



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



PERFIL HORMONAL Y TIEMPO DE RETORNO DE CELO
POSTPARTO EN VACAS BROWN SWISS EN LA COMUNIDAD
DE YANAMOCCO – ATUNCOLLA – PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MIGUEL ANGEL NAIRA ROQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO - PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios por qué siempre ha estado conmigo, por ser el principal guía de mis caminos, gracias por permitirme conocer a tan maravillosas personas en mi camino.

A mis queridos padres Felipe Naira Vilca y Ysabel Roque Noa, por ser el pilar principal para poder culminar mi carrera profesional y mis deseos de superación, agradezco su apoyo moral, sus enseñanzas y las ganas de luchar que me brindaron desde que me vieron nacer.

A mis queridos hermanos Víctor, Luis, José, por sus apoyos y motivación durante mi formación profesional.

Al amor de mi vida que, a través de su apoyo incondicional, paciencia y motivación de seguir adelante y nunca rendirse me ayudo a concluir esta meta.

Miguel Angel Naira Roque



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, escuela profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial a todos mis docentes y administrativos. Por todos los conocimientos impartidos para mi formación profesional.

Al Dr. Julio Málaga Apaza por dirigir este trabajo de investigación y la confianza incondicional que me brindó.

A mis docentes miembros del jurado: Dr. Zacarias Condemayta Condemayta, M.Sc Clemente Vilca Castro, Mg. Francisco Halley Rodríguez Huanca, agradecerles por su paciencia y sugerencia en el desarrollo de la tesis.

A mis amigos: Néstor Condori, Ubaldino Huaquisto, Nelson Sucapuca, Juan Carlos I, Jhon Mayhua, Max Borda, Liseth Calla, Roy Quispe, Yersy Choquehuayta, John E Cucho, Yasmani Parari y al resto de amigos muchos por citarlos. Gracias por los mejores momentos inolvidables de mi formación profesional, por estar en las buenas y malas.

A mis queridos amigos compañeros y compañeras de mi promoción 2017- II por los momentos vividos en el internado C.E. Chuquibambilla... ¡muchas gracias!

Miguel Angel Naira Roque



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE IMÁGENES

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 11

ABSTRACT..... 12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivos de la investigación..... 14

1.1.1 Objetivo general 14

1.1.2 Objetivos específicos 14

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes..... 15

2.1.1 Generalidades 15

2.1.2 Aspectos reproductivos 17

2.1.3 Fases del ciclo estral..... 17

2.1.4 Aspectos hormonales 20

2.2 Fisiología postparto..... 25

2.2.1 Balance energético 26

2.2.2 Hormonas metabólicas 27

2.2.3 Amamantamiento 30



2.2.4 Otros factores	31
2.3 Anestro postparto.....	35
Tipo A:	35
Tipo B:	35
Tipo C:	35
2.4 Hormonales referidos	36
2.4.1 Estradiol	36
2.4.2 Hormona folículo estimulante (FSH).....	38
2.4.3 Prolactina.....	40
2.5 Tiempo de retorno de celo	41

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio.....	43
3.2 Los animales	43
3.3 Materiales, equipos y reactivos	44
3.3.1 Materiales de campo	44
3.3.2 Materiales para el envío de muestra.....	45
3.3.3 Instalaciones	45
3.3.4 Materiales de laboratorio.....	45
3.4 Material complementario	46
3.4.1 Criterios de inclusión	46
3.4.2 Criterios de exclusión.....	46
3.5 Metodología	47
3.5.1 Para determinar los perfiles hormonales	47
3.5.2 Para evaluar el tiempo de retorno de celo	47
3.5.3 Prueba de inmunoensayo.....	48
3.5.4 Método estadístico	49



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Perfiles hormonales.....	50
4.1.1 Niveles de estradiol	50
4.1.2 Niveles de FSH	52
4.1.3 Niveles de prolactina.....	54
4.2 Tiempo de retorno de celo	56
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	73

Área : Reproducción animal.

Tema : Perfil hormonal en vacas Brown Swiss.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 10 de enero de 2020



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de Estrógeno en Vacas según Periodo Postparto	78
Figura 2. Niveles de Estradiol en vacas postparto según el número de Parto	78
Figura 3. Niveles de FSH en vacas postparto según número de partos	78
Figura 4. Niveles de FSH en vacas según periodo postparto	78
Figura 5. Niveles de prolactina en vacas Postparto según número de partos	78
Figura 6. Niveles de Prolactina en Vacas según Periodos Postparto.....	78



ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación (Atuncolla - comunidad de Yanamocco).....	74
Imagen 2. Preparación de los materiales para la toma de muestras	75
Imagen 3. Toma de muestras	75
Imagen 4. Muestra de sangre extraída lista para envío al laboratorio	75
Imagen 5. Preparación de los Kits diagnósticos para determinar FSH, Prolactina y estradiol y materiales en el laboratorio	76
Imagen 6. Equipo de Quimioluminocencia	76
Imagen 7. Procesamiento de las muestras en el laboratorio	76
Imagen 8. Resultados obtenidos	77



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Material biológico para el estudio en la comunidad de Yanamocco – Atuncolla – Puno	44
Tabla 2.	Estradiol (pg/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según número de parto	50
Tabla 3.	Niveles de estradiol (pg./ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según periodo postparto	50
Tabla 4.	FSH (mlU/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según número de parto.....	52
Tabla 5.	FSH (mlU/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según periodo postparto.....	52
Tabla 6.	Prolactina (ng/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según número de parto.....	54
Tabla 7.	Niveles de prolactina en vacas postparto en la comunidad de Yanamocco – Atuncolla - Puno, según periodo postparto.....	54
Tabla 8.	Tiempo de retorno de celo en vacas postparto en la comunidad de Yanamocco - Atuncolla – Puno	56



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

FHS	: Hormona folículo estimulante
PRL	: Prolactina
E ₂	: Estrógeno o estradiol
eCG	: Hormona gonadotropina coriónica
GnRH	: Hormona liberadora de gonadotropina
IATF	: Inseminación artificial a tiempo fijo
CL	: Cuerpo lúteo
LH	: Hormona luteinizante
pg	: Picogramos
ng	: Nanogramos
UI	: Unidades internacionales
ml	: Mililitros
RIA	: Radio inmunoanálisis Análisis
IA	: Inseminación artificial



RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó de enero a junio del 2019, en 12 vacas Brown Swiss de la comunidad de Yanamocco del distrito de Atuncolla - Puno, con el objetivo de determinar el perfil hormonal de estradiol, prolactina y FSH en vacas postparto; también evaluar el tiempo de retorno de celo, se tomaron muestras de sangre las cuales fueron llevadas al laboratorio las Kalas de la ciudad de Puno, mientras que para el retorno de celo se utilizó registro, la información obtenida fue procesado y analizado mediante diseño completamente al azar con el paquete estadístico (SAS V 9.4), los niveles de Estradiol (E_2) en vacas postparto de cuarto parto mostraron la mayor producción de la hormona como 24.39 pg, de E_2 /ml de suero, que supera a las vacas de segundo y tercer parto que produjeron 17.17 y 21.99 pg, de E_2 /ml de suero ($P \leq 0.05$); se observa, que a los 45, 65 y 85 días postparto las vacas mostraron diferencias estadísticas en niveles de E_2 ($P \leq 0.05$); para FSH las vacas de segundo, tercero y cuarto parto mostraron 0.50, 0.55 y 0.58 mIU/ml de suero ($P \geq 0.05$); en el periodo postparto se observa que a los 45, 65 y 85 días las vacas mostraron niveles de 0.31, 0.54 y 0.78 mIU de FSH/ml ($P \leq 0.05$); los niveles de prolactina encontrados fueron de 0.51, 0.52 y 0.58 ng/ml de suero en vacas de segundo, tercero y cuarto parto ($P \geq 0.05$); no obstante, que en los periodos de 45, 65 y 85 días postparto los niveles de prolactina fueron de 0.40, 0.54 y 0.67 ng/ml de suero ($P \leq 0.05$); donde la frecuencia de celo que aparecieron en las vacas postparto fue de 8.33, 16.67 y 25.0 % en 0 a 45, 46 a 65 y 66 a 85 días postparto, en conclusión los estrógenos incrementaron, la FSH y prolactina no variaron por efecto número de parto y periodo postparto de las vacas.

Palabras Claves: Celos, Perfil hormonal, Vacas postparto.



ABSTRACT

The research work was carried out from January to June 2019, in 12 Brown Swiss cows from the Yanamocco community in the district of Atuncolla - Puno, with the objective of determining the hormonal profile of estradiol, prolactin and FSH in postpartum cows; Also evaluate the time of return of heat, blood samples were taken which were taken to the Kalas laboratory in the city of Puno, while for the return of heat a record was used, the information obtained was processed and analyzed by completely random design. randomly with the statistical package (SAS V 9.4), Estradiol (E2) levels in postpartum cows of fourth calving showed the highest production of the hormone as 24.39 pg, of E2/ml of serum, which exceeds cows of second and third parturition that produced 17.17 and 21.99 pg of E2/ml of serum ($P \leq 0.05$); it is observed that at 45, 65 and 85 days postpartum the cows showed statistical differences in E2 levels ($P \leq 0.05$); For FSH, second, third and fourth calving cows showed 0.50, 0.55 and 0.58 mIU/ml of serum ($P \geq 0.05$); in the postpartum period it is observed that at 45, 65 and 85 days the cows showed levels of 0.31, 0.54 and 0.78 mIU of FSH/ml ($P \leq 0.05$); the prolactin levels found were 0.51, 0.52 and 0.58 ng/ml of serum in second, third and fourth calving cows ($P \geq 0.05$); however, that in the periods of 45, 65 and 85 days postpartum, prolactin levels were 0.40, 0.54 and 0.67 ng/ml of serum ($P \leq 0.05$); where the frequency of estrus that appeared in postpartum cows was 8.33, 16.67 and 25.0% in 0 to 45, 46 to 65 and 66 to 85 days postpartum, in conclusion estrogens increased, FSH and prolactin did not vary due to the effect of number of calving and postpartum period of cows.

