

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
MEDICINA VETERINARIA - ZOOTECNIA**



**“DINÁMICA FOLICULAR OVÁRICA DEL BOVINO NELORE EN LA  
REGIÓN MADRE DE DIOS”**

**TESIS PRESENTADO POR:**

BACHILLER: CALSIN MAMANI, Rui Angel.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO - ZOOTECNISTA

**ASESOR:**

M.Sc. TITI PACOSONCCO, Jesus Angel.

**PUERTO MALDONADO, 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
MEDICINA VETERINARIA - ZOOTECNIA**



**“DINÁMICA FOLICULAR OVÁRICA DEL BOVINO NELORE EN LA  
REGIÓN MADRE DE DIOS”**

**TESIS PRESENTADO POR:**

BACHILLER: CALSIN MAMANI, Rui Angel.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO - ZOOTECNISTA

**ASESOR:**

M.Sc. TITI PACOSONCCO, Jesus Angel.

**PUERTO MALDONADO, 2018**

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y salud, por que ha estado conmigo siempre en cada paso que doy, brindándome fortaleza para seguir. A mis padres, Pio Calsin Tapara y Juana Mamani Ccacyaccoa, quienes han velado por mi bienestar y educación, siendo mí apoyo en todo momento. A mis queridos hermanos, Rudy Álvaro y Rene Alfredo por su apoyo durante mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir mi vida y por estar siempre en cada momento, por haber puesto en mi vida a aquellas personas que fueron mi soporte durante el periodo de estudio.

A mis padres Pio y Juana, por darme la vida, por creer en mí, gracias por darme una carrera para mi futuro. Como también a mis hermanos Rudy Álvaro y Rene Alfredo, por estar unidos siempre y por apoyarme.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, por ser alma mater de mi formación profesional.

A los docentes que me brindaron sus conocimientos y sus enseñanzas durante mi formación profesional.

A mi maestro mi más sincero agradecimiento, con admiración y respeto al M.Sc. MVZ. Jesús Angel Titi Pacosoncco asesor del presente trabajo de investigación, agradezco por la orientación, supervisión y elaboración del presente trabajo de investigación. Como también al maestro M.Sc. MVZ. Edwin Ormachea Valdez, a ambos por la dirección y colaboración durante la ejecución y redacción del presente trabajo investigativo.

A mis amigos y compañeros de la universidad, Alex Hipólito, Larry Achau que me apoyaron en la ejecución de la investigación, a Yuber, Bacilio, Clinton, Eloy, Segundino, Edith, Yenifer, Juana y demás compañeros por compartir buenos y malos momentos, muchas gracias por estar conmigo todo este tiempo que pasamos en la Universidad, gracias por brindarme su amistad. Como también a la MVZ. Cinthia, amiga y compañera que conocí durante la realización de mis prácticas pre-profesionales, por recibir su apoyo y estar presente siempre. A mi mejor y maravillosa amiga Gyna, por estar siempre apoyándome en los buenos y malos momentos de mi vida.

A la familia Achahui por haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación en su fundo ganadero.

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo el propósito de estudiar la dinámica folicular en ganado bovino (*Bos indicus*). Por lo que se destacan dos puntos importantes: En primer lugar, el nivel sérico hormonal de la reproducción, específicamente la progesterona ( $P_4$ ) y la evaluación del número de ondas foliculares como la duración del ciclo reproductivo en vacas de la raza Nelore. Por otra parte, se identificaron antecedentes relacionados con el objeto de estudio, sin embargo no los has realizados específicamente en la Región de Madre de Dios, siendo este el primer estudio con referencia a la dinámica folicular en ganados bovinos. La importancia de conocer la dinámica folicular ovárica durante el ciclo reproductivo de la vaca, radica en poder establecer protocolos de sincronización de celo y/o la ovulación, además de programas de superovulación con fines de transferencia de embriones para la aplicación de nuevas biotecnologías.

Por último, para llevar a cabo la presente investigación, se sometieron a estudio a vacas de la raza Nelore, habiéndose realizado su previa evaluación reproductiva, mediante el estudio por ecografía reproductiva y la evaluación del nivel sérico hormonal de progesterona, el cual influye en el ciclo reproductivo del bovino.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la dinámica folicular ovárica del bovino Nelore en la región de Madre de Dios; se realizó en el Fundo de la familia Achau, con un área de 121 has, el cual cuenta con una vegetación de la especie *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha* y un manejo semi intensivo. Se estableció el número de ondas foliculares, el nivel hormonal de progesterona ( $P_4$ ) y la duración del ciclo estral; por lo que fueron seleccionadas 8 vacas ginecológicamente sanas, siendo sometidas al método de sincronización Ovsynch según Pursley *et al.* (1995) (1). El análisis de la muestra sanguínea, este se realizó en el “Laboratorio Clínico Promedicas SRL” del departamento de Puno mediante el método de Radioinmuno-análisis (RIA) y la evaluación del ovario fue por ecografía transrectal en 12 momentos. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics centurion XVII. Los resultados indican que el número de ondas foliculares fue 25% con 2 ondas, 62.5% con 3 ondas y el 12.5% presentan 4 ondas. El nivel de progesterona en la fase folicular fue de  $0.29 \pm 0.11$  ng/ml, fase luteal temprana de  $2.34 \pm 0.22$  ng/ml, fase luteal media de  $4.35 \pm 0.41$  ng/ml y para la fase luteal tardía de  $5.44 \pm 0.47$  ng/ml; finalmente, la duración del ciclo estral corresponde a  $22.38 \pm 1.30$  días, con un coeficiente de variabilidad de 6% (menor a 10%) considerado como aceptable dentro del parámetro establecido, por lo que indica que existe una mayor homogeneidad en los valores de la duración del ciclo estral.

**Palabras claves:** Nelore, dinámica folicular, progesterona, ciclo estral.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the ovarian follicular dynamics of Nelore cattle in the region of Madre de Dios; was carried in the Achau family farm, with an area of 121 hectares, which has a vegetation of the *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brizantha* species and a semi intensive management. The number of follicular waves, the hormonal level of progesterone (P4) and the duration of the estrous cycle were established; for which 8 healthy gynecological cows were selected, being subjected to the Ovsynch synchronization method according to Pursley et al. (1995) (one). The analysis of the blood sample, this was carried out in the "Promedicas SRL Clinical Laboratory" of the department of Puno by the Radioimmuno-analysis method (RIA) and the evaluation of the ovary was by transrectal ultrasound in 12 moments. For the analysis of data, the statistical package Statgraphics centurion XVII was used. The results indicate that the number of follicular waves was 25% with 2 waves, 62.5% with 3 waves and 12.5% presented 4 waves. The level of progesterone in the follicular phase was  $0.29 \pm 0.11$  ng / ml, early luteal phase of  $2.34 \pm 0.22$  ng / ml, mean luteal phase of  $4.35 \pm 0.41$  ng / ml and for the late luteal phase of  $5.44 \pm 0.47$  ng / ml; finally, the duration of the estrous cycle corresponds to  $22.38 \pm 1.30$  days, with a coefficient of variability of 6% (less than 10%) considered as acceptable within the established parameter, which indicates that there is a greater homogeneity in the values of the duration of the estrous cycle.

**Key words:** Nelore, Follicular dynamics, Progesterone, Estrous cycle.

## INTRODUCCIÓN

En cuanto a la hembra bovina es poliéstrica anual y cada ciclo dura entre 18 y 24 días, con una variación del celo entre 6 y 18 horas, asimismo, su ovulación tiene lugar entre 24 a 30h después de haber comenzado, como indica Mapletoft *et al.* (1999) (2). Acerca del ciclo reproductivo de la vaca este suele ser independiente de la estación del año (3); desde mediados de 1980, varios investigadores comenzaron a usar en tiempo real la ecografía transrectal para monitorear la dinámica folicular ovárica en los animales domésticos, especialmente en vacunos y caballos (3,4,5). Según Lucy *et al.* (1992) (7), la dinámica folicular podría definirse como un proceso de crecimiento continuo y de regresión de folículos antrales, por lo que todo ello conlleva al desarrollo de un folículo pre-ovulatorio. Borges *et al.* (2001) (8) asegura que en las vacas, la dinámica folicular del bovino se desarrolla en forma de ondas, fueron descritas dos o tres ondas foliculares durante el ciclo estral, por otro lado de dos a cuatro ondas para Viana *et al.* (2000) (9). En el ciclo estral se observan el desarrollo de ondas foliculares, pudiendo presentarse previo a la pubertad (10), durante la gestación y durante el periodo postparto (11). En vacas con dos ondas, la primera surge el día 2 del ciclo y la segunda el día 11, siendo 9 días de intervalo, entre las emergencias de las dos ondas. En ciclos de 3 ondas, estos surgen el día 2, 9 y 16 del ciclo con intervalos de 7 días de onda a onda (8). El nivel sérico de P<sub>4</sub> influye sobre el número de ondas foliculares durante el ciclo estral (11,12), por lo que ciclos de tres ondas tienen la fase luteal más larga (14); por consiguiente los intervalos inter estrales más largos en comparación con ciclos de dos ondas (13). Aun no se tienen antecedentes referentes al estudio de la dinámica folicular en ganados *Bos indicus* en especial de la raza Nelore en la Región Madre de Dios. La presente investigación ha evaluado el crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos para determinar el número de ondas foliculares, el comportamiento del nivel hormonal de progesterona y la duración del ciclo estral, el cual servirá para el aporte al estudio de la fisiología reproductiva del ganado, cuyos datos permitirán aplicar biotecnologías para la reproducción animal y el progreso genético.



## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1 Descripción del problema. ....	1
1.2 Formulación del problema. ....	2
1.3 Objetivos. ....	3
1.4 Variables. ....	3
1.5 Operacionalización de variables. ....	4
1.6 Hipótesis. ....	4
1.7 Justificación. ....	5
1.8 Consideraciones éticas. ....	6
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1 Antecedentes de estudio. ....	7
2.2 Marco teórico. ....	9
2.2.1 Historia de la raza Nelore. ....	9
2.2.2 Algunas características de la raza Nelore. ....	9
2.2.3 Vida reproductiva en el vacuno. ....	10
2.2.4 Ciclo estral bovino. ....	10
2.2.5 Sincronización de celo en vacas. ....	12
2.2.6 Teoría de la dinámica y onda folicular. ....	15
2.2.7 Endocrinología reproductiva del bovino. ....	18
2.2.8 Aplicación de ultrasonido en vacas. ....	19
2.2.9 Métodos de laboratorio para la determinación de hormonas. ....	22
2.3 Definición de términos. ....	23
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	24
3.1 Ubicación del área de estudio. ....	24
3.2 Tipo de estudio. ....	24
3.3 Diseño de estudio. ....	25
3.4 Población y Muestra. ....	25
3.5 Métodos y Técnicas. ....	26
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACION</b> .....	31
4.1 Número de ondas foliculares. ....	31
4.2 Niveles de progesterona. ....	34

4.3 Duración del ciclo estral.....	36
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>SUGERENCIAS .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables. ....	4
<b>Tabla 2.</b> Distribución de animales.....	26
<b>Tabla 3.</b> Periodos de ecografía y toma de muestras de sangre por animal.....	30
<b>Tabla 4.</b> Determinación del número de ondas foliculares en bovinos Nelore.....	31
<b>Tabla 5.</b> Determinación de los niveles de progesterona en bovinos Nelore. ....	34
<b>Tabla 6.</b> Determinación de la duración del ciclo estral en bovinos Nelore.....	36
<b>Tabla 7.</b> ANOVA para niveles de P4 por días. ....	54
<b>Tabla 8.</b> Pruebas múltiple rangos para niveles de P4 por días.....	54
<b>Tabla 9.</b> Comparación múltiple.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema y ejemplo de calendario del método Ovsynch. Adaptado de Pursley <i>et al.</i> (1995). .....	13
<b>Figura 2.</b> Selección de animales. ....	55
<b>Figura 3.</b> Sincronización de los animales seleccionados. ....	55
<b>Figura 4.</b> Materiales y equipos usados. ....	56
<b>Figura 5.</b> Procedimiento de ecografía transrectal. ....	56
<b>Figura 6.</b> Registro de datos. ....	56
<b>Figura 7.</b> Toma de muestra de sangre para el análisis de laboratorio. ....	57
<b>Figura 8.</b> Centrifugando muestras en el laboratorio MVZ. (UNAMAD). ....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Matriz de consistencia.....	50
<b>Anexo 2.</b> Registro de niveles hormonales.....	51
<b>Anexo 3.</b> Registro de crecimiento folicular por ecografía.....	52
<b>Anexo 4.</b> Registro de identificación de animales.....	53
<b>Anexo 5.</b> Ubicación del lugar de estudio.....	54
<b>Anexo 6.</b> Panel fotográfico de la ejecución de la investigación.....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Número de ondas foliculares en vacas de la raza Nelore.....	32
<b>Gráfico 2.</b> Niveles de progesterona (P <sub>4</sub> ) en vacas de la raza Nelore. ....	35
<b>Gráfico 3.</b> Duración del ciclo estral en vacas de la raza Nelore.....	37

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Descripción del problema.**

El desempeño de los hatos bovinos está determinado por la eficiencia reproductiva de las hembras (14,15). Para Roberts (1971) (17), la vida reproductiva de la vaca está marcada desde los inicios de su existencia, esto quiere decir, que desde el desarrollo fetal, la vaca inicia la preparación de su sistema reproductivo; tras el nacimiento, los órganos como los ovarios, ya tienen el potencial para la producción de ovocitos contenidos en sus folículos. Además, hace mención que en el ovario el folículo es catalogado como la unidad fundamental del mismo y son estructuras desencadenantes de los procesos reproductivos y de las fases del ciclo estral, estos procesos están mediados por la compleja interacción de los órganos, denominado eje hipotálamo-hipófisis-ovarios a partir de la liberación de hormonas al torrente sanguíneo.

La producción de ganado bovino en el trópico se desarrolla de manera extensiva y depende, entre otros factores, del estado y la conservación de los pastos (18,19). Dentro de las principales causas de las pérdidas económicas en la producción bovina en condiciones tropicales, se tiene que considerar el retraso en el desarrollo sexual (20), intervalos prolongados entre partos y parto - primer celo (21) y de una pobre tecnificación, constituyendo así mismo, aspectos limitantes (22). Hoy en día existen diferentes tecnologías, factibles de ser implementadas para contribuir al mejoramiento de los animales y de este modo elevar los índices de productividad, como la Inseminación Artificial (IA), considerándose como una técnica que ha contribuido favorablemente en el mejoramiento genético en centros de producción de ganados (23). Sin

embargo, es muy limitada la aplicación de la IA en manejos de tipo extensivos, esto es principalmente debido a la existencia de dificultades en el manejo animal, un comportamiento de carácter arisco, una conducta de celo menos visible, y aún más es el caso del ganado Cebuino cuyo celo es corto y mayoritariamente nocturno (24). Se menciona que una alternativa para permitir la facilidad de manejo y contribuir a reducir los prolongados intervalos entre partos, es la manipulación del ciclo reproductivo haciendo uso de hormonas sintéticas, permitiendo la sincronización de los celos en un grupo de animales, facilitando así el uso masivo de la IA, como herramienta para lograr una mejora genética en los ganados (21).

La problemática radica en que la región de Madre de Dios está en constante crecimiento poblacional y en los últimos años se viene dando menos importancia a la producción ganadera, especialmente a la producción bovina por parte de entidades competentes. Cabe señalar que aún no se aplican biotecnologías reproductivas más allá de la inseminación artificial, debido a los escasos conocimientos en cuanto a fisiología reproductiva y el comportamiento de los niveles hormonales que influyen durante el ciclo estral. Por lo tanto, es fundamental conocer la dinámica folicular ovárica durante el ciclo estral del vacuno de la raza Nelore con la finalidad de establecer algunos programas de inseminación artificial a tiempo fijo además de la transferencia de embriones y otras. Por tanto, el objetivo del estudio fue el de evaluar el nivel hormonal, el crecimiento folicular y la duración del ciclo reproductivo en ganados Nelore.

## **1.2 Formulación del problema.**

¿Cuál es la dinámica folicular ovárica del bovino Nelore en la región Madre de Dios?



### **1.3 Objetivos.**

#### **Objetivo general.**

- Determinar la dinámica folicular ovárica del bovino Nelore en la región Madre de Dios.

#### **Objetivo específico.**

- Determinar el número de ondas foliculares durante el ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.
- Determinar el nivel hormonal de progesterona ( $P_4$ ) durante el ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.
- Evaluar la duración del ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.

### **1.4 Variables.**

#### **Variable independiente**

- Bovino de la raza Nelore.

#### **Variable dependiente**

- Número de ondas foliculares.
- Nivel hormonal de Progesterona.
- Duración del ciclo estral.

## 1.5 Operacionalización de variables.

**Tabla 1.** Operacionalización de variables.

**Variable dependiente:**

Nº	Indicador	Criterios	Definición operacional
1	Número de folículos	Unid	Se realiza el conteo de folículos a desarrollar en el ovario derecho e izquierdo de la raza Nelore. Utilizando un ecógrafo veterinario
	Tamaño de folículos	mm	Es la medida del tamaño de los folículos para determinar las ondas foliculares de la raza Nelore. Utilizando un ecógrafo veterinario.
2	Nivel hormonal Progesterona	ng/ml	Concentración en nanogramos de progesterona/ml de sangre. Análisis de laboratorio por Radioinmunoanálisis (RIA).
3	Duración del ciclo estral	Días	La determinación de la duración del ciclo estral se realiza por inspección visual en los cambios comportamentales y anatómicos.

*Fuente: Elaboración propia.*

**Variable independiente:**

Nº	Indicador	Criterios	Definición operacional
1	Bovinos de la raza Nelore	Unid	Selección de animales de acuerdo a las características zootécnicas de la raza Nelore

*Fuente: Elaboración propia.*

## 1.6 Hipótesis.

La dinámica folicular en bovinos de la raza Nelore de acuerdo a estudios realizados posee de 2 a 4 ondas y cuyos niveles hormonales de progesterona son altas en la fase luteal y bajas en la fase folicular; así mismo, la duración del ciclo estral en promedio es de 21 días, probablemente estas características varíen en comparación con el trópico de Puerto Maldonado.

## 1.7 Justificación.

A pesar de tener varios estudios sobre dinámica folicular en ganados bovinos, es importante ampliar el conocimiento del comportamiento de la función ovárica, los cuales pueden ser alteradas de acuerdo a influencias sobre la manipulación del ciclo estral.

Los conocimientos sobre reproducción animal, constituye un problema no resuelto en la especie bovino, en especial la dinámica folicular, que consiste en determinar las ondas foliculares y la influencia de los niveles hormonales durante el ciclo estral del vacuno de la raza Nelore; por lo que el estudio aportó nuevos conocimientos en cuanto a la investigación de la ganadería bovina en la región de Madre de Dios.

El trabajo de investigación permitió la aplicación de nuevas biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial a tiempo fijo, programas de transferencia de embriones, fecundación in vitro y otros; además, de elevar el progreso genético de los bovinos y por ende el incremento de la producción de carne y leche, mejorando las condiciones de vida para los ganaderos del sector agrario.

Cabe destacar que en la región de Madre de Dios, la producción de ganados bovino está dirigida para la obtención de carne principalmente; por lo que la raza Nelore constituye un avance extraordinario en su genética, para el logro de animales más pesados y con elevados índices de ganancia diaria al menor costo, así mismo, su capacidad de supervivencia y potencialidad de procreación, se adapta a las condiciones climáticas características de la Región, debido a su piel de oscura pigmentación, cubierta con pelo blanco o gris que sirve de protección de los rayos solare; así como de su alta resistencia a las garrapatas (25).

Por otra parte, la variabilidad de las ondas foliculares determina la duración del ciclo reproductivo bovino. Sin embargo, la identificación de la duración del ciclo estral aún continua siendo uno de los mayores problemas

encontrados y no resueltos (18,19), siendo necesario establecer los niveles de concentración sérica de hormonas reproductivas en diferentes periodos del ciclo estral (proestro, estro, metaestro y diestro). A su vez, se indica que la tasa de crecimiento de los folículos en vacas Brahman en clima tropical seco, es de  $0,9 \pm 0,2$  mm/día (28). El comportamiento en novillas Nelore estudiadas por Figueredo, Barros, Pinheiro y Soler en el año de 1997, observaron dos (29,4% y 32%), tres (64,7% y 64%) o cuatro (5,8% y 4%) ondas foliculares por ciclo (29).

## **1.8 Consideraciones éticas.**

Dentro de las consideraciones éticas que se consideraron y respetaron para la obtención de información en el presente estudio fueron: no incurrir en faltas durante la experimentación con los animales, para la selección de las unidades de estudio se hizo en base al mínimo número requerido para la experimentación, considerando la sensibilidad humana, dar el confort requerido para no someter a los animales a una sensación de angustia o de dolor. Sin hacer uso de la aplicación de la eutanasia de los animales seleccionados para los fines investigativos del presente.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de estudio.

En el contexto internacional se tienen varios estudios; en Australia, el investigador Rhodes *et al.* (1995) (30), en la investigación: “Efectos animales y temporales sobre la dinámica folicular ovárica en novillas Brahman” evaluaron el patrón de crecimiento y dinámica folicular en novillas *Bos indicus*, los factores que determinaron la ovulación y la extensión en los cambios podían ser debidos a variaciones individuales del ambiente o ambas; encontrando un porcentaje de 26.5% de novillas con dos ondas foliculares, un 66.7% de novillas con tres ondas foliculares y un 6.8% de novillas con cuatro ondas foliculares. Sin embargo, en otro estudio elaborado por D’Enjoy acerca de: “La Dinámica Folicular ovárica, durante el ciclo estral en vacas Brahman” en el que se evaluó 12 vacas Brahman, cuyo ciclo estral tuvo una duración promedio de  $21,3 \pm 0,7$  días con un rango de 19–24 días. Concluyeron que el 75% de los ciclos estrales evaluados mostraron dos ondas de crecimiento folicular, emergiendo los días  $1,6 \pm 0,4$  y  $8,4 \pm 0,4$  del ciclo respectivamente; mientras que en el ciclo reproductivo de tres ondas, estos emergieron los días 2, 10 y 17 del ciclo estral. Asimismo, la tasa de crecimiento se presenta mayor para el folículo dominante (FD1=  $0,78 \pm 0,1$  mm/d; FD2=  $0,40 \pm 0,1$  mm/d), comparado con en el folículo subordinado (FS1=  $-0,01 \pm 0,1$  mm/d; FS2=  $0,22 \pm 0,1$  mm/d) (31).

En la investigación en cuanto a la dinámica folicular en vacas de la raza Gyr, Moreira Viana *et al.* (2000) (9), investigaron acerca de: “La Dinámica folicular en el ganado cebú” en el que evaluaron el crecimiento folicular ovárico y los niveles séricos de progesterona, reportando ciclos con dos (6,67%), tres (60,00%), cuatro (26,67%) y cinco (6,67%) ondas foliculares, cuyo diámetro

máximo del folículo ovulatorio fue mayor que el diámetro de los otros folículos dominantes en ciclos con cuatro ondas, y mayor que el diámetro del segundo folículo dominante (FD) en ciclos con tres ondas, las vacas mostraron una duración del ciclo estral de  $21,11 \pm 1,76$  y  $22,25 \pm 1,71$  días y niveles de progesterona durante el diestro de  $4,48 \pm 1,45$  y  $5,08 \pm 1,40$  ng/ml entre los ciclos con tres o cuatro ondas. Aclarando que la dinámica folicular en el ganado Gyr se caracteriza por una mayor incidencia de ciclos con tres o cuatro ondas foliculares, asociados a una baja persistencia del FD.

La investigación realizada en Brasil por Coutinho *et al.* (2007) (32), acerca de “La Evaluación ultrasonografica de la dinámica folicular y lútea en vacas de la raza Guzera”, en la que evaluaron la dinámica folicular y la función luteal utilizando ecografía en vacas de la raza Guzerat, en el cual llegaron a obtener una duración del ciclo estral de  $19,10 \pm 1,86$  días, en lo que se refiere a las ondas foliculares, las hembras bovinas Guzerat mostraron porcentajes de ciclos con 3 ondas (50%), ciclos con 2 ondas (37,5%) y 4 ondas (12,5%) respectivamente, además, obtuvieron un diámetro máximo de los folículos dominantes no ovulatorios de  $11,60 \pm 2,37$  mm, y de los folículos ovulatorios de  $14,4 \pm 0,5$  mm. Finalmente, tuvieron una concentración máxima de progesterona de  $5,50 \pm 0,92$  ng/ml en el diestro, concluyendo que las características referentes a la dinámica folicular de la raza Guzerat son similares a otras razas cebuinas.

Con respecto al ámbito nacional, un estudio fue realizado en el departamento de PUNO (Chuquibambilla)-Peru, Quispe A. *et al.* (2013) (33), en el “Estudio ultrasonográfico de la dinámica folicular en vacas Brown Swiss en el altiplano Peruano”, encontró en vacas ciclos con dos ondas (83.3%), tres ondas (11.1%) y cuatro ondas (5.5%) de crecimiento folicular, además de una duración de  $20.5 \pm 2.3$  días para el ciclo estral de vacas de la raza Brown swiss (Bos Taurus)

Cabe indicar que en la región de Madre de Dios, es una región que está en pleno desarrollo en el ámbito de investigación, por lo cual, aún no existen reportes emitidos que hacen referencia al estudio de la dinámica folicular en ganado Nelore.

## **2.2 Marco teórico.**

### **2.2.1 Historia de la raza Nelore.**

Herring *et al.* (1996) (34), fundamenta a partir de pruebas históricas que la existencia de la raza nelore, se remonta a los 2000 a.C., por ese tiempo, los invasores Arios fueron por la árida región de Balukistan y el Punjab para establecerse en las tórridas costas de la india, específicamente en la bahía de Bengala en la región de Madras, trayendo consigo ganados que serían llamados Ongole; cabe señalar que los primeros animales de esta raza al llegar a Brasil, se mezclaron con la sangre Misore y entonces fueron renombrados a “Nelore”. Además, fue a finales de la década de los 80, que los Brasileños mantuvieron la pureza de la raza *Bos indicus*, cuando empezaron a seleccionarlo para la producción de carne.

### **2.2.2 Algunas características de la raza Nelore.**

#### **2.2.2.1 Cualidades de la raza nelore**

Herring *et al.* (1996) (34), señala que la raza Nelore tiene cualidades buscadas y valoradas por lo criadores o productores alrededor del mundo. Asimismo, indica que el valor de la raza Nelore es incuestionable; por lo que a continuación se detallan algunas características principales de esta:

- Las vacas son fértiles y las novillas son precoces sexualmente.
- Los terneros presentan una capacidad de supervivencia.
- Una buena calidad de ubres en vacas. Además que los toros y vacas son longevos de vida reproductiva.
- Una actividad sexual sorprendente de los toros presentando una buena calidad de semen.
- Presenta el prepucio de un tamaño corto esta característica evita las lesiones que pudiera existir.
- Rusticidad de la raza en condiciones ambientales desfavorables.
- La vaca presenta un instinto protector y materno hacia sus crías. Las vacas ya en estado adulto miden 165 cm de largo y 155 cm de altura posterior, con pesos promedios que llegan a 800 kg. Los toros, con 177 cm de largo, 170 cm de altura posterior pasan los 1.000 Kg. de peso.

### **2.2.3 Vida reproductiva en el vacuno.**

La vida reproductiva de las vaquillas empieza con el inicio de la pubertad, en la cual primero se incluye la ovulación y la formación del CL. Asimismo, el inicio de la pubertad incluye la habilidad del hipotálamo para producir la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en suficientes cantidades, además, se promueve un incremento al máximo nivel de la hormona luteinizante (LH) y una posterior ovulación; esto depende de los factores como la raza o genotipo, peso corporal, nutrición y estación del año. Es necesario aclarar que la actividad ovárica disminuye con la edad (senescencia); el 55% de las vacas se considera infértiles a los 13 años de edad (35). Sin embargo, durante su vida reproductiva, las hembras presentan muchos ciclos reproductivos, un ciclo estral es definido como una serie de cambios que ocurren en la mayoría de los mamíferos hembras durante el intervalo, desde un estro al próximo estro (35).

### **2.2.4 Ciclo estral bovino.**

Según Mapletoft *et al.* (1999) (2), la hembra bovina es poliéstrica anual y cada ciclo dura entre 18 y 24 días, además el celo varía entre 6 y 18 horas, con una ovulación que tiene lugar entre 24 a 30 h después de haber iniciado el celo. El ciclo sexual de la vaca suele ser independiente de la estación del año. El estro se observa en promedio cada 21 días, con un rango de 18-24 días (3).

#### **2.2.4.1 Fases del ciclo estral bovino.**

El ciclo estral se divide en dos fases en función de la estructura dominante que está presente en el ovario: folicular y luteínica. En la fase folicular, la estructura primaria presente en el ovario es un FD que produce estradiol. Esta fase es corta (20% del ciclo estral) y transcurre desde el momento de la regresión del CL, hasta la ovulación del FD. La fase luteínica es mucho más larga (80% del ciclo estral), donde la estructura dominante presente en el ovario es el CL que produce progesterona y transcurre desde el momento de la ovulación hasta la regresión del CL (36).



#### 2.2.4.2 Periodos del ciclo estral bovino.

Las etapas del ciclo estral son subdivisiones de las dos fases anteriores, denominadas como proestro y estro dentro de la fase folicular y metaestro y diestro dentro de la fase luteínica.

El **proestro** precede al estro, comienza cuando la secreción de progesterona disminuye como resultado de la luteolisis (regresión del CL) y dura aproximadamente 3 días (días 18-21 del ciclo estral). Dicha regresión del CL se lleva el día 16, producida por acción de la prostaglandina  $F_2\alpha$  ( $PGF_2\alpha$ ), cesando la producción de progesterona. La caída estimula al hipotálamo a liberar rítmicamente la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y esto hace que se libere la hormona folículo estimulante (FSH).

El **celo o estro** es un periodo de receptividad sexual, este da inicio al ciclo ovárico y tiene una duración media entre 15-21 horas (con una amplitud entre 6-24 horas). El estradiol alcanza un nivel muy alto, mientras que la progesterona desciende a niveles mínimos. La ovulación se produce en un intervalo de tiempo entre 24 y 36 horas después del inicio del estro, debido a la alta influencia del estradiol. Dicho estradiol estimula la liberación de GnRH, que a su vez provoca la liberación a nivel hipofisario de la LH.

El **metaestro** es el periodo de formación del CL después de la ovulación, y tiene una duración de 2 a 5 días. Es el final de la fase folicular y el comienzo de la fase luteínica. En esta fase la concentración de todas las hormonas sexuales en sangre son mínimas.

Por último, el **diestro** es la etapa más larga del ciclo estral (entre 10 y 14 días), transcurre desde el día 5 al 18 del ciclo ovárico y es el periodo en que el CL es completamente funcional y la concentración de progesterona es alta y termina con la regresión del CL (36).

## **2.2.5 Sincronización de celo en vacas.**

### **2.2.5.1 Protocolo de sincronización de celo.**

Bo *et al.* (1995) (37), Indica que la sincronización de celo involucra la manipulación o el control del ciclo estral del ganado, con el propósito de que las hembras elegidas dentro de un grupo expresen celo. Cabe indicar que para un estudio de dinámica folicular, se requieren que los animales estén en celo sincronizado o uniforme; para ello es de importancia describir el protocolo ovsynch. Según Perry *et al.* (2002) y Becaluba (2006) (38,39), menciona que la sincronización del celo en el ganado bovino se ha usado para agrupar el celo en un periodo de tiempo determinado y de esta manera obtener un óptimo porcentaje de gestación, la manipulación del ciclo estral surge debido a que ciertos factores relacionados al manejo y al ambiente, afectan la eficiencia reproductiva de los bovinos en producción, esta problemática se intenta resolver mediante diversos protocolos de sincronización de celo utilizando la combinación de tratamientos hormonales. Galina (1991) (40), sostiene que el concepto de sincronización de celos no es igual al concepto de inducción del celo, de modo que la sincronización de celo se refiere al agrupamiento de los celos en un determinado período, mientras que la inducción es provocar al organismo reproductivamente inactivo (anéstricas), para que se inicie su actividad o reduzca un ciclo en uno o más animales. La sincronización de celos se puede lograr por medio de la imitación de la función endocrina (hormonas administradas de manera exógena) del CL o provocando una regresión rápida del mismo (luteolisis).

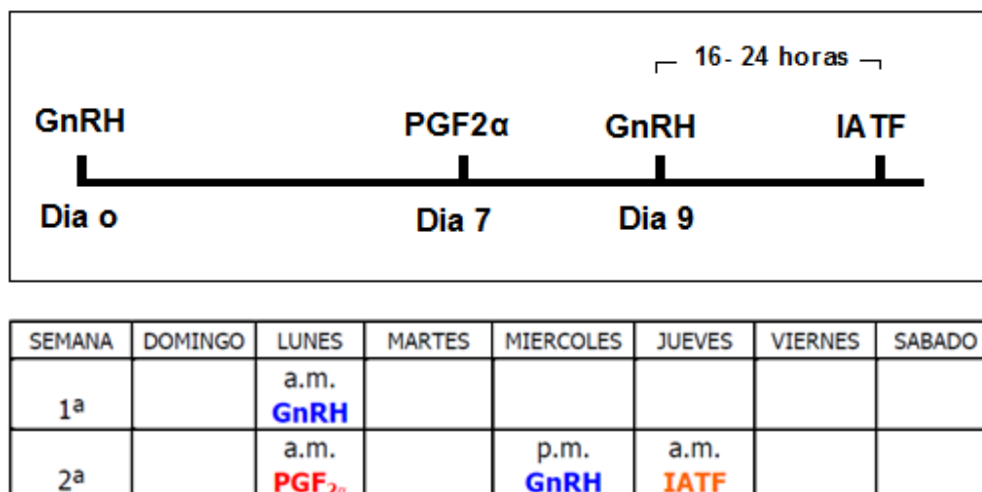
- **Protocolo Ovsynch.**

A mediados de la década de los años 90, comenzaron a hacer uso de diversos protocolos de inducción/sincronización basados en el uso de hormonas de GnRH y PGF<sub>2α</sub>, estos protocolos son conocidos como Ovsynch y Co-Synch. Dichos protocolos de sincronización de celo se han utilizado ampliamente para la IATF en ganados lecheros (1) y en ganados de carne

(41) en los países de EE.UU. y Canadá. En la actualidad estos protocolos lograron extenderse por todo el mundo.

El primer protocolo realizado (1) y uno de los procedimientos más empleados en la actualidad es el protocolo Ovsynch conjuntamente con sus variantes (42). Pursley *et al.* (1995) (1), como también Burke *et al.* (1996) (43), hacen mención que el procedimiento del método Ovsynch consiste en la administración exógena de dos inyecciones vía IM de GnRH (100 µg) los días 0 y 9 del tratamiento y la inyección IM de PGF<sub>2</sub>α (25 mg) entre ambas inyecciones de GnRH (el día 7), procediéndose a la IA a tiempo fijo (IATF) entre las 12 y 18 horas después de la segunda administración del GnRH. La fertilidad es inferior que con celo natural, pero se consigue una ovulación en el 85% de las vacas tratadas entre las 24-32 horas.

**Figura 1.** Esquema y ejemplo de calendario del metodo Ovsynch. Adaptado de Pursley *et al.* (1995).



El fundamento fisiológico para el uso del método Ovsynch fue revisado por Pursley *et al.* (1995) (1). La primera inyección de GnRH tiene la intención de inducir la liberación de la LH y causar el proceso de ovulación de un folículo grande funcional (dominante > 10 mm de diámetro), que induciría el desarrollo de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días más tarde y el

incremento de la probabilidad de tener un gran folículo en crecimiento al momento de la inyección de PGF2 $\alpha$  (44)(45). Otra función de esta primera inyección de GnRH es aumentar el porcentaje de animales sincronizados con una sola inyección de PGF2 $\alpha$ , alcanzándose un porcentaje de sincronización mayor cuando la GnRH se inyecta 6 o 7 días antes de la administración de PGF2 $\alpha$  (46). El periodo de 7 días entre la primera inyección de GnRH y la inyección de PGF2 $\alpha$  se fundamentó en el hecho de que las vacas lecheras lactantes tienen un CL sensible 7 días después del estro.

El fundamento de la segunda administración de GnRH, es la ovulación del folículo preovulatorio, de la onda folicular inducida después de la primera inyección de GnRH, en un momento preciso, a fin de aumentar la sincronía de la ovulación.

El tratamiento con PGF2 $\alpha$ , 6 o 7 días después de la primera administración de GnRH, y la aplicación de una segunda inyección de GnRH entre las 36 y 48 horas después facilita la IATF (1,44). La Inseminación Artificial a tiempo fijo se recomienda entre las 16 y 20 horas después de la segunda administración de GnRH (47).

Diversos estudios demostraron que el protocolo Ovsynch puede ser muy eficaz, de este modo constituye una clara estrategia económica para mejorar el rendimiento reproductivo del ganado lechero de alta producción (43,48,49). Según Brusveen *et al.* (2008) (50), hoy en día, el protocolo de IATF más usado en las granjas lecheras se denomina Ovsynch-56, dicho protocolo mantiene un intervalo de proestro, entre la inyección de la PGF2 $\alpha$  y la última GnRH, de 56 horas. Pursley *et al.* (1997) (48), mencionan que los protocolos Ovsynch han proporcionado porcentajes de fecundidad similares a los que se obtienen en la IA a celo detectado en vacas lecheras.

El protocolo Ovsynch resultó que tiene una fertilidad aceptable para vacas de leche (43,48) y de carne (51).

## **2.2.6 Teoría de la dinámica y onda folicular.**

Durante los años 80, varios investigadores empezaron a usar en tiempo real la ecografía transrectal, para monitorear la dinámica folicular ovárica en los animales domésticos, especialmente en vacunos y caballos (3,4,5).

### **2.2.6.1 Ondas foliculares**

Una onda de crecimiento folicular se desarrolla durante el ciclo estral del bovino que llevará a cabo la ovulación. Una onda folicular completa, constituye el desarrollo sincrónico entre 3 a 6 folículos pequeños, empezando con tamaños de 4 a 5 mm, con la selección de un FD (45,6). A través de una observación constante de ondas foliculares vía ecografía, el bovino tiene en cualquier parte, de una a cuatro ondas foliculares (46,45). Además, los estudios han mostrado que un 95% de ciclos estrales de bovinos contienen dos o tres ondas (45,18,6,47,48,49).

Un animal con 2 ondas foliculares, tendrán la emergencia de las ondas foliculares aproximadamente el día 2 y el día 10 del ciclo estral y un animal con 3 ondas foliculares, tendrán la emergencia de ondas al alrededor de los días 2, 9, y 16 (53). Una cuarta onda es observada y se caracteriza por luteolisis tardía o fracaso para ovular, el número de ondas no parece estar relacionado con los factores tal como la raza, edad, o estación (54).

La primera onda folicular se inicia casi seguida después de la ovulación (en un corto período), posteriormente la segunda onda se inicia entre los 8 a 10 días y la tercera onda cuando el FD está destinado a ovular se inicia aproximadamente en el día 18 del ciclo estral (52). La emergencia de la primera onda normalmente ocurre en los días 0 y 1 del ciclo reproductivo (Día 0 = ovulación), pueden ser detectados hasta 24 folículos (cohorte folicular), de aproximadamente 4 a 5 mm de diámetro. En la fase de crecimiento, los folículos de cada cohorte continúan creciendo por un periodo de 2 o 3 días adicionales (57). Normalmente, un folículo simple es seleccionado y continúa creciendo (folículo dominante), mientras el resto de los folículos (folículos

subordinados) detienen su crecimiento. La selección ocurre cuando el FD es de aproximadamente 8.5 mm de diámetro (10). El FD crece hasta un diámetro de 12-20 mm (fase dominante) aproximadamente, seguido ya sea por atresia u ovulación. En el periodo medio del ciclo estral, el CL esta aún activo, de modo que el FD sufre atresia y una nueva onda folicular emerge. Sin embargo, si el CL regresa, el FD continúa creciendo y ovula; finalmente, las células alrededor de la pared folicular (células de la teca y células granulosa) quedan luteinizadas para la formación del CL (58).

### **2.2.6.2 Dinámica folicular**

La Dinámica Folicular se describe en cuatro pasos: el primero, corresponde al reclutamiento de pequeños folículos antrales; el segundo, al crecimiento de los folículos; el tercero, a la selección de folículos potencialmente ovulatorios; mientras que el cuarto a la dominancia de folículos ovulatorios (7).

#### **2.2.6.2.1 Reclutamiento de Folículos Primordiales**

Como se ha dicho el reclutamiento es la primera fase de la “Dinámica Folicular”, conviene aclarar que la dinámica folicular es el proceso continuo del crecimiento y regresión de los folículos antrales que llevan al desarrollo de la pre-ovulación de un folículo (6,52,53). Se debe mencionar que el reclutamiento de los folículos incluye dos fases: El reclutamiento inicial y el reclutamiento cíclico (61). El primero, incluye la dotación de los folículos primordiales en la vida temprana (el promedio es de 133,000 en el ganado bovino) y manteniéndolos en un estado de descanso (55,56,57,54). Mientras que el segundo, puede ser debido a una liberación de estímulos inhibitorios que mantienen los folículos en estado de reposo o profase I de la meiosis (52,57). Frecuentemente los folículos primordiales sufren atresia o muerte del folículo (56,49). El ovocito empieza a crecer en este punto, pero todavía es inmaduro para la ruptura de la vesícula germinal (61). Si el estímulo gonadal es óptimo, los folículos son entonces “liberados” en la fase de reclutamiento cíclica (63).

#### **2.2.6.2.2 Crecimiento Folicular.**

En este punto el folículo reclutado se vuelve dependiente de las gonadotropinas para la emergencia y el crecimiento de ondas foliculares (60). La Hormona Foliculo Estimulante (FSH) es una gonadotropina requerida para el crecimiento de todos los folículos secundarios (47,53,58). Las concentraciones de la hormona FSH se incrementan el día de la ovulación (día 0), el incremento de esta hormona antecede siempre durante la emergencia de cualquier onda folicular (59,60).

#### **2.2.6.2.3 Selección de Folículos Reclutados.**

Se conceptualiza como selección al proceso de reducir los folículos reclutados a un porcentaje menor para que ocurra la ovulación en una especie-específico (6,53). Los folículos seleccionados empiezan a secretar estrógeno, dando inicio a mecanismos de retroalimentación negativa, regulando las gonadotropinas FSH y LH durante el ciclo. La FSH es decisivo para el desarrollo folicular y la LH es crucial para los folículos ovulatorios (52,58). Al final de una onda, cuando ocurre la ovulación, sobre el folículo las concentraciones de FSH circulantes aumentan 1.5 a 2 veces durante los siguientes 2 días y alcanza un máximo en 12 a 24 horas aproximadamente antes de la emergencia de una onda folicular (67).

#### **2.2.6.2.4 Dominancia de los Folículos Ovulatorios.**

La fase final de la dinámica folicular se le conceptualiza como “la dominancia” (59). En este punto hay una emergencia del folículo más desarrollado que 4 mm o 5 mm de diámetro (52,61,18,58,19). El folículo secundario en desarrollo emerge aproximadamente 6 a 7 horas del primer folículo en desarrollo y ellos continúan creciendo en sincronía con el otro hasta que el folículo en desarrollo alcance aproximadamente a 8.5 mm. (68). El tamaño promedio del FD en animales de dos y tres ondas ha sido reportado aproximadamente cerca de 13 mm y en animales de tres ondas, los folículos dominantes en cada onda respectiva crecen aproximadamente 12 mm, 10 mm y 13 mm respectivamente (53). El FD es definido por este criterio: 1) el folículo dominante en una onda es al menos 1 a 2 mm de largo que el próximo folículo

en desarrollo, y 2) el crecimiento de todos los folículos secundarios en las mismas ondas cesa; la divergencia ocurre cuando los folículos en desarrollo o subordinados detienen su crecimiento (65).

#### **2.2.6.2.5 Ovulación.**

El control hormonal conduce a una secuencia de eventos en el desarrollo del folículo ovulatorio, por lo tanto las hormonas también sostienen la ovulación del FD. Una disminución de la progesterona permite un incremento del estradiol y esto retroalimenta negativamente sobre la GnRH permitiendo liberar LH necesario para la ovulación (69). Algunos investigadores demostraron que el tiempo de ovulación es variable, un estudio realizado posteriormente, mostró que en vacas Holstein la ovulación tuvo un promedio total de  $27.6 \pm 5.4$  horas después del inicio del estro, este promedio incluye todas las ovulaciones tal aquellas inducida por la PGF2 $\alpha$  y aquéllos que fueron espontáneos (70).

#### **2.2.7 Endocrinología reproductiva del bovino.**

El control del ciclo reproductivo de las diversas especies, se ejerce a partir de la interacción entre el hipotálamo, hipófisis, ovarios y el útero (71). Las hormonas son moléculas bioactivas que controlan una amplia variedad de funciones en el cuerpo, incluyendo la gametogénesis y otras funciones sexuales, pero no limitando a los procesos reproductivos como la pubertad (72). En el hipotálamo las células neurales parvicelulares producen la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), que regula la liberación y secreción de LH y la FSH, sin embargo; existe controversias sobre la posible existencia de hormonas liberadoras hipotalámicas separadas para la LH y la FSH, la razón es que no siempre se detectan pulsos claros de FSH, inclusive siguiendo inyecciones pulsátiles de GnRH (64),(73).



### **2.2.7.1 Hormonas reproductivas.**

#### **a) Progesterona**

La progesterona es la principal hormona secretada por el CL, deriva de la transformación del colesterol sanguíneo (lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta densidad (HDL). Los receptores para las lipoproteínas presentes en la célula luteal, permiten la entrada del colesterol a la célula. Entonces este es transformado en pregnenolona en las mitocondrias antes de ser convertido en progesterona por la 3-beta-hidroxiesteroide deshidrogenasa/isomerasa ( $3\beta$ -HSD) (74). Ungerfeld (2002) (75), indica que la progesterona es la hormona de la preñez y es la principal hormona de secreción del CL.

### **2.2.8 Aplicación de ultrasonido en vacas.**

#### **2.2.8.1 Ecografía en la Reproducción.**

La evolución del ultrasonido no es muy antigua. Los primeros estudios reportados de ecografía transrectal fueron realizados por los años 80, varios investigadores empezaron a usar en tiempo real la ecografía transrectal, para monitorear la dinámica folicular ovárica en los animales domésticos, especialmente en vacunos y caballos (3,4,5).

El ultrasonido transrectal dio mejoras en el avance del conocimiento de la reproducción. Como herramienta de manejo, la ecografía transrectal brindo un elemento importante de diagnóstico para dar mejoras en el manejo reproductivo en granjas de leche. Hoy en día hay muchas aplicaciones de la ecografía en la reproducción, la combinación de la ecografía para el diagnóstico temprano de gestación en unión con la determinación de gestaciones gemelares podría resultar el uso más frecuente para esta tecnología (76).

### **2.2.8.1.1 Estructuras Ováricas Como Ayudas Diagnósticas.**

Dentro del examen reproductivo de rutina se debe incluir la observación o su ausencia de las principales estructuras en cada ovario. La palpación rectal es un método preciso para detectar una preñez, pero constituye un método poco confiable para definir los folículos ováricos (77). Por lo tanto la imagen que brinda el ultrasonido nos permite con precisión y rapidez poder evaluar todas las estructuras del ovario (78). Con frecuencia las personas practicantes realizan un escaneo solo del útero, olvidando así el escaneo de los ovarios, esto constituye un error, debido a que los ovarios nos brindan mucha información que podría ser usado para un diagnóstico reproductivo. Así por ejemplo se puede decir que la ausencia o presencia de un CL sirve de ayuda en el diagnóstico de gestación, principalmente en gestaciones tempranas.

### **2.2.8.1.2 Folículos Ováricos.**

A todo el proceso de formación de folículos maduros, que tienen la capacidad de ovular se conoce como foliculogenesis (63). El folículo ovárico es una estructura llena de un fluido, a la vez está rodeado de una capa interna de células de la granulosa como también de una capa externa de células de la teca. El oocito se encuentra suspendida en el antro por células de la granulosa denominado cúmulos oophorous. En veterinaria, la mayoría de ecógrafos pueden escanear folículos desde 2 a 3 mm. Además el crecimiento de estos folículos podría ser seguido por una ecografía seriada (4). La ecografía nos ha permitido de forma no invasiva hacer este tipo de seguimiento durante el ciclo estral del bovino. Mejorando nuestro conocimiento de la fisiología reproductiva.

### **2.2.8.1.3 Ondas Foliculares.**

Los diversos estudios científicos haciendo uso de la ecografía transrectal en bovinos, permitió esclarecer la naturaleza del desarrollo de los folículos antrales (5). Existen estudios que hicieron uso de ultrasonidos que nos revela que el crecimiento de los folículos ocurre en forma de ondas, cada onda culmina con la presencia de un folículo de tamaño grande.

Cada onda folicular comienza con la emergencia de un grupo de pequeños folículos exactamente antes del día de la ovulación. Al paso de los días solo uno, dentro del grupo de folículos continúa su crecimiento, de esta manera se hace dominante, llamado folículo dominante, y los demás son denominados folículos subordinados; todo ello ocurre dentro de una onda folicular. Es así que solo el FD continúa su crecimiento y los demás llegan a la atresia. En ciclos con dos ondas la segunda onda emerge el día 10 después de la ovulación, y en ciclos de 3 ondas, una tercera onda emerge el día 1 después de la ovulación. Para ambos casos de estos ciclos, el folículo que llegara a ovular será de la última onda que exista (5).

Existen factores que puedan influenciar en el número de ondas dentro de un ciclo estral, en ganados de leche incluye la ingesta en la dieta, número de parición, la edad, y el estado de lactancia (7).

#### **2.2.8.1.4 Cuerpos Lúteos.**

El CL es una glándula endocrina que permanece de manera temporal, formado a partir de los tejidos del folículo tras la ovulación. De esta manera podría ser observado como la etapa final dentro del desarrollo folicular. Algunos cuerpos lúteos aparecen como masas de tejido sólido, otras con cavidades de fluidos. El 79 % de los cuerpos lúteos en vaquillas en base a exámenes, presentaron cavidades desde menos de 2 mm a más de 10 mm de diámetro en algún momento dado del ciclo estral e inicio de la preñez (72,5).

El CL dentro de las características del ultrasonido como el diámetro transversal, el área luteal y su ecogenicidad, han sido relacionados con la estructura y el funcionamiento de este (73,72,5). Aun con el uso del ultrasonido en la reproducción es difícil poder distinguir entre un CL en desarrollo con uno en regresión (81).

## **2.2.9 Métodos de laboratorio para la determinación de hormonas.**

### **2.2.9.1 Técnicas para determinación hormonal**

Basu *et al.* (2006) (82), mencionan que se han venido integrando diversas técnicas con el propósito de poder establecer los perfiles hormonales en sangre, técnicas como el inmunoensayo de fluorescencia con resolución temporal (TRFI), el radio-inmunoensayo (RIA), el inmunoensayo de quimioluminiscencia (CLIA), el inmunoensayo de polarización fluorescente (FPI) y el ensayo de inmunoabsorción ligado a enzima (ELISA). Todas estas técnicas emplean un ligando y un aglutinante, en donde la cuantificación de una sustancia depende de la saturación progresiva de un aglutinante específico para ella, como de la determinación de la distribución de sus fases y libres, esto se realiza empleando un sistema indicador de la unión, ya sea por fluorescencia (inmunofluorescencia), radioactividad (RIA) o por enzimas (ELISA) (83). Aunque Basu, *et al.* (2006) (82), establecen que las técnicas CLIA y TRFI son más sensibles, y no son prácticos para su uso en diagnóstico clínico, por lo que las técnicas de ELISA y Radioinmunoensayo son las que más se emplean.

Según Karir T. *et al.* (2009) (84), consideran que la técnica Radioinmunoensayo (RIA), se basa por la existencia de competencia entre una hormona marcada con otra no marcada, por un escaso número de sitios de unión sobre la molécula de anticuerpo, para ello se hace la reacción de cantidades conocidas del anticuerpo con cantidades conocidas de la hormona marcada con un hisopo marcador, solamente variando las concentraciones de la hormona presente en la muestra para el análisis. Tras el paso de un tiempo óptimo de incubación, se procede a separar las partes unidas y libres mediante un lavado, y se hace la determinación de la radioactividad residual usando un equipo especialmente diseñado, de esta manera se establece que a mayor radioactividad residual, es menor la concentración de la hormona en la muestra estudiada.

## 2.3 Definición de términos.

**CLIA:** Inmunoensayo de quimioluminiscencia.

**CL:** Cuerpo lúteo.

**ELISA:** Ensayo de inmunoabsorción ligado a enzima.

**FD:** Folículo dominante.

**FS:** Folículo subordinado.

**FSH:** Hormona folículo estimulante.

**GnRH:** Hormona liberadora de gonadotropinas.

**HDL:** Lipoproteínas de alta densidad.

**IATF:** Inseminación artificial a tiempo fijo.

**LDL:** Lipoproteínas de baja densidad.

**LH:** Hormona luteinizante.

**PGF<sub>2</sub>α:** Prostaglandina F<sub>2</sub> alpha.

**RIA:** Radio-inmunoensayo.

**TRFI:** Inmunoensayo de fluorescencia con resolución temporal.

**P<sub>4</sub>:** Progesterona.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Ubicación del área de estudio.**

El estudio se realizó en el Fundo de la familia Achauí, ubicado en el distrito de Tambopata, provincia de Tambopata de la región de Madre de Dios, a 15 km de la carretera Puerto Maldonado- Cusco, presenta una altitud de 208 msnm, latitud sur de 12°39'45" y longitud oeste de 69°15'41", con una temperatura media anual de 25.4°C. El estable cuenta con un área de 121 has de pastos, con vegetación mayoritaria de la familia Poaceae, encontrando especies de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha*. El tipo de producción que maneja el estable es semi intensivo.

### **3.2 Tipo de estudio.**

La investigación corresponde al modelo experimental, consistió en evaluar el crecimiento y desarrollo de los folículos para determinar el número de ondas foliculares; así mismo, se determinó el nivel hormonal de progesterona ( $P_4$ ) durante el ciclo estral de las vacas de la raza Nelore; finalmente se determinó la duración del ciclo estral de los animales estudiados.

### 3.3 Diseño de estudio.

Para determinar el número de ondas foliculares, el nivel hormonal de P<sub>4</sub> y duración del ciclo estral en bovinos Nelore, se realizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA), una prueba de Chi cuadrado y una estadística descriptiva respectivamente, el modelo estadístico es el siguiente.

$$X_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

**X<sub>ij</sub>** = Variable respuesta.

**μ** = media general.

**A<sub>i</sub>** = efecto del factor número de ondas foliculares y/o niveles hormonales y/o duración del ciclo estral en bovinos Nelore.

**ε<sub>ij</sub>** = efecto residual.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico Statgraphics centurión XVII.

### 3.4 Población y Muestra.

#### 3.4.1 Selección de animales en estudio.

Se utilizaron 08 hembras de la raza Nelore (multiparas). Antes de iniciar el estudio, los animales entraron a una evaluación ginecológica mediante palpación rectal, a una evaluación de condición corporal y a un examen clínico general (85).

Se evaluaron animales con una condición corporal (CC) de 5 a 7, donde el puntaje del 1-3 representa una condición flaco, 4 representa el límite entre la condición flaca y óptima, del 5 al 7, representa una condición óptima y del 8-9, representa a animales gordos, en la escala del 1-9, establecida por Lowman, *et al.* (1976) (86).

Todas los animales seleccionados fueron alimentados en base a un sistema de pastoreo con pasto *Brachiaria brizantha* y/o *B. decumbens*, mas aporte de sal y acceso libre a agua.

La distribución de los animales se muestra, ver tabla 4.

**Tabla 2.** Distribución de animales.

Animales	Muestreo de sangre	Observación de celo	N° de Ecografías	
			Ovario Derecho	Ovario Izquierdo
Vaca Nelore 1	5	2	12	12
Vaca Nelore 2	5	2	12	12
Vaca Nelore 3	5	2	12	12
Vaca Nelore 4	5	2	12	12
Vaca Nelore 5	5	2	12	12
Vaca Nelore 6	5	2	12	12
Vaca Nelore 7	5	2	12	12
Vaca Nelore 8	5	2	12	12

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5 Métodos y Técnicas.

Antes de iniciar la presente investigación, se procedió a seleccionar a los animales al azar para el estudio. Se tomó en cuenta 5 criterios para la selección de animales:

- Animales clínicamente sanos.
- Animales con una condición corporal de entre 5 y 7.
- Animales ginecológicamente sanos.
- Animales con periodos posparto no menores de 60 días y ovarios funcionales.
- Animales no gestantes (se realizó un diagnóstico de preñez por ecografía transrectal).

Los animales seleccionados entraron en un tratamiento de sincronización de celo con el propósito de iniciar la evaluación de la “Dinámica folicular” de manera simultánea. El protocolo usado fue el Ovsynch según Pursley *et al.* (1995) (1).



El protocolo Ovsynch se detalla a continuación:

- **Día 0**, se administró una inyección de GnRH 100ug
- **Día 7**, se administró PGF-2 $\alpha$  25mg
- **Día 9**, se administró GnRH 100ug, para inducir el celo y una ovulación.
- **Día 10**, día de celo. (Será el inicio para el comienzo de la investigación).

### **3.5.1 Procedimiento para determinar la dinámica folicular**

#### **3.5.1.1 Determinación de los niveles hormonales.**

La determinación de los niveles hormonales fue de la siguiente manera:

##### **a) Toma de muestras de sangre:**

Se realizó en diferentes momentos dentro del ciclo reproductivo del bovino. El intervalo de la toma de muestras de sangre fue de 5 días hasta completar su ciclo reproductivo.

##### **Procedimiento:**

A las 08 vacas seleccionadas de la raza Nelore se colectaron diferentes muestras de sangre (5 ml) se realizó punción sobre la vena coccígea, para ello se hizo uso de agujas 21G x 1 ½ como también jeringas estériles de 5 ml; posteriormente la muestra fue contenida en tubos vacutainer estériles sin anticoagulante. En el laboratorio de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios fueron centrifugadas las muestras de sangre a 2500 rpm durante 15 minutos, con el propósito de separar el suero de los elementos formes; el suero se almaceno en viales y se mantuvo en congelación a una temperatura de (-20°C) hasta la posterior determinación hormonal de Progesterona (P<sub>4</sub>), mediante la prueba de Radio-Immuno-Análisis (RIA) en el "Laboratorio clínico Promedicas SRL" del departamento de Puno, garantizando así los resultados.

##### **b) Determinación Hormonal en laboratorio.**

Las muestras se remitieron al Laboratorio clínico PROMEDICAS SRL garantizado así los resultados de la presente investigación.

➤ **Radioinmunoensayo (RIA).**

Se determinó la hormona Progesterona (P4) por que constituye un factor imprescindible para la iniciación y regulación de la gestación, porque contribuye en mantener el CL y controla el ciclo estral durante el diestro (87).

**3.5.1.2 Determinación del número de ondas foliculares por ecografía transrectal.**

El examen ecográfico de los ganados (no gestantes o vacías) se hizo vía transrectal, debido a que las ondas de ultrasonido son incapaces para penetrar hasta dicho órgano (ovario) desde la piel.

Para la gráfica de las ondas foliculares se realizó la ecografía en 12 momentos durante el ciclo estral en días intercalados tomando mediciones para evaluar el desarrollo y crecimiento folicular.

La evaluación del ovario de las vacas se realizó durante el periodo de la experimentación utilizando un ecógrafo portátil veterinario CONTEC modelo CMS600S-VET con un transductor lineal a una frecuencia de 7.5 MHz. en 12 momentos durante el ciclo estral.

**Procedimiento:**

**a.** En primer lugar, el animal fue sujetado en la manga del corral, con el propósito de evitar posibles accidentes. Luego se prosiguió a la colocación del guante obstétrico veterinario para el proceso de ecografía de los ovarios.

**b.** El transductor del ecógrafo se cubrió con un protector que contenía gel para ecografía, se verifico que el gel estuviese en contacto con la totalidad de la superficie del transductor para facilitar el paso de las ondas de ultrasonido emitidas por los cristales piezoeléctricos.

**c.** Se colocó lubricante (aceite mineral) encima del guante de palpación para poder introducir la mano. La cola del animal se levantó de manera dorsal, se

introdujo un dedo dentro del ano, se prosigue a introducir los demás dedos de manera suave y cuidadosa para poder ir dilatando lentamente el esfínter anal. Cuando existe peristalsis se recomienda detener la mano y esperar a que la onda peristáltica del recto pase (no luchar con la peristalsis).

**d.** Una vez introducida la mano se procedió a la ubicación de las partes del tracto reproductivo. La cérvix es ubicada inicialmente como guía de referencia para ir en seguida hacia adelante hasta los cuernos uterinos (derecho e izquierdo), nos guiamos hasta llegar al ovario derecho e izquierdo. El transductor es colocado encima de cada ovario para poder observar sus estructuras (forma y tamaño). Cuando logremos tener una imagen ecográfica bien diferenciada se procede a congelar dicha imagen para poder obtener medidas del diámetro de las diferentes estructuras ováricas (folículos en crecimiento y CL). Las imágenes obtenidas fueron guardadas en una memoria externa de cada uno de los momentos realizados de ecografía, posterior a ello fueron minuciosamente interpretados para los resultados de la investigación.

**e.** Después de culminar el procedimiento y tras haber obtenido las imágenes de las estructuras ováricas, se procede a retirar el transductor, conjuntamente con la mano por encima sujetándolo firmemente.

**f.** Liberamos al animal de la sujeción realizada al iniciar el procedimiento, nos quitamos los guantes y depositamos estas mismas en bolsas de desecho.

Conviene indicar que este procedimiento de ecografía ovárica se realizó de manera interdiaria a cada uno de los animales seleccionados dentro de la investigación. Se obtuvieron medidas del diámetro de los diferentes folículos en crecimiento en cada onda folicular dentro del ciclo estral del bovino. En la siguiente tabla se muestra los momentos para la toma de ecografía y para la toma de muestra de sangre durante el ciclo estral de los animales seleccionados.

**Tabla 3.** Periodos de ecografía y toma de muestras de sangre por animal.

<b>Días del ciclo estral</b>	<b>Momentos para toma de ecografía</b>	<b>Momentos para toma de muestra de sangre</b>
Día 0	M 1	M 1(día 0)
Día 02	M 2	
Día 04	M 3	
Día 06	M 4	M 2(día 5)
Día 08	M 5	
Día 10	M 6	
Día 12	M 7	M 3(día 10)
Día 14	M 8	
Día 16	M 9	
Día 18	M 10	M 4(día 15)
Día 20	M 11	
Día 22	M 12	
Día 24	M 13	M 5(día 21)

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.5.1.3 Determinación de la duración del ciclo estral:**

El ciclo estral de la vaca es un ciclo que se repite cada 21 días en promedio, pero su duración real depende del número de oleadas foliculares que se presenten en él. Así, se menciona que los ciclos de 3 oleadas tienen una duración entre 22 y 23 días, y los ciclos de 2 oleadas una duración entre 19 y 20 días; de allí que resulta 21 días en promedio. La determinación de la duración del ciclo estral en los animales fue por observación directa de los cambios comportamentales y cambios físicos.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 4.1 Número de ondas foliculares.

En el estudio se encontró que el 25% de los animales presentan 2 ondas foliculares, así mismo el 62.5% de animales presentan 3 ondas foliculares y finalmente el 12.5% de los animales presentan 4 ondas foliculares, los cuales se muestra en la tabla 4; por lo que los resultados obtenidos en la presente investigación fueron similares a Figueiredo *et al* (1997) (29), en la investigación “Dinámica folicular ovárica en ganado de raza Nelore (Bos indicus)” encontró en novillas de la raza Nelore, dos (29.4%), tres (64.7%) y cuatro (5.8%) ondas foliculares por ciclo Demostrando así que el ganado de la raza Nelore se caracteriza por tener 3 ondas foliculares durante el ciclo estral.

**Tabla 4.** Determinación del número de ondas foliculares en bovinos Nelore.

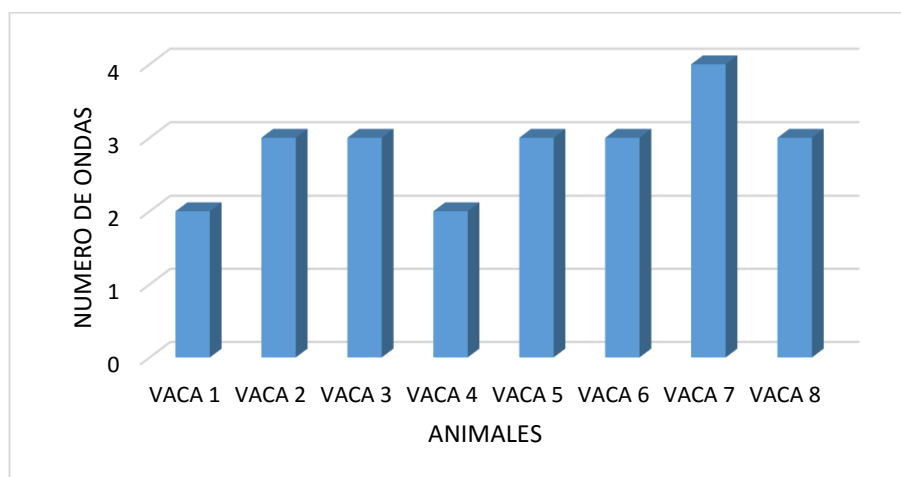
Número de animales	Numero de ondas foliculares						$\bar{X} \pm D.S$	C.V
	2	%	3	%	4	%		
<b>8</b>	n= 2	25	n = 5	62.5	n =1	12.5	2.88 ± 0.64	22

Dónde: n= Numero de animales;  $\bar{X}$  = Promedio de ondas foliculares; D.S. = Desviación Estándar; C.V = Coeficiente de Variabilidad.  $p < 0.05$

Los resultados obtenidos de la cantidad de animales por onda folicular que presentaron, sometidos a una prueba de Chi cuadrado no muestran diferencia estadística significativa, lo que demuestra que no existe diferencia estadística para vacas de dos, tres o cuatro ondas foliculares. Esto es debido al pequeño tamaño muestral con la que trabajo la presente investigación. Por el contrario

el porcentaje de animales presentes en cada onda folicular (2 ondas=25%; 3 ondas=62.5% y 4 ondas=12.5%) si existe una diferencia apreciable.

**Gráfico 1.** Número de ondas foliculares en vacas de la raza Nelore.



En el Gráfico 1 se puede apreciar el número de ondas foliculares como sigue; 2, 3 y 4 ondas foliculares obtenidos tras una evaluación del crecimiento folicular por ecografía durante el ciclo estral de cada uno de los animales estudiados.

Este comportamiento se debe a que la dinámica folicular puede variar por efectos ambientales y estados fisiológicos de hembras *Bos indicus* que impiden establecer un patrón específico de dinámica folicular para cada raza y etapa fisiológica. (88).

Rhodes *et al.* (1995) (30), en la investigación “Efectos animales y temporales sobre la dinámica folicular ovárica en novillas Brahman” evaluaron el patrón de crecimiento y dinámica folicular en novillas de la raza Brahmán encontrando que un 26.5% presentan dos ondas foliculares; el 66.7% de novillas con tres ondas foliculares y un 6.8% de novillas con cuatro ondas foliculares. Moreira Viana *et al.* (2000) (9), en la investigación “Dinámica folicular en el ganado cebú” reportaron en vacas de la raza Gyr (*Bos indicus*) ondas foliculares de dos (6,67%), tres (60,00%), cuatro (26,67%) y cinco (6,67%), demostrando así que el ganado Gyr se caracteriza por una mayor incidencia de ciclos con tres o cuatro ondas foliculares. Asimismo, Coutinho

*et al.* (2007) (32), en su investigación “Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular y lútea en vacas de la raza Guzera.” Llegaron a obtener en hembras bovinas Guzerat, porcentajes de ciclos con 3 ondas (50%), ciclos con 2 ondas (37,5%) y 4 ondas (12,5%) respectivamente.

El crecimiento de los folículos en el ovario se da en forma de ondas, denominada ondas foliculares, dichas ondas están conformadas por una cohorte de folículos previamente seleccionados, para crecer a partir de las reservas en reposo, de manera que estos inician un crecimiento rápido bajo el estímulo de la FSH, se evidencia en ellos un incremento del ácido ribonucleico mensajero (RNAm) para la enzima aromatasa P450, que es responsable del proceso de biotransformación de andrógenos en estradiol (E2) (58,81). Se establece una competencia por la dominancia entre los folículos reclutados en cada onda, por la cual solamente uno de la cohorte folicular adquiere el desarrollo funcional y estructural, permitiéndole seguir creciendo en un ambiente de nivel bajo en la concentración de gonadotropina, simultáneamente sus compañeros de la cohorte sufren el proceso de atresia folicular (89).

Sin embargo, en ganados *Bos Taurus*, Quispe A. *et al* (2013) (33), en la investigación “Estudio ultrasonográfico de la dinámica folicular en vacas Brown Swiss en el altiplano Peruano”, encontraron ciclos con dos (83.3%), tres (11.1%) y cuatro (5.5%) ondas de crecimiento folicular para vacas de la raza Brown swiss.

Ginther *et al.* (1996) (90), sugirieron que la aparición de una tercera onda está relacionada con una fase luteal más prolongada, que la duración de la fase luteal es uno de los principales factores que determinan el número de ondas de crecimiento folicular y que el momento de la luteólisis en relación al surgimiento de la segunda onda parece determinar si el ciclo tendrá dos o tres ondas de crecimiento folicular. Para mayor apreciación en el ovario, el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-I) realiza un estímulo en la proliferación de células de la granulosa, promueve la esteroidogénesis, la

folículoogénesis, la ovulación, la fertilización, la implantación y finalmente el desarrollo embrionario (82,83). Por lo que el IGF-I además puede mediar el efecto estimulador de FSH sobre la proliferación de las células de la granulosa, produciendo de esta manera un aumento gradual del crecimiento del folículo hasta la formación del antro (93). Podemos indicar que puede deberse a ello el crecimiento de los folículos por onda.

## 4.2 Niveles de progesterona.

En el presente estudio se encontró en la fase folicular una media de  $0.29 \pm 0.11$  ng/ml, para la fase luteal temprana (FLtp) una media de  $2.34 \pm 0.22$  ng/ml; para la fase folicular media (FLm) una media de  $4.35 \pm 0.41$  ng/ml y para la fase folicular tardía (FLtr) una media de  $5.44 \pm 0.47$  ng/ml. Es decir los niveles de progesterona en vacas de la raza Nelore fueron bajas durante la fase folicular debido a la regresión del cuerpo lúteo, incrementándose a través de la fase luteal temprana hacia la fase luteal tardía. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

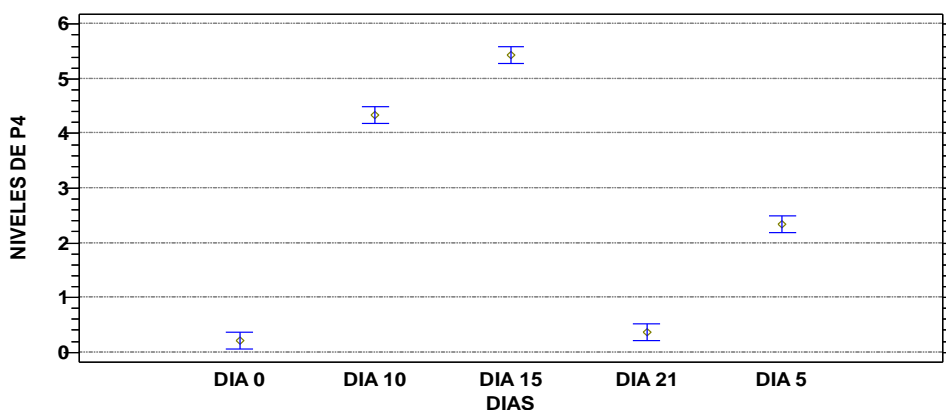
**Tabla 5.** Determinación de los niveles de progesterona en bovinos Nelore.

Número de animales	Niveles de progesterona (ng/ml)			
	FF.	FLtp.	FLm.	FLtr.
	$\bar{X} \pm D.S$	$\bar{X} \pm D.S$	$\bar{X} \pm D.S$	$\bar{X} \pm D.S$
<b>8</b>	$0.29 \pm 0.11$	$2.34 \pm 0.22$	$4.35 \pm 0.41$	$5.44 \pm 0.47$

Dónde:  $\bar{X}$  = promedio de los niveles de progesterona; FF = Fase Folicular; FLtp = Fase Luteal Temprana; FLtr = Fase Luteal Tardía; D.S. = Desviación Estándar.  $p < 0.05$



**Gráfico 2.** Niveles de progesterona (P<sub>4</sub>) en vacas de la raza Nelore.



En el Gráfico 2 muestra el nivel hormonal de progesterona que fueron tomados en 5 momentos durante el ciclo estral a razón de cada 5 días en vacas de la raza Nelore.

Asimismo, los resultados obtenidos referente a los niveles séricos de progesterona en el presente estudio fueron similares a Henry Grajales *et al.* (2010) (94), en la investigación “Niveles de progesterona durante el ciclo normal y silencioso en bovinos en el trópico colombiano” quienes reportan en ganados Cebú, concentraciones de P<sub>4</sub> en la fase folicular (día 0=0.165±0.11 ng/ml y día 21= 0.484 ±0.94 ng/ml), así mismo durante la fase luteal temprana una concentración de 2.345 ±1.05 ng/ml, en la fase luteal media 4.34±0.68 ng/ml y en la fase luteal tardía una concentración de 4.959±0.94ng/ml de progesterona respectivamente. Por otro lado Coutinho *et al.* (2007) (32), en la investigación “Evaluación ultrasonografica de la dinámica folicular y lútea en vacas de la raza Guzera” reportaron una concentración máxima de progesterona en el diestro, de 5,50 ± 0,92ng/ml. Moreira Viana *et al.* (2000) (9), en la investigación “Dinámica folicular en el ganado cebú” reportaron en vacas de la raza Gyr (*Bos indicus*) niveles de progesterona durante el diestro de 4,48 ± 1,45 y 5,08 ± 1,40 ng / ml entre los ciclos con tres o cuatro ondas foliculares. Finalmente indican que elevaciones de la temperatura del ambiente, humedad y de la radiación solar elevada unida a la baja calidad de los forrajes, características propias de las zonas tropicales, se correlaciona de forma negativa con la eficiencia reproductiva, evidenciado por alteraciones en

la concentración hormonal en vacas. Shearer y Beede (1991) (95), indican que hembras bovinas alojadas en ambientes con sombra, presentan concentraciones de P<sub>4</sub> superiores a vacas alojadas sin sombra, durante la fase luteal del ciclo reproductivo. Además indican que es ligeramente menor la elevación del estradiol durante el pro-estro que la observada en vacas bajo sombra, con una disminución en el pico pre-ovulatorio de LH. Kestalic *et al.* (1990) (79), demostraron en novillas que el área del tejido luteal, determinado por ultrasonografía transrectal, está correlacionado de forma positiva con las concentraciones de P<sub>4</sub> sérico. Así, se ha reportado que el CL desarrollado en un ciclo corto, es pequeño ( $10 \pm 2,0$  mm) y con niveles de P<sub>4</sub> de  $2,75 \pm 0,55$  ng/ml mientras que los CL formados en ciclos normales subsecuentes presentan valores de P<sub>4</sub> de  $10,15 \pm 0,58$  ng/ml. Por lo tanto esto demostraría que los CL de ciclos reproductivos cortos son funcionalmente similares a los de ciclo de duración normal, pero con una producción menor de P<sub>4</sub> debido al pequeño tamaño que presenta (96).

### 4.3 Duración del ciclo estral.

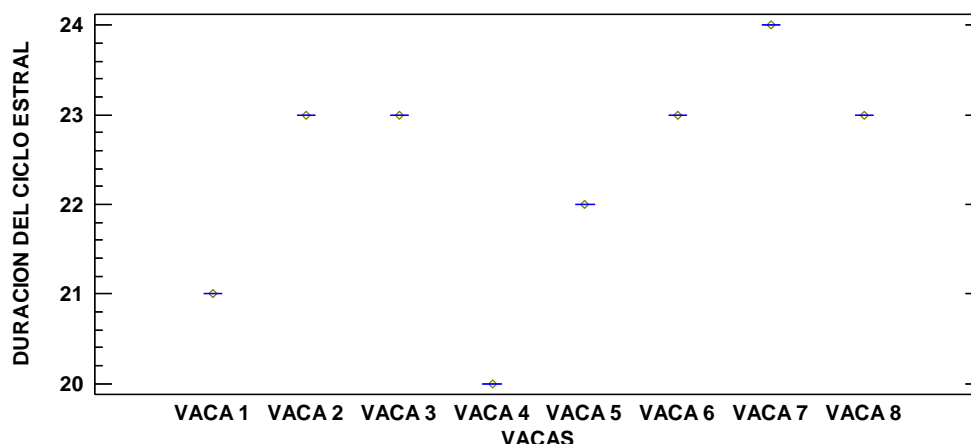
La duración del ciclo estral en vacas de la raza Nelore del presente estudio se observó una media de  $22.38 \pm 1.30$  días, con un rango de 20 a 24 días, presentando así mismo un coeficiente de variabilidad de 6% (menor a 10%) que es aceptable dentro de los parámetros establecidos indicando que existe una mayor homogeneidad en los valores de la duración del ciclo estral (variable).

**Tabla 6.** Determinación de la duración del ciclo estral en bovinos Nelore.

Número de animales	Duración del ciclo estral	
	$\bar{X} \pm D.S$	C.V
8	$22.38 \pm 1.30$	6

Dónde:  $\bar{X}$  = Promedio de duración del ciclo estral; D.S. = Desviación Estándar; C.V = Coeficiente de Variabilidad.  $p < 0.05$

**Gráfico 3.** Duración del ciclo estral en vacas de la raza Nelore.



En el Gráfico 3 muestra la duración del ciclo estral en las diferentes vacas estudiadas. Presentando ciclos de 20, 21, 22, 23 y 24 días de duración.

Los resultados fueron similares al estudio de D'Enjoy *et al.* (2012) (31), quienes evaluaron 12 vacas Brahman, reportando que el ciclo estral tuvo una duración promedio de  $21,3 \pm 0,7$  días con un rango de 19–24 días.

En otros trabajos Viana *et al.* (2000) (9), encontraron valores de 21,1 y 20,6 días, respectivamente, para ciclos con tres ondas de crecimiento folicular en bovinos de la raza Gir.

Por otra parte, en vacas Nelore con desarrollo de dos y tres ondas por ciclo estral, su duración fue de  $20,6 \pm 0,4$  y  $22,0 \pm 0,4$  días, respectivamente para Figueiredo *et al.* (1997) (29) y en Guzerá con tres OFs, de  $19,8 \pm 2,4$  días.

Por el contrario, Coutinho *et al.* (2007) (32), en la investigación “Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular y lútea en vacas de la raza Guzera” en dicho estudio llegaron a obtener una duración del ciclo estral de  $19,10 \pm 1,86$  días.

Sin embargo, Quispe A. *et al* (2013) (33), en “ Estudio ultrasonográfico de la dinámica folicular en vacas Brown Swiss en el altiplano Peruano” encontraron una duración del ciclo estral promedio de  $20,5 \pm 2,3$  días para vacas de la raza Brown swiss (*Bos Taurus*). Cuya diferencia de la duración del ciclo estral puede deberse tal vez por una posible falta de sincronía entre

el eje hipotálamo - hipófisis - ovarios. Se sugiere que ante la falta de la acción de las ETP<sub>4</sub> no se tiene una adecuada capacidad de respuesta de los folículos reclutables a los estímulos gonadotrópicos; o bien, no se obtiene un cambio de sensibilidad a los estrógenos en el hipotálamo, manteniendo una respuesta negativa, lo que impediría una adecuada secreción de hormonas liberadoras de gonadotropinas (GnRH), que a su vez mantendría una baja secreción de hormona luteinizante (LH). Alternativamente, las Elevaciones Transitorias de los niveles séricos de Progesterona (ETP<sub>4</sub>) podrían promover la síntesis de algunas isoformas de LH, que pueden estar induciendo el desarrollo de folículos competentes de los que se derivarían cuerpo lúteo normales (97).

## CONCLUSIONES

En un ciclo estral, las vacas de la raza Nelore presentaron 3 ondas foliculares en su mayoría, seguida de 2 ondas foliculares y menor proporción 4 ondas foliculares, con una concentración de progesterona en su fase folicular  $< 3\text{ng}$  y en la fase luteal fue  $> 3\text{ng}$  con una duración de ciclo estral en un rango de 20 a 24 días y promedio 22 días donde podemos mencionar que la raza Nelore presenta características de dinámica folicular muy similares a otras razas cebuinas.

## **SUGERENCIAS**

Es de importancia tomar en cuenta la utilización de los datos obtenidos de este estudio para la aplicación de biotecnologías de la reproducción animal en la región de Madre de Dios.

Es necesario seguir realizando mayores investigaciones sobre dinámica folicular en diferentes zonas y razas de bovinos en poblaciones más representativas, para una mejor gráfica de la dinámica folicular en hembras bovinas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 $\alpha$  and GnRH. *Theriogenology* [Internet]. 1995;44(7):915–23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16727787>
2. Mapletoft RJ, Martínez MF, Colazo MG, Caccia M, Adams GP. Control del desarrollo folicular y su uso en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado de carne. In: III Simposio Internacional de Reproducción Animal. 1999. p. 51–69.
3. S.A SU. Compendium de reproducción animal de Intervet (9o. Edición). Intervet [Internet]. 2007;439. Available from: [http://www.sinervia.com/pdf/resources/32/651\\_compendio\\_reproduccion\\_animal\\_intervet.pdf](http://www.sinervia.com/pdf/resources/32/651_compendio_reproduccion_animal_intervet.pdf)
4. Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*. 1988;29(1):21–37.
5. Ginther OJ, Kot K, Kulick LJ, Wiltbank MC. Emergence and deviation of follicles during the development of follicular waves in cattle. *Theriogenology*. 1997;48(1):75–87.
6. Singh J, Pierson RA, Adams GP. Ultrasound image attributes of the bovine corpus luteum: structural and functional correlates. *J Reprod Fertil*. 1997;109(1):35–44.
7. Lucy MC, Savio JD, Badinga L, De La Sota RL, Thatcher WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. Vol. 70, *Journal of animal science*. 1992. p. 3615–26.
8. Borges ÁM, Torres CAA, Ruas JRM, Rocha VR, Carvalho GR. Dinâmica folicular ovariana cm novilhas mestiças Holandês-Zebu. *Arq Bras Med Vet e Zootec*. 2001;53(5):595–604.
9. Viana JHM, Ferreira A de M, De Sá WF, Camargo LS de A. Follicular dynamics in zebu cattle. *Pesqui Agropecu Bras* [Internet]. 2000;35(12):2501–9. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2000001200021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000001200021)
10. Adams GP, Nasser LF, Bo GA, Garcia A, Del Campo MR, Mapletoft RJ. Superovulatory response of ovarian follicles of Wave 1 versus Wave 2 in heifers. *Theriogenology*. 1994;42(7):1103–13.
11. Rajamahendran R, Taylor C. Characterization of Ovarian Activity in Postpartum Dairy Cows using Ultrasound Imaging and Progesterone Profiles. *Animal Reprod Sci Elsevier Sci Publ BV*. 1990;22:171–80.
12. Savio JD, Thatcher WW, Badinga L, de la Sota RL, Wolfenson D. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *J Reprod Fertil* [Internet]. 1993;97:197–203. Available from: <http://www.reproduction-online.org/cgi/content/abstract/97/1/197><http://dx.doi.org/10.1530/jrf.0.0970197>
13. Diaz T, Schmitt EJP, De La Sota RL, Thatcher MJ, Thatcher WW. Human Chorionic Gonadotropin-Induced Alterations in Ovarian Follicular Dynamics during the Estrous Cycle of Heifers. *J Anim Sci*. 1998;76(7):1929–36.

14. Fortune JE. Follicular dynamics during the bovine estrous cycle: A limiting factor in improvement of fertility? *Anim Reprod Sci.* 1993;33(1–4):111–25.
15. Webb R, Gosden RG, Telfer EE, Moor RM. Factors affecting folliculogenesis in ruminants. Vol. 68, *Animal Science.* 1999. p. 257–84.
16. Malard PF, Peixer MAS, Júnior APM, Rumpf R. Índice de recuperação e qualidade de ovócitos de bezerras Nelore, superovuladas e não superovuladas, de dois a três meses de idade. *Arq Bras Med Vet e Zootec.* 2001;53(6):677–82.
17. ROBERTS S. *Veterinary obstetrics and genital diseases (Theriogenology).* 1971;343–375.
18. Ara G. M, De La Torre V. M, Reyes A. C, Ramos C. O, C. OR. Investigación alimentaria para producción bovina con ordeño en el tropico. *Rev Investig Vet del Perú [Internet].* 1999 Jul 3 [cited 2018 Dec 1];10(1):95–104. Available from: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/6708>
19. Bevitori K, Fonseca MP, Tilemahos PZ, Campos V, Kling KA. Avaliação qualitativa da Pastagem diferida de *Brachiaria de cumbes* Stapf sob pastejem, no período da seca por intermedio de três metodos de arrostragen. *Rev Bras Zootec.* 2005;34(1):30–5.
20. Vieira A, Lobato JFP, Correa ES, Torres Junior RA de A, Cezar IM. Produtividade e eficiência de vacas Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf nos Cerrados do Brasil Central. *Rev Bras Zootec [Internet].* 2005 Aug [cited 2018 Dec 1];34(4):1357–65. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982005000400033&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982005000400033&lng=pt&tlng=pt)
21. Baruselli PS, Bo GA, Reis EL, Marques MO, Sa FM. Introdução de IATF no manejo reproductivote rebanhos bovinos de corte no Brasil. VI simposio internacional de reproducción animal. Cordoba Argentina; 2005.
22. Oliveira-Filho B., Barnabe M., Gambarini M., Toniollo G. Emprego de norgestomet associado ao valerato de estradiol (Sincromate B) em vacas apresentando anestro pos-parto. *ARS Vet [Internet].* 2000 [cited 2018 Dec 1];16(1):28–32. Available from: <https://biblat.unam.mx/es/revista/ars-veterinaria/articulo/emprego-de-norgestomet-associado-ao-valerato-de-estradiol-sincromate-b-em-vacas-apresentando-anestro-pos-parto>
23. DeJarnette JM, Salverson RR, Marshall CE. Incidence of premature estrus in lactating dairy cows and conception rates to standing estrus or fixed-time inseminations after synchronization using GnRH and PGF(2alpha). *Anim Reprod Sci [Internet].* 2001 Jul 3 [cited 2018 Dec 1];67(1–2):27–35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11408111>
24. Delgado BE. Estudio del uso de dos tratamientos hormonales en la sincronización del celo y medición de la tasa de preñez. Universidad Nacional Agraria la Molina.; 1984.



25. Dos Santos R. Nelore a Vitoria Brasileira Volume IV [Internet]. Editora Agropecuária Tropical., editor. Uberaba-MG-Brasil. ; 1995 [cited 2018 Jul 17]. 545 p. Available from: <https://www.estantevirtual.com.br/livros/rinaldo-dos-santos/nelore-a-vitoria-brasileira-volume-iv/4110893752>
26. Barros CM, Nogueira MFG. Embryo transfer in *Bos indicus* cattle. In: *Theriogenology*. 2001. p. 1483–96.
27. Mapletoft RJ, Steward KB, Adams GP. Recent advances in the superovulation in cattle. *Reprod Nutr Dev* [Internet]. 2002;42(6):601–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12625424>
28. Henao G, Olivera-Ángel M, Maldonado-Estrada JG. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled brahman (*Bos indicus*) cows. *Anim Reprod Sci*. 2000;63(3–4):127–36.
29. Figueiredo RA, Barros CM, Pinheiro OL, Soler JMP. Ovarian follicular dynamics in nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology* [Internet]. 1997;47(8):1489–505. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X97001568> %5Cn<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0093691X97001568>
30. Rhodes FM, De'ath G, Entwistle KW. Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Anim Reprod Sci*. 1995;38(4):265–77.
31. Endel D'enjoy D', Cabrera P, Vivas I, Díaz T. Dinámica Follicular ovárica Durante el ciclo estral en vacas Brahman Ovarian Follicular Dynamics During the Estrous Cycle in Brahman Cows [Internet]. 2012 [cited 2018 Nov 12]. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/3731/373139079005.pdf>
32. Coutinho GTRM, Viana JHM, Sá WF, Camargo LS, Ferreira AM, Palhão PM, et al. Avaliação ultra-sonográfica da dinâmica folicular e lútea em vacas da raça Guzerá. *Arq Bras Med Veterinária e Zootec* [Internet]. 2007 Oct [cited 2018 Jul 8];59(5):1089–96. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352007000500001&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352007000500001&lng=pt&tlng=pt)
33. Cahuana AQ, Durand MGP, Guerra UHP. Evaluacion ultrasonografica de la dinamica folicularinterestral en vacas Brown swiss en el altiplano Peruano. *Rev Cienc Anim* [Internet]. 2016 Jun 30 [cited 2018 Nov 13];1(1). Available from: <http://www.revistaepgunapuno.org/index.php/animal/article/view/551>
34. Herring AD, Sanders JO, Knutson RE, Lunt DK. Evaluation of F1Calves Sired by Brahman, Boran, and Tuli Bulls for Birth, Growth, Size, and Carcass Characteristics. *J Anim Sci*. 1996;
35. Youngquist RS, Threlfall WR. Current therapy in large animal theriogenology [Internet]. Vol. 27, Saunders Elsevier. 2007. 544 p. Available from: <http://www.lavoisier.fr/notice/fr283071.html>
36. Senger P. Pathways to Pregnancy and Parturition [Internet]. Vol. 35, *Psychiatric rehabilitation journal*. 2005. p. 381. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3158808&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.

37. Bo GA, Adams GP, Pierson RA, Mapletoft RJ. Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology* [Internet]. 1995 Jan 1 [cited 2018 Oct 24];43(1):31–40. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0093691X9400010R>
38. Perry GA, Smith MF, Patterson DJ. Evaluation of a fixed-time artificial insemination protocol for postpartum suckled beef cows. *J Anim Sci* [Internet]. 2002 Dec [cited 2018 Oct 24];80(12):3060–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12542144>
39. Facundo Becaluba M V. Metodos de sincronizacion de celo en bovinos [Internet]. 2006 [cited 2018 Oct 24]. Available from: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
40. Galina. Ciclo estral, Generalidades. Departamento de Reproduccion. Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia. Mexico; 1991.
41. Geary TW, Whittier JC, Hallford DM, MacNeil MD. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and CO-Synch protocols. *J Anim Sci*. 2001;79:1–4.
42. Colazo MG, Mapletoft RJ. A review of current timed-AI (TAI) programs for beef and dairy cattle. *Can Vet J = La Rev Vet Can* [Internet]. 2014 Aug [cited 2018 Oct 24];55(8):772–80. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25082993>
43. Burke JM, de la Sota RL, Risco CA, Staples CR, Schmitt EJ, Thatcher WW. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 1996 Aug [cited 2018 Oct 24];79(8):1385–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8880462>
44. Twagiramungu H, Guilbault LA, Dufour JJ. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. *J Anim Sci* [Internet]. 1995 Oct [cited 2018 Oct 24];73(10):3141–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8617687>
45. Martinez MF, Adams GP, Bergfelt DR, Kastelic JP, Mapletoft RJ. Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in beef heifers. *Anim Reprod Sci* [Internet]. 1999 Oct 31 [cited 2018 Oct 24];57(1–2):23–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10565437>
46. Thatcher WW, Macmillan KL, Hansen PJ, Drost M. Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology*. 1989;31:149–64.
47. Pursley JR, Silcox RW, Wiltbank MC. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 1998 Aug [cited 2018 Oct 24];81(8):2139–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9749378>
48. Pursley JR, Wiltbank MC, Stevenson JS, Ottobre JS, Garverick HA, Anderson LL. Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. *J Dairy Sci* [Internet]. 1997 Feb [cited 2018 Oct 24];80(2):295–300. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9058270>

49. Risco CA, Moreira F, Delorenzo M, Thatcher WW. Timed artificial insemination in dairy cattle - Part II. *Compend.Cont.Educ.Pract.Vet.* 1998.
50. Brusveen DJ, Cunha AP, Silva CD, Cunha PM, Sterry RA, Silva EPB, et al. Altering the Time of the Second Gonadotropin-Releasing Hormone Injection and Artificial Insemination (AI) During Ovsynch Affects Pregnancies per AI in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 2008 Mar [cited 2018 Oct 24];91(3):1044–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18292260>
51. Martinez MF, Kastelic JP, Adams GP, Mapletoft RJ. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. *J Anim Sci* [Internet]. 2002 Jul [cited 2018 Oct 27];80(7):1746–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12162641>
52. Ginther OJ, Knopf L, Kastelic JP. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J Reprod Fertil.* 1989;87(1):223–30.
53. Sirois J, Fortune2 JE. Ovarian Follicular Dynamics during the Estrous Cycle in Heifers Monitored by Real-Time Ultrasonography'. *Biol Reprod.* 1988;39:308–3.
54. Adams GP. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. *J Reprod Fertil Suppl* [Internet]. 1999;54:17–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10692842>
55. Evans ACO. Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. *Reprod Domest Anim* [Internet]. 2003;38(4):240–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12887563>
56. Lucy MC. The bovine dominant ovarian follicle. *J Anim Sci* [Internet]. 2007;85(13\_suppl):E89. Available from: [https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/85/13\\_suppl/0850089](https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/85/13_suppl/0850089)
57. Mihm M, Crowe MA, Knight PG, Austin EJ. Follicle wave growth in cattle. *Reprod Domest Anim.* 2002;37(4):191–200.
58. Rathbone MJ, Kinder JE, Fike K, Kojima F, Clopton D, Ogle CR, et al. Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. *Adv Drug Deliv Rev* [Internet]. 2001 Sep 1 [cited 2018 Apr 18];50(3):277–320. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169409X01001569?via%3Dihub>
59. Fortune JE. Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biol Reprod.* 1994;50(2):225–32.
60. Ireland JJ, Mihm M, Austin E, Diskin MG, Roche JF. Historical Perspective of Turnover of Dominant Follicles During the Bovine Estrous Cycle: Key Concepts, Studies, Advancements, and Terms. *J Dairy Sci* [Internet]. 2000;83(7):1648–58. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030200750338>
61. McGee EA, Hsueh AJW. Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles. Vol. 21, *Endocrine Reviews.* 2000. p. 200–14.

62. Erickson BH. Development and senescence of the postnatal bovine ovary. *J Anim Sci*. 1966;25(3):800–5.
63. Spicer LJ, Echternkamp SE. Ovarian follicular growth, function and turnover in cattle: a review. *J Anim Sci*. 1986;62(2):428–51.
64. Avery B, Hay-Schmidt A, Hyttel P, Greve T. Embryo development, oocyte morphology, and kinetics of meiotic maturation in bovine oocytes exposed to 6-dimethylaminopurine prior to in vitro maturation. *Mol Reprod Dev*. 1998;50(3):334–44.
65. Fortune JE, Rivera GM, Evans ACO, Turzillo AM. Differentiation of Dominant Versus Subordinate Follicles in Cattle. *Biol Reprod* [Internet]. 2001;65(3):648–54. Available from: <https://academic.oup.com/biolreprod/article-lookup/doi/10.1095/biolreprod65.3.648>
66. Adams GP, Matteri RL, Kastelic JP, Ko JC, Ginther OJ. Association between surges of follicle-stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J Reprod Fertil*. 1992;94(1):177–88.
67. Adams GP, Jaiswal R, Singh J, Malhi P. Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*. 2008;69(1):72–80.
68. Ginther OJ. Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Anim Reprod Sci*. 2000;60–61:61–79.
69. Milvae RA, Hinckley ST, Carlson JC. Luteotropic and luteolytic mechanisms in the bovine corpus luteum. *Theriogenology* [Internet]. 1996;45(7):1327–49. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0093691X96001008>
70. Park JY, Su YQ, Ariga M, Law E, Jin SLC, Conti M. EGF-Like Growth Factors As Mediators of LH Action in the Ovulatory Follicle. *Science* (80-). 2004;303(5658):682–4.
71. Peters AR. Hormonal control of the bovine oestrous cycle. I. The natural cycle. *Br Vet J*. 1985;141(6):564–75.
72. Crisp TM, Clegg ED, Cooper RL, Wood WP, Andersen DG, Baetcke KP, et al. Environmental endocrine disruption: An effects assessment and analysis. *Environ Health Perspect* [Internet]. 1998;106(SUPPL. 1):11–56. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord%7B%7Dfrom=export%7B%7Ddid=L28196035%5Cnhttp://rug.on.worldcat.org/atoztitles/link/?sid=EMBASE%7B%7Dissn=00916765%7B%7Ddid=doi:%7B%7Datitle=Environmental+endocrine+disruption:+An+effects+assessme>
73. Clarke IJ, Cummins JT. The temporal relationship between gonadotropin releasing hormone (GnRH) and luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized EWES. *Endocrinology*. 1982;111(5):1737–9.
74. Rekawiecki R, Kowalik MK, Slonina D, Kotwica J. Regulation of progesterone synthesis and action in bovine corpus luteum. In: *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2008. p. 75–89.
75. Ungerfeld R. *Reproduccion en los Animales Domesticos*. Melibea. Montevideo.; 2002.
76. Fricke PM. REVIEW: Twinning in Dairy Cattle. *Prof Anim Sci* [Internet]. 2001;17(2):617. Available from: <http://pas.fass.org/content/17/2/61.abstract?sid=b833be02-405d-4726-b507-23ef1898b57f>.

77. Pieterse MC. El ultrasonido en la reproducción bovina: aplicaciones en diagnóstico y tratamiento. 1999;18–26.
78. Griffin PG, Ginther OJ. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. Vol. 70, *Journal of animal science*. 1992. p. 953–72.
79. Kastelic JP, Bergfelt DR, Ginther OJ. Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology*. 1990;33(6):1269–78.
80. Battocchio M, Gabai G, Mollo a, Veronesi MC, Soldano F, Bono G, et al. Agreement between ultrasonographic classification of the CL and plasma progesterone concentration in dairy cows. *Theriogenology*. 1999;51(99):1059–69.
81. Pieterse MC, Taverne MA, Kruij TA, Willemse AH. Detection of corpora lutea and follicles in cows: a comparison of transvaginal ultrasonography and rectal palpation. [Internet]. Vol. 126, *Veterinary Record*. 1990. p. 552–4. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0025698468&partnerID=tZOtx3y1>
82. Basu A, Shrivastav TG, Maitra SK. A direct antigen heterologous enzyme immunoassay for measuring progesterone in serum without using displacer. *Steroids*. 2006;71(3):222–30.
83. Gómez-Lucía Duato Gustavo Domínguez Bernal Ana Doménech Gómez M<sup>a</sup> del Mar Blanco Gutiérrez Alicia Gibello Prieto Joaquín Goyache Goñi José Manuel Sánchez-Vizcaíno Rodríguez Mónica Suárez Rodríguez M<sup>a</sup> Teresa Cutuli de Simón E. Compendio de guiones para clases teóricas en la asignatura Inmunología en Veterinaria III: técnicas inmunológicas. *Reduca (Recursos Educ Ser Vet)*. 2011;3(15):94–121.
84. Karir T, Samuel G, Sivaprasad N VM. Comparative evaluation of various solid phases for the development of coated tube assays for the estimation of progesterone in human serum, bovine serum and bovine milk. 2009;67–73; 1965.
85. Perez G. Diagnóstico físico en vacunos. Universidad Nacional del Altiplano. 1ra Edición. Perú: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2002.
86. Lowman BG, Scott NA, Somerville SH, East of Scotland College of Agriculture. Animal Production A and DD. Condition scoring of cattle [Internet]. Rev. ed. Edinburgh: Edinburgh School of Agriculture; 1976 [cited 2018 Oct 30]. 31 p. Available from: <http://www.worldcat.org/title/condition-scoring-of-cattle/oclc/8589575>
87. Derivaux J. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los animales domésticos. Zaragoza, España; 1961. 416 p.
88. Restrepo GH. Algunos factores relacionados con la dinámica folicular en *Bos indicus*. *Rev Fac Nac Agron Medellín* [Internet]. 2010 Jul 1 [cited 2018 Nov 27];63(2):5577–86. Available from: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/25046>
89. Henao G, Trujillo L. Establecimiento y desarrollo de la dominancia folicular bovina. *Rev Col Cienc Pec*. 2000;13:108–20.

90. Ginther OJ, Wiltbank MC, Fricke PM, Gibbons JR, Kot K. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol Reprod* [Internet]. 1996 Dec [cited 2018 Nov 12];55(6):1187–94. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8949873>
91. Ferreira JL, Toniolli R, Duarte ABG, Campagnari F, Boscaro AP, Pazini FS, et al. Relative expression of insulin like growth factor I (IGFI) and follicle stimulating hormone receptor (FSHR) in follicles and ovarian tissue from *Bos primigenius indicus* (Nelore). *Brazilian J Vet Res Anim Sci* [Internet]. 2002 [cited 2018 Nov 27];39(4):208–12. Available from: <http://www.revistas.usp.br/bjvras/issue/view/5968>
92. Spicer LJ, Chamberlain CS, Maciel SM. Influence of gonadotropins on insulin- and insulin-like growth factor-I (IGF-I)-induced steroid production by bovine granulosa cells. *Domest Anim Endocrinol* [Internet]. 2002 Jun [cited 2018 Nov 27];22(4):237–54. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12044613>
93. Henao G, Trujillo LE, Vásquez JF. Cambios en la dinámica folicular en vacas cebú anéstricas sometidas a suspensión temporal de la lactancia. 2000 [cited 2018 Nov 27];13:121–9. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/288960232\\_Cambios\\_en\\_la\\_dinamica\\_folicular\\_en\\_vacas\\_cebu\\_anestricas\\_sometidas\\_a\\_suspension\\_temporal\\_de\\_la\\_lactancia](https://www.researchgate.net/publication/288960232_Cambios_en_la_dinamica_folicular_en_vacas_cebu_anestricas_sometidas_a_suspension_temporal_de_la_lactancia)
94. Henry Grajales L, Aureliano Hernández V, Prieto E. Niveles de progesterona durante el ciclo normal y silencioso en bovinos en el trópico colombiano. *Revista MVZ Cordoba*. 2010.
95. Shearer J, Beede K. Efectos de la alta temperatura ambiental sobre la producción, reproducción y salud del ganado lechero. Gainesville, Florida; 1991.
96. Evans C, Adams GP, Rawlings NC. Endocrine and ovarian follicular changes leading up to the first ovulation in prepubertal heifers. *J Reprod Fertil* [Internet]. 1994;100(1):187–94. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8182588>.
97. Grajales H, Hernández A, Prieto E. Determinación de parámetros reproductivos basado en los niveles de progesterona en novillas doble propósito en el trópico Colombiano. *Livest Res Rural Dev*. 2006.

## **ANEXOS**

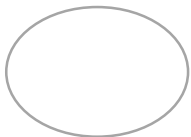
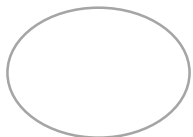
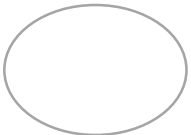
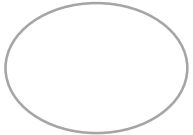


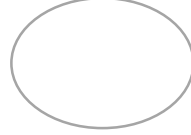
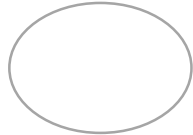
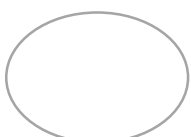
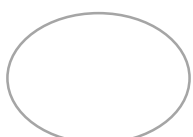
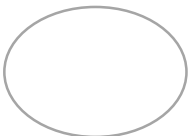
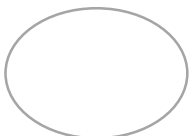


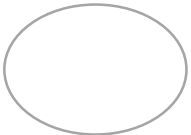
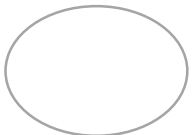
## Anexo 1. Matriz de consistencia.

TÍTULO: “DINAMICA FOLICULAR OVARICA DEL BOVINO NELORE EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS”				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES / DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cuál es la dinámica folicular ovárica del bovino Nelore en la región Madre de Dios?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar la dinámica folicular del ovario en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.	<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> Hi: La dinámica folicular en bovinos de la raza Nelore de acuerdo a estudios realizados posee de 2 a 4 ondas y cuyos niveles hormonales de progesterona son altas en la fase luteal y bajas en la fase folicular, así mismo la duración del ciclo estral en promedio es de 21 días, probablemente estas características varíen en comparación con en el trópico de Puerto Maldonado.	<b>VARIABLE (1)</b> Numero de ondas foliculares.	<b>Tipo de Investigación.-</b> - Experimental - Prospectivo - Longitudinal - Analítica <b>Población:</b> -08 animales <b>Método Campo.-</b> -25 días de muestreo. <b>Método Estadístico.-</b> -Paquete estadístico Statgraphics centurion XVII.
<b>Problemas específicos:</b> <b>1.</b> ¿Cuál será el número de ondas foliculares durante el ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.	<b>Objetivos específicos:</b> 1. Determinar el número de ondas foliculares durante el ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.		<b>VARIABLE (2)</b> Nivel hormonal de P <sub>4</sub> .	
<b>2.</b> ¿Cuál será el nivel hormonal de P <sub>4</sub> durante el ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios	2. Determinar el nivel hormonal de P <sub>4</sub> durante el ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.		<b>VARIABLE (3)</b> Duración del ciclo estral.	
<b>3.</b> ¿Cuánto será la duración del ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.	3. Evaluar la duración del ciclo estral en bovinos Nelore en la región Madre de Dios.			





**Anexo 3.** Registro de crecimiento folicular por ecografía.

REGISTRO DE CRECIMIENTO FOLICULAR POR ECOGRAFIA				
FECHA:				
MOMENTO DE TOMA DE ECOGRAFIA:				
Nº	NOMBRE DEL ANIMAL	OVARIO DERECHO	OVARIO IZQUIERDO	OBSERVACIONES
				
				
				
				
				
				
				
				

Fuente: *Elaboración propia.*

**Anexo 4.** Registro de identificación de animales.**IDENTIFICACION DE ANIMALES****DATOS DEL PRPIETARIO**

Propietario: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Fundo: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL ANIMAL**

Nº de registro: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Raza: \_\_\_\_\_

Nº de partos: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_

**PROTOCOLO DE SINCRONIZACION**

HORMONA	GnRH	PGF <sub>2</sub> $\alpha$	GnRH
DOSIS / VIA ADM.			
FECHA			

\_\_\_\_\_  
PROPIETARIO.\_\_\_\_\_  
TESISTA.\_\_\_\_\_  
ASESOR.

### Anexo 5. Ubicación del lugar de estudio.



**Tabla 7.** ANOVA para niveles de P4 por días.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	RAZÓN-F	VALOR-P
Entre grupos	174.734	4	43.6835	484.32	0.0000
Intra grupos	3.15683	35	0.090195		
Total (Corr.)	177.891	39			

**Tabla 8.** Pruebas múltiple rangos para niveles de p4 por días.

DIAS	CASOS	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
DIA 0	8	0.20875	X
DIA 21	8	0.37125	X
DIA 5	8	2.3375	X
DIA 10	8	4.3475	X
DIA 15	8	5.4375	X

Método Fisher: 95%. Diferencia mínima significativa (LSD)

**Tabla 9.** Comparación múltiple.

CONTRASTE	SIG.	DIFERENCIA	+/- LÍMITES
DIA 0 - DIA 10	*	-4.13875	0.304847
DIA 0 - DIA 15	*	-5.22875	0.304847
DIA 0 - DIA 21		-0.1625	0.304847
DIA 0 - DIA 5	*	-2.12875	0.304847
DIA 10 - DIA 15	*	-1.09	0.304847
DIA 10 - DIA 21	*	3.97625	0.304847
DIA 10 - DIA 5	*	2.01	0.304847
DIA 15 - DIA 21	*	5.06625	0.304847
DIA 15 - DIA 5	*	3.1	0.304847
DIA 21 - DIA 5	*	-1.96625	0.304847

\* indica una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%.

**Anexo 6.** Panel fotográfico de la ejecución de la investigación.



**Figura 2.** Selección de animales.



**Figura 3.** Sincronización de los animales seleccionados.







**Figura 7.** Toma de muestra de sangre para el análisis de laboratorio.



**Figura 8.** Centrifugando muestras en el laboratorio MVZ. (UNAMAD).