. MSc. NEFTALÍ APARICIO

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

AGRADECIMIENTO

En primer lugar te agradezco a ti mi DIOS JEHOVÁ, por ayudarme a terminar este proyecto de tesis, por darme la fuerza, coraje y la sabiduría para hacer este sueño realidad, por estar conmigo en cada momento de mi vida. Por hacerme entender que no hay nada más importante que ser tu hijo, ya que es el mayor privilegio que se puede tener, aún más valioso que todos los títulos y cargos de la tierra.

A Jesucristo por hacer ese sacrificio incomparable por mí en esa cruz, para el perdón de mis pecados, ya que sin ti no existiría razón para vivir, me has dado hasta lo que ni siquiera he imaginado. El haberte conocido ha sido lo mejor que me ha pasado, porque he entendido que para mí el vivir es Cristo y el morir es ganancia (filipenses 1:21).

Al precioso Espíritu Santo, porque me ha iluminado y guiado durante este tiempo en la universidad, en los momentos difíciles y de pruebas, también por lo mucho que me ha dado, lo único que puedo decir es que te necesitaré en cada momento y proyecto que emprenda en mi vida, por lo que nunca te apartaré.

A mi papá Jose Manuel Lao Marín, por todo el apoyo que me ha dado desde la infancia hasta ahora y porque siempre ha trabajado para darnos lo mejor.

A mi Mamá Isabel Quintero de Lao, por su amor incondicional, por estar conmigo en cada etapa de mi vida y comprenderme en los momentos más difíciles.

A mi hermana preciosa, María Isabel Lao, por su cariño y comprensión, ya que nunca ha dejado de preocuparse por mí.

A mi ayuda idónea Giselle A. Santamaría, que siempre estuvo conmigo en este periodo universitario, a DIOS porque fuiste su herramienta para que yo conociera de ÉL, se te ama más que ayer y menos que mañana.

A mis pastores Enoc Valdés y Noemí de Valdez, por aceptarme como su hijo y porque son un ejemplo de perseverancia y de que con Dios todas las cosas son posibles, por ser unos verdaderos padres espirituales que se preocupan por dar el alimento más selecto a sus ovejas, por cada exhortación que es por mí bien, por compartir de su tiempo tanto en mi crecimiento espiritual como personal.

A mis profesores Reinaldo de Armas, Pedro Guerra Martínez, Neftalí Aparicio, Alex Solís y Reggie Guerra, por compartir sus conocimientos y ser parte de mi aprendizaje, orientadores y guías en esta investigación, más que profesores son mis amigos, familia. DIOS LOS BENDIGA A TODOS.

DEDICATORIA

A Dios, por su infinita misericordia y bondad, por ser mi fuerza y mi guía que conduce mi camino. A mi Padre y mi Madre: José e Isabel Por enseñarme valores, virtudes, perseverancia y sobre todo por brindarme amor, comprensión y apoyo incondicional, quienes me orientaron para poder culminar esta carrera profesional...

CARACTERIZACIÓN DE LA DINÁMICA FOLICULAR QUE ACONTECE EN EL CICLO ESTRAL DE HEMBRAS DE LAS RAZA SIMMENTAL FLECKVIEH

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de conocer las características de las ondas foliculares en novillas de la raza Simmental-Fleckvieh y poder usar los resultados en Súper Ovulación, Aspiración Folicular, Sincronización de Celo para IATF, entre otras biotecnologías. Este trabajo se realizó en la Unidad de Biotecnología de Centro de Investigación Agropecuaria de Chiriquí de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá. En el mismo se utilizaron cuatro novillas (Simmental-Fleckvieh) las cuales contaban con un peso aproximado de 300 ± 10 Kg y edades entre 20 a 24 meses. Estas fueron sincronizadas con implantes de Progesterona más Seranol (Crestar®), partiendo del día del celo con el uso del Ecógrafo marca Siui CTS-800 (China), que portaba un transductor lineal de cinco MHz se realizaron observaciones

ecográficas de los ovarios por vía transrectal, todos los días, lográndose estudiar el crecimiento de las ondas foliculares durante un periodo de dos ciclos estrales para los animales cíclicos.

Se encontró que dentro de los dos ciclos estrales estudiados hubo una mayor incidencia de presentación de dos ondas de desarrollo folicular. En cuanto al número de folículos presentes en el ovario se observó que la mayor incidencia de folículos se dio con mayor frecuencia antes de la selección del folículo dominante o en el periodo de reclutamiento. De los resultados obtenidos se puede concluir que dentro de los ciclos estrales estudiados la dinámica folicular se caracterizó por la aparición de dos, tres y cuatro ondas foliculares, siendo esto similar a lo encontrado en razas taurinas y cebuínas.

Se sustenta en las observaciones , de los días 10-13 cuando la mayoría de los animales tienen un mayor crecimiento de folículos chicos <5mm esto porque inician una nueva onda de crecimiento folicular, por lo que se recomienda realizar una aspiración folicular, mientras el inicio de la onda se da en el día siete del ciclo estral lo cual sería el momento indicado para hacer tratamiento Súper Ovulatorios en novillas de la raza Simmental-Fleckvieh, con respecto a la sincronización estral se sugiere realizar una observación ecográfica.

PALABRAS CLAVES: dinámica folicular, ultrasonografía, onda folicular, ciclo estral, súper ovulación, sincronización de celo.

CHARACTERIZATION OF THE DYNAMICS FOLICULAR THAT HAPPENS IN THE CYCLE FEMALES' ESTRAL OF THE RACE SIMMENTAL FLECKVIEH

SUMMARY

The present study developed with the target to know the characteristics of the waves foliculares in heifers of the race Simmental-Fleckvieh and to be able to use the results in Super Ovulation, Aspiration Follicular, Synchronization of Zeal for IATF, between other biotechnologies. This work was realized in the Unit of Agricultural Biotechnology of Research center of Chiriquí of the faculty of Agricultural Sciences of the University of Panama. In the same one there were used four heifers (Simmental-Fleckvieh) which were counting with an approximate weight of 300 ± 10 Kg and ages between 20 to 24 months. These were synchronized with Progesterone implants more by Seranol (Crestar®), dividing of the day of the zeal with the use of the Ecógrafo mark Siui CTS-800 (China), which was carrying a five MHz linear transducer remarks were realized ecográficas of the ovaries by route transrectal, every day, managing to study the growth of the waves foliculares during a period of two cycles estrales for the cyclical animals.

One found that inside two cycles estrales studied there was a major incidence of presentation of two waves of development follicular. As for the number of present follicles in the ovary it was observed that the biggest follicles incidence happened with major frequency before the selection of the domineering follicle or in the recruiting period. Of the obtained results we can conclude that inside the cycles estrales studied the dynamics follicular was characterized by the appearance of two, three and four waves foliculares, being this similar to the found in bullfighting races and cebuinas.

Basing on our remarks, the 10-13th are when most of the animals have a major growth of small follicles < 5 mm this because they initiate a new growth wave follicular, therefore it would be advisable to realize an aspiration follicular, while the beginning of the wave happens in the seventh of the cycle estral which would be the moment indicated to do treatment Super Ovulatorios in heifers of the race Simmental-Fleckvieh, with regard to the synchronization estral we recommend to realize an observation ecográfica.

WORDS FIX: follicular dynamics, ultrasonography, follicular wave, cycle estral, super ovulation, synchronization of zeal.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINAS
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN LITERARIA	12
A. HISTOLOGÍA FUNCIONAL DEL OVARIO	12
1. Descripción general	12
2. Folículos	13
3. Cuerpo hemorrágico	16
4. Cuerpo lúteo	16

5. Cuerpo albicans	18
B. CICLO ESTRAL BOVINO	20
1. Control Hormonal	20
2. Fases y manifestaciones	24
5.1. Proestro	24
5.2. Estro	25
5.3. Metaestro	26
5.4. Diestro	27
C. ACTIVIDAD HORMONAL OVÁRICA, DINÁMICA FOLICULAR Y OVULACIÓN	28
D. MÉTODOS ULTRASONOGRÁFICO EN REPRODUCCIÓN BOVINA	32
1. Principios	32
2. Aplicación	34
2.1. Determinación de la morfología de los ovarios	35
2.2. Colección de ovocitos vía transvaginal	37
E. IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA FOLICULAR	39
1. Dinámica folicular y superovulación	39
2. Dinámica folicular y sincronización del ciclo estral	41
2.1 Prostaglandinas	41

2.2 Progestágenos	42
III. METODOLOGÍA	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIÓN	62
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	78

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I: MODIFICACIONES HORMONALES DURANTE EL CICLO ESTRAL.....	23
CUADRO II: CUADRO DE VARIANZA DE CUADRADOS MEDIOS PARA LAS VARIABLES N°chider, N°chiizq, N°mdder, N°mdizq, N°grader Y N°graizq.....	48
CUADRO III: DURACIÓN PROMEDIO DE LOS CICLOS ESTRALES Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA EVENTOS FISIOLÓGICOS DE DOS, TRES Y CUATRO ONDAS.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 26/13.....	52
GRÁFICA 2: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 20/13.....	54
GRÁFICA 3: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 7/13.....	55
GRÁFICA 4: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 12/13.....	57
GRÁFICA 5: FOLÍCULOS \leq 5 MM TOTALES POR ONDA FOLICULAR EN DOS CICLOS ESTRALES CONSECUTIVOS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA I:	FOLÍCULOS EN LOS OVARIOS.....	14
FIGURA II:	DIFERENTES ESTRUCTURAS PRESENTES EN EL OVARIO.....	19
FIGURA III:	CAMBIOS HORMONALES DURANTE EL CICLO ESTRAL.....	24
FIGURA IV:	DESARROLLO DE ESTRUCTURA OVÁRICA A LO LARGO DEL CICLO ESTRAL.....	27
FIGURA V:	DINÁMICA FOLICULAR.....	31
FIGURA VI:	ASPECTO ECOGRÁFICO DE FOLÍCULOS Y CUERPO LÚTEO.....	36
FIGURA VII:	POSICIÓN DE LOS ÓRGANOS GENITALES Y UBICACIÓN DEL TRANSDUCTOR PAR ASPIRACIÓN DE FOLÍCULOS EN TERNERAS DE 16 SEMANAS DE EDAD.....	38
FIGURA VIII:	DOBLE OVULACIÓN (NOVILLA 26/13).....	53
FIGURA IX:	FOLÍCULOS (6-10 mm) Y (\leq 5 mm). EN NOVILLAS SIMMENTAL FLECKVIEH.....	58

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las granjas o fincas ganaderas el proceso de reproducción es uno de los factores que determinan el éxito o no de la actividad económica relacionada con la producción (Barrera, 2011). Tanto en sistemas de producción de ganado para carne, como en sistemas inclinados a la producción lechera o doble propósito, la reproducción animal juega un importante papel. Los productores buscan obtener el mayor número de crías por año, con los más altos pesos al destete y menor número de abortos y vacas vacías, es decir, una mayor eficiencia reproductiva (Rodríguez, 2009).

Teóricamente una vaca debería producir una cría por año, pero esto depende de factores internos como la genética del animal y de factores externos como la nutrición, el manejo sanitario y el mismo manejo reproductivo (Garrido, 2010). No obstante, en aras de lograr estos resultados e incluso ir más allá de ellos, han surgido una serie de herramientas tecnológicas como lo son las actuales biotecnologías de la reproducción asistida (inseminación artificial, inseminación artificial a tiempo fijo, ultrasonografía, transferencia de embriones producidos por superovulación, aspiración folicular in vivo y producción de embriones in vitro).

Se puede decir, que uno de los criterios fundamentales para el desarrollo de las actuales biotecnologías de la reproducción asistida, es el conocimiento profundo del desarrollo folicular ovárico que acontece durante cada ciclo estral de la hembra bovina y es por esto que el interés en el estudio de la foliculogénesis ha aumentado significativamente en los últimos años. Varias razones pueden explicar este proceso de crecimiento. Entre ellas, la industria de producción de

embriones in vitro es una técnica que ha aumentado espectacularmente en todo el mundo, al igual que la inseminación artificial con tiempo programado ha sido ampliamente utilizada, debido a sus beneficios en la cría de animales, aunado a la posibilidad del empleo de semen sexuado.

Para la investigación básica, el cultivo in vitro de folículos pre-antrales, se ha convertido en un modelo muy útil, ampliando las posibilidades de una mejor comprensión de la regulación folicular (Seneda, et al. 2009)

Según Camelo y Zorro (2007), indican que los estudios científicos que emplean ultrasonografía transrectal han llevado a la clarificación de la naturaleza del desarrollo de los folículos antrales en el ganado. Los primeros estudios que se apoyaron en el empleo del ultrasonido, revelaron que el crecimiento folicular ocurre en ondas y que cada una culmina con la formación de un folículo de gran tamaño.

Según Santos (2013), una onda de desarrollo folicular está funcionando a través de estudios integrados de reclutamiento, selección y dominancia folicular. El reclutamiento es un proceso por el que, bajo la responsabilidad de la hormona FSH, un conjunto de folículos antrales tempranos (2-3 mm de diámetro) comienzan a crecer en un medio con suficiente soporte gonadotrófico que les permite progresar hasta la próxima fase. La selección es un proceso por el cual un único folículo evade la atresia y adquiere competencia para alcanzar la ovulación. La dominancia es la propiedad que posee el folículo seleccionado (dominante), de inhibir el crecimiento e inducir la atresia del resto de los folículos de la onda.

De igual manera, según Camelo y Zorro (2007), la capacidad del ultrasonido de hacer este tipo de seguimiento de manera no invasiva durante el ciclo estral, ha revolucionado nuestro conocimiento de la fisiología reproductiva.

El aspecto genético es sin duda responsable de altas variaciones en cuanto a fertilidad. Las razas nativas que se explotan en el trópico se caracterizan principalmente por tener bajos rendimientos productivos, pero alta adaptación, particularmente cuando compiten con animales de razas originadas en lugares de climas templados.

En Panamá por razones principalmente económicas se ha hecho mucho énfasis en la producción con sistemas doble propósito, sin embargo, en la mayoría de los casos los animales empleados representan cruces genéticamente inestables, que en un momento determinado pueden mermar la producción tanto de carne como de leche. Siendo, la ausencia de una raza genéticamente estable y que responda a este tipo de explotación, una de las mayores problemáticas de este sistema. Motivo por el cual en esta investigación se hará estudios en hembras de alta genética Simmental Fleckvieh (doble propósito), para generar información acerca de esta raza, ya que han sido estudiadas en países como Alemania, sin embargo no en Panamá, estos resultados nos ayudaran a mejorar algunas técnicas utilizadas en el manejo reproductivo de estos animales.

En rebaños comerciales Fleckvieh esta raza tiene que competir con varias razas cárnicas. Gracias a su alta producción de leche, su fertilidad, su aptitud de engorde y la excelente calidad de carne en canal, se puede comparar con otras razas cárnicas. Las vacas de la raza Fleckvieh son excelentes madres y su

buena producción de leche y persistencia (curva de lactancia plana), garantizan altos pesos al destete. Los destetes de la raza Fleckvieh se destacan por su crecimiento rápido, su buena conformación y musculatura. Se puede engordarles sin problemas a un peso vivo de 600 a 700kg sin grasas (Nava y Balderrama, 2004).

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de conocer las características de las ondas foliculares en hembras del genotipo Simmental Fleckvieh y basándonos en el inicio de estas, determinar el momento más propicio para comenzar una súper ovulación, sincronización del celo para inseminación a tiempo fijo o para cualquier biotecnología reproductiva, ya que en nuestra Facultad se están desarrollando programas para generar razas sintéticas doble propósito, en las cuales una de las líneas fundadoras es la raza Fleckvieh.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

En este país no se han realizado estudios relacionados con el crecimiento y desarrollo folicular durante el ciclo estral de la raza Simmental Fleckvieh. En nuestro Centro de Investigación en Biotecnología Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se están realizando trabajos de biotecnologías reproductivas, tales como producción in vitro de embriones para su transferencia con el objetivo de generar un núcleo de una nueva raza, que posee como componentes la raza Simmental Fleckvieh y el Gir Lechero, para lo cual es de suma importancia conocer el comportamiento del ciclo estral de la raza Simmental Fleckvieh en nuestro medio. Esta raza posee un relevante interés debido a que la misma pudiera constituirse en la herramienta que necesitan los sistemas de doble propósito en nuestro país, principalmente en tierras calientes.

Puede decirse que uno de los criterios fundamentales para el desarrollo de las actuales biotecnologías de la reproducción asistida, es el conocimiento profundo del desarrollo folicular ovárico que acontece durante cada ciclo estral de la hembra bovina. El interés en el estudio de la foliculogénesis ha aumentado significativamente en los últimos años debido al auge en la industria de producción de embriones in vitro y de la inseminación artificial a tiempo fijo, debido a sus incuestionables beneficios en los sistemas de explotación pecuaria.

ANTECEDENTES

A finales de la década de los 80, las investigaciones utilizando la tecnología de ultrasonido, permitieron ver el desarrollo de los folículos de los ovarios. Estas investigaciones han revelado que el crecimiento folicular ocurre en ondas (de dos a tres) a través del ciclo estral, donde una onda es caracterizada por el rápido crecimiento de varios folículos pequeños, seguida del crecimiento de uno de ellos por encima del resto, el cual lleva a la atresia a sus congéneres (Bo y Caccia, 2000).

Esta característica concuerda con lo relatado por Silva et al (2005), quienes estudiaron novillas pre púberes de la raza Gir, Adams et al (2005) y Evans et al (1994) en estudio con novillas Herford pre púberes, Figerido et al (1997), en novillas Nelore,

Perea et al. (1998) en vacas y novillas mestiza, Roa et al. (2006) en vacas Brahman y Mestizas, Solís (2006) en novillas Simmental x Brahmán y por Silva et al (2001) en novillas de la raza Gir.

En nuestro país bajo nuestras características ambientales no se cuenta con información relacionada con la dinámica folicular de la raza Simmental Fleckvieh.

JUSTIFICACIÓN

Tanto en sistemas de producción de ganado para carne como en sistemas inclinados a la producción lechera o doble propósito, la reproducción animal juega un importante papel, los productores buscan obtener el mayor número de crías por año, con los mejores pesos al destete y menor número de abortos y vacas vacías, es decir, una mayor eficiencia reproductiva (Rodríguez, 2009).

Una vaca debería producir una cría por año, basado en la genética del animal y la nutrición, el manejo sanitario y el mismo manejo reproductivo (Garrido, 2010). No obstante, han surgido una serie de herramientas tecnológicas, como lo son las actuales biotecnologías de la reproducción asistida (inseminación artificial, inseminación artificial a tiempo fijo, ultrasonografía, transferencia de embriones producidos por superovulación, aspiración folicular in vivo y producción de embriones in vitro).

Puede decirse, que uno de los criterios fundamentales para el desarrollo de las actuales biotecnologías de la reproducción asistida es el conocimiento profundo del desarrollo folicular ovárico, que acontece durante cada ciclo estral de la hembra bovina. El interés en el estudio de la folículoogénesis ha aumentado significativamente en los últimos años. Varias razones pueden explicar este crecimiento. En el contexto aplicado, la industria de producción de embriones in vitro ha aumentado espectacularmente en todo el mundo. De la misma manera,

la inseminación artificial con tiempo programado ha sido ampliamente utilizada, debido a sus beneficios en la cría de animales.

El presente estudio se realizará para conocer las características de las ondas foliculares en hembras del genotipo Simmental Fleckvieh y basándonos en el inicio de estas, determinar el momento más propicio para comenzar una súper ovulación, sincronización del celo para inseminación a tiempo fijo o para ser empleadas como donantes de ovocitos en programas de FIV.

OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer las características de la dinámica folicular que acontece en el ciclo estral de hembras de la raza Simmental Fleckvieh bajo las condiciones de nuestro medio.

Objetivos específicos.

-Determinar el momento de inicio de las ondas foliculares en el ciclo estral de las hembras Simmental Fleckvieh.

-Determinar la duración del ciclo estral de las hembras estudiadas Simmental Fleckvieh.

-Determinar el número promedio de folículos pequeños $\leq 5\text{mm}$ (folículos en crecimiento). En los diferentes días de las ondas que acontecen dentro del ciclo estral en las hembras estudiadas.

HIPÓTESIS

Hi: La dinámica folicular que acontece en el ciclo estral de hembras de la raza Simmental Fleckvieh son iguales entre animales.

Ho: La dinámica folicular que acontece en el ciclo estral de hembras de la raza Simmental Fleckvieh no son iguales entre animales.

Hi: El momento de inicio de las ondas foliculares de cada animal son iguales en los diferentes días de los dos ciclo estrales estudiados.

Ho: El momento de inicio de las ondas foliculares de cada vaca no son iguales en los diferentes días de los dos ciclo estrales estudiados.

Hi: La duración del ciclo estral de hembras Simmental Fleckvieh son iguales en todos los casos.

Ho: La duración del ciclo estral de hembras Simmental Fleckvieh no son iguales en todos los casos.

Hi: El número promedio de folículos pequeños $\leq 5\text{mm}$. son iguales en los diferentes día de las ondas dentro del ciclo estral en las hembras estudiadas.

Ho: El número promedio de folículos pequeños $\leq 5\text{mm}$. no son iguales en los diferentes día de las ondas dentro del ciclo estral en las hembras estudiadas.

II. REVISIÓN LITERARIA

A. HISTOLOGÍA FUNCIONAL DEL OVARIO

1. Descripción general

Los ovarios son los órganos sexuales primarios de la hembra y es en ellos donde se desarrollan los óvulos y se secretan hormonas importantes en la reproducción, como son: los estrógenos y la progesterona. Estos son de forma ovalada y tamaño variable de acuerdo a la nutrición, edad, y el estado del ciclo en que se encuentren (Díaz, 1998).

Según Sorensen (1982), en el ganado de carne los ovarios se encuentran a menudo en el tejido graso y se hallan en la región pélvica de la cavidad abdominal.

Holy (1987) señala que normalmente, cada hembra tiene dos ovarios o glándulas sexuales femeninas, productoras tanto de óvulos como de hormonas sexuales (estrógenos, progesterona y relaxina) y por lo tanto se denominan órganos gametohormonales.

En las novillas los ovarios son por lo general mucho más pequeños que en las vacas y sobrepasan el tamaño de un frijol grande o de un maní. En las vacas adultas, son en promedio de 2.5cm de ancho y 1.5cm de espesor. Su tamaño

varía desde el de un huevo de paloma hasta el de un huevo de gallina enana y su peso es de aproximadamente 6 a 20 gramos (Holly, 1987 y Gloobe, 1989).

Los ovarios, afirma Gloobe (1989), se encuentran cubiertos por un tejido fibroso llamado túnica albugínea, que presenta en su superficie muchas cicatrices y folículos a punto de romperse o cuerpos lúteos. Además en estos se distinguen dos zonas: una medular (interna), que contiene numerosos vasos sanguíneos y otra cortical (superficial), que contiene los folículos ováricos en diferentes fases de desarrollo.

El ovario presenta cuatro estructura fundamentales sobre si: folículos, cuerpo hemorrágico, cuerpo lúteo y cuerpo albicans (Sorensen, 1982; Holy,1987; Hafez, 1989; Aldama et al.1995).

2. Folículos

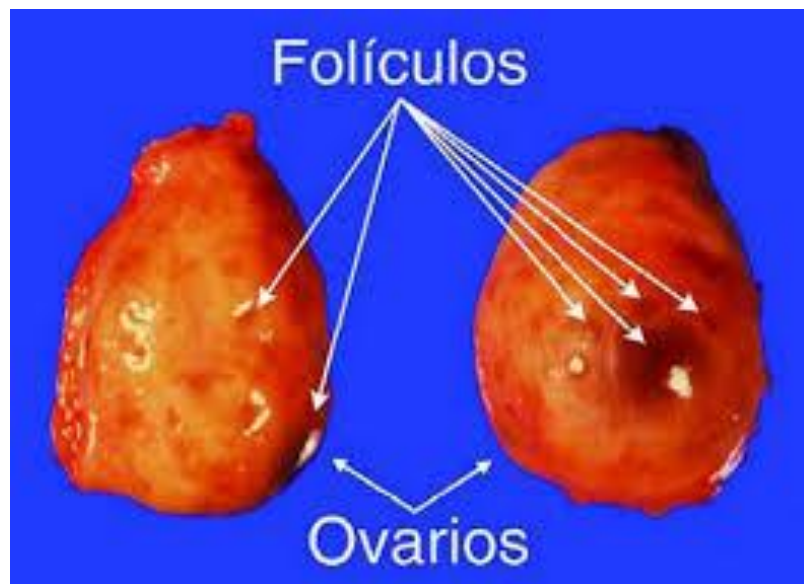
Los folículos se originan a partir de células microscópicas y tienen una doble función: producen o contienen el óvulo en desarrollo, sintetizan y almacenan las hormonas femeninas denominadas estrógenos (Sorensen, 1982).

Sevilla (2003) aduce que las terneras al nacer vienen con una carga de 75,000 folículos; sin embargo cuando están en edad de vacas adultas, solamente existen 2,500 folículos. En tanto Campo et al. (2003) afirman que se han planteado cantidades específicas para cada especie, y se señala que en la especie bovina la cifra es de 175,000. Sin embargo, Urroz (2000) ostenta cantidades que van aproximadamente de 100.000 a 200.000 folículos.

Los folículos iniciales son conocidos como folículos primarios o primitivos y los óvulos contenidos dentro de estos, aumentan de tamaño al mismo tiempo que las células foliculares se van multiplicando y disponiéndose en varias capas formándose los folículos en maduración (Frandsen, 1976).

Campo et al. (2003) señalan que los folículos comienzan su transformación o desarrollo cuando el ovocito aumenta de tamaño y existe un revestimiento celular que les permite incrementar la capacidad de síntesis de RNA a causa de la transferencia de proteína y metabolitos por acción de las células foliculares. Una vez que el folículo se activa los cambios estructurales y funcionales son similares a los descritos clásicamente, es decir: Folículos primarios, folículos secundarios o pre-antrales, folículos Terciarios cavitarios o antrales y finalmente folículos preovulatorios o de Graafs.

FIGURA I: FOLÍCULOS EN LOS OVARIOS



FUENTE: DeJarnette (2006).

Los folículos primordiales o primarios están constituidos por un ovocito rodeado de una sola capa de células epiteliales. Solamente unos pocos de estos folículos pasan a la fase de desarrollo posterior, se trata de una fase de reposo donde los folículos pueden permanecer inactivos durante largos periodos sin experimentar signos de desarrollo. Su número comienza a disminuir a partir del nacimiento o al final de su vida sexual, prácticamente degeneran todos aquellos que no pasaron a la fase de desarrollo (Urroz, 2000).

Posteriormente las células epiteliales, descritas por Holy (1987) y Gigli et al (2006), aumentan de tamaño y número. Se denomina folículo secundario al ovocito rodeado por varias capas de células foliculares que constituyen la membrana granulosa, de donde se origina la zona pelúcida que limita al óvulo. Hasta este estadio los folículos se clasifican en preantrales debido a que aún no se ha formado cavidad antral.

Noakes (1997) señala que durante la transición de folículo secundario a folículo terciario las células de la granulosa de los folículos con muchas capas segregan líquido folicular, el cual se acumula en espacios intercelulares. Su secreción continua hasta que su acumulación da lugar a la disociación de las células de la granulosa, lo que forma una gran cavidad llena de líquido: el antro. La zona pelúcida se encuentra rodeada por una masa sólida de células foliculares que forman la corona radiada. Tanto la zona pelúcida como la corona radiada, indican Campo et al., (2003), desempeñan un rol importante en los procesos de penetración nemaspérmica y defensa o bloqueo contra la misma (bloqueo de la polispermia).

De los que llegaron a este estadio la mayoría sufre atresia de modo que al final solo uno es el dominante y se convierte en folículo de Graaf. Noakes (1997) y Wittke (1978), en este momento las células foliculares aumentan de tamaño; el antro se llena de líquido folicular. El ovocito es presionado hacia un lado y rodeado por una acumulación de células foliculares (*cumulus oophorus*).

Los folículos preovulatorios o folículos de Graaf, tienen la capacidad de responder a los estímulos hormonales produciendo cambios morfológicos y bioquímicos que finalizarán reiniciando la meiosis y desencadenando la ovulación (Gigli et al, 2006)

3. Cuerpo hemorrágico

El punto de ruptura del folículo se da sobre la superficie del ovario a medida que el folículo se colapsa y ocurre una pequeña hemorragia, esto da por resultado la aparición de un tejido esponjoso de color rojo denominado cuerpo hemorrágico. El cuerpo hemorrágico es muy efímero y se transforma en un cuerpo lúteo en dos a tres días (Sorensen, 1982; Aldama, 1995).

4. Cuerpo lúteo

En la pared interna del folículo ovulado, quedan células de la granulosa, que por razones de su evolución, se hipertrofian (aumento de tamaño) formando el cuerpo lúteo (Sevilla, 2003). Sin embargo, Campo et al (2003) señalan que el

cuerpo lúteo está constituido por las células de la teca interna (pequeñas y activas en la primera etapa de su desarrollo) y células de la granulosa (grandes y activas en la segunda mitad de su desarrollo).

El cuerpo lúteo en latín significa "cuerpo amarillo". Aunque en su superficie, esta estructura tiene apariencia oscura. Un corte transversal revela un amarillo rojizo en su interior (DeJarnette y Nebel, 2006.).

Basándose en exámenes de ultrasonidos en novillas, el 79% de los cuerpos lúteos de aspecto normal contienen cavidades desde menos de 2 o más de 10 mm de diámetro en algún momento del ciclo estral e inicio de la preñez (Kastelic et al, 1991 y Singh et al, 1997). Este alcanza su máximo desarrollo entre los 9 y 12 días (Hafez, 1989 y Sevilla, 2003) y constituye en este período muchas veces más de 2/3 partes del tamaño total del ovario (Hafez, 1989).

Hay dos clases de cuerpo lúteo: cuerpo lúteo verdadero o gestativo y cuerpo lúteo cíclico. El cuerpo lúteo cíclico, al final de su involución se convierte en un cuerpo blanco o albicans (Sevilla, 2003).

Durante el ciclo estral, aduce Almada (1995) que, este cuerpo se conserva aproximadamente durante 14 a 16 días; si no hay fecundación el mismo se degenera. Esto se da, ya que alrededor de estos días se produce a nivel del útero una hormona llamada prostaglandina F2 alfa, cuya acción es la de lizar el cuerpo lúteo provocando su inactivación (Sevilla, 2003).

El cuerpo lúteo secreta progesterona y una variedad de hormonas peptídicas y proteínicas como relaxina, oxitocina y vasopresina (Campo et al 2003). Sin

embargo, Hafez (1989), Cunnigham (1995), Campo et al (2003), DeJarnette y Nebel (2006), entre otros autores, coinciden en que la principal hormona secretada por el cuerpo lúteo es la progesterona.

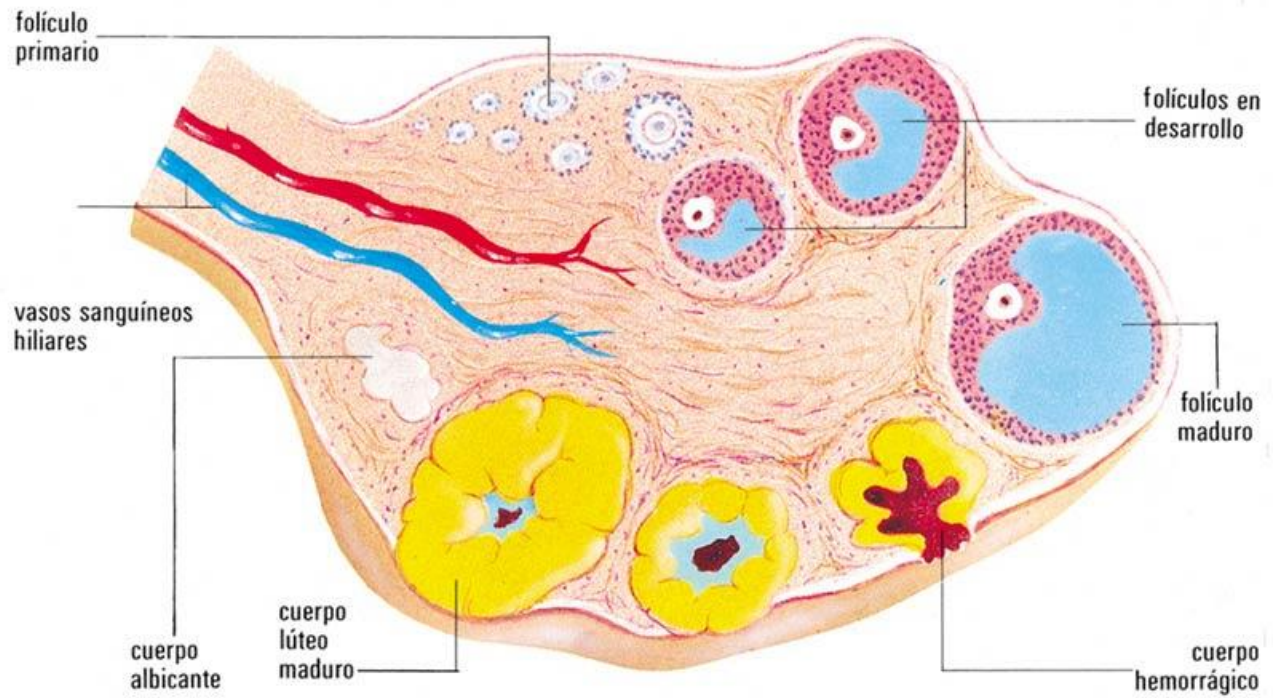
Hansel et al. (1973) y McDónals (1981) señalan que la progesterona cumple varias funciones como: a) preparar el endometrio para la implantación, b) capacita al blastocito para implantarse, c) mantiene la preñez después de la implantación.

La progesterona prepara al útero para la gestación, bajo la influencia de esta el útero produce una sustancia nutritiva para el embrión llamada leche uterina. Al mismo tiempo la progesterona causa que se forme un tapón mucoso en el cérvix, el cual evita que entren bacterias o virus al útero. La progesterona también evita que el animal vuelva al celo, al inhibir la liberación de gonadotropinas de la glándula Pituitaria en el cerebro (DeJarnette, 2006.).

5. Cuerpo Albicans

Luego de la degeneración del cuerpo lúteo lo único que permanece es una zona de cicatriz denominada cuerpo albicans, cuerpo blanco o cicatrizal. Aparte de la eliminación del tejido lúteo, la recuperación de la forma y tamaño anterior, no se conoce otra función el cuerpo albicans (Almada, 1995).

FIGURA: II DIFERENTES ESTRUCTURAS PRESENTES EN EL OVARIO



FUENTE: Serrano, 2010.

B. CICLO ESTRAL BOVINO

Urroz (2000) define el ciclo estral como la combinación de acontecimientos fisiológicos que comienzan en un período estral y terminan en el siguiente. En este proceso, notifica Fernández (1993), se involucran acciones y transformaciones de diversa índole, que van a producir en la hembra modificaciones estructurales, funcionales y conductuales. Al respecto señalan, Almada et al. (1995) y Fernández (1993), que en el bovino el ciclo se presenta a partir de la pubertad, y solo se interrumpe en los casos de gestación, anestro fisiológico o anestro patológico. Por lo que Wittke (1978) especifica que dicho ciclo comienza por lo general a la edad de 12 meses pero según la raza o el estado de nutrición, puede variar notablemente.

Derivaux et al. (1984), encontraron que las malas condiciones de mantenimiento, de medio y nutrición pueden interferir sobre el desarrollo del ciclo y ocasionar su irregularidad o supresión.

Aunque muchos autores (Wittke, 1978; Manrique, 1990; DeJarnette et al 2006, entre otros) hablan de variaciones en cuanto al rango de duración del ciclo estral que van desde los 18 a 24 días, todos coinciden en que la media de duración es de 21 días.

1. Control Hormonal

El sistema nervioso central (SNC), recibe información del medio ambiente del animal (señales externas: visuales, olfativas, auditivas y táctiles) y las transmite en la medida en que es importante para la reproducción a las gónadas, a través

del eje hipotálamo-hipofiso-gonadal. En el hipotálamo las neuronas endocrinas producen, como consecuencia de estímulos del SNC, hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH). Dicha hormona es transportada a través del sistema porta hipotálamo-hipofisario al lóbulo anterior de la hipófisis o pituitaria. Una vez allí estimula la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), por las células gonadotrópicas de la glándula pituitaria, la GnRH, FSH y LH se liberan en forma pulsátil. La FSH estimula el desarrollo de los folículos y en la teca interna del folículo, la LH estimula la síntesis de androstenediona a partir del colesterol. La androstenediona se convierte en testosterona, que en las células de la granulosa del folículo se aromatiza, bajo la influencia de la FSH a estradiol y este ejerce un efecto de retroalimentación positivo sobre el hipotálamo y la pituitaria. Aumenta la frecuencia de los pulsos de GnRH por encima de un cierto nivel umbral de estradiol, el hipotálamo responde con una descarga de GnRH, dicha descarga induce una liberación de LH que induce la ovulación (Broers, 1996).

Anteriormente se habló de que luego de la ovulación se da la formación de un cuerpo lúteo cuya función principal es la producción de progesterona, la cual cumple con un gran número de funciones, entre ellas el impedir que ocurran nuevas ovulaciones. Esto se da, según Noakes (1997), ya que esta hormona ejerce un efecto de retroalimentación negativa sobre el eje hipotálamo-pituitaria, lo que disminuye la descarga pulsátil de GnRH, suprimiendo en gran medida la secreción de gonadotropinas.

Los días 16 a 18 del ciclo estral se conoce como “el período de reconocimiento materno”. Durante este período, el útero busca la presencia de un embrión en crecimiento (DeJarnette et al., 2006.). Al respecto Campo et al., (2003) aclaran que el embrión es el responsable de indicar al útero su presencia, utilizando para ello un mensaje químico y en el caso de los rumiantes la sustancia producida por el embrión para llevar este mensaje al endometrio es una proteína trofoblástica denominada Proteína Trofoblástica Bovina 1 (BTP-1), esta proteína se combina con los receptores existentes en el endometrio bloqueando la liberación pulsátil de una hormona conocida como Prostaglandina (PGF2). De no detectarse el embrión, el útero iniciara la producción de PGF2, esta hormona destruye el cuerpo lúteo, lo que trae consigo el cese de la producción de progesterona y la glándula pituitaria empieza a aumentar la secreción de gonadotropinas. Altos niveles de LH estimulan al folículo dominante a producir Estrógeno y traer al animal de regreso al celo (DeJarnette et al, 2006.).

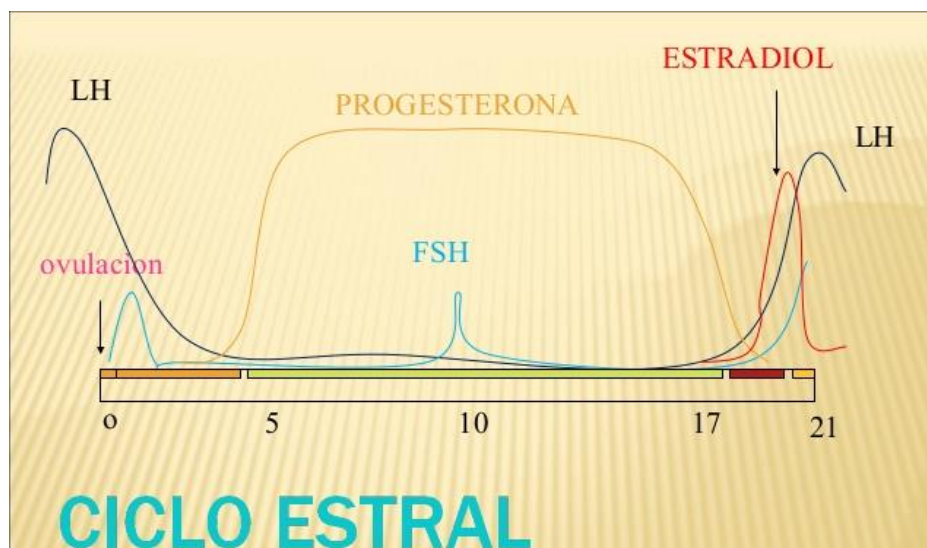
Según Rodríguez (1991), al periodo en que tiene lugar el desarrollo de los folículos ováricos y en que culmina con la liberación del óvulo contenido dentro del folículo (ovulación), caracterizada por la producción de estradiol se le denomina fase folicular y la fase caracterizada por el desarrollo de un cuerpo lúteo y producción de progesterona es denominada fase luteica.

CUADRO I: MODIFICACIONES HORMONALES DURANTE EL CICLO ESTRAL

DÍAS DEL CICLO	MODIFICACIONES
De 1 a 4 días	Caída rápida de los niveles de estrógenos, LH, FSH. Se inicia la luteinización del cuerpo hemorrágico y se presenta un incremento paulatino en la concentración de progesterona.
De 4 a 15 días	Hay cambios ligeros en las concentraciones de LH entre los días 6 a 20. Disminuye la concentración de FSH del 11 al 13 y la cantidad de estrógenos es ente periodo se mantiene en niveles basales. Continúa el incremento en la concentración de progesterona, llega a su máximo nivel el día 12 y se mantiene constante hasta el día 17 o 18.
De 16 a 18 días	Se inicia el descenso de los niveles de progesterona a partir del día 17 o 18 hasta llegar a concentraciones basales. Se da el desencadenamiento de la actividad de los factores liberadores de las gonadotropinas y el inicio de la secreción de LH y FSH a partir del día 17. También se incrementan los niveles de prostaglandina.
De 19 a 20 días	Los niveles de progesterona llegan a niveles basales y la concentración de estrógenos llega a su máximo nivel.
21 días	Se encuentran niveles máximos de estrógenos, LH y FSH. La progesterona se mantiene a nivel basal.

FUENTE: Fernández (1993)

FIGURA III: CAMBIOS HORMONALES DURANTE EL CICLO ESTRAL



FUENTE: Mora, (2014).

2. Fases y manifestaciones

Según Rippe (2009); El ciclo estral se puede dividir en cuatro fases:

2.1. Proestro

Este período, cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo. Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo tenemos una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido lúteo, siendo la PGF2a de origen uterino el principal luteolítico en los animales domésticos y en la mayoría de los roedores. Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el feed back negativo que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienza a

augmentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (FSH y LH) y se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de un gran folículo y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro (Sintex 2005).

2.2. Estro

El estro se define como un periodo de actividad y receptividad sexual en donde el signo principal es que el animal se mantiene en pie y quieto al ser montado por otro. También se observa, entre otros signos, inquietud, inflamación de la vulva, secreción de moco claro y transparente que sale por la vulva (Shearer, 2003): el olor del moco atrae y excita al toro debido a la presencia de feromonas. La duración de celo es muy variable entre grupos de animales variando entre 30 minutos a más de 30 horas (Lucy, 2006), pero se considera que 16 ± 4 horas es el tiempo promedio. Los signos de estro ocurren gracias a la presencia de los estrógenos provenientes del folículo. En cierto momento los niveles de estrógenos son lo suficientemente altos en concentración y duración como para inducir los síntomas de celo o calor (Wiltbank et al., 2002), así como para incrementar las contracciones del tracto reproductivo facilitando el transporte del esperma y del óvulo; estos altos niveles de estrógenos afectan también a centros endocrinos en el hipotálamo que controlan la liberación de GnRH del hipotálamo y esta a su vez la liberación de FSH y LH de la adeno-hipófisis. El incremento de LH se inicia después de que se hayan iniciado los signos de celo e inicia el proceso de ovulación. (Lucy, 2006). La LH es generalmente

considerada como la gonatropina primaria responsable de la ovulación, sin embargo, la FSH también ha sido observada como causante de ovulación y de formación de tejido luteal (Galway et al., 1990 citado por Lamb et al., 2009). Los niveles de FSH se incrementaran en amplitud unas horas después del pico de LH, relacionándose con el inicio de la primera oleada folicular que describiremos más adelante en la dinámica folicular. De 12 a 24 horas desde el comienzo del celo, el sistema nervioso central del animal se hace refractario a los estrógenos y todas las manifestaciones de celo o calor desaparecen. (Citado por Rippe, 2009).

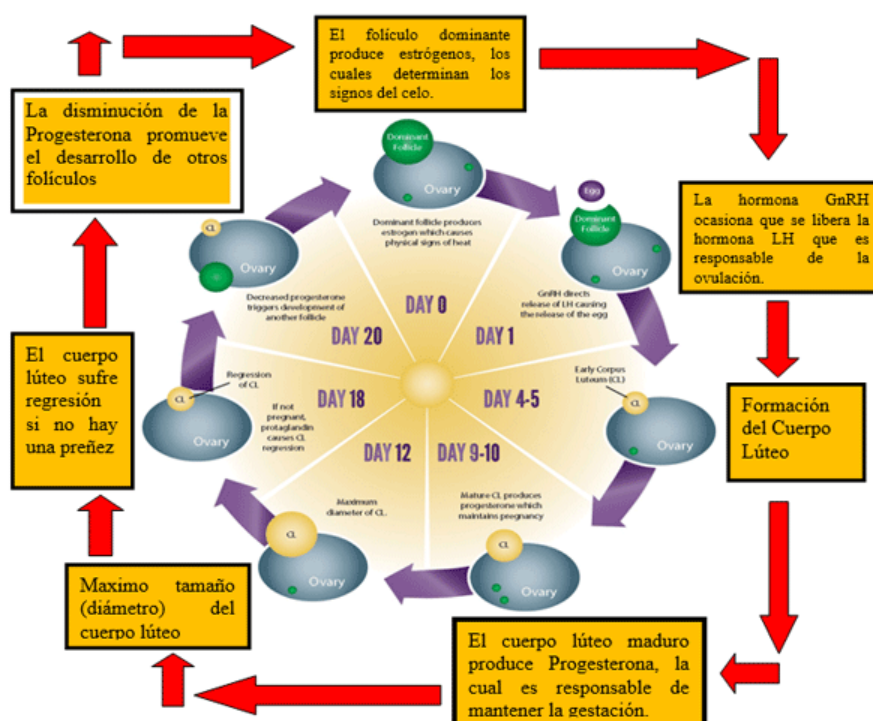
2.3. Metaestro

Según Duchens et al., (2012). El Metaestro ocurre la ovulación, que tiene lugar entre 28 a 32 horas después de haberse iniciado el celo, o entre 10 a 15 horas de haber cesado los signos de celo en respuesta al pico preovulatorio de LH. Después de la ovulación se produce una hemorragia y el folículo se llena de sangre, convirtiéndose en una estructura conocida como cuerpo hemorrágico. El proceso siguiente es la luteinización de las células foliculares que se transformaran en células luteales; estos cambios ocurren entre el día 5 a 7 del ciclo, finalizando así la fase de metaestro e iniciándose la fase lútea o diestro.

2.4. Diestro

Esta fase se caracteriza por el dominio del cuerpo lúteo. El mantenimiento del cuerpo lúteo, así como la síntesis de progesterona está ligada a la hormona LH que es progesterotrófica y luteotrófica. Otras hormonas que intervienen en la síntesis de progesterona, son: la FSH y la PGI₂. La FSH se une a receptores ubicados en el cuerpo lúteo y provoca un aumento en la secreción de progesterona. La PGI₂ estimula a las células luteales para producir progesterona, aumenta el flujo sanguíneo a nivel ovárico con el efecto positivo, sobre la síntesis y secreción de progesterona. Si el huevo no es fecundado, el cuerpo lúteo permanece funcional hasta el día 15-20, después comienza la regresión para un nuevo ciclo estral.

FIGURA IV: DESARROLLO DE ESTRUCTURA OVÁRICA A LO LARGO DEL CICLO ESTRAL
FUENTE: Araúz (2014)



C. ACTIVIDAD HORMONAL OVÁRICA, DINÁMICA FOLICULAR Y OVULACIÓN

Explica Noakes (1997), que la actividad cíclica del ovario se da al inicio de la pubertad y el hipotálamo desempeña un papel fundamental para controlar la transición hacia la madurez sexual, ya que las neuronas del área pre-óptica, al madurar son menos sensibles al efecto inhibitor de los bajos niveles de estradiol segregados por los folículos. Como resultado es producida por el hipotálamo, la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) la cual estimula la secreción de las hormonas (FSH Y LH) de la glándula pituitaria. Los elevados niveles de FSH en sangre inducen al desenvolvimiento de los folículos y en sinergismo la LH estimula su maduración. A medida que el folículo pre-ovulatorio se desenvuelve aumenta la producción de estradiol por los folículos y después una determinada concentración de estradiol estimula la manifestación de estro.

Henao et al. (2003) afirman que cerca el momento del estro, el folículo ovulatorio alcanza un gran tamaño y produce cantidades importantes de estradiol, hasta inducir el pico ovulatorio de LH, en este momento un grupo de folículos pequeños comienza a crecer lo que se llama ondas foliculares.

Una onda de desarrollo folicular se puede describir como el desarrollo armónico y simultáneo de varios folículos antrales pequeños, en promedio 24 por onda

con un rango de ocho 8 a 41, funcionando a través de estudios integrados de reclutamiento, selección y dominancia folicular (Fernández, 2003).

El reclutamiento se refiere a una oleada de desarrollo folicular caracterizada por la dependencia absoluta a la influencia de la gonadotropina, especialmente a la FSH, y el diámetro de los folículos es de cuatro a cinco milímetros (Adams, 1999). Del grupo grande de folículos que inician su desarrollo solamente un pequeño porcentaje logra su potencial completo (endocrino y gameto génico), a lo que se denomina proceso de selección y crecimiento.

La dominancia, aducen Campo et al. (2003), se refieren al desarrollo de un folículo mientras el resto sufre un proceso de atresia fisiológica. El folículo dominante es más sensible a la acción de las gonadotropinas que los restantes, por lo que a pesar de influir negativamente a la liberación de FSH, no sufre atresia.

Bo y Caccia (2000), exteriorizan que en ausencia de luteólisis el folículo dominante deja de crecer y comienza a regresar dando lugar al crecimiento de una nueva onda folicular.

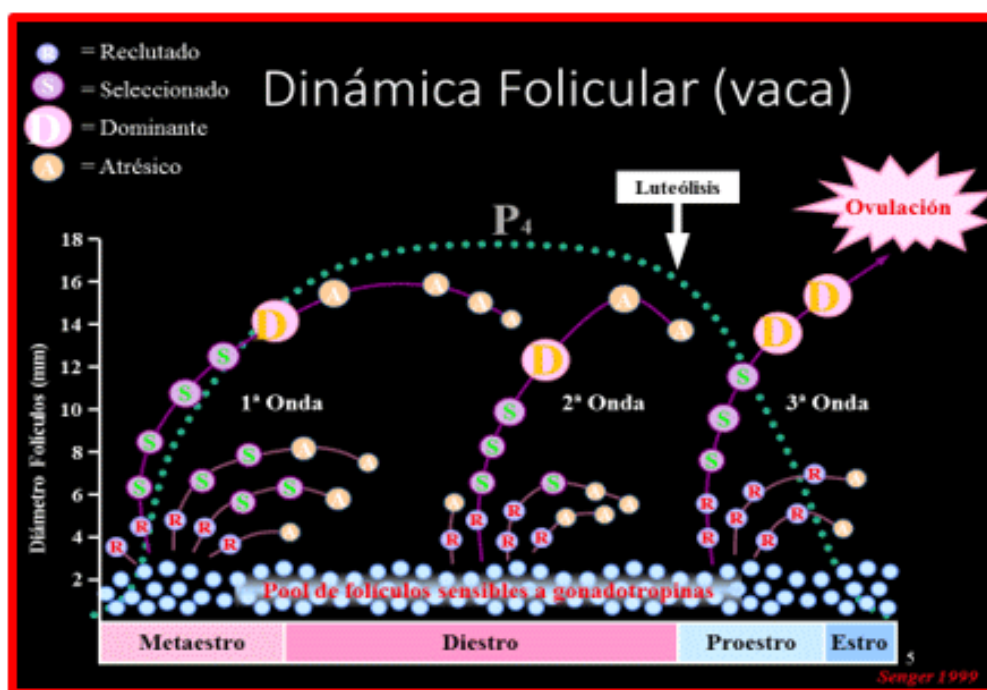
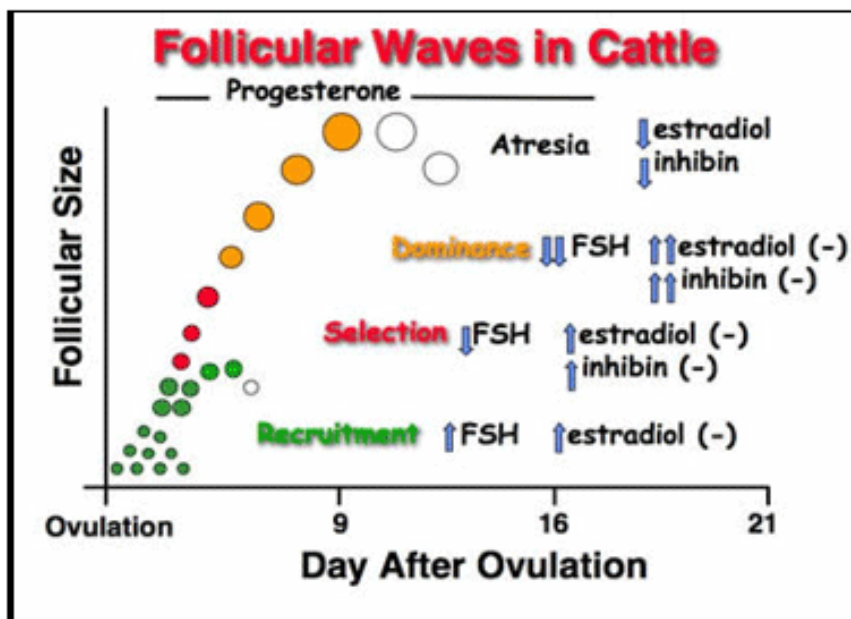
Fernández (2003), explica que en un ciclo sexual fisiológico, el factor fundamental que determina el destino del folículo dominante (ovulación o atresia) es el nivel de progesterona cuando el folículo finaliza su fase de crecimiento. De esta manera, cuando los niveles de progesterona son elevados

(fase lútea) se produce la regresión de folículo dominante, en cambio si los niveles de progesterona ya han cesado (fase folicular) el destino del folículo dominante es ovulación.

Los niveles circulantes de progesterona producida por el cuerpo lúteo, disminuye la frecuencia de los pulsos de LH y causan la detención de las funciones metabólicas del folículo dominante y con ello el aumento de las concentraciones de FSH que va a reclutar los folículos de la siguiente onda.

Se ha demostrado revela Bo y Caccia (2000), que en la primera fase de desarrollo folicular comienza en promedio el día cero del ciclo, siendo este definido como el primer día que se detecta la desaparición del folículo pre-ovulatorio del ciclo anterior. En bovinos se ha determinado que la mayoría de los animales tiene de dos a tres ondas de desarrollo folicular.

FIGURA V: DINÁMICA FOLICULAR



FUENTE: Araúz (2014).

D. MÉTODOS ULTRASONOGRÁFICO EN REPRODUCCIÓN BOVINA

1. Principios

A inicios de los 70, el diagnóstico por ultrasonidos se puso a disposición de la comunidad médica. El desarrollo logrado a finales de esa década permitió el uso de equipos de tiempo real o imágenes dinámicas, lo que hizo de la ultrasonografía una poderosa tecnología adaptable al estudio del tracto reproductivo de animales domésticos mayores a través del recto. Gracias a que la ultrasonografía es una técnica no invasiva, se ha venido usando generalmente para el estudio de los órganos reproductivos del ganado bovino entre otras especies. Su uso permite la visualización in vivo de órganos internos, además de su seguimiento durante varios días, ésta ultrasonografía permite el seguimiento dinámico y periódico de un animal. Lo que ha permitido llegar a descubrimientos de gran importancia para la reproducción animal (López, 2011).

La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia que producen imágenes de los tejidos y órganos internos. El principio de funcionamiento consiste en una corriente eléctrica que llega al transductor, donde produce una vibración en sus cristales; éstos emiten ondas sonoras que llegan a los órganos en estudio. Los tejidos tienen la capacidad de reflejar las ondas de sonido, y el eco resultante es recibido por el transductor, que lo convierte nuevamente en corriente eléctrica. Dentro del equipo la misma es decodificada y transformada en imágenes bidimensionales en tonos de grises, del blanco al negro (Regueiro, 2008).

Los equipos de ultrasonidos trabajan mediante la aplicación de pulsos eléctricos continuos a cristales piezoeléctricos ubicados en un transductor, los cuales producen vibraciones características que dan como resultado ondas de presión acústica (sonido) sobre los tejidos contiguos. Las ondas ultrasonoras son dirigidas a través de los tejidos por movimientos del transductor, variando el ángulo de dirección de éste. Dichas ondas viajan a través del cuerpo aproximadamente a una velocidad de 1540 m/seg con una capacidad de penetración pequeña (2 mm); lo que implica que las imágenes observadas en la pantalla son equivalentes a un corte histológico y casi instantáneas (Rosell et al, 2008).

“Como el sonar de un submarino, el diagnóstico ultrasónico está basado en la propagación de una onda de sonido a través de un medio fluido o semifluido (tejidos blandos del cuerpo) y el registro del “eco” o rebote del sonido para producir una imagen visual. Recibe el nombre de ultrasonido debido a la ultra-alta frecuencia de las ondas de sonidos emitidas por el equipo” (Echeverría, 2001).

Según estos autores un equipo de ultrasonografía funciona gracias a ondas de sonidos de alta frecuencia, las mismas que son emitidas por los cristales piezoeléctricos de la sonda o transductor, inmediatamente estos sonidos son transformados a imágenes en tonos grises, blanco y negro.

2. Aplicación

Según Jiménez (2013), El examen ecográfico de los bovinos (no gestantes o de gestaciones) debe hacerse vía transrectal, debido a la incapacidad de las ondas de ultrasonidos para penetrar hasta dichos órganos desde la piel.

Según Belleda (2002), El campo de aplicaciones de la Ultrasonografía es muy vasto, y en estos últimos años han aumentado las mismas, a través de la Biotecnología de la Reproducción. Sólo para comentar algunos de los tantos usos del Ecógrafo en estas áreas, tenemos:

- Estudio de ovarios y útero durante el ciclo estral y gestación
- Diagnóstico de patologías del aparato reproductor
- Diagnóstico precoz de gestación
- Determinación precoz del sexo fetal
- Estudio de la dinámica folicular - ondas foliculares
- Guía para punción y aspiración folicular y colecta de ovocitos
- Estudio de la viabilidad embrionaria
- Determinación de la edad de gestación
- Evaluación ginecológica de donantes y receptoras de embriones
- Determinación de momento de inicio de superovulación de donantes
- Estimación de la respuesta superovulatoria
- Estudio del momento la aplicación de agentes luteolíticos para sincronizar celos
- Evaluación de respuesta del ovario a otros sistemas de sincronización de celo

- Determinación del momento y tasa de ovulación para servicio (yeguas - cerdas)
- Determinación de preñeces múltiples (ovejas - cabras - cerdas - perras)
- Determinación precoz de mellizos para dejar uno (yeguas)
- Aplicación en los machos, para estudio de glándulas accesorias, testículos y epidídimo.

No obstante, en este trabajo se hará énfasis en las aplicaciones de la ultrasonografía, relacionadas con los estudios del desarrollo folicular que tienen importancia práctica en la sincronización estral, superovulación y aspiración folicular para FIV.

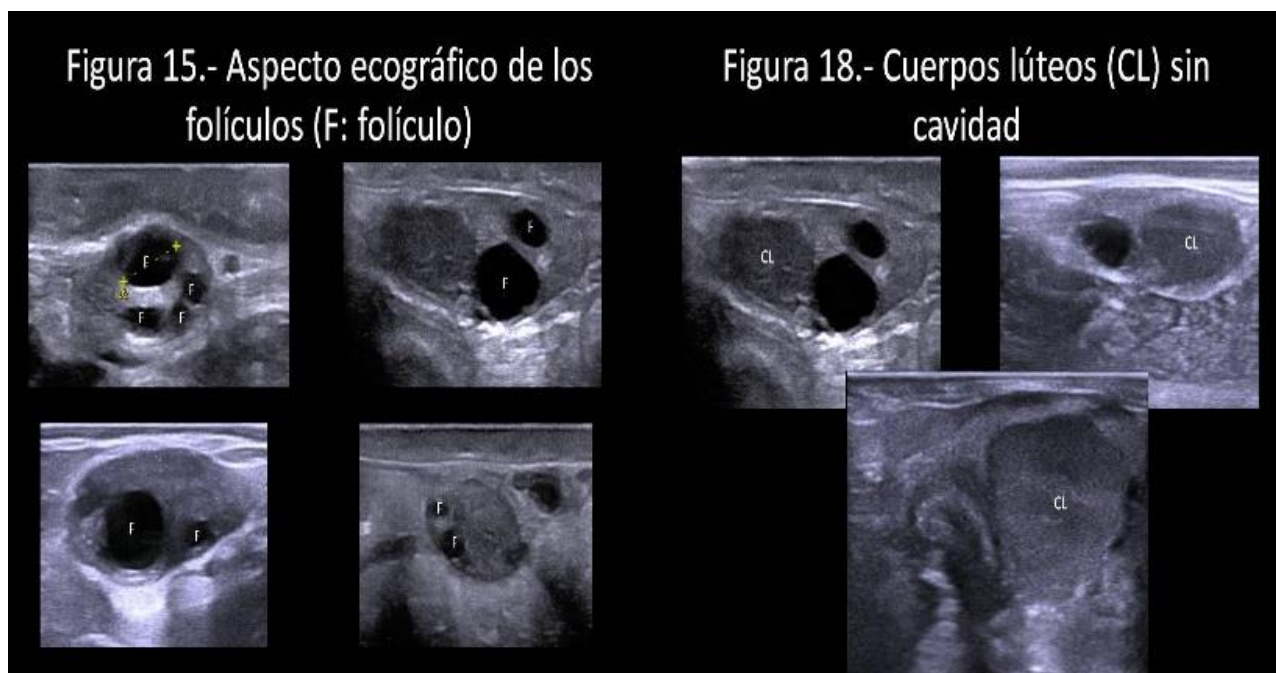
2.1. Determinación de la morfología de los ovarios

Como el fluido absorbe las ondas de ultrasonido en lugar de rechazarlas (Pierson y Ginther, 1988) las estructuras llenas de fluido como los folículos, se aprecian como estructuras circulares negras rodeadas por tejido ovárico ecogénico. La mayoría de los ecógrafos en veterinaria pueden escanear folículos desde 2 a 3 mm de diámetro, y el crecimiento folicular puede ser fácilmente seguido con sesiones seriadas de ecografía. De igual forma, señalan Bo y Caccia (2000), que la ovulación en la vaca puede ser fácilmente detectada si se realiza dicho seguimiento del animal y se observa la desaparición del folículo preovulatorio (mucho más grande que los demás folículos del ovario; alrededor de 15-17 mm), lo cual se comprueba con la consiguiente aparición de un cuerpo lúteo.

La presencia de un cuerpo lúteo puede también ser fácilmente detectado con la ayuda del ultrasonido, nos señala Fricke (1995), ya que este presenta áreas de marcada ecogenicidad dentro del estroma ovárico y que además muchos cuerpos lúteos aparecen como masas de tejidos sólidos, pero también pueden contener cavidades con fluidos.

Un quiste ovárico con tejido luteinizado no debe ser confundido con un cuerpo lúteo normal que contiene una cavidad con fluido. La diferenciación de un quiste lúteo y uno folicular usando palpación rectal es difícil, aun para practicantes más experimentados (Dawsan, 1975 y Farin et al., 1990). La precisión en el diagnóstico aumenta cuando se usa ultrasonografía transrectal, con la correcta identificación de más del 90% de los quistes lúteales y cerca del 75% de los foliculares (Farin et al., 1990).

FIGURA VI: ASPECTO ECOGRÁFICO DE FOLÍCULOS Y CUERPO LÚTEO.



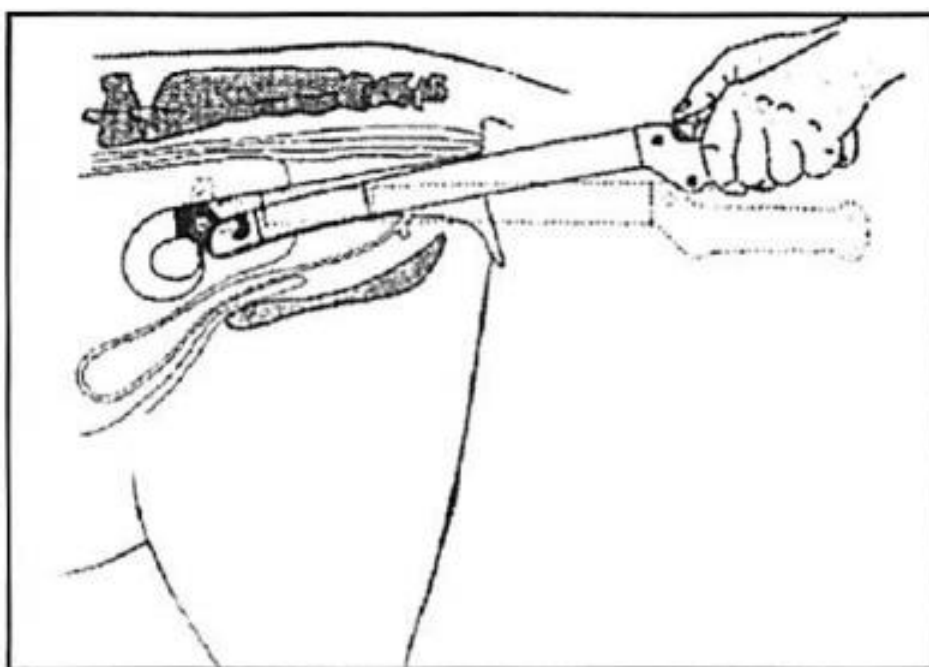
FUENTE: Bovinevet (2013).

2.2. Colección de ovocitos vía transvaginal

Uno de los objetivos más importantes en los programas de mejoramiento genético es multiplicar los animales superiores. La superovulación y transferencia de embriones son hoy las herramientas más usadas para multiplicar la genética de las hembras. Otra de las técnicas que se encuentra en constante perfeccionamiento es la fertilización in vitro. En la mayoría de los laboratorios de investigación la fuente de ovocitos son ovarios de matadero por lo que la técnica no es repetible para un mismo animal. Durante los años 90 la ecografía guiada comenzó a utilizarse como método de recolección de ovocitos en bovinos. La imagen de la pantalla del ecógrafo se utiliza para guiar la aguja de punción dentro del ovario hasta el folículo, por lo que la calidad de la imagen del equipo es de suma importancia. Los transductores utilizados son los sectoriales y convexos de 5 ó 7,5 MHz que permiten la visualización de folículos >2 mm de diámetro. Los transductores lineales también pueden ser adaptados para uso transvaginal colocando una guía para la aguja de punción en la parte superior del transductor, pero su eficiencia es menor a la de los convexos. Se ha diseñado diferentes tipos y formas de agujas de aspiración. En los procedimientos de rutina se utilizan agujas de 60 cm de longitud, lumen de 17, 18 ó 20 G y ángulo corto. Hay algunos equipos que permiten el uso de agujas descartables de 17 ó 18 G. En animales adultos se puede realizar aspiraciones cada 3 a 6 días sin alterar la fertilidad de la donante y el porcentaje de eficiencia de la técnica es del 55%. Repetidas aspiraciones foliculares también son posibles en animales preñados durante el primer trimestre de la gestación.

Posteriormente los ovarios se encuentran en la cavidad abdominal dado el peso del feto y es difícil alcanzarlos. Los animales preñados poseen ondas de crecimiento folicular similares a los animales no preñados. Recientemente se ha desarrollado un método de aspiración transvaginal en vaquillonas prepúberes en las que es imposible manipular los ovarios por vía transrectal. Se obtuvo un 38 % de eficiencia en la recolección (Bo y Caccia, 2000).

FIGURA VII: POSICIÓN DE LOS ÓRGANOS GENITALES Y UBICACIÓN DEL TRANSDUCTOR PAR ASPIRACIÓN DE FOLÍCULOS EN TERNERAS DE 16 SEMANAS DE EDAD.



FUENTE: Bo y Caccia, (2000).

E. IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA FOLICULAR

El conocimiento de las ondas de desarrollo folicular, que se da a través del ciclo y su regulación tiene gran trascendencia práctica y nos permite predecir de una manera bastante exacta la respuesta de los animales a los diferentes métodos de control del ciclo (Fernández, 2003).

1. Dinámica folicular y superovulación

La respuesta superovulatorias en vacas tratadas con FSH o PMSG en transferencias de embriones está suspendida a las fases de desarrollo folicular en que se inicia el tratamiento de superovulación (Fernández, 2003).

El porqué de esta situación es explicada por Fernández (2003), el cual aduce que cuando se inicia un tratamiento superovulatorios en presencia de un folículo dominante activo, la respuesta disminuye y la ausencia de un folículo dominante durante el inicio del tratamiento superovulatorios, aumenta la cantidad de embriones transferibles.

Se ha comprobado la influencia que tiene la presencia de un folículo dominante en la respuesta superovulatoria, que es mayor cuando el folículo no tiene capacidad de dominancia funcional sobre el resto de los folículos susceptibles de responder a las hormonas exógenas, en el momento de iniciar el tratamiento (Díaz, 1998).

Durante el ciclo, informan Bo y Mapletoft (1999), en la mayoría de las vacas la segunda onda folicular comienza, en promedio, entre los días 9 y 10. No

obstante hay una gran variación individual y la segunda onda puede comenzar temprano (día 6) o más tarde (día 12).

Diversos experimentos prueban que la respuesta superovulatoria es significativamente mayor cuando los tratamientos son iniciados el día antes o el día del comienzo de la onda folicular (ya sea la primera o segunda onda) que los tratamientos iniciados 1 o 2 días después, y de esta forma o sea iniciando los tratamientos superovulatorios al comienzo de una onda de desarrollo folicular, antes de la selección del folículo dominante, obtendremos la mejor respuesta posible.(Bo y Mapletoft, 1999; Bo et al. 2004).

Al respecto Días et al. (1998) cita algunos autores y redacta la siguiente discusión: muchos autores no hacen referencia a diferencias en la respuesta entre los distintos días de inicio del tratamiento (en el intervalo de los días 8 a 14 del ciclo estral), parece q si existe una cierta tendencia a que aumente la tasa de ovulación cuanto más tarde se empiece el tratamiento (Staigmiller et al., 1992) y a que los resultados sean superiores en el día 12 en términos de número de embriones transferibles recogidos (De Ruigh et al. 1995). Y, aunque algún autor ha situado la mejor respuesta al iniciar el tratamiento en el día 9 (Lindsell et al., 1986), la mayoría ha observado un incremento en los resultados a partir del día 10 (Lerner et al., 1986; Goulding et al. 1990; Staigmiller et al., 1992).

2. Dinámica folicular y sincronización del ciclo estral

Los conceptos mencionados de dinámica folicular nos permitirán explicar el ¿Cuándo, cómo y porque? De los métodos de sincronización de ciclos estrales.

2.1. Prostaglandinas

Las prostaglandinas permiten que la vaca entre en celo puesto que destruye el cuerpo lúteo, pero no tienen efecto sobre las olas de crecimiento folicular, por lo tanto cuando un grupo de vacas son inyectadas solo con prostaglandina el estado de crecimiento folicular de cada animal tendrá un gran efecto sobre la inyección y la presentación del celo (DeJarnette, 1997).

En función del estado ovárico en el momento de la administración de prostaglandina, es decir la presencia de folículos pequeños, medianos o grandes (dominantes), logra que el intervalo desde la inyección al celo sea mayor o menor. Un folículo grande en crecimiento necesita menos tiempo para madurar y ovular, que un folículo pequeño que tiene que atravesar todo el proceso de desarrollo (Broers, 1996).

Explican DeJarnette (1997) y Bo et al. (2004), Que los animales inyectados en la fase de crecimiento de la ola folicular van a ovular ese folículo y presentaran celo 2 a 3 días u ovularan 3 a 4 días después de la aplicación de prostaglandina y los animales que son inyectados cuando el folículo dominante haya iniciado su proceso degenerativo deben empezar a desarrollar un nuevo folículo, presentando celo hasta 4 a 6 días y ovulación de 5 a 7 días después de la aplicación de prostaglandinas.

2.2. Progestágenos

Este método se basa en la aplicación de dispositivos liberadores de progestágenos o progesteronas los cuales se mantienen durante un periodo de 9 a 10 días y al retirarlos, los animales presentan celo entre las 36 y 48 horas siguientes.

Como se mencionó anteriormente la progesterona efectúa un bloqueo del hipotálamo evitando que se produzcan nuevas ovulaciones. De la misma manera, manifiesta Fernández (2003), que independientemente de la presencia de un cuerpo lúteo, actúan los sincronizadores a base de progesterona o progestágenos. Además provoca una repleción de gonadotropinas hipofisarias que se liberan bruscamente al retirarlos. De este modo se mimetiza la acción del cuerpo lúteo durante 9 -10 días, tiempo similar a la maduración del cuerpo lúteo de ciclo.

Bo (2002), relata que estos tratamientos dejaron de usarse durante algún tiempo ya que se observó que estos daban buena sincronía pero baja fertilidad. Luego se observó que este suceso se daba debido a que los progestágenos no llegaban a imitar la acción de los niveles lúteales de progestágenos, no llegaban a imitar la acción de los niveles lúteales de progesteronas sobre la secreción pulsátil de LH, que se encontraba aumentada y hacían que el folículo dominante siguiera creciendo, impidiendo el crecimiento de una nueva onda folicular (se le denominó folículo persistente). A su vez la alta frecuencia de pulsos de LH activa al ovocito para que continúe con la meiosis de manera que, cuando se retira la

fuelle de progesterona el folículo dominante ovula un ovocito degenerado o en degeneración.

Aunado a lo anterior, estudios anteriores realizados para sincronización de vacas receptoras acreditaban que, el folículo persistente no afectaba la calidad del cuerpo lúteo y la taza de concepción en estas vacas. En tanto en ese estudio las tazas de preñeces fueron bajas (alrededor de 30% en todos los tratamientos). Entre tanto, resultados de un reciente estudio indican que un cuerpo lúteo de mayor tamaño originado de un folículo persistente, disminuye las tazas de concepción (Bo et al., 2004).

A raíz del conocimiento de la dinámica folicular se ha podido mejorar esta técnica, ya que actualmente se utilizan estrógenos, los cuales según Fernández (2003), se aplican el primer o el segundo día del tratamiento y tienen como misión producir la regresión de un posible cuerpo lúteo en formación y al mismo tiempo, provoca la atresia del folículo dominante de la onda de desarrollo folicular en curso (independientemente que este se encuentre en fase de crecimiento, dominancia o meseta) e induce una nueva onda folicular entre 4 a 5 días más tarde. Este es el principal motivo que explica la sincronización tan perfecta que se obtiene mediante estos tratamientos, ya que se consigue manipular las ondas de desarrollo folicular de manera que en todos los animales tratados se inicia una nueva onda prácticamente el mismo día. Así, al retirar la fuente de progesterona el día 9 – 10 del tratamiento, el folículo dominante de la onda que se inició a los 5 días de iniciado el mismo se encuentra siempre en una fase optima de desarrollo folicular (de 4 - 5 de la fase de crecimiento) y la

ovulación se producirá de un modo casi simultáneo en todos los animales alrededor de las 60 horas de retirar el dispositivo permitiendo entonces realizar inseminación a tiempo fijo sin control de celos. Hay que resaltar que estos hechos se producen con independencia del día del ciclo estral en que se inicie el tratamiento, ya que el estrógeno siempre induce la atresia del folículo dominante y retrasa 5 días la aparición de la siguiente onda.

III. METODOLOGÍA

Localización geográfica

Este estudio fue realizado en el Centro de Investigación en Biotecnología Agropecuaria, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, República de Panamá. Ubicado en el corregimiento de Chiriquí, Provincia de Chiriquí. Localizado a los 8°23'15.12" de latitud norte y 82°19'47.48" de longitud oeste, con una elevación de 26 msnm. Dicho centro se encuentra ubicado dentro de una zona climática tropical de sabana, con una temperatura máxima de 32.0 °C y mínima de 22.1 °C, una precipitación pluvial anual con promedio de 2856.9 mm y una humedad relativa de 80%.

Animales utilizados y métodos de manejo

Como material experimental se empleó cuatro novillas de la raza Simental Fleckvieh que ya estaban en confinamiento consumiendo concentrado, ensilado, sal mineral y agua; con edades de 16 ± 2.5 meses, peso de 400 ± 50 Kg y condición corporal promedio de 3.5 en escala de 1 a 5. Siguieron confinadas en establos bajo techo, consumiendo ensilaje de maíz y aproximadamente unos 2.2 kg de alimento concentrado diario. También contaron con sal mineral y agua *ad libitum*.

Para los estudios de campo (dinámica folicular). Todas las hembras fueron manipuladas en un cepo de sujeción donde se evacuaron las heces fecales e higienizó la región perianal (lavado con agua y solución antiséptica) y se desarrollaron los procedimientos de exploración ecográfica, aspiración folicular e inseminación artificial.

Estudio de la dinámica folicular

La exploración ovárica para el estudio de la dinámica folicular fue realizada empleando en ultrasonido portátil marca SIUI®, modelo CTS- 800, el cual consta de un transductor lineal de 6 MHz que será introducido manualmente por vía rectal y colocado contra los ovarios, a fin de lograr visualizar los mismos en la pantalla del ecógrafo y de esta forma contabilizar el número y tamaño de los folículos presentes. Se estudiaron un total de ocho ciclos estrales (dos ciclos consecutivos por animal), las observaciones se realizaron todos los días a partir de las manifestaciones de celo. El ciclo sexual de las hembras evaluadas fue sincronizado empleando dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (Sincrogest®), benzoato de estradiol (Over®), prostaglandina sintética (Sincroplex®) y PMSG (Folligon®), en un protocolo que se describe a continuación:

Día 0: Dispositivo intravaginal + 2mg de benzoato de estradiol

Día 8: Retiro del dispositivo + 2 ml de prostaglandina + 300 UI de PMSG

Día 9: 1 mg de benzoato de estradiol

Día10: Celos e inicio de la primera observación ultrasonográfica

Análisis estadísticos

Dinámica folicular

Los datos de las variables de respuestas Números de folículos chicos ≤ 5 mm en el ovario derecho (N°chider), Número de folículos chicos ≤ 5 mm en el ovario izquierdo (N°chiizq), Número de folículos medianos 6-10 mm en el ovario derecho (N°mdder), Número de folículos medianos 6-10 mm en el ovario izquierdo (N°mdizq), Número de folículos grandes ≥ 11 mm en el ovario derecho (N°grader) y Número de folículos grande ≥ 11 mm en el ovario izquierdo (N°graizq) se analizaron a través del siguiente modelo jerárquico de anidado.

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + C_j (V_i) + O_k (V_i * C_j) + E_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} es la variable dependiente; μ es la media general de la característica de interés; V_i es el efecto del i-ésimo animal; $C_j (V_i)$ es el efecto j-ésimo ciclo anidado en el i-ésimo animal; $O_k (V_i * C_j)$ es el efecto k-ésima onda anidado en la interacción entre el i-esimo animal y el j-esimo ciclo y E_{ijk} es el error aleatorio.

El termino de error para probar hipótesis de (V_i) es el término de error $C_j (V_i)$, y el termino de error para la prueba de hipótesis de $C_j (V_i)$ es el término de error $O_k (V_i * C_j)$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de analizar los datos obtenidos con un modelo jerárquico anidado, se obtuvo el siguiente cuadro de varianza (ver cuadro 2), donde el efecto **Animal** solo mostró diferencias significativas entre las variables N°chider, N°grader y N°graizq. Sin embargo, no fue significativo para las variables N°chiizq, N°mdder y N°mdizq. En cuanto a el efecto **Ciclo (Animal)**, no se obtuvo diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas (N°chider, N°chiizq, N°mdder, N°mdizq, N°grader y N°graizq). Por otro lado para el efecto **Onda (Ciclo*Animal)**, todas las variables estudiadas (N°chider, N°chiizq, N°mdder, N°mdizq, N°grader y N°graizq), mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$).

CUADRO II: CUADRO DE VARIANZA DE CUADRADOS MEDIOS PARA LAS VARIABLES N°chider, N°chiizq, N°mdder, N°mdizq, N°grader Y N°graizq.

F de V	gl	Cuadrado Medio °					
		N°chider	N°chiizq	N°mdder	N°mdizq	N°grader	N°graizq
Animal	3	304.127*	113.96 ^{ns}	1.028 ^{ns}	3.391 ^{ns}	3.384***	0.953**
Ciclo(Animal)	4	56.532 ^{ns}	47.498 ^{ns}	0.49 ^{ns}	3.912 ^{ns}	0.187 ^{ns}	0.107 ^{ns}
Onda(Ciclo*Animal)	11	92.368***	56.517***	2.465***	2.261***	0.467***	0.697***
Error	20	20.00	16.19	0.90	0.61	0.19	0.10
C.V.,%	0	61.41	61.31	138.52	140.17	134.80	181.87

° termino de error para ciclo en el cuadrado medio de ciclo (animal) y el termino de error para ciclo (animal) en onda (ciclo*animal). Nivel de significación: * $P < 0.10$; ** $P < 0.05$; *** $P < 0.01$; ^{ns} no significativo

N°chider: Números de folículos chicos ≤ 5 mm en el ovario derecho

N°chiizq: Número de folículos chicos ≤ 5 mm en el ovario izquierdo

N°mdder: Número de folículos medianos 6-10 mm en el ovario derecho

N°mdizq: Numero de folículos medianos 6-10 mm en el ovario izquierdo

N°grader: Número de folículos grandes ≥ 11 mm en el ovario derecho

N°graizq: Número de folículos grande ≥ 11 mm en el ovario izquierdo

En este estudio de dinámica folicular en novillas de la raza Simmental Fleckvieh, la misma fue caracterizada por el crecimiento y regresión de folículos dominantes, manifestándose siempre en forma de ondas, en las cuales cada onda presentó un folículo que dominaba sobre los demás subordinados de menor tamaño. Esta característica concuerda con el trabajo de investigación de Solís (2006), quien estudio novillas F1 (Simmental x Brahmán), de igual manera lo relatado por otros autores como Silva et al. (2005), quienes estudiaron novillas pre-púberes de la raza Gir, Adams et al. (1994) y Evans et al. (1994), en estudios con novillas Herford pre-puberes, Figueiredo et al. (1997), en novillas Nelore, Perea et al. (1998) en vacas y novillas mestiza, Roa et al. (2006), en vacas Brahman y Mestizas y por Silva et al. (2000) con novillas de la raza Gir.

De las cuatro novillas se estudiaron dos ciclos estrales a cada una, por consiguiente fueron estudiados un total de 8 ciclos. Se observó mayor incidencia de ciclos de dos ondas de desarrollo folicular (8 casos, 75%), mientras que solo se apreciaron de tres en un caso (12.5%) y cuatro ondas en otro (12.5%). Nuestro resultado coincide con investigadores como Solís (2006), en novillas Simmental x Brahmán, Roa et al. (2006), en vacas Brahmán y mestizas; e Silva et al. (2005), con novillas Gir pre-puberes y Perez et al. (2004), con vacas Holstein Friesian, quienes también encontraron mayor incidencia en los patrones de dos ondas de crecimiento folicular por ciclo.

Dos de los cuatro animales estudiados (50%), tuvieron variación en el número de ondas durante su primer ciclo post sincronización. Variaciones semejantes fueron descritas por Solís (2006), donde estudio novillas (Simmental x

Brahmán) y obtuvo un 75% de variación en número de ondas por ciclo en sus animales, Figuerido et al. (1997), quienes estudiaron vacas de la raza Nelore y Silva et al. (2000), en novillas Gir. Las causas de este acontecimiento no están plenamente esclarecidas, sin embargo pueden estar relacionadas con condiciones fisiológicas, nutricionales (Lucy et al.1992 y Fortune, 1993) y climáticas (Rodes et al., 1995). Esto nos permite exponer que no se puede afirmar que existan patrones constantes en el comportamiento del crecimiento folicular en ondas y que no podemos predecir cómo se va a comportar un animal en cuestión, ya que según lo descrito por muchos autores (Figuerido et al.1997; Fortune, 1993; Rodes et al., 1995; Ginther et al., 1996; Pierson et al., 1988; Adams et al.1994; entre otros); ya que el mismo animal puede tener patrones diferentes en sus ciclos estrales.

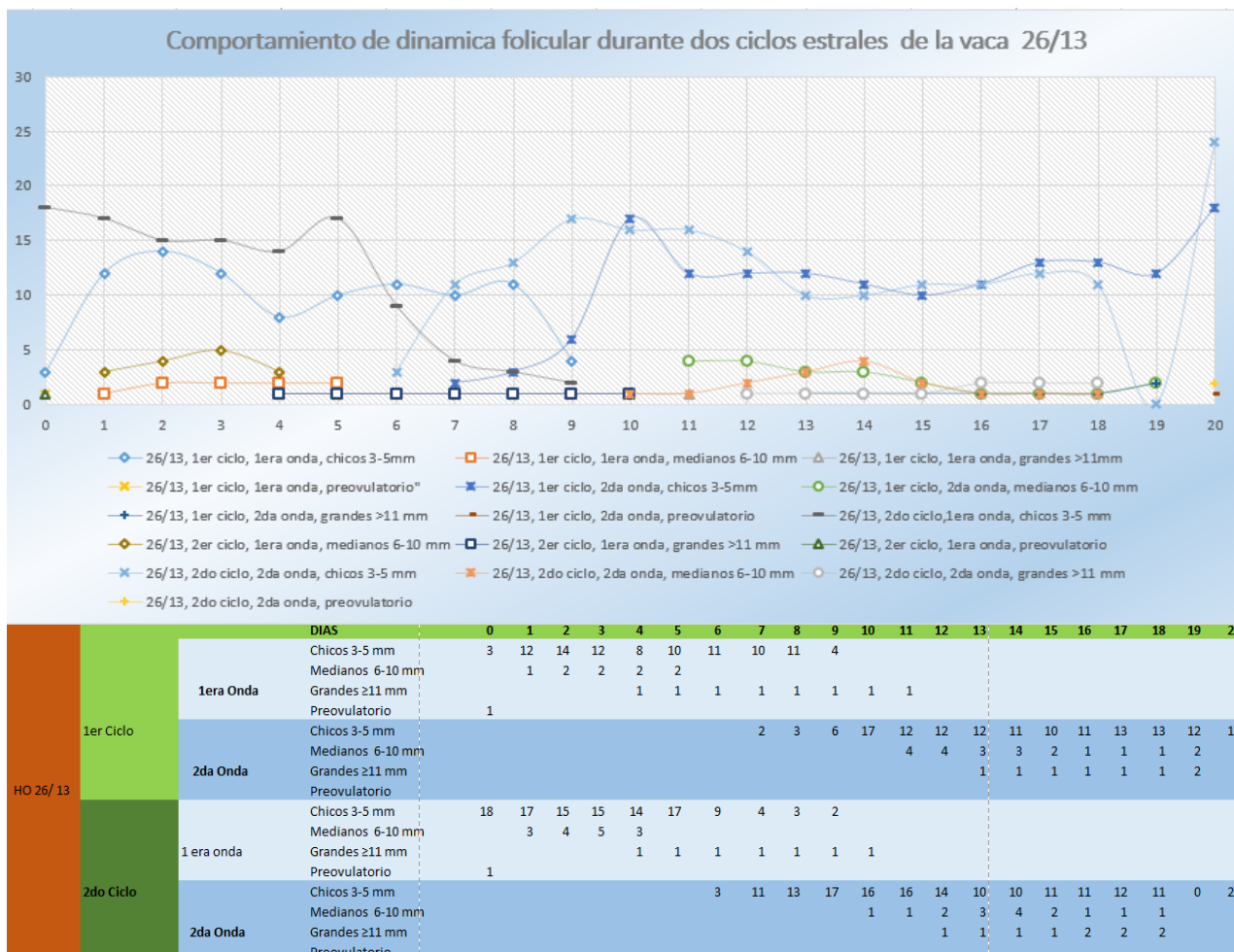
El ciclo estral de las novillas estudiadas Simmental Fleckvieh tuvieron patrones de dos, tres y cuatro ondas foliculares y duración de (20.75 ± 1.5 (75%), 22 ± 0 (12.5%), 23 ± 0 (12.5%) días) respectivamente (Ver cuadro 3). Resultados similares fueron encontrados por Figueiredo et al (1997), en vacas Nelore, en las que se apreció una duración promedio de 20.6 ± 0.4 días, para las de dos ondas y una duración promedio de 22.0 ± 0.4 días, para las de tres ondas. Resultados por encima de este promedio fueron publicados por Pérez et al. (2004), en vacas repetidoras de la raza Holstein Friesian, las cuales mostraron una duración para dos ondas de 22.3 ± 1.89 , para las de tres ondas 23.0 ± 2.0 y para las de cuatro ondas una duración promedio de 27 ± 0 días, Borges et al., (2001) en novillas mestizas Holandes X Zebu, obtuvieron en las de dos ondas

una duración promedio de 21.17 ± 1.17 días, Solís (2006) en novillas Brahman x Simmental se obtuvo para las de patrones de dos ondas una duración de $21,17 \pm 1.17$, para las de tres ondas una duración de 20.33 ± 1.15 y para las de cuatro ondas una duración promedio de $22.33 \pm 1,15$ días. En otro estudio (Roa et al., 2006) realizado en zona tropical en vacas Brahmán y mestizas se encontró una onda de crecimiento folicular en el 6,7%, dos 90,0% y tres 3,3% de los animales trabajados, mientras que la duración del ciclo estral fue de $20,6 \pm 0,5$; $22,3 \pm 2,2$ y $27,0 \pm 1,5$ días, respectivamente, mientras que en zona templada la duración fue de $20,3 \pm 0,4$ y $20,8 \pm 0,3$ días para vacas Brahmán con dos o tres ondas por ciclo, respectivamente (Zeitoun, et al. 1996). Estos resultados sugieren la influencia de otros factores diferentes a la vida media del cuerpo lúteo, que también pueden influir en la duración del ciclo estral.

CUADRO III: DURACIÓN PROMEDIO DE LOS CICLOS ESTRALES Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA EVENTOS FISIOLÓGICOS DE DOS, TRES Y CUATRO ONDAS.

	VACAS	DOS ONDA		TRES ONDA		CUATRO ONDA	
		Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Primer Ciclo	Segundo Ciclo
DURACIÓN DE CADA CICLO	26/13.	20	20	~~	~~	~~	~~
	20/13.	20	20	~~	~~	~~	~~
	7/13.	~~	20	22	~~	~~	~~
	12/13.	~~	23	~~	~~	23	~~
PROMEDIO	20	20.75	22	~~	23	~~	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0	1.5	0	~~	0	~~	

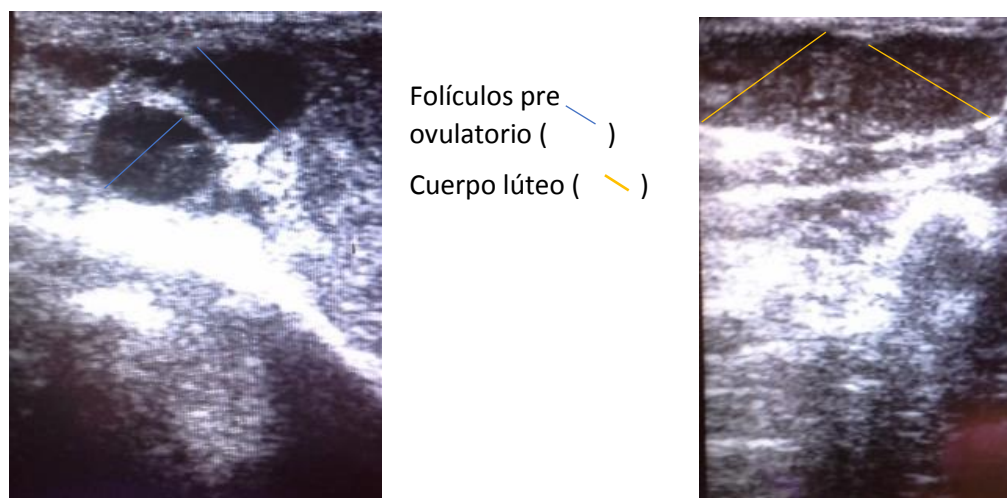
GRÁFICA 1: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 26/13.



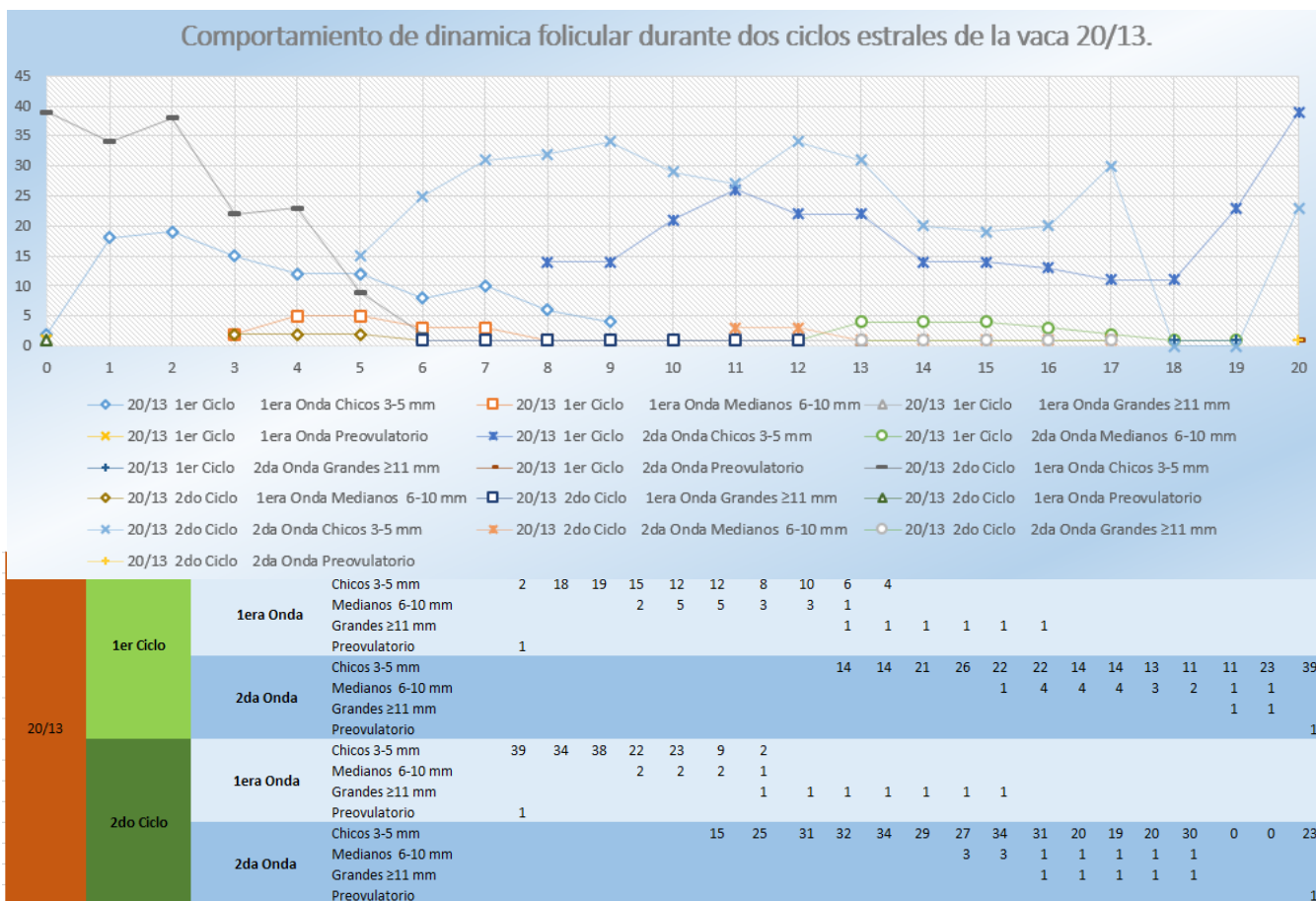
En la gráfica anterior (Gráfica. 1), se observó según el comportamiento ovárico durante dos ciclos estrales (Anim 26/13), que se presentaron dos ondas foliculares en cada ciclo. Se pudo apreciar que este animal presentó un mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm en los días 1-3 en las primeras ondas de los dos ciclos estrales. De igual manera se observó un crecimiento de folículos ≤ 5 mm en los días 10-13 del ciclo, para la segunda onda folicular del primer ciclo estral y

en cuanto a la segunda onda folicular del segundo ciclo estral, el mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm fue los días 9-11 del ciclo. Esta novilla presentó dos folículos pre-ovulatorios en su segunda onda de su segundo ciclo, lo cual indicó que se podía presentar una doble ovulación, lo cual fue confirmado posteriormente por palpación transrectal en el día 10 del ciclo (figura XIV).

FIGURA VIII: DOBLE OVULACIÓN (NOVILLA 26/13).

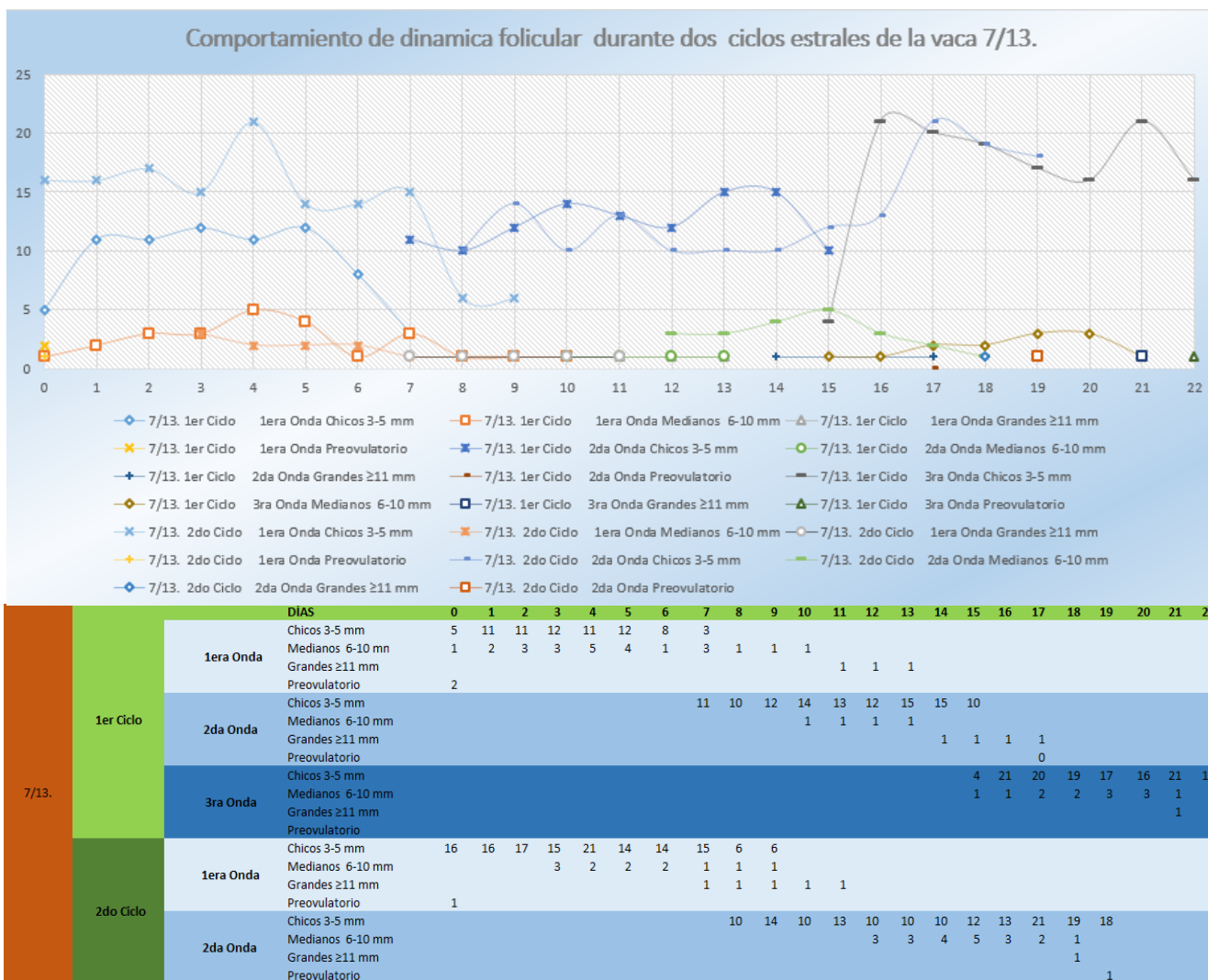


GRÁFICA 2: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 20/13.



En esta novilla (Anim 20/13) según el comportamiento ovárico durante dos ciclos estrales, obtuvo patrones de dos ondas foliculares en cada ciclo. De igual manera que la novilla anterior esta también presente un mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ durante los días 1-3 de las primeras ondas foliculares de los dos ciclos, y en cuanto a la segunda onda folicular del primer ciclo se presentó un mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ los días 10-13 del ciclo, en cuanto a la segunda onda folicular del segundo ciclo el mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ se dio los días 7-12 del ciclo estral.

GRÁFICA 3: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 7/13.



En este caso (Novilla 7/13) a diferencia a las dos anteriores el comportamiento ovárico durante dos ciclos estrales, se presentó tres ondas foliculares en su primer ciclo y en cuanto a su segundo ciclo estral presento dos ondas de desarrollo folicular. El mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm fue durante la primera onda folicular, del primer ciclo se dio entre los días 1-3, en cuanto a las

segunda onda folicular, se dio entre los días 13-14 y en cuanto a la tercera onda folicular, el mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ se dio entre los días 16-18 del primer ciclo estral. En cuanto a la primera onda folicular del segundo ciclo, el mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ se dio entre los días 1-4 del ciclo, en cuanto a la segunda onda folicular se dio entre los días 17-19 del segundo ciclo estral.

GRÁFICA 4: COMPORTAMIENTO DE DINÁMICA FOLICULAR DURANTE DOS CICLO ESTRALES DE LA VACA 12/13.

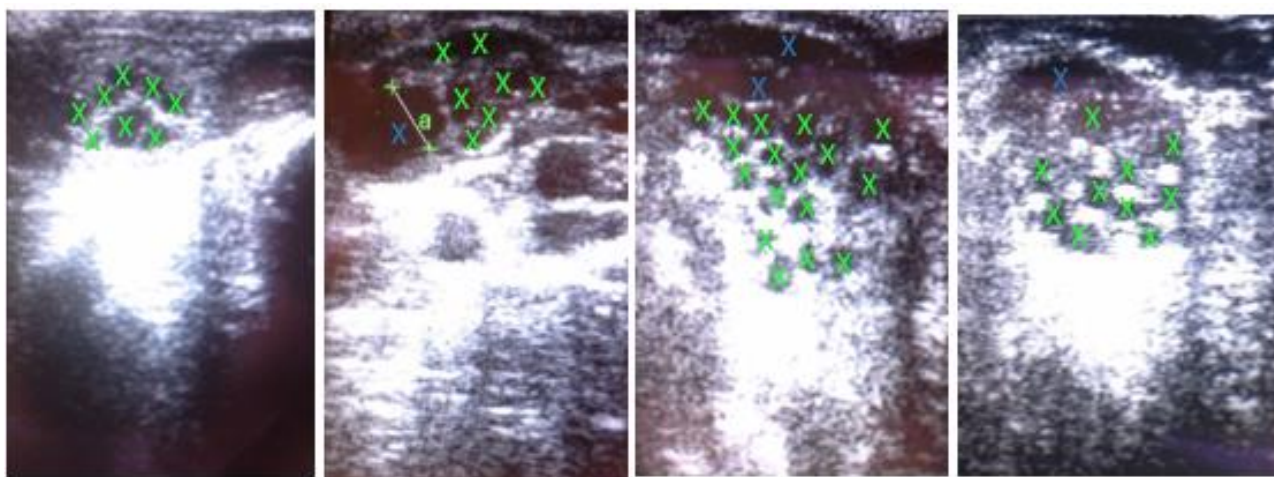


En la novilla 12/13, según el comportamiento ovárico durante dos ciclos estrales, se determinó la presencia de cuatro ondas foliculares en su primer ciclo estral, mientras que en su segundo ciclo mostró dos ondas de desarrollo folicular. El mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm durante la primera onda folicular del primer ciclo se dio entre los días 1 y 2, en cuanto a la segunda onda folicular el mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm fueron durante los días 8-10, en cuanto a

la tercera onda folicular el mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm fueron entre los días 16-18 y en la cuarta onda folicular el mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm aconteció entre los días 20 y 21 del primer ciclo estral. En la primera onda folicular del segundo ciclo el mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm se dio durante los días 3 y 4 del ciclo, en la segunda onda folicular el mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm se observó durante los días 10-12 del segundo ciclo estral.

Se ha hecho énfasis solo en los folículos ≤ 5 mm ya que son estos los que nos interesan para una posible aspiración folicular o para iniciar un protocolo de súperovulación, ya que estos son los que se encuentran en la fase de reclutamiento y selección y son los que pudieran ser competentes para ser madurados in vitro o estimulados hormonalmente durante una súperovulación (Figura XV).

FIGURA IX: FOLÍCULOS (6-10 mm) Y (≤ 5 mm) EN NOVILLAS SIMMENTAL FLECKVIEH.



Pool de folículos Medianos (6-10 mm) X y chicos X (≤ 5 mm)

Promediando estos resultados se pudo determinar que para novillas de la raza Simmental Fleckvieh con patrones de dos ondas foliculares, el mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ se dio durante los días 1-3 y 10-13 del ciclo estral. Para novillas cuyo ciclo estral presentaron patrones tres ondas, el mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ fue en los días 1-3, 10-13 y 16-18 del ciclo. Para novillas con patrones de cuatro ondas de desarrollo folicular el mayor crecimiento de folículos $\leq 5\text{mm}$ se apreció durante los días 1-3, 10-13, 16-18 y 20-21 del ciclo estral.

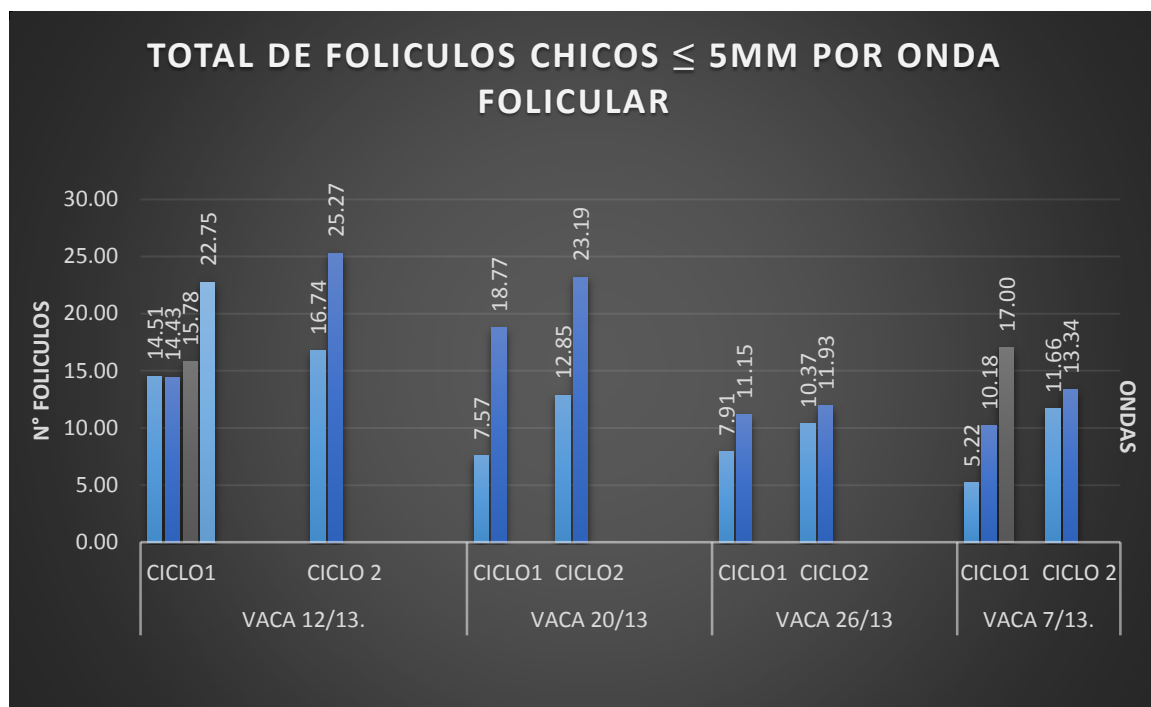
En la gráfica 5 se observa que el mayor número de folículos ($\leq 5\text{mm}$) se da durante la última etapa de desarrollo folicular de cada ciclo, lo que nos sugiere que el mejor momento de realizar una colecta de ovocitos para PIV (Producción de Embriones in vitro), sería en los días 10-13 del ciclo estral, con un cuadrado medio promedio de 17.27 (a partir de los hallazgos individuales 25.27, 18.77, 23.19, 11.15, 11.93, 13.34) folículos, en novillas de patrones de dos ondas de crecimiento folicular. En cuanto a novillas de patrones de tres ondas foliculares el mayor crecimiento y la mayor cantidad de folículos $\leq 5\text{mm}$, se obtuvo en los días 16-18 del ciclo estral, con un cuadrado medio de 17.00 folículos. Finalmente en novillas de cuatro ondas foliculares el mayor crecimiento se dio en los días 20-21 del ciclo estral, con un cuadrado medio de 22.75 folículos (Gráfica 5).

Palma (2001) en su libro Biotecnología de la Reproducción, hace mención a Machatkova et al. (1995), quienes determinaron que los ovocitos obtenidos los días 14-16 (24.3%) (Fase lútea), obtuvieron una mayor calidad frente a los días

7-9 (13%) y 19-20 (6.6%) del ciclo. Esto fue confirmado por otro estudio hecho por Boediono et al. (1995), donde afirma que hay mayor calidad en la fase lútea y en ovarios con cuerpo lúteo activos; pero sin embargo, una investigación realizada por Piertese et al. (1991), donde se puncionaron ovocitos de 3-5mm, 6-10mm y >10mm en diferentes días del ciclo (3-4, 9-10 y 15-16), obtuvieron un mayor número de folículos funcionados y mayor tasa de recuperación, los días 3-4 con un promedio de 12.6 ± 0.3 folículos.

En el presente estudio se determinó que las novillas Simmental Fleckvieh tienen un mayor crecimiento de folículos ≤ 5 mm en su última fase de desarrollo folicular entre los días 10-13 del ciclo estral, sin embargo, el inicio de la primera onda folicular se dio el día tres luego del estro, mientras una segunda onda folicular se dio el día siete del ciclo estral, lo que correspondió a la fase folicular conocida como reclutamiento. Esto nos indica que es el mejor momento para iniciar un protocolo de súperovulación o para PIV (Producción de Embriones in vitro) y que a su vez coincide con otros autores como Solís (2006), quien trabajó vacas F1 (Brahman x Simmental) y recomienda iniciar el tratamiento súperovulatorio alrededor del día 12 del ciclo, ya que este es el día en que la mayoría de los animales inician una nueva onda de crecimiento folicular. Igualmente Maldonado (2008), determinó que los tratamientos de súperovulación iniciados en la mitad del ciclo estral presentaron mejores resultados que aquellos iniciados en otras fases del ciclo.

GRÀFICA 5: FOLICULOS \leq 5 MM TOTALES POR ONDA FOLICULAR EN DOS CICLOS ESTRALES CONSECUTIVOS.



V. CONCLUSIONES

- La dinámica folicular que acontece en el ciclo estral de hembras de la raza Simmental Fleckvieh no son iguales entre animales.
- El momento de inicio de las ondas foliculares de cada animal son iguales en los diferentes días de los dos ciclo estrales estudiados.
- La duración del ciclo estral de hembras Simmental Fleckvieh no son iguales en todos los casos.
- El número promedio de folículos pequeños $< 5\text{mm}$. no son iguales en los diferentes día de las ondas dentro del ciclo estral en las hembras estudiadas.

VI. RECOMENDACIONES

- Iniciar el tratamiento superovulatorios alrededor del día siete hasta el día doce del ciclo estral, ya que este es el día en que la mayoría de los animales inician una nueva onda de crecimiento folicular.
- Para hacer una aspiración folicular en novillas Simmental Fleckvieh se recomienda realizarse alrededor de los días 10-13 del ciclo estral, debido que en estos días se da su mayor crecimiento folicular.
- Para la sincronización estral sería de gran ayuda realizar una exploración ecográfica en el momento de la selección de las hembras que se van a tratar, para no utilizar aquellas donde exista un folículo dominante, lo que disminuiría las posibilidades de éxito del tratamiento.
- Para el mayor conocimiento de la raza simmental fleckvieh y la mayor efectividad de las biotecnologías a utilizar, es necesario realizar futuros estudios variando edad del animal, época del año a realizar el estudio, aumentando el número de animales, entre otras variables.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adam, 2010. Imagen de ecografía del abdomen del feto. (En línea) Consultado 27 mayo 2015. Disponible en <https://www.clinicadam.com/imagenes-de-salud/2252.html> (Clinicadam.com).
- Adams, G.; Evans, A.; Rawlings, N, 1994, Follicular Waves and circulating gonadotrophins in 8 months old prepubertal heifers. *J. Reprod. Fertil.*, 100:27-33.
- Adams, G.P. 1999. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. *J. Reproduction Fertil* 54: 17-32.
- Aldama, H.; Ospina, J.; 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Ed. Terranova editores, Bogotá Colombia p-p 74-78.
- Araúz, E. 2014. Principales Indicadores del Patrón Reproductivo y Lactacional en la Vaca Lechera e Importancia del Manejo Preventivo en el Trópico (en línea). Consultado 25 mayo 2015. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/principales-indicadores-patron-reproductivo-t6443/p0.htm> (Engormix.com).
- Bellenda, O. 2002. Ecografía en la Reproducción de la Vaca (en línea) Consultado 25 mayo 2015. Disponible en: http://www.ecografiavet.com/reproduccion_bovinos.html.

- Bellenda, O. 2002. Ultrasonido o ecográfica aplicada a la reproducción bovina (en línea) Consultado 25 mayo 2015. Disponible en http://www.ecografiavet.com/pdf/Ecografia_en_Vacas_y_Yeguas.pdf (ecografiavet.com).
- Bo G.A. y Mapletof R. J. 1999. Control del desarrollo folicular y su aplicación en programas de superovulación de donantes de embriones (en línea). Universidad Nacional de Río cuarto, Facultad de agronomía y Veterinaria, Córdoba Argentina. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en:
http://www.produccionbovina.com/información_tecnica/transplante_embrioes/01-control.htm.
- Bo, G. 2002. Dinámica folicular y tratamientos hormonales para sincronizar la ovulación en el ganado bovino (conferencia). XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Córdoba Argentina.
- Bo, G.; Caccia M. 2000. Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino (en línea). Córdoba. Ar., Universidad de Córdoba. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnicas/ecograficas_ultrasonidos/39-ultrasonografia_reproductiva_en_bovino.htm.
- Bo, G.; Moreno, D.; Cutaia, L.; Barucelli, P.; Reis, E. 2004. Manipulacao hormonal do ciclo estral em doadoras e receptoras de embriao bovino (en linea). IRAC (instituto de Reproduccion Animal Córdoba), Córdoba, Argentina; Departamento de proproducao animal, Sau Paulo, Brasil. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en:

<http://www.ufrgs.br/favet/revista/32-suple/ANAIS%20SBTE-2004%20-%20Palestra-Resumos.pdf>.

- Borges, A.; Torres, C.; Ruas J.; Rocha, V.; Carvalho G. 2001. Dinamica folicular ovariana em novilhas mesticas Holandes- Zebu (en linea). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e zootécnica. Consultado 16 de septiembre de 2015. Disponible en www.doaj.org/innopac.wits.ac.za/openurl?genre=journal&issn=01020935&volume=53&issue=5&d.
- Bovinevet. 2013. Ecografía Bovina. (en línea) Consultado 27 mayo 2015. Disponible en <http://www.ecografiabovina.com/> (Ecografiabovina.com).
- Broers, P. 1996. Compendium de reproducción. Editorial Laboratorios. Intervet S.A. España. 249 p.
- Campo, E.; Pipaon, G.; Blanco, S.; Alonso J. 2003. Comportamiento reproductivo del ganado bovino y bufalino (en línea). Facultad de agronomía y Veterinaria, universidad Nacional de Rio Cuarto. Córdoba Argentina. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/11comportamiento_reproductivo_bovino_bufalino.htm.
- Campo, E.; Pipaon, G.; Blanco, S.; Alonso, J. 2003. Comportamiento reproductivo del ganado bovino y bufalino (en línea). Cordoba, Ar., Universidad Nacional de Rio Cuarto. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en

http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/11comportamiento_reproductivo_bovino-bufalino.htm.

- Cunnigan, J. 1995. Fisiología veterinaria. Editorial, McGraw-Hill. Pag. 487.
- Dawson FLM. 1975. Accuracy of rectal palpation in the diagnosis of ovarian functions in the cow. Vet Rec 96:218.
- DeJarnette, M. 1997. Manual de inseminación artificial. Sincronización de estro usando GnRH Y PG. Select Sires inc. USA.
- DeJarnette, M.; y Nebel, R. (2006). Anatomía y fisiología de la reproducción (en línea). Select Reproductive Solution is a trademark of Select Sires Inc. USA. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en: www.selectsires.com/reproductive/reproductive_anatomy_spanish.pdf.
- Derivaux, J. y Ectors, F. 1984. Fisiopatología de la gestación y obstetricia veterinaria. Editorial Acribia. España. 175 p.
- Díaz, 1998. Factores que afectan el funcionamiento ovárico postpartum de la hembra bovina y su importancia zootécnica para el éxito de la empresa ganadera. Seminario. Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Pp 9,10.

- Duchens, M; De los Reyes, M., 2012. Ciclo Estral de la Hembra Bovina (en línea). Consultado: 21 mayo 2015. Disponible en: <http://www.reproduccionanimal.net/v02/wp-content/uploads/2012/01/CICLO-ESTRALvaca.doc> (Reproduccionanimal.net).
- Echeverria L. 2001. La Ecografía como técnica diagnóstica (en línea). Consultado 22 mayo 2015. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
- Evans, A.; Adams, G.; Rawlin, N. 1994. Follicular and hormonal development prepubertal heifers from 2 a 36 weeks of age. *J. Reprod. Fertil.* 102:463-470.
- Farin, P.; Youngquist, S.; Parfet, J.; Garverick, H. 1990. Diagnosis of follicular cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. *Theriogenology* 34:636.
- Fernández, L. 1993. Reproducción aplicada en el ganado bovino lechero. Editorial, Trillas. México. p-p 55-57.
- Fernández, L. 2003. Dinámica folicular: funcionamiento y regulación (en línea). Montevideo, Ur. Consultado 25 sep. 2006. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/23-ondas_foliculares.htm.

- Figuerido, A.; Barros, C.; Pinheiro, O., et al. 1997. Ovarian follicular dynamics in Nellore breed (*Bos indicus*) cattle, *Theriogenology*, Stonehan. 47:1489-1405.
- Fortune, J. 1993. Follicular dynamics during the bovine estrus cycle: a limiting factors in improvement of fertility. *Anim. Reprod. Sci.* 33:111-125.
- Fricke, P. 1995. Aplicaciones prácticas del ultrasonido para el manejo reproductivo en ganado lechero (en línea). Universidad de Wisconsin – Madison, Madison, WI, USA. Consultado 25 de mayo de 2015. Disponible en: www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/ultrasound502-spanish.pdf.
- Gigli, I.; Russo, A.; Agüero, A. 2006. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equinos, bovinos y camélidos sudamericanos (en línea). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Argentina. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en: www.fvte.uba.ar/invet/foliculogenesis1.pdf.
- Ginther O, Wiltbank M, Fricke P, Gibbons J, Kot K. 1996. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biology of Reproduction*, 55, 1187- 1194.
- Gnemmi, G. 2000. La ultrasonografía en ginecología buiátrica (en línea). *Associato bovine-vet.* Italia. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en: www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/01_en_ginecologia_buiatrica.pdf.

- Hafez, E.1989. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. L. Ocampo, C. García, H. Sumano. Quinta edición. Ed. Interamericana McGraw-Hill, Carolina, USA. p 73.
- Hansel, W. y Convey, E. 1973. Physiology of the Oestrus cycle. J.Anim.Sci.pp322-328.
- Henao, D.; Castillo, L.; Olivera, M. 2003. Comportamiento durante el calor y dinámica folicular interestral en vacas BOM (blanco oreginegro) (en línea). Medellin, Col., Universidad de Antioquia, Consultado 26 de junio 2015. Disponible <http://kogi.udea.edu.co/Revista/17/17-1-5.pdf>.
- Holy, L. 1987. Biología de la reproducción bovina. Ed. Científico-Técnica. La Habana. 344p.
- Holy, L. 1987. Biología de la reproducción bovina. Ed. Científico- Técnica. La Habana. 344p.
- Huanca, W., 2002. Aplicaciones de ultrasonografía en reproducción animal (en línea). Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Peru. Consultado 30 de mayo 2015. Disponible en: appaperu.org/appa2002/confpdf/22Confer.pdf.
- Jiménez, C. 2013. Guía para la correcta ecografía rectal en bovinos no gestantes o de gestaciones menores de 6 meses (en línea). Consultado 25 mayo 2015. Disponible en

http://medicinaveterinariaydezootecnia.bogota.unal.edu.co/fileadmin/FVMZ/Servicios/bioetica/Pro_autorizados/007_Guia_ecografia_rectal_en_bovinos.

- Kastelic, J.; Bergfelt, D.; Ginther, O. 1991. Ultrasonic detection of the conceptus and characterization of intrauterine fluid on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology* 35:569-581.
- López, R. 2011. Ultrasonografía aplicada a la reproducción bovina (en línea). Consultado 22 mayo 2015. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3067/1/mv184.pdf>
- Lucy, M.; Savio, J.; Badinga, L., et al. 1992 Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle, *J. Anim.* 70:3616-3616.
- Maldonado Estrada, J; Bolívar, P. 2008. Rational of superovulation and synchronization protocols for bovine embryo transfer: ¿Evidence-based therapeutics or lack of ethics?. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 21(3): 436-450.
- Manrique, J. 1990. Fisiología de la reproducción del ganado lechero (en línea). FONAIAP-Estación Experimental Táchira. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd33/texto/fisiologia.htm>.

- McDonalds, 1981. Reproducción y endocrinología veterinaria. Trad. G. Guerrero. Segunda edición. Ed. Interamericana, S.A. México, D.F. pp 273,274.
- Medina, N; Plasencia, W; Eguiluz, I; Goya, M; Barber, M. . 2004. Adeniosis quística uterina. Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia 31(06): 214-216.
- Mora, G. 2014. Inducción Ciclo estral (en línea). Consultado 25 mayo 2015. Disponible en <http://pt.slideshare.net/gamora2/induccin-ciclo-estral> (Pt.slideshare.net).
- Naokes, E. 1997. Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno. Zaragoza, Esp., Acribia, p. 4-10.
- Noakes, D. E. 1997. Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno. Ed. Acribia, Zaragoza, España. p-p 4-10.
- Palma, G. 2001. Biotecnología de la reproducción. (en línea) Consultado 23 oct. 2015. Disponible en https://books.google.com.pa/books?id=zmHbayu_hfIC&pg=PA203&lpg=PA203&dq=momento+del+ciclo+estral+para+hacer+aspiracion+folicular&source=bl&ots=YKleqLASdk&sig=XYgrlcQHocUZET-xHUfCMu-azr4&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=momento%20del%20ciclo%20estral%20para%20hacer%20aspiracion%20folicular&f=false (Google Books).

- Pascual Mateo, C; Fernández González, I; Luján Galán, M; Rodríguez García, N; Espinales Castro, G; Berenguer Sánchez, A.. 2005. Ectasia quística de la rete testis. Archivos Españoles de Urología (Ed. impresa) 59(1): 55-58.
- Perea F., González R., Cruz R., Soto E., Rincón E., González C., Villamediana P., 1998. Evaluación ultrasonografía de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. (en línea) Consultado 28 de agosto 2015. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27055/2/articulo3.pdf>.
- Pérez M., Rodríguez A., Dorado M., Prieto H., Corral S. y Sanz J. 2004. Dinámica folicular ovárica en vacas repetidoras; estudio ecográfico y perfil de progesterona (en línea). Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Córdoba. España. Consultado 26 de junio de 2015. Disponible en: www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/18_12_57_04PerezMarin.pdf.
- Pierson, R.; Ginther, O.; 1988. Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. Theriogenology 29:21-37.
- Quíntelas Arias, Luis Ángel y otros autores. (2006) "Ecografía y Reproducción en la vaca" Universidad Santiago de Compostela. Servicio de publicaciones e Intercambio científico. p.p 10-96

- Regueiro, M. 2008. Anatomía del aparato reproductor de la hembra (en línea). Consultado 22 mayo 2015. Disponible en: www.mvz.unipaz.edu.com.
- Rippe C. 2009. El ciclo estral (en línea). Consultado: 21 mayo 2015. Médico veterinario, Servicios Técnicos, ABS Global Inc. Disponible en: <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf>
- Roa N., Linares T., Díaz T., Chacín F., 2006. Ondas foliculares ováricas en vacas Brahman y Mestizas (Bos indicus x Bos taurus), ubicadas en los llanos centrales venezolanos (en línea). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas; Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela. Consultado el 28 de agosto 2015. Disponible en <http://bioline.org.br/request?zt06024>
- Rodes, F.; De´ Ath, G.; Entwistle, K. 1995. Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 38:265-277.
- Rodrigues, E. 1991. O ciclo estral de bovinos e métodos de controles (en línea). EMBRAPA, (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). Campo Grande, Brasil. Consultado 26 de junio 2015. Disponible en: www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc48/03cicloestral.htm
- Rosell et al, 2008. Ultrasonografía y su uso en producción animal (en línea). Consultado 22 mayo 2015. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar.

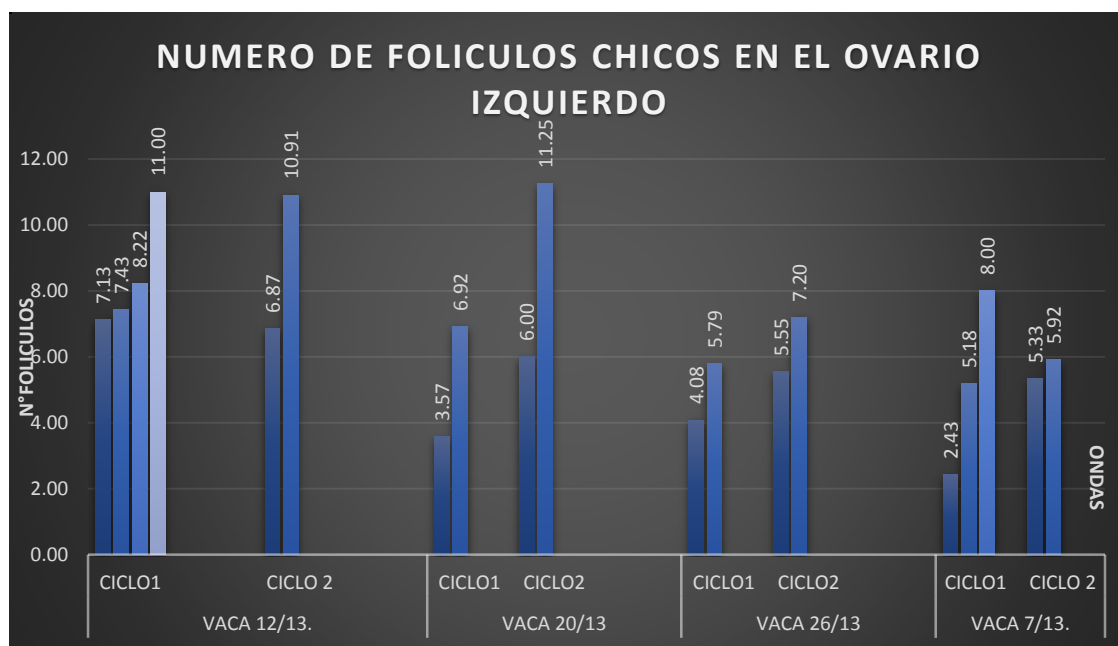
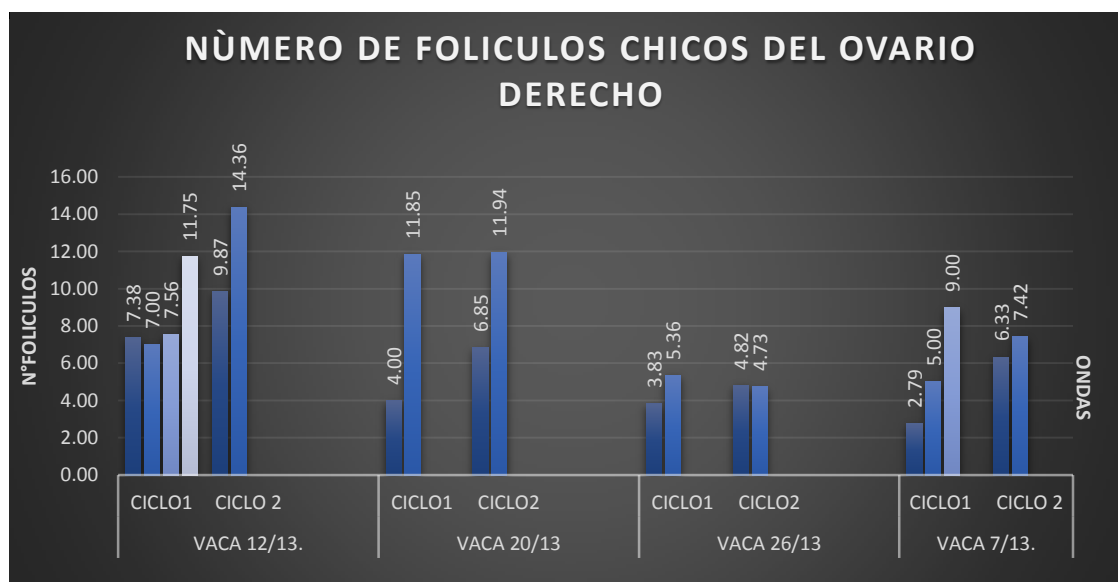
- Sanchez, R.; Alfonso, E, 2000. Ultrasonografía en reproducción animal (en línea). TECNO VET. Chile. consultado 27 de mayo 2015. Disponible en:
http://web.uchile.cl/vignette/tecnovet/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D11514%2526ISID%253D462,00.html
- Serrano J. 2010. Primero fisiología, luego protocolos (en línea). Consultado el: 20 de mayo 2015. Médico veterinario, PROSEGAN productos y servicios ganadero. Santander, Colombia. Disponible en:
<http://jairoserano.com/2010/08/primero-fisiologia-luego-protocolos/>
- Serrano, J. . 2009. Tercera galeria ecográfica | Blog Ganadero - Prosegan | Ganadería Bovina. (En línea) Consultado 27 mayo 2015. Disponible en
<http://jairoserano.com/2010/09/tercera-galeria-ecografica/>
(Jairoserano.com).
- Sevilla, N. 2003. Manual de capacitación de promotores pecuarios (en línea). PROMPIME (Comisión de Promoción de la Pequeña y Mediana Empresa). Consultado 26 de junio 2015. Disponible en:
www.prompyme.gob.pe/tallamac/index.php.
- Silva, A., Reyes, A.; Gambarini, M.; Rumpf, R.; Oliveira, C. 2000. Estudio da dinâmica folicular em novilhas da raza Gir através de ultra-sonografia. Ver. Bras. Reprod. Anim. 25:130-132.

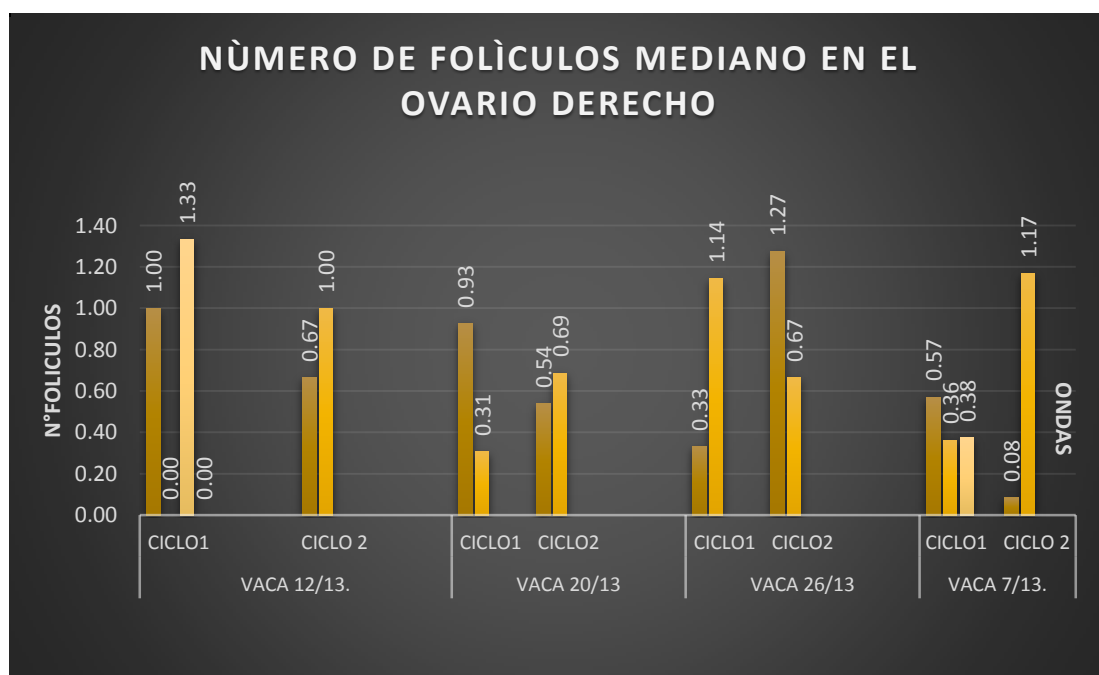
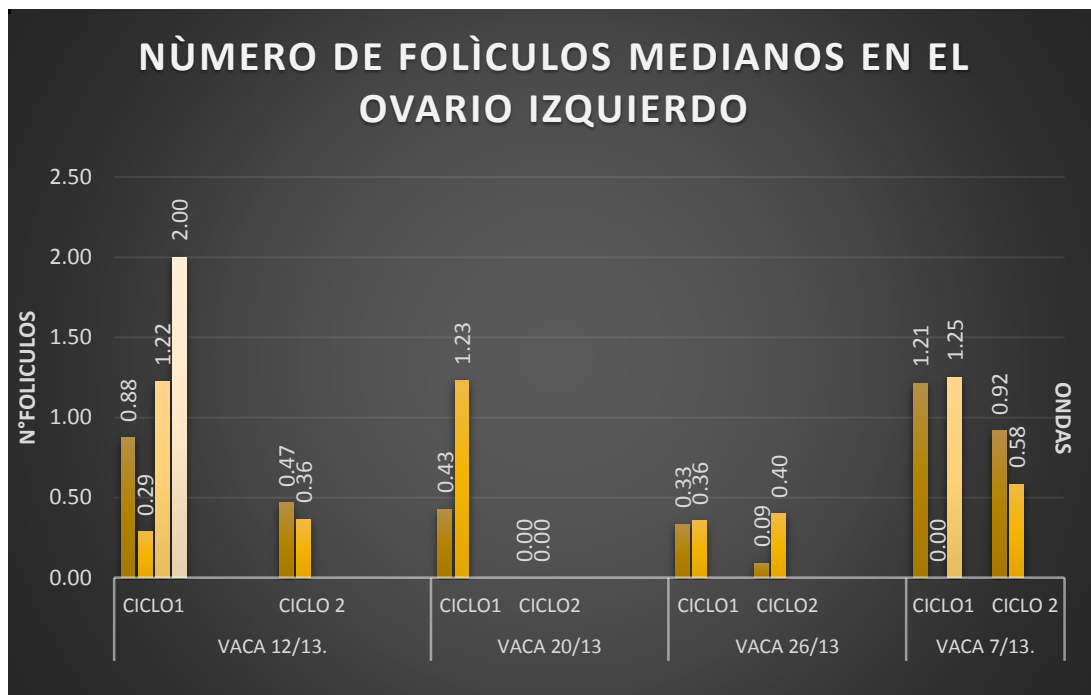
- Silva R. de los Reyes A., Gambarini M., Rumpf R., Oliveira C., Dias B. 2005. Dinamica folicular por ultra-sonografia em novilhas pre-puberes de raza Gir (en linea). Universidad Federal de Goias. Departamento de Producao Animal, Escola de Veterinaria, Goiania, Goias, Brasil. Consultado 21 de mayo de 2015. Disponible en: www.alpa.org.ve/ojs/include/getdoc.php?id=537&article=194&mode=pdf.
- Singh, J.; Pierson, A.; Adams, G. 1997. Ultrasound image attributes of the bovine corpus luteum: structural and functional correlates. J. Reprod. Fertil.109:35-44.
- Sintex. 2005. Fisiología Reproductiva del Bovino (en línea). Consultado: 21 mayo 2015. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.pdf (Producción animal).
- Solis A, 2006. Estudio de la dinámica folicular mediante ultrasonografía en novillas simmental x brahmán. Tesis Lic. Ing. Agro. Panamá, Universidad de Panamá Facultad de Ciencias Agropecuaria. 47p.
- Sorensen, A. 1982. Reproducción animal principios y prácticas. Trad. R.E. Mata. Ed. McGraw-Hill. 539 p.
- Sorensen, A. 1982. Reproducción animal principios y prácticas. Trad. R. E. Mata. Ed. McGraw-Hill. 539 p.

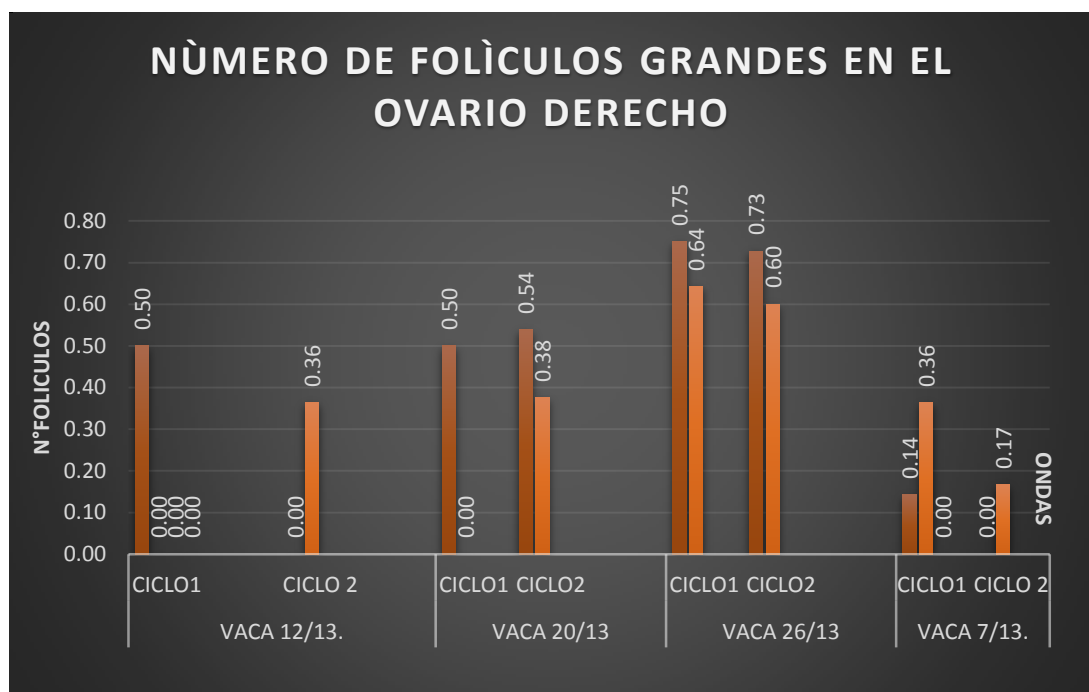
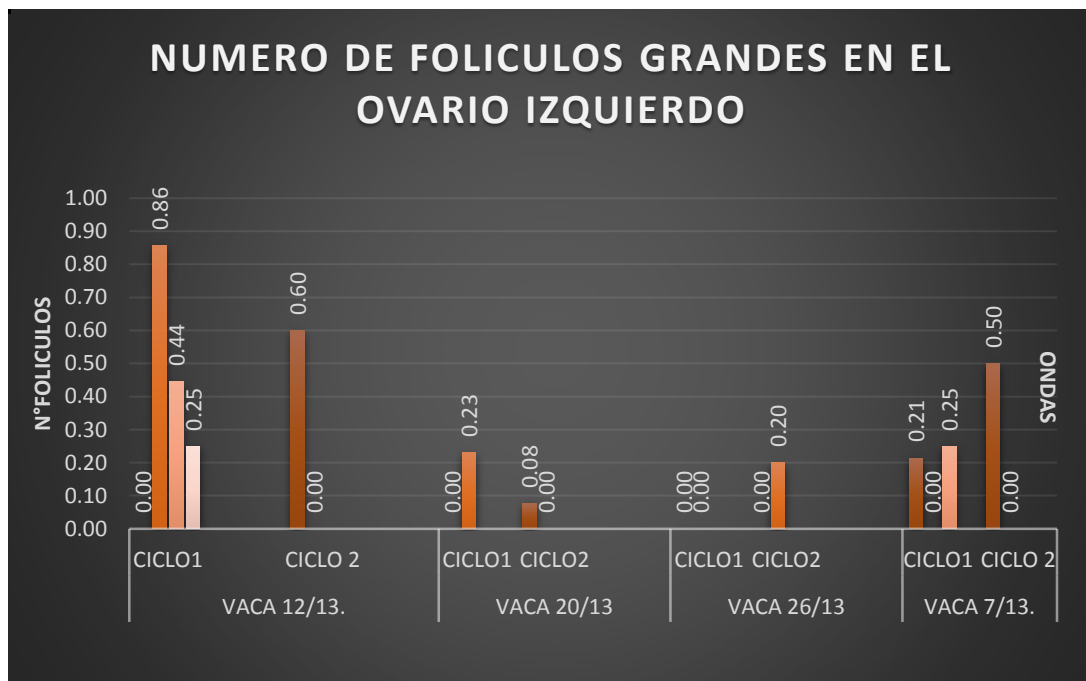
- Urroz, C. 2000. Anatomía y fisiología animal. Ed. Universidad estatal a distancia. San Jose, Costa Rica. p-p 200-205.
- Wiltbank MC, Fricke PM, Sangsritavong S, Sartori R, Ginther OJ. 2000. Sex and the single follicle: mechanisms that prevent and produce double ovulation in dairy cattle. J Dairy Sc; In press.
- Wittke, G., 1978. Fisiología de los animales domésticos. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p-p 145-149.
- Zeitoun, M.; H.F. Rodríguez, and R.D. Randel. 1996. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. Therigenology 45(8): 1577-1581.

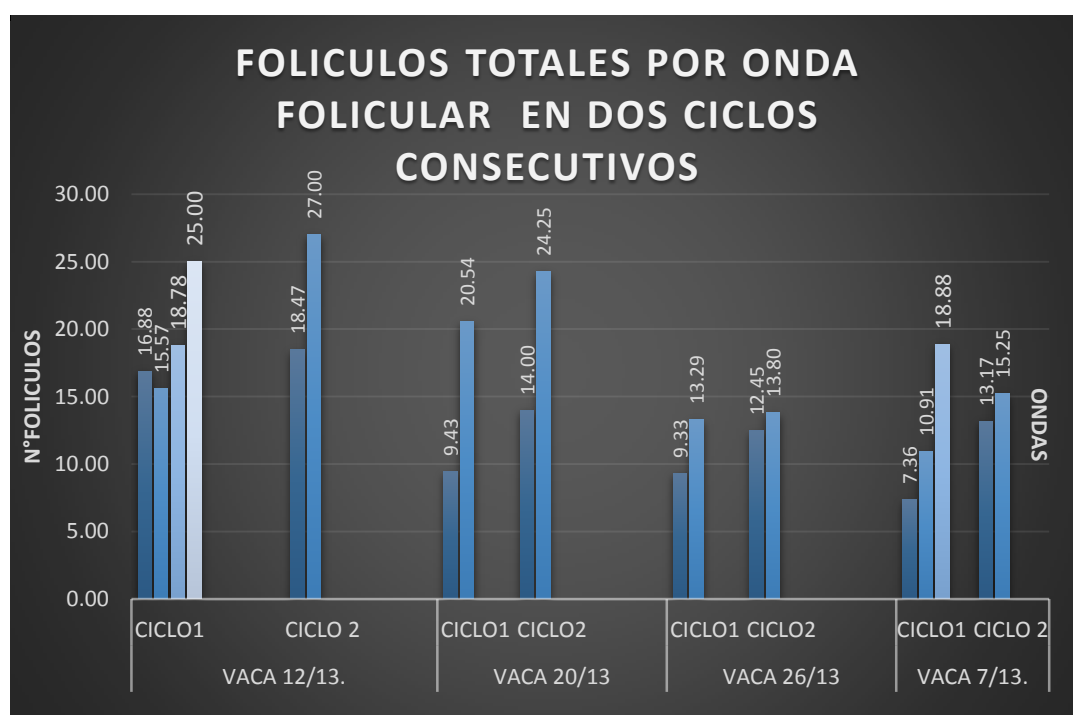
Anexos

PRODUCCIÓN DE FOLÍCULOS POR CADA OVARIO EN LAS DIFERENTE CLASIFICACIÓN (CHICOS, MEDIANOS Y GRANDE) POR ONDA.





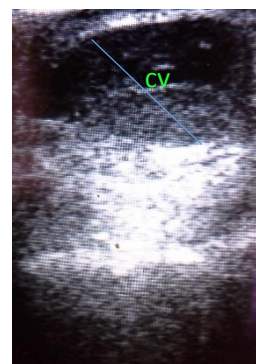
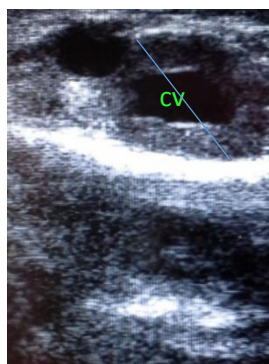
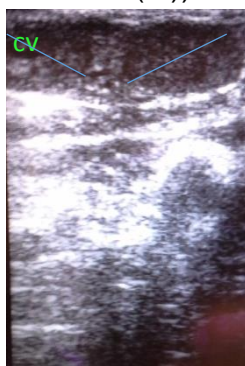
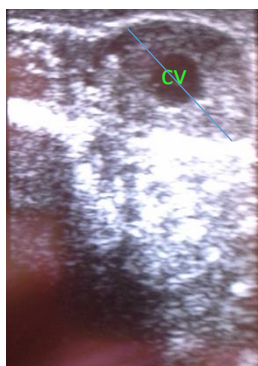


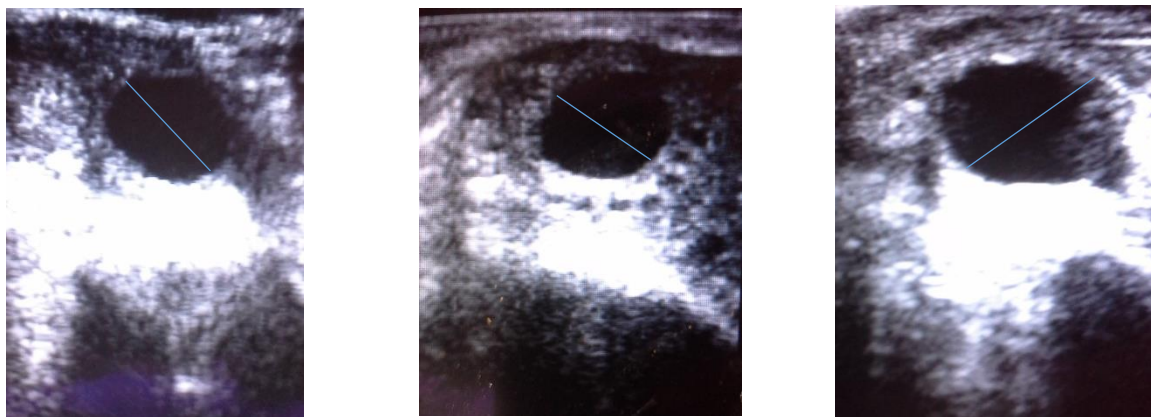




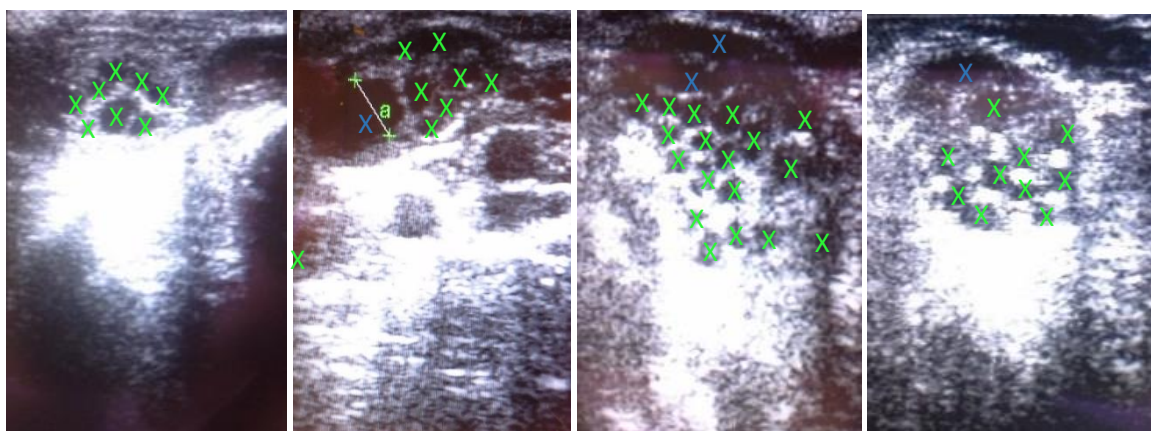
Ultrasonido portátil de la marca SIUI CTS-800.

Cuerpos lúteos cavitarios (cavidad (cv), cuerpo luteo (↘)).



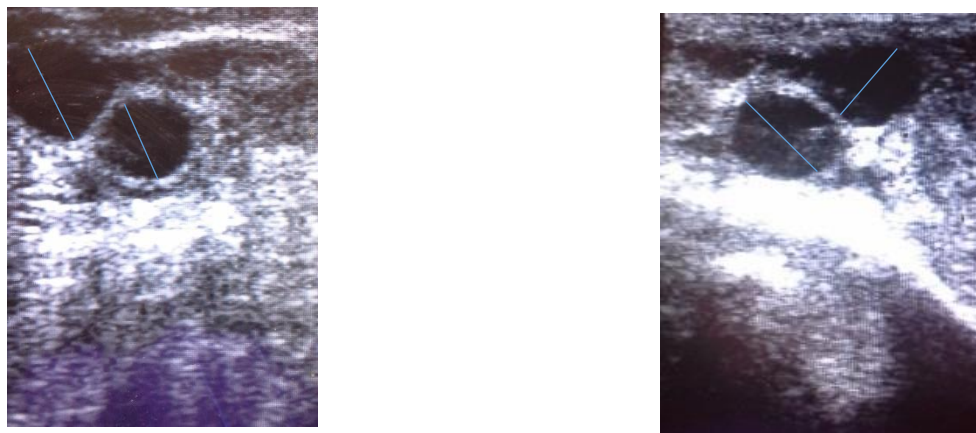


Folículos pre-ovulatorio ≥ 11 mm (—)



Pool de folículos Medianos (6-10 mm) X y chicos X (≤ 5 mm)

Doble folículos pre-ovulatorio(—).





Presencia de estro en las novillas



Estructura de sujeción



Estudio de la dinámica folicular por ultrasonografía rectal