Keywords: Heat, hormonal profile, postpartum cows.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La actividad económica más importante en el altiplano de la Región Puno, es la ganadería bovina; no obstante, el desarrollo de esta actividad depende de sobrellevar óptimamente cuatro aspectos básicos como son: La alimentación, la sanidad, la genética de los animales del hato y el manejo técnico, desde un punto de vista económico se debe tener en consideración que la ganadería proporciona carne, leche fresca y crías para reemplazo (Rojas, 2007).

En la región Puno uno de los problemas en la producción y productividad es de que no ha alcanzado un desarrollo deseado como lo han alcanzado otras regiones en la producción de leche, este hecho es sumamente preocupante pese a los esfuerzos que se han realizado por muchos años para mejorar tanto la producción y productividad es necesario adoptar tecnologías que nos favorezca el incremento de dichos indicadores, siendo este el problema principal en la actividad pecuaria que crea un círculo vicioso de la pobreza en la región Puno (Vilca, 2010).

Una rentabilidad adecuada se consigue cuando el ganadero obtiene una cría cada 13 meses por cada vaca de su hato, a través de protocolos de manejo o aplicación de métodos y una alimentación adecuada, el periodo postparto constituye un periodo crítico donde la vaca entra en un anestro fisiológico, ante este hecho se debe conseguir lo antes posible que la vaca retorne a la actividad reproductiva normal y así continuar con el ciclo de producción, el anestro postparto está influenciado por el estado sanitario del útero, Balance energético negativo, sistemas de manejo y los niveles de hormonas que se producen en el ovario, desde el comienzo del periodo postparto hasta la aparición del primer celo se producen una serie de variaciones en los niveles hormonales y la dinámica



folicular de la vaca, en su camino dirigido a retornar nuevamente al ciclo reproductivo (Guerra, 2017).

La comunidad de Yanamocco - Atuncolla – Puno, no cuenta con información acerca del reinicio de la actividad cíclica postparto lo cual no permite planificar los servicios de inseminación y otras actividades reproductivas, estos aspectos repercute el manejo reproductivo del ganado lechero, por lo que se planteó la presente investigación con la finalidad de evaluar el perfil hormonal y el tiempo de retorno de celo en vacas postparto en el ámbito de estudio.

1.1 Objetivos de la investigación

1.1.1 Objetivo general

- Evaluar el perfil hormonal y tiempo de retorno de celo postparto en vacas Brown Swiss en la comunidad de Yanamocco - Atuncolla - Puno.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los perfiles hormonales de estradiol (pg/ml), FSH (mIU/ml) y prolactina (ng/ml) de segundo, tercero y cuarto en vacas postparto en la comunidad de Yanamocco - Atuncolla - Puno.
- Evaluar el tiempo de retorno de celo (días) en vacas postparto en la comunidad de Yanamocco - Atuncolla - Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Generalidades

- *Producción de vacunos lecheros*

Los países que lideran la producción mundial aumentaron su producción de leche en el 2010 a 2011 y como principal productor encontramos a Estados Unidos (87,474), India (54,903) y China (36,036) con miles de toneladas, el consumo humano total de leche ha crecido a una tasa media anual del 1.6% la cual es tendencia mundial, los países desarrollados consumen 200 kg de leche por habitante al año y los países que consumen menos de 188 kg de leche por habitante al año son, China 80kg, Indonesia 5 kg, Perú 55kg, México 97kg y Brasil 128 kg (FAO, 2011).

El nivel promedio de consumo de productos lácteos de los peruanos es uno de los más bajos de América del Sur, puesto que el nivel reducido de ingresos de la mayor parte de la población peruana limita la adquisición de productos que siguen siendo de lujo para los más pobres (Aubron & Cochet, 2009).

- *Producción de leche en la sierra peruana*

Puno tiene una superficie de 3937 Hectáreas dedicada a esta actividad, con 210 unidades agropecuarias y con una existencia de 574,000 vacunos que representan el 13 % del total nacional, en cuanto a la producción de leche en 1994 tuvo 10,348 TM., con una productividad de 204 Kg/vaca/año y con una producción per cápita de 9.2 Kg /hab./año (Cotacallapa, 1998).



En dicha zona la leche constituye la fuente principal de ingresos de los habitantes quienes tienen desde dos hasta más de 50 vacas, cuya producción diaria se destina en su mayor parte a la elaboración de quesos artesanales y su venta es el sustento diario de cada familia, Illpa viene siendo reconocida como una de las cuencas ganaderas más importantes de la región ya que los pobladores manejan terrenos de 2 has. a 8 has (Álvarez, 2014).

▪ ***Problemática de la producción de leche en el sistema de vacunos de leche***

Existen un conjunto de factores inherentes al animal y otros de índole externo que determinan en gran medida la producción de leche (Sucasaca, 2017).

- **Factores intrínsecos**

Los vacunos mejorados hacia la producción de leche han sido seleccionados rigurosamente desde hace más de 200 años, combinando los aspectos productivos y reproductivos simultáneamente, bajo la premisa de mayores niveles de producción de leche y nutrientes de alto valor biológico (Rodríguez, 2012).

La clave para la selección de animales con habilidad lechera es la capacidad de la hembra de producir la mayor cantidad de leche posible durante el ordeño (Rojas, 2007).

- **Factores extrínsecos o de manejo**

Factores de manejo antes, durante y después del ordeño que resulta importante de conocer debido a las implicaciones sobre la producción y composición de la leche obtenida para el consumo humano y venta, así como para el becerro en el sistema de doble propósito (Duran & Duarte, 2009)



El estado corporal y el plano nutricional son dos de los factores que inciden con mayor significancia sobre la expresión del potencial lechero de un animal (Drescher, 2005).

2.1.2 Aspectos reproductivos

El ciclo estral es el periodo transcurrido entre dos tiempos del estro o calor y varía normalmente entre 18 a 24 días, con un tiempo promedio de 21 días según (Duby & Prange, 1996). Presenta un patrón cíclico de actividad ovárica que facilita a las hembras pasar de un período reproductivo no receptividad a uno de receptividad, el cual permite el apareamiento y el subsecuente proceso de gestación (Forde *et al.*, 2011). El comienzo del ciclo estral ocurre al momento de la pubertad, en donde la hembra bovina entra a un período de ciclicidad reproductiva que continua a lo largo de toda su vida, a excepción del período de gestación o de balance energético negativo en el cual prevalece el anestro (Sartori & Barros, 2011).

2.1.3 Fases del ciclo estral

Callejas (1995), el ciclo estral se divide en tres fases: fase folicular de regresión lútea (proestro), fase preovulatoria (estro y metaestro), fase luteal (diestro); a diferencia de (Rathbone *et al.*, 2001), que las estructuras ováricas se dividen en dos fases: 1 la fase luteal (período de desarrollo y mantenimiento del cuerpo lúteo), y 2 la fase folicular (Período que prima el crecimiento folicular, ovulación y luteinización de la cavidad ovulatoria).

▪ Proestro

Es caracterizado por el crecimiento folicular, comienza cuando la progesterona descende sus niveles basados como resultado de la luteólisis, el cual dura de 2 a 4 días y



es el periodo de mayor transición endócrina de la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), durante éste etapa los folículos son reclutados para la ovulación y el tracto reproductivo de la hembra el cual se prepara para la cópula (Laboratorio de Especialidades Veterinarias, 2005)

La fase del proestro es el periodo comprendido entre el comienzo de la luteólisis hasta el inicio del celo, en este periodo se produce el desarrollo del folículo según (Ramírez, 2006). Durante esta fase se observa la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior, la secreción creciente de (FSH) con el consiguiente desarrollo en un nuevo folículo y también se inicia la secreción de estrógenos, en este periodo la hembra puede atraer al macho, pero no permite la monta (Bavera, 2005)

- ***Fase preovulatoria (estro y metaestro)***

El estro o celo se define como el período de receptividad sexual de la hembra, observándose una serie de signos característicos como la inflamación de la vulva, dejarse montar, inquietud, secreción de moco claro y transparente que surge de la vulva (Shearer, 2003).

Lucy (2006), indica que la duración de celo es muy variable considerándose un tiempo promedio de 14 a 16 horas y que en esta fase continúa la producción de estrógenos por el desarrollo del folículo en un aumento de la liberación de LH y FSH de la pituitaria que estimula la máxima producción de estrógenos por el folículo.

Los niveles altos de estrógenos son los responsables de los signos de comportamiento del estro y también aumentan las contracciones del tracto reproductivo, para facilitar el transporte del espermatozoide y el óvulo, durante el estro las células de la granulosa también liberan inhibina la cuales son hormona que previene la liberación de



FSH de la pituitaria durante el proestro, estro; el crecimiento folicular se ha completado y el óvulo esté listo para ser lanzado a la ovulación (Duby & Prange, 1996).

Los 3 a 4 días inmediatamente siguientes al estro se denomina metaestro y el pico de LH y FSH, el estro conduce a la ruptura del folículo sobre 30 horas después del inicio de "celo", a las 10 y 14 horas después del final del estro y la liberación del óvulo desde el interior, las células de la granulosa y de la teca que recubren el folículo se vuelven sensibles a la LH y formará el CL o "cuerpo amarillo" y comenzará a producir progesterona, "esta hormona es responsable de preparar el útero para la preñez y la inhibición de la actividad del ciclo estral" (Duby & Prange, 1996).

- ***Fase luteal (diestro)***

En la fase del diestro sus concentraciones de progesterona permanecen elevadas y recurrentes ondas de desarrollo folicular son iniciadas por el pico de FSH de la pituitaria anterior; sin embargo, estos folículos dominantes que crecen durante la fase lútea del ciclo estral no ovulan (Laboratorio de Especialidades Veterinarias, 2005).

La progesterona es dominante, esta fase lútea del ciclo estral a través de la retroalimentación negativa no permite la secreción de LH con mayor frecuencia y no siendo suficiente para provocar la ovulación del folículo dominante (Rahe *et al.*, 1980).

El cuerpo lúteo se desarrolla principalmente a partir de las células de la granulosa que recubren las paredes del folículo colapsado y en efecto, la LH que induce la ovulación es responsable de los cambios en receptores a LH en las células de la granulosa que forman al cuerpo lúteo y este alcanza el tamaño ideal de 8 a 10 días después de la ovulación, sus niveles de progesterona en la sangre son paralelos al crecimiento del cuerpo lúteo y los niveles máximos se alcanzan alrededor del día 10 y se mantiene hasta el día 16 o 18 del ciclo estral (Duby & Prange, 1996).



Los días 16 o 18 del ciclo estral son críticos para el mantenimiento de la función CL, si la vaca no inicia la preñez, el CL ingresa a la regresión por efecto de la prostaglandina $F_2\alpha$ producida en el útero; en cambio en una hembra “preñada” el embrión viable produce una secreción de interferón Tau ($IFN-\tau$), y como señal molecular de importancia para el reconocimiento de la preñez en el útero se bloquea la síntesis de prostaglandina $F_2\alpha$ (Rahe *et al.*, 1980).

2.1.4 Aspectos hormonales

- ***El entorno endocrinológico en las vacas de alta producción***

La mayoría de datos disponibles muestran una relación negativa entre la producción de leche y la fertilidad. No obstante, el alcance de este efecto ha sido cuestionado especialmente por qué como sucede con muchos de los índices reproductivos, no se ha demostrado hasta el momento una relación clara con la producción lechera, en la actualidad parece muy claro que las vacas de alta producción pueden mostrar un estado endocrinológico distinto al de las vacas no lactantes, debido a su alto ritmo metabólico las vacas que producen más leche desarrollan unos folículos de mayor tamaño, pero con una menor concentración de estradiol circulante, además estas vacas de alta producción tienen un tejido luteal mayor y menores concentraciones séricas de progesterona (Block *et al.*, 2001).

- ***Regulación hormonal del ciclo estral***

Las células del organismo necesitan comunicarse entre sí con el fin de regular y coordinar su desarrollo, diferenciación, división y acción; las hormonas casi nunca actúan directamente en la maquinaria celular, sino que primeramente se deben unir a receptores específicos, los cuales casi siempre son proteínas muy grandes, encontrándose alrededor



de 2.000 a 100.000 receptores aproximadamente en cada célula, que son altamente específicos para una determinada hormona (Luttgenau *et al.*, 2011)

El sistema nervioso es el encargado de la regulación de las funciones reproductivas en la vaca, el tálamo e hipotálamo ubicados en el diencéfalo contienen los núcleos neuronales que se especializan en la producción de neurotransmisores, estos núcleos regulan la síntesis de las hormonas reproductivas producidas en la hipófisis y de allí viajan hacia los ovarios para estimularlos e iniciar la producción de hormonas ováricas, completándose así el eje hipotálamo, hipófisis y gónadas (Lenis *et al.*, 2013).

El hipotálamo, la GnRH se sintetiza y se libera en la pituitaria, es allí donde se estimula la liberación de las hormonas FSH y LH en el torrente sanguíneo, son las que distribuyen e influyen en varias funciones en el cuerpo y regulan procesos que se desarrollan en los ovarios, los folículos y CL. Las estructuras ováricas son producidas por los esteroides estrógeno, la progesterona e inhibina que son liberadas en la sangre y de ahí influyen la GnRH, FSH y LH en la hipófisis, el hipotálamo es quien estimula la oxitocina, diferentes enzimas que controlan la acción de $\text{PGF}_2\alpha$, junto con varios factores intraováricos donde inicia la regresión del CL (Lamb *et al.*, 2009).

El hipotálamo forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), en donde se difunde a través de los capilares al sistema hipofisario y de allí a las células de la hipófisis anterior, donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisarias las cuales son la FSH y LH, la hipófisis consta de una parte anterior y otra posterior; la hipófisis anterior o adenohipófisis que produce varios tipos de hormonas las principales son FSH y la LH las cuales cumplen un papel relevante en el ciclo estral, la FSH es la encargada



del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular; la LH es la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del CL.

la hormona oxitocina, que también es producida en el hipotálamo es almacenada en la adenohipófisis la cual intervendrá en los procesos del parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides en el útero, así como en el proceso de luteólisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario (Rippe, 2009).

Las vacas son animales poliéstricos que presentan comportamiento de estro cada 21 días en promedio la hormona hipotalámica liberadora de gonadotropinas (GnRH), las hormonas de la pituitaria anterior como la hormona folículo estimulante (FSH), la luteinizante (LH), las hormonas ováricas como progesterona, estradiol e inhibina y la hormona uterina prostaglandina $F_{2\alpha}$ (PGF), son las hormonas que regulan el ciclo estral mediante un sistema de retroalimentaciones o “feedbacks” positivas y negativas.

El hipotálamo consta de dos centros de secreción de GnRH un centro tónico y un centro cíclico, el centro tónico produce una secreción pulsátil de niveles basales de GnRH, mientras que el centro cíclico produce un aumento preovulatorio de GnRH, pues ambas formas de secreción previenen la desensibilización del receptor de GnRH en las células gonadotropas de la pituitaria anterior, el principal estímulo para la síntesis y secreción de FSH y LH es el decapeptido GnRH, el cual es liberado desde el hipotálamo de manera pulsátil y pasa hacia la pituitaria a través del sistema portal de vasos sanguíneos.

Los esteroides sexuales de las gónadas proveen una retroalimentación negativa para la secreción de gonadotropina a nivel hipotalámico al suprimir su liberación, la GnRH promueve la excitación de FSH y LH al desencadenar la liberación de Ca^{2+} intracelular, otros factores producidos dentro del ovario como las inhibinas, activinas, factores de crecimiento similar a la insulina I y sus proteínas de unión las cuales juegan



un papel importante en la regulación del ciclo estral ya sea indirectamente al alternar la síntesis de estradiol, o directamente mediante mecanismo de retroalimentación negativa en la glándula pituitaria anterior (Forde *et al.*, 2011).

▪ ***Rol del GnRH en el control del ciclo estral***

La GnRH es una hormona peptídica (decapéptido) sintetizada por el hipotálamo y que ejerce su acción biológica a nivel hipofisario, estimulando la secreción de LH y FSH, estas hormonas tienen dos tipos de secreción, una tónica y una cíclica pues la primera de ellas es basal, no muestra variación estacional y tiene control endocrino ejercido por las hormonas esteroides secretadas por el ovario el estradiol y progesterona (Becaluba, 2006).

La secreción cíclica de LH y FSH es propia de la hembra y muestra una importante variación durante el período preovulatorio, esta oleada o pico preovulatorio es responsable de la ovulación, dura entre 6 y 12 horas en la mayoría de las especies domésticas, el pico preovulatorio de LH se inicia con un importante incremento en la concentración circulante de estrógenos, el cual tiene un efecto positivo sobre el eje hipotálamo e hipofisario, induciendo la descarga de GnRH y como consecuencia de éste la descarga de LH. El estrógeno actúa a dos niveles, nivel hipotalámico que aumenta la descarga de GnRH y a nivel de la hipófisis que aumenta la sensibilidad de las células gonadotrofas a la GnRH, lo que provoca finalmente un incremento importante en la descarga de LH, este pico de LH provoca la elevación rápida de esteroides gonadales (estradiol - progesterona) y de prostaglandina en el líquido folicular, desempeñando esta última un rol primordial en los mecanismos íntimos de la ovulación (Sintex, 2005).



▪ ***Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)***

La gonadotropina coriónica equina (eCG) es una glicoproteína compleja con actividad semejante a las hormonas folículo estimulante y luteinizante (FSH y LH), la eCG administrada a algunas horas previo a la ovulación estimula el crecimiento folicular a través de su acción de hormona folículo estimulante y luteinizante (FSH y LH), aumentando el tamaño del folículo preovulatorio, incrementando así las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación, mejorando así el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez (Nuñez, 2011).

La ECG se obtiene del suero de la yegua preñada durante la primera mitad de la gestación, si hay necesidad de un efecto folículo estimulante exclusivo se puede conseguir hormona folículo estimulante preparada, esta hormona que se encuentra en la placenta y que es secretada en las copas endometriales que se han formado alrededor del día 40, la eCG desde el punto de vista farmacodinámico tiene una actividad semejante a las hormonas FSH y LH, tiene una vida media de aproximadamente 2 días en la vaca y persiste por más de 10 días en la circulación sanguínea, la eCG es una glicoproteína compleja con actividad FSH y LH, la cual tiene una vida media aproximadamente de 40 horas en la vaca y persiste por más de 10 días en la circulación sanguínea, la eCG estimula el crecimiento folicular a través de su acción FSH y LH, también incrementa las concentraciones plasmáticas de progesterona, mejora el desarrollo embrionario y el mantenimiento de la preñez (Álava, 2013).

La administración de eCG produce cambios morfológicos en las células luteales relacionados con mayor producción de progesterona, en concordancia con esto cuando se trataron vacas Brangus con 400 UI de eCG, el día 7 post IATF incrementó el área del CL



y el diámetro del folículo dominante al día 12 y aumentó el porcentaje de preñez (Guillermo, 2013).

La aplicación de eCG en el momento esperado de una onda nueva de crecimiento folicular, ha demostrado eficiencia en cuanto a superovulación y el desarrollo de un folículo dominante de mayor diámetro, determinando de esta forma un mayor número de cuerpos lúteos o un cuerpo lúteo grande, esto va acompañado de mayores concentraciones plasmáticas de progesterona y mejor porcentaje de utilización de hembras transferidas, hembras sincronizadas al 100 % (Tovio, 2011).

La eCG administrada a algunas horas previas a la ovulación, estimula el crecimiento folicular debido a que tiene la capacidad de unirse e incrementar el número de receptores de FSH y LH de los folículos, aumentando el tamaño del folículo preovulatorio e incrementando las concentraciones plasmáticas de progesterona luego de la ovulación (Garnica, 2012).

2.2 Fisiología postparto

El anestro postparto es el período después del parto durante el cual las vacas no muestran señales conductuales de estro según (Montiel & Ahuja, 2005), la primera ovulación postparto se presenta cuando existe un folículo dominante y pulsos de LH (Hormona Luteinizante), en al menos una cada hora en la fase preovulatoria (Duffy *et al.*, 2000).

Los principales factores que afectan la duración del anestro postparto son el estado nutricional (condición corporal) y la presencia del ternero durante la etapa de lactación según (Montiel & Ahuja, 2005), otros factores como la raza, edad, número de partos, producción de leche, temporada de parto, presencia del toro, involución uterina, distocias y estado de salud general influyen la duración del anestro (Peters & Lamming, 1984).



Wettemann *et al.*, (2003), afirma que existen otros factores como una causa probable de anestro, además de la nutrición y presencia del ternero, en tal sentido se mencionan a continuación tres factores principales como causa de anestro.

2.2.1 Balance energético

El balance energético negativo reduce la disponibilidad de glucosa e incrementa la movilización de reservas corporales. El metabolismo basal, la actividad, el crecimiento y la lactancia tienen prioridad sobre los procesos reproductivos como el reinicio de la ciclicidad y el establecimiento de una nueva preñez (Short *et al.*, 1972), un inadecuado consumo de nutrientes en relación con las demandas metabólicas es un factor que contribuye a prolongar el anestro postparto y aunque la naturaleza de estos factores y sus interacciones es compleja y poco conocida, muchos de ellos parecen actuar por vía de mecanismos hormonales (Jolly *et al.*, 1995).

La transición de un balance energético negativo a uno positivo durante la lactancia está asociada al incremento en la frecuencia de pulsos de la LH, lo cual sugiere que la secreción pulsátil de LH puede ser inhibida hasta tanto no se alcance el valor más bajo del balance energético y por ende su repercusión en la condición corporal (Canfield & Butler, 1991), en vacas de leche se ha relacionado el intervalo entre partos y la primera ovulación con el estatus metabólico, encontrando una relación inversamente proporcional entre balance energético y la reanudación de actividad ovárica (Butler, 2003), tomando en referencia al balance energético se determina que la primera ovulación ocurre aproximadamente a los 14 días después del máximo balance energético negativo (Canfield & Butler, 1991)



2.2.2 Hormonas metabólicas

Los primeros estudios relacionados con la interacción nutrición y reproducción se establecía que las concentraciones de glucosa en sangre relacionan el estado nutricional con la función reproductiva en el hipotálamo de una manera directa (Short & Adams, 1988). Vacas con concentración de glucosa reducida disminuyen su cantidad de progesterona en plasma, aunque las concentraciones de glucosa en bovinos permanecen en niveles constantes en comparación con animales monogástricos (Villa Godoy *et al.*, 1988).

La insulina regula la utilización de glucosa por parte de las células también estimula la liberación de GnRH de fragmentos hipotalámicos *in vitro*, cuando existe glucosa disponible (Arias *et al.*, 1992). La insulina estimula la producción de hormonas esteroides en las células ováricas, las cuales regulan el funcionamiento cíclico reproductivo de vacas postparto (Spicer & Echterkamp, 1995).

Los folículos sintetizan IGF-I (factor de crecimiento insulínico), este influye en la función ovárica, específicamente la proliferación celular ovárica y la esteroidogénesis en las gónadas las cuales son estimuladas directamente por el IGF-I (Spicer & Chamberlain, 1998). Los folículos dominantes presentan menor actividad IGFBP que los subordinados (Yuan *et al.*, 1998), esta disminución puede incrementar la disponibilidad de IGF-I para las células foliculares; adicionalmente, las concentraciones de IGFBP-4 parecen determinar cuál folículo se vuelve dominante durante la selección (Mihm, 1999).

Las concentraciones plasmáticas de estradiol están altamente correlacionadas con los niveles de IGF-I (Butler, 2003), el IGFBP-3 parece ser importante en el transporte de IGF-I hacia tejidos blanco y se ha encontrado en mayor cantidad en plasma de vacas con un folículo ovulatorio durante las tres primeras semanas postparto (Frajblat, 2000). La



importancia de la insulina y el IGF-I en la regulación del desarrollo folicular postparto demuestra que la capacidad funcional del eje somatotrópico está entrelazada con la actividad ovárica durante el balance energético negativo (Webb, Garnsworthy, Gong, Robinson, & Wathes, 1999).

Desde el descubrimiento de la leptina, ha existido mucho interés acerca de su función como señal de información acerca de las reservas energéticas, la restricción nutricional incrementa la expresión de receptores de leptina en el núcleo hipotalámico y el consumo de nutrientes influye sobre las cantidades de RNAm para leptina en grasa (Amstalden *et al.*, 2000), las concentraciones de leptina en el plasma disminuyen durante el balance energético negativo significativamente después del parto y continúan hasta el periodo próximo al mes después del parto (Ehrhardt *et al.*, 2000).

Dentro del sistema nervioso central el hipotálamo es el sitio de mayor acción de la leptina con respecto al control de consumo de alimento y gasto de energía, los numerosos estudios han evaluado la localización del receptor de RNA mensajero (mRNA) para la leptina dentro del hipotálamo; el hipotálamo, convierte las señales de la leptina en respuestas neuronales sobre el consumo de alimento; el neuropéptido Y (NPY), parece ser importante la regulación del consumo, las leptinas inhibe las señales del NPY inhibiendo el consumo de alimento (Jang *et al.*, 2000). La administración de leptina también estimula la producción de gonadotropinas en la hipófisis por medio de estimulación de GnRH en el hipotálamo, en rumiantes sometidos a ayunos prolongados su administración de leptina recombinante ovina estimuló la secreción pulsátil de LH (Amstalden *et al.*, 2000).

La leptina tiende a incrementarse durante la primera ovulación indicando la existencia de mecanismos reguladores adicionales en el hipotálamo, hipófisis y ovarios,



durante la preñez los niveles de leptina son altos y disminuyen rápidamente luego del parto y esta caída es debida a los costos energéticos de la producción de leche (Block *et al.*, 2001). Numerosos estudios en los rebaños lecheros han demostrado que un aumento notable de la producción de leche a principios de la lactación incrementa la incidencia de diversos problemas reproductivos e influyen directamente en el anestro postparto (Mann *et al.*, 1998).

▪ ***El entorno endocrinológico en las vacas de alta producción***

La mayoría de datos disponibles muestran una relación negativa entre producción de leche y fertilidad; No obstante, el alcance de este efecto ha sido cuestionado especialmente porque sucede con muchos de los índices reproductivos y no se ha demostrado hasta el momento una relación clara con la producción lechera, en la actualidad parece muy claro que las vacas de alta producción pueden mostrar un estado endocrinológico distinto al de las vacas no lactantes debido a su alto ritmo metabólico, las vacas que producen más leche desarrollan unos folículos de mayor tamaño pero con una menor concentración de estradiol circulante, además estas vacas de alta producción tienen un tejido luteal mayor y menores concentraciones séricas de progesterona (Block *et al.*, 2001).

▪ ***Fisiología del ciclo estral en el vacuno hembra***

El ciclo sexual de la vaca suele ser independiente de la estación del año, el estro o celo se observa cada 21 días en promedio, con un rango de 18 a 24 días en promedio, el día del estro se considera como el día cero el cual dura relativamente poco (18 horas), la ovulación se da unas 30 horas después del inicio del estro, la fertilización del óvulo se produce en el oviducto, el blastocisto llega al útero alrededor del día 5 y la gestación dura 279 a 290 días, el intervalo entre partos y la primera ovulación varía enormemente



dependiendo de la raza de la vaca, su nutrición, rendimiento lechero, estación y la presencia de un ternero durante la lactación junto con la vaca (Wiltbank *et al.*, 2002).

2.2.3 Amamantamiento

El amamantamiento afecta la actividad del hipotálamo, hipófisis y ovarios, mediante la reducción de liberación de la GnRH, la cual conduce a insuficientes pulsos de LH (Williams *et al.*, 1996). Debido a esto los folículos son incapaces de madurar y por lo tanto de ovular, ya que existe una incorrecta síntesis de estrógenos a nivel folicular, adicionalmente el amamantamiento genera la secreción a nivel hipotalámico de endorfina, en respuesta al estímulo de succión y los estrógenos producidos en la placenta durante el último tercio de la gestación provocando la inhabilitación de la secreción de LH a través de la inhibición en el hipotálamo (Day, 2003).

En el parto, las concentraciones de LH en la hipófisis anterior se agotan debido al efecto inhibitorio de los estrógenos placentarios, el efecto inhibitorio del estradiol acaba con el parto y al cabo de 2 a 3 semanas las reservas de LH son similares a las de vacas cíclicas, el amamantamiento del ternero prolonga la demora en la aparición de la secreción pulsátil de LH y las vacas que pierden su ternero al nacimiento comúnmente muestran esto más temprano (Wettemann, 1994).

La inhibición de la secreción de LH debida al amamantamiento puede estar influenciada por la secreción del opioide hipotalámico β -endorfina, en respuesta al estímulo de succión, la administración de antagonistas de opioides incrementa la secreción pulsátil de LH en vacas lactantes después del parto (Williams *et al.*, 1996), el efecto del amamantamiento es de mayor magnitud en vacas primíparas y en vacas con baja condición corporal (Short *et al.*, 1990), las vacas desarrollan un vínculo con su cría y el efecto del ternero propio es mayor que el de un ternero ajeno (Stevenson *et al.*, 1997).



2.2.4 Otros factores

▪ *Estrés calórico*

Con respecto al patrón de secreción de la LH en vacas bajo estrés de calor, se han reportado disminuciones en la amplitud de la frecuencia de pulsos de esta hormona (Gilad et al., 1993). La disminución de los niveles de LH durante el pico preovulatorio ha sido controversial y se ha relacionado con los niveles preovulatorios de estradiol (Wise *et al.*, 1988).

La poca información que existe disponible acerca del efecto del estrés calórico sobre las concentraciones sanguíneas de FSH e inhibina sugieren que la FSH se incrementa y que esto pueda ser debido a la disminución en la producción de inhibina. El estrés calórico no presenta efectos sobre la producción de progesterona, pero sí es capaz de retrasar la luteólisis, estas diferencias probablemente se deban a otros factores no controlados como el tipo de estrés calórico (agudo o crónico) y las diferencias en el consumo de materia seca (Wilson *et al.*, 1998).

Los mecanismos mediante los cuales el estrés calórico afecta las concentraciones de hormonas reproductivas son desconocidos, se ha sugerido como causa el incremento de la secreción de corticosteroides porque estos pueden inhibir la secreción de GnRH y por lo tanto de LH, en este mismo estudio se encontró que la secreción de gonadotropinas fue inhibida en mayor grado en vacas con bajas concentraciones plasmáticas de estradiol, sugiriendo que las altas concentraciones de estradiol pueden neutralizar el efecto del estrés calórico (Gilad et al., 1993).



- ***Involución Uterina***

La involución uterina no está relacionada con la duración del anestro postparto; sin embargo, la involución es una barrera física en el postparto temprano tanto para el transporte del espermatozoide como para la implantación, muy pocas vacas pueden presentar anestro tan temprano como para que la involución uterina interfiera con la concepción, a menos que condiciones patológicas y deficiencias alimenticias prolonguen la involución normal del útero más allá del puerperio (Short *et al.*, 1990), la involución uterina se completa dentro de las 4 a 6 semanas postparto y ocurre más rápidamente en el cuerno no grávido de la preñez anterior (Spicer *et al.*, 1986).

- ***Edad (Número de partos)***

Debido a que las vacas de primer parto continúan en crecimiento y la frecuencia de los pulsos de la LH en el postparto es menor, el anestro postparto se prolonga de 1 a 4 semanas más que en vacas multíparas (Yavas & Walton, 2000)

- ***Raza***

En vacas de lechería especializada los folículos medianos (5-10 mm) son detectables a partir del día 5 postparto, el primer folículo dominante que se desarrolla logra la ovulación entre los días 15 a 27 postparto en la mayoría de vacas de leche (Beam & Butler, 1997). En vacas de carne lactantes los folículos medianos se encuentran desde los días 5 a 7 postparto, su número y tamaño se incrementa a medida que transcurre el tiempo después del parto, los folículos dominantes son detectables en los días 10 a 21 postparto; sin embargo, la mayoría de estos folículos no llegan a ovular debido a que sufren atresia antes de obtener el tamaño óptimo de ovulación, posiblemente debido a la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisiario, al efecto de retroalimentación negativa del



17 β estradiol producido por el ovario que retrasa el restablecimiento de los pulsos de LH (Yavas & Walton, 2000).

- ***Factores sociales***

La presencia del macho, así como las interacciones entre hembras y la presencia de otras hembras en celo, el encadenamiento de conductas sexuales en grupos de hembras afecta la duración del intervalo postparto ya que existen diferencias en la actividad sexual de novillas, debidas a la jerarquía de los machos con los que se encuentran y así como la conformación de grupos de la actividad sexual (Hernández *et al.*, 2008).

- ***Dinámica folicular durante el postparto***

Aunque la función de las gonadotropinas y otros reguladores endocrinos de la actividad folicular durante el postparto temprano no están claros, la ultrasonografía hace posible comparar los cambios en el desarrollo folicular ovárico con variables endocrinas y metabólicas para encontrar el origen endocrino del anestro prolongado, el crecimiento folicular y la habilidad de los folículos para producir cantidades considerables de estradiol dependen de un adecuado aporte de FSH (Hormona Folículo Estimulante) y LH; La FSH, controla el crecimiento y maduración folicular, mientras que la LH está asociada con el mantenimiento de los folículos dominantes y la producción de estradiol necesaria para la inducción del estro, el pico preovulatorio de LH y en sí misma la ovulación (Fortune, 1994).

La síntesis de estradiol por las células de la granulosa depende del suministro continuo de substrato aromatizable (predominantemente androstenediona) de las células de la teca interna adyacentes gobernadas por LH, la reanudación del crecimiento folicular luego del parto se debe al incremento de la secreción de FSH a los 3 o 4 días postparto en vacas bien alimentadas (Lamming *et al.*, 1981).



La habilidad de los folículos para desarrollarse y ser dominantes depende de la secreción pulsátil de la LH que a su vez refleja la secreción de GnRH hipotalámico (Jolly *et al.*, 1995). La falla de los mecanismos que controlan la maduración folicular incluye la inhibición de la liberación pulsátil de mayor frecuencia de la LH necesaria para estimular la mayor secreción de estradiol o la inhibición central de liberación de GnRH en respuesta al estradiol (Jolly *et al.*, 1995).

Los patrones de crecimiento y desarrollo folicular son inconsistentes luego del parto, algunas vacas presentan ovarios relativamente inactivos (sin crecimiento folicular mayor a 10 mm), mientras otras muestran folículos de diámetro mayor a 10 mm dentro de los 10 a 15 días después del parto (Lucy *et al.*, 1992), la inactividad ovárica puede deberse a insuficiente secreción de la LH asociada con un inadecuado consumo de energía, este tipo de anestro es común en vacas primíparas en las cuales el balance energético negativo es más evidente (Lucy *et al.*, 1992).

El desarrollo de ondas foliculares ocurre temprano en el postparto tanto en ganado de carne como de leche, posteriormente al parto existe un incremento dramático en la FSH que es seguido por la emergencia de la primera onda folicular en donde se da el proceso de crecimiento folicular para una primera ovulación que generalmente se produce 2 a 7 días postparto (Wiltbank *et al.*, 2002).

Sin embargo, la ovulación del folículo dominante solamente ocurre cuando este es expuesto a una adecuada frecuencia de pulsos de la LH (aproximadamente 1 pulso/h), que permita el incremento en el tamaño del folículo y la producción de estradiol, la cual eventualmente puede conllevar a un pico de LH y una ovulación (Roche *et al.*, 1992). Se ha determinado que el folículo dominante de la primera onda folicular ovula en 42% de



vacas Holstein de alta producción, en el periodo postparto (Beam y Butler, 1997) y solamente en el 11% de vacas de carne lactantes (Murphy *et al.*, 1990).

2.3 Anestro postparto

El anestro postparto es la ausencia de comportamiento estral en un período de tiempo esperado, es un evento fisiológico normal que tiene un promedio de tiempo, bajo condiciones pastoriles o extensivas de 45 a 60 días. Actualmente el anestro postparto se clasifica según la dinámica folicular y luteal, en:

Tipo A: Emerge una onda folicular pero no existe desviación de los folículos, esta condición ocurre en menos del 10% de las vacas de un rodeo y es causada básicamente por una extrema subnutrición (Peters, 1984).

Tipo B: Desviación y crecimiento de los folículos, con o sin folículo dominante (FD), seguido de atresia o regresión, en este caso existe una baja pulsatilidad de la LH o el folículo produce pocas concentraciones de E_2 (Peters, 1984).

Tipo C: Crecimiento y establecimiento de un folículo dominante, pero éste no ovula persistiendo en el ovario, puede ser causado por que el hipotálamo el cual esta insensible al feedback positivo del estradiol o por una respuesta alterada del folículo a las gonadotrofinas (Peters, 1984).

El anestro postparto está influenciado directamente por varios factores entre los cuales se encuentran la condición corporal en el primer tercio de lactancia, el balance energético negativo, la edad, el tipo de manejo y la producción lechera, esta última es muy importante ya que existe una relación directamente proporcional entre la producción láctea y el intervalo parto y primer celo postparto, mientras la producción láctea es mayor



el intervalo entre el parto y el primer celo postparto aumenta al igual que la presencia de celos silenciosos (Morales & Cavestani, 2012).

2.4 Hormonales referidos

2.4.1 Estradiol

El principal estrógeno en los mamíferos son el 17 β estradiol, la estrona y el estriol los cuales son producidos en el folículo ovárico y la placenta, la mayor parte de los estrógenos naturales se producen en el folículo ovárico bajo la estimulación de las hormonas folículo estimulantes y luteinizante por retroacción negativa, los valores de estrógenos inhiben la secreción de la hormona folículo estimulante de la hipófisis y GnRH del hipotálamo (Sumario & Ocampo, 1997), es un derivado sintético del 17 β Estradiol, la hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico está desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos (Sintex, 2005).

Basurto *et al.*, (2002), Reporta que el uso de 2 mg de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación de progesterona provoca el inicio de una nueva onda folicular, la aplicación del 1 mg de benzoato de estradiol a las 24 horas de la extracción del implante de progesterona produce la luteólisis e induce un pico preovulatorio de la LH a través del feedback positivo sobre el GnRH y LH lo que induce la ovulación a las 70 horas de extraído dicho implante de progesterona, según (Barillas & Carballo, 2007) es un recurso ideal en la sincronización de ovulación en esquemas de inseminación artificial a tiempo fijo ya que resulta una alta sincronía de ovulaciones.

Báez (2010), Reporta niveles de progesterona (P_4) y 17 β estradiol en el suero sanguíneo en vacas lactantes de la raza Sanmartinero mediante la técnica de radioinmuno análisis (RIA), los niveles de estradiol mostraron una tendencia creciente a través de la



lactancia de $26,43 \pm 5,6$ pg/ml hasta $43,76 \pm 6,5$ pg/ml antes de la primera ovulación, los niveles de progesterona mostraron un valor promedio de 1,15 ng/ml a partir del día 46 postparto, concluyendo que los pesos mínimos en el postparto fueron alcanzados en los días 50 y 60, la reactivación de la actividad estral estuvo relacionada con la recuperación del peso corporal que fue de 11.5% en promedio; respecto al peso mínimo, se observó estro con ovulación a partir de los 51 días postparto así como el agrupamiento de los celos en determinados días.

Guerra (2017), Reporta los niveles de progesterona y 17β estradiol a través de la técnica de radioinmunoanálisis (RIA), donde los niveles de 17β estradiol (pg./ml) fueron de $25,25 \pm 4,73$ al momento del parto; $8,811 \pm 0,71$ a los 30 días postparto, seguidamente a los 60 días postparto los niveles de estradiol fueron de: $10,260 \pm 0,412$ para las vacas que reinician ciclicidad y $9,988 \pm 0,40$ para las que no reinician ciclicidad; finalmente se registran valores de: $11,988 \pm 0,50$ (vacas cíclicas) a los 90 días postparto. Los niveles de progesterona (ng/ml) fueron: $0,44 \pm 0,20$ al parto; $0,427 \pm 0,16$ a los 30 días postparto; seguidamente, a los 60 días postparto se registraron los siguientes valores: $0,977 \pm 0,26$ (vacas cíclicas) y $0,703 \pm 0,32$ (vacas no cíclicas); finalmente se obtuvieron $1,718 \pm 0,395$ de P_4 , (vacas cíclicas) a los 90 días postparto y se concluye que el perfil hormonal está relacionado de manera directa con el reinicio de la actividad cíclica postparto en vacas.

Mayono & Rodriguez (2014), Reporta suplementación energética sobre el nivel de colesterol, progesterona, estradiol y hormona luteinizante en vacas Holstein durante un periodo total de 60 días, dieta control, D1: 200g de grasa protegida y D2: 400g de grasa protegida, la toma de muestras de sangre se realizó en el pico preovulatorio, aproximadamente entre 30 y 90 días postparto, las vacas suplementadas con grasa protegida evidenciaron un incremento en los niveles de colesterol, progesterona y estradiol, con respecto a las del grupo control tuvieron diferencias estadísticas ($p < 0,05$)



entre grupos, en cuanto a la hormona luteinizante (LH) se presentaron diferencias entre la D2 y los otros dos grupos ($p < 0,05$), se puede inferir que la inclusión de suplementos tales como la grasa protegida en la dieta de vacas recién paridas sirven de coadyuvante para la producción de hormonas gonadotrópicas y esteroides que están directamente relacionadas con la próxima ovulación.

Para la concentración preovulatoria de estradiol (E_2), se utilizó la técnica analítica de RIA, prueba que permite determinar residuos de sustancias estrogénicas, particularmente 17 β estradiol (E_2), evitando las posibles reacciones cruzadas con otras estructuras biológicamente similares, utilizando la capacidad o propiedad que tiene el anticuerpo para unirse específicamente a su antígeno, este parámetro fue reportado por el laboratorio dando un valor de referencia de 0,5 a 120 pg/ml con una variación intra e interensayo del 5% y 11% (Mayono & Rodriguez, 2014).

Day (2004), hace referencia al funcionamiento hormonal de la vaca en el periodo postparto, indicando que los niveles de estradiol se van recuperando conforme se avanza en el primer tercio de la lactancia, más aún menciona que los promedios de estradiol son necesarios para el restablecimiento de la ciclicidad estral el cual supera los 8 pg/ml.

2.4.2 Hormona folículo estimulante (FSH)

La FSH (hormona folículo estimulante) es la responsable del proceso de esteroidogénesis (folicular) estimula el crecimiento, desarrollo y maduración de los folículos ováricos y la secreción de la hormona denominada estrógenos, permitiendo la aparición del celo en las hembras, esta hormona es secretada al corriente sanguíneo por medio de pulsos regulados por el sistema tónico y cíclico que varían en frecuencia y amplitud (Garay, 2015)



La transformación de los folículos en crecimiento a folículos graaf requiere una estimulación gonadotrópica previa a la formación del antro, la creencia actual de que ambos FSH y LH son requeridos para la transformación de un folículo en crecimiento a uno preovulatorio y para la secreción de estrógeno por la teca ahora parece poco probable (Jaimez, 2016).

Existe evidencia que indica que la FSH por si sola es suficiente para completar el desarrollo de los folículos, varios estudios recientes sugieren que la acción de FSH en el ovario es mediada primordialmente por las células granulosas del folículo, se sugiere que en la FSH se puede madurar las células granulosas para que los folículos puedan responder a la LH endógena que se secreta durante el ciclo estral (Jaimez, 2016)

El rol principal de la elevación preovulatoria de los niveles de la LH es la inducción de la ovulación; sin embargo, la función de la elevación de FSH al mismo momento permanece desconocida, esta elevación de FSH puede ser parte importante de un “complejo hormonal de inducción de la ovulación”; o quizás, puede estimular el crecimiento y la maduración de generaciones de los futuros folículos o ambas; la luteinización de las células granulosas, la subsiguiente secreción de progesterona generalmente se considera que es a causa de la LH; sin embargo, aparentemente la FSH es capaz también de iniciar luteinización de estas células (Fernandez, 2003).

Franco & Uribe (2012), Reporta resultados hormonales de FSH en bovinos 0.01ng/ml de suero, Ovinos 0.1ng/ml de suero, Caprinos 0.94 ng/ml de suero, donde concluye que la concentración plasmática de cada hormona reproductiva es fundamental para el correcto desarrollo de su función, ya que una variación en alguna de ellas puede afectar el ciclo reproductivo. Por lo tanto, es importante conocer las concentraciones



hormonales durante las diferentes fases del ciclo estral, con el fin de realizar diagnósticos que determinen la etiología de un problema reproductivo.

2.4.3 Prolactina

La PRL es la principal hormona implicada en la lactogénesis, de modo que su presencia es esencial para el desarrollo de la glándula mamaria y el inicio de la lactación, sin olvidar la actuación de la PRL en otras funciones corporales importantes, su relación con los estrógenos y el estrés, así como sus funciones reproductivas incluso relacionadas con la fertilidad, es una materia de amplio estudio y de necesidad para el mantenimiento de una explotación de ganado vacuno (Oliveira, 1999).

La prolactina (PRL) es la tercera hormona proteica involucrada en la actividad ovárica del ciclo estral de la oveja, la concentración basal de PRL durante el periodo interestral es muy variable (5-40 ng/ml). Sin embargo, se ha observado una elevación característica en el día del estro, que varía de 40 a 600 ng/ml y una estrecha relación con el pico preovulatorio de la LH (García, 2018).

Bjersing *et al.*, (1972), Reporta un aumento paulatino en la concentración de PRL de 16.8 ± 9.84 ng/ml en el día 13 del ciclo estral, y 40.0 ± 35.1 ng/ml en el día 15 hasta 61.5 ± 48.5 ng/ml entre 6 y 12 horas antes del inicio del estro, para volver a disminuir los niveles basales poco después del estro.

Reimers & Niswender (1975), Reporta que la PRL en oveja no es claro cuando los niveles son altos sobre todo durante el anestro estacional y postparto, se asocia con la actividad ovárica disminuida, si altos niveles de PRL están asociados a una disminución en la actividad ovárica, es difícil explicar el papel de esta hormona durante el estro cuando alcanza concentraciones de 600 ng/ml (Padilla & Mepes, 1986); sin embargo, (Cumming *et al.*, 1972), sugieren que la PRL puede ser almacenada en el folículo y quizá influiría en



el desarrollo del CL; sin embargo, los resultados obtenidos por (Louw *et al.*, 1974), indican que estas altas concentraciones no son esenciales para los cambios que ocurren durante el periodo preovulatorio pero se considera que tiene algún efecto en la regulación del flujo sanguíneo al ovario

2.5 Tiempo de retorno de celo

El celo si no se repite después de los 21 días de servicio (monta o inseminación) se puede presumirse que la vaca está preñada, aunque se debe tomar en cuenta que en algunos casos la vaca no repite celo por la presencia de quistes o problemas reproductivos y en otros casos repite celo, pero no es detectado por el productor (Gélvez, 2012).

Ruíz *et al.*, (2017), Reporta resultados sobre los tratamientos hormonales (cipionato de estradiol [CE₂] y benzoato de estradiol [BE₂]) entre los 36 y 49 días después del parto y un grupo de vacas con cuernos uterinos involucionados sin tratamiento, empleando el modelo de riesgos proporcionales de Cox, el IPC y el NSC fueron menores en vacas tratadas con CE₂ (122.1 días y 1.3) que en las tratadas con BE₂ (138.4 días y 1.5) en donde ($p < 0.05$). Asimismo, la P1S y el P200d fueron similares en las vacas con CE₂ (49.3 y 47.7%) y las tratadas con BE₂ (36.7 y 50.2%). Las vacas tratadas con CE₂ tuvieron 1.6 veces más probabilidades de preñar más pronto que las vacas tratadas con BE₂ ($p < 0.01$). Se recomienda la aplicación de cipionato de estradiol sobre el benzoato de estradiol para mejorar el desempeño reproductivo de vacas lecheras con involución uterina retardada.

El estradiol es el estrógeno (E₂) primario biológicamente activo producido por el ovario, la estrona y estriol son producidos en cantidades pequeñas todos los E₂ ováricos son sintetizados a partir de precursores androgénicos ya que algunas de sus funciones fisiológicas son participar en el desarrollo de las características sexuales secundarias de



la hembra a nivel de SNC para inducir el comportamiento estral y así ejercer el control de retroalimentación positiva y negativa en la liberación de LH y FSH del hipotálamo donde el útero actúan potencializando los efectos de la oxitocina, PGF2 α para aumentar la amplitud y frecuencia de las contracciones (Hafez, 2002).

Báez *et al.*, (2007), Reporta los perfiles hormonales (progesterona, 17 b-estradiol) mediante la técnica de radioinmunoanálisis (RIA), con el fin de conocer las características y valorar las fases del ciclo estral, también se determinó el periodo de anestro posparto donde la eficiencia en detección de calores respaldada por los niveles de progesterona fue de 74%, se evidenciaron algunos celos falsos (comportamiento estral durante la fase luteal), ciclos de corta duración y los perfiles de 17 b-Estradiol mostraron la presencia de ondas foliculares y el número de ondas estuvo relacionado con la duración del ciclo estral que fue de 21.14 días (min 19, max 23).

El amamantamiento afecta la actividad del hipotálamo, hipófisis y ovarios mediante la reducción de liberación de GnRH, la cual conlleva a insuficientes pulsos de la LH (Williams, 1990). Debido a esto los folículos son incapaces de madurar y por lo tanto de ovular ya que existe una incorrecta síntesis de estrógenos a nivel folicular, adicionalmente el amamantamiento genera la secreción a nivel hipotalámico de b-endorfina, en respuesta al estímulo de succión y los estrógenos producidos en la placenta durante el último tercio de la gestación provocan la inhabilitación de la secreción de LH a través de la inhibición en el hipotálamo (Day, 2003).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La investigación se realizó en la comunidad de Yanamocco - Atuncolla - Puno, en vacas de la raza Brown Swiss de diferentes criadores, ubicado a una altitud de 3825 m, en el piso ecológico de anillo circunlacustre del lago Titicaca de la Región Puno; el distrito de Atuncolla fue creado en la época de la independencia como uno de los distritos integrantes de la provincia de Puno, está ubicado en la región sierra a 33 Km de la capital de la provincia de Puno con Latitud sur: 15°41'43" y Longitud oeste: 70° 08' 40" del meridiano de Greenwich, las pruebas fueron realizadas en el laboratorio las "Kalas" ubicado en la ciudad de Puno.

3.2 Los animales

En el presente estudio se ha considerado un total de 12 vacas de la raza Brown Swiss, los cuales fueron considerados por muestreo no probabilístico, luego los animales se identificaron en diferentes hatos ganaderos del distrito de Atuncolla de la comunidad de Yanamocco - Atuncolla - Puno.

Se tomó en cuenta los siguientes factores como es el número de parto (segundo, tercero y cuarto), periodo postparto a los 45, 65 y 85 días, para medir los perfiles hormonales de FSH (mIU/ml), prolactina (ng/ml) y estradiol (pg/ml).



Tabla 1. Material biológico para el estudio en la comunidad de Yanamocco – Atuncolla – Puno

Número parto de vacas	Número de Vacas para Muestreo de Sangre	Evaluación de FSH	Evaluación de prolactina	Evaluación de estradiol	Total, de muestras a analizar
Segundo	4	45, 65 y 85 días postparto	45, 65 y 85 días postparto	45, 65 y 85 días postparto	12
Tercero	4	45, 65 y 85 días postparto	45, 65 y 85 días postparto	45, 65 y 85 días postparto	12
Cuarto	4	45, 65 y 85 días postparto	45, 65 y 85 días postparto	45, 65 y 85 días postparto	12
Totales	12	12	12	12	36

Fuente: Elaboración propia

3.3 Materiales, equipos y reactivos

Materiales para la obtención de muestras

3.3.1 Materiales de campo

- Overol
- Botas
- Guantes
- Soga
- Mocheta
- Tablero
- Libreta de campo
- Aretes
- Aretador



- Tarjetas para identificación de muestras
- Registro individual por animal
- Bolígrafo
- Cámara fotográfica
- Alcohol 96 grados
- Algodón
- Alcohol yodado
- Agua
- Tuvo Vacutainer

3.3.2 Materiales para el envío de muestra

- Cajas térmicas (tecnopor)
- Plástico y papel
- Tubo Vacutainer con muestra de sangre

3.3.3 Instalaciones

- Sala de ordeño
- Brete
- Manga de aparto
- Comedero
- Bebederos

3.3.4 Materiales de laboratorio

- Guantes quirúrgicos
- Gorro
- Barbijo
- Muestra de suero



- Centrifuga

3.4 Material complementario

Equipo DE TOSOH Analizadores de inmunoensayo completamente automatizados AIA-900

- Kits diagnósticos para determinar FSH, Prolactina y estradiol de uso comercial por el método de Inmunoensayo
 - Reactivos en copitas ST AIA-PACK FSH
 - Reactivos en copitas ST AIA-PACK PRL
 - Reactivos en copitas ST AIA-PACK E2

3.4.1 Criterios de inclusión

- Están incluidos las vacas de raza Brown Swiss de la comunidad de Yanamocco, sometidas a un sistema de manejo y alimentación mixta similar (forraje y pastoreo)
- Vacas en gestación de segundo, tercero y cuarto parto

3.4.2 Criterios de exclusión

- Vacas cruzadas con criollos
- Vacas de primer parto
- Se excluyó de este estudio aquellas vacas que no estuvieron sometidas a un manejo similar y a una dotación de alimentación mixta (forraje y pastoreo)



3.5 Metodología

3.5.1 Para determinar los perfiles hormonales

- Identificación y seguimiento de las vacas gestantes para el registro de la fecha de parto
- Se tomó muestras de sangre en las vacas postparto conformadas de 4 vacas de segundo parto, 4 de tercer parto y 4 de cuarto parto, mediante la punción de la vena coccígea entre el espacio de las vértebras coxígeas 5-6 en tubos Vacutainer en los días 45, 65 y 85 días postparto
- Las muestras de sangre fueron trasladadas en forma acumulativa en diversas fechas al laboratorio las Kalas de la ciudad de Puno, para la medición de los perfiles hormonales de FSH, Prolactina y estradiol
- Las muestras de sangre fueron centrifugadas a 2,500 rpm durante 5 minutos para obtener el suero el cual fue posteriormente programado en el analizador de inmunoensayo automatizado (AIA-900-tosoh bioscience) respectivamente los resultados fueron posteriormente recopilados

3.5.2 Para evaluar el tiempo de retorno de celo

- Identificación de vacas próximos al parto
- Se hizo seguimiento a las vacas antes del parto
- Se registró fecha de parto
- Visitas constantes a los criadores para la observación de presentaciones de signo de celo
- Se registró la expresión de signos de celo
- Cálculo de días desde la fecha de parto



3.5.3 Prueba de inmunoensayo

Inmunoensayo es una prueba que usa complejos de anticuerpo y antígeno como medio para generar un resultado perceptible y un complejo anticuerpo, el antígeno también es conocido como inmunocomplejo “Inmuno” que se refiere a una respuesta inmunológica que hace que el cuerpo genere anticuerpos “ensayo” que se refiere a una prueba; entonces, un inmunoensayo es una prueba que utiliza inmunocomplejos cuando se unen los anticuerpos y los antígenos (Wild, 1994)

Los inmunoensayos se diferencian de otros tipos de pruebas del laboratorio, como las pruebas colorimétricas, ya que usan complejos anticuerpo antígeno para generar una señal que pueda medirse en oposición, la mayoría de las pruebas de rutina de química clínica utilizan reacciones químicas entre el reactivo (solución de sustancias químicas u otros agentes) y la muestra del paciente para generar un resultado de la prueba.

Los inmunoensayos utilizan un anticuerpo selecto o más para detectar analitos de interés, los analitos que se miden pueden ser aquellos que están presentes en el cuerpo naturalmente (como por ejemplo una hormona) son aquellos que el cuerpo produce, pero no están típicamente presentes (como por ejemplo un antígeno de cáncer), aquellos que naturalmente no existen en el cuerpo (como por ejemplo una droga de abuso).

Los anticuerpos poseen una alta especificidad y afinidad para un antígeno específico ya que es la unión específica de un anticuerpo a un antígeno, lo que permite la detección de analitos por medio de una variedad de técnicas de inmunoensayo (Van Weemen & Schuurs, 1972).



3.5.4 Método estadístico

La información obtenida sobre las variables de estudio fue procesada y analizada mediante diseño completamente al azar, expresándose los resultados en medidas de tendencia central y de dispersión según (Box *et al.*, 2008). El diseño completamente al azar es el más sencillo, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Efecto de media muestral

A_i = Efecto del i -ésimo número de parto

E_{ij} = Error experimental

El contraste de promedios se realizó mediante la prueba múltiple de significación de Tukey $\alpha = 0.05$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Perfiles hormonales

4.1.1 Niveles de estradiol

Las tablas 2 y 3, muestran los resultados de los niveles de estradiol en vacas postparto considerando número de parto y periodo postparto

Tabla 2. Estradiol (pg/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según número de parto

Número de parto	Estadísticos		
	n	Prom.	D.S.
Segundo parto	4	17.17 ^c	1.85
Tercer parto	4	21.99 ^b	7.94
Cuarto parto	4	24.39 ^a	6.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Niveles de estradiol (pg./ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según periodo postparto

Periodos Postparto	Estadísticos		
	n	Prom.	D.S.
Día 45	4	16.440 ^c	4.368
Día 65	4	22.867 ^b	4.047
Día 85	4	24.247 ^a	2.865

Fuente: Elaboración propia

En las tablas precedentes se aprecia los niveles de Estradiol (E_2) en vacas postparto, donde las vacas de cuarto parto mostraron la mayor producción de la hormona 24.39 pg de E_2 /ml de suero, el cual supera a las vacas de segundo y tercer parto 17.17 y 21.99 pg de E_2 /ml de suero ($P \leq 0.05$); asimismo, se observa que a los 45, 65 y 85 días postparto las vacas mostraron diferencias estadísticas en niveles de E_2 ($P \leq 0.05$) esto indica que a medida aumenta el número de parto y periodo de postparto la producción de los niveles de E_2 incrementa, lo cual se debe a que los animales adultos poseen el



desarrollo completo de la funcionalidad del sistema hipotálamo, hipófisis, ovario; este resultado es producto de la acción de los niveles de GnRH y FSH, los mismos que influyen y activan el desarrollo o crecimiento folicular, a medida que avanza este crecimiento también incrementará la producción de estrógenos.

Al cual coadyuva (Hafez, 2002), indicando que el estradiol es el estrógeno (E_2) primario biológicamente activo producido por el ovario, todos los E_2 ováricos son sintetizados a partir de precursores androgénicos, algunas de sus funciones fisiológicas son participar en el desarrollo de las características sexuales secundarias de la hembra a nivel de SNC para inducir el comportamiento estral y así ejercer el control de la retroalimentación positiva y negativa en la liberación de LH y FSH del hipotálamo en el útero, actúan potencializando los efectos de la oxitocina y $PGF_{2\alpha}$ para aumentar la amplitud y frecuencia de las contracciones.

Báez (2010), reporta valores superiores a los resultados obtenidos sus niveles de estradiol mostraron una tendencia creciente a través de la lactancia de $26,43 \pm 5,6$ pg/ml hasta $43,76 \pm 6,5$ pg/ml antes de la primera ovulación, este trabajo fue realizado en la localidad de la Libertad departamento de Meta - Colombia, con el suero sanguíneo de 18 vacas lactantes de la raza Sanmartinero mediante la técnica de (RIA) y su relación con la función ovárica durante el periodo postparto.

Mayono & Rodriguez (2014), Reporta niveles de estradiol 0.5 a 120 pg/ml de suero donde ($P < 0.05$), entre los grupos por efecto de la dieta, el cual se ve influenciado por el efecto dieta, el ensayo se realizó en vacas Holstein de Tunje – Colombia donde las muestras de sangre obtenida fue entre los días 30 y 90 postparto, según (Day, 2003), hace referencia al funcionamiento hormonal de la vaca en el periodo postparto indicando que los niveles de estradiol se van recuperando conforme se avanza en el primer tercio de la

lactancia, más aún menciona que los promedios de estradiol son necesarios para el restablecimiento de la ciclicidad estral superando los 8 pg/ml, la variación de los valores de estradiol en el presente estudio se asemeja con los indicadores de los autores mencionados, ya que en el periodo postparto se observa el incremento de la hormona.

4.1.2 Niveles de FSH

Las tablas 4 y 5, presentan los resultados de los niveles de FSH en vacas postparto considerando número de parto y periodo postparto.

Tabla 4. FSH (mIU/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según número de parto

Número de parto	Estadísticos		
	n	Prom.	D.S.
Segundo parto	4	0.50 ^a	0.17
Tercer parto	4	0.55 ^a	0.06
Cuarto parto	4	0.58 ^a	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. FSH (mIU/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según periodo postparto

Periodos Postparto	Estadísticos		
	n	Prom.	D.S.
Día 45	4	0.31 ^c	0.04
Día 65	4	0.54 ^b	0.02
Día 85	4	0.78 ^a	0.12

Fuente: Elaboración propia

Las tablas anteriores se evidencia niveles de FSH en vacas postparto de la comunidad de Yanamocco – Atuncolla - Puno; en donde, las vacas de segundo, tercero y cuarto parto mostraron 0.50, 0.55 y 0.58 mIU/ml de suero donde ($P \geq 0.05$), mientras en el periodo postparto se observa que los días 45, 65 y 85 postparto las vacas mostraron niveles de 0.31, 0.54 y 0.78 mIU de FSH/ml donde ($P \leq 0.05$), esto indica que es similar a la respuesta hipofisaria en las vacas según el número de parto y por efecto periodo postparto, varía los niveles de la hormona debido a que los animales responden a nivel



hipófisis – ovárica, como es la producción de FSH para activar el desarrollo o crecimiento folicular.

Franco & Uribe (2012), Reporta los resultados de la hormona FSH en las siguientes especies, bovinos 0.4 mIU/ml de suero, ovinos 4 mIU/ml de suero y caprinos 37.6 mIU/ml de suero, las cuales son superiores a los resultados del presente trabajo, el estudio fue realizado en la Universidad de Colombia, ya que son las principales hormonas reproductivas de las hembras domesticas ruminantes durante el periodo interovulatorio, utilizando el método RIA.

No obstante, el ciclo de la yegua como animal poliéstrico estacional es influenciado por factores ambientales, actuando sobre el hipotálamo como organismo vector e inducen a éste a establecer un ritmo estacional, los factores ambientales desencadenantes son el alargamiento o respectivamente acortamiento de los días como también la alimentación, el hipotálamo mediante la producción de un factor de liberación de gonadotrofinas induce a la adenohipófisis a la liberación de hormonas gonadotróficas, entre ellas se destacan la FSH (hormona folículo-estimulante) y la LH (hormona luteinizante).

4.1.3 Niveles de prolactina

Las tablas 6 y 7, presentan los resultados de los niveles de prolactina en vacas postparto considerando número de parto y periodo postparto.

Tabla 6. Prolactina (ng/ml) en vacas postparto de la comunidad Yanamocco - Atuncolla - Puno, según número de parto

Número de parto	Estadísticos		
	N	Prom.	D.S.
Segundo parto	4	0.51 ^a	0.11
Tercer parto	4	0.52 ^a	0.07
Cuarto parto	4	0.58 ^a	0.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Niveles de prolactina en vacas postparto en la comunidad de Yanamocco – Atuncolla - Puno, según periodo postparto

Periodos Postparto	Estadísticos		
	N	Prom.	D.S.
Día 45	4	0.40 ^c	0.08
Día 65	4	0.54 ^b	0.03
Día 85	4	0.67 ^a	0.06

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se observa niveles de prolactina en vacas postparto de la comunidad de Yanamocco - Atuncolla – Puno, donde los valores encontrados son de 0.51, 0.52 y 0.58 ng de prolactina/ml de suero en vacas de segundo, tercero y cuarto parto donde ($P \geq 0.05$); no obstante, los periodos de 45, 65 y 85 días postparto sus niveles de prolactina fueron de 0.40, 0.54 y 0.67 ng/ml de suero ($P \leq 0.05$), su semejanza fue entre número de parto y periodo postparto el cual expresa la alta variabilidad, la prolactina puede medir los efectos estacionales y la lactancia sobre la reproducción que se relaciona con la regulación del ciclo estral, el mantenimiento de la preñez y el crecimiento fetal mediante un efecto sobre el metabolismo materno actuando en diferentes órganos efectores, para facilitar sus funciones por sinergia con otras hormonas o bien por inhibición de otras hormonas, podemos decir que desempeña funciones de "tramitadora de permiso",



modificando la sensibilidad de ciertos órganos efectores para que puedan actuar sobre ellos otras hormonas, de las más de 85 funciones que se han relacionado con la prolactina podemos mencionar efectos sobre estructuras ectodérmicas y sinergia con hormonas esteroides (Hafez, 2002).

Bjersing *et al.*, (1972) observo un aumento paulatino en la concentración de prolactina 16.8 ± 9.84 ng/ml en el día 13 del ciclo estral, 40.0 ± 35.1 ng/ml en el día 15 hasta 61.5 ± 48.5 ng/ml entre 6 y 12 horas antes del inicio del estro, para volver a disminuir los niveles basales poco después del estro, una tercera hormona proteica involucrada en la actividad ovárica del ciclo estral de la oveja es la prolactina (PRL), la concentración basal de PRL durante el periodo interestral es muy variable (5-40 ng/ml); sin embargo, se ha observado una elevación característica en el día del estro que varía de 40 a 600 ng/ml y en una estrecha relación con el pico preovulatorio de LH.

Algunos autores manifiestan que el papel fisiológico de la PRL en la reproducción de la oveja no es claro, cuando los niveles son altos, sobre todo durante el anestro estacional y postparto se asocia con actividad ovárica disminuida, los altos niveles de PRL están asociados a una disminución en la actividad ovárica y es difícil explicar el papel de esta hormona durante el estro cuando alcanza concentraciones de 600 ng/ml (Cumming *et al.*, 1972), se sugiere que la PRL puede ser almacenada en el folículo y quizá influirá en el desarrollo del CL. Según (Louw *et al.*, 1974) indica que estas altas concentraciones no son esenciales para los cambios que ocurren durante el periodo preovulatorio, pero se considera que tiene algún efecto en la regulación del flujo sanguíneo al ovario (Reimers & Niswender, 1975).

4.2 Tiempo de retorno de celo

La tabla 8, presenta los resultados del tiempo de retorno de celo en vacas postparto considerando periodo postparto.

Tabla 8. Tiempo de retorno de celo en vacas postparto en la comunidad de Yanamocco - Atuncolla – Puno

Periodos postparto	Proporciones		
	n	Número de vaca	%
De 0 a 45 días	12	1	8.33
De 46 a 65 días	12	2	16.67
De 66 a 85 días	12	3	25.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra la frecuencia de un total de 12 vacas, en donde retornaron de celo en 8.33, 16.67 y 25 entre 0 a 45 días, 46 a 65 días y 66 a 85 días; estos resultados nos indica que la aparición de celo estaría influenciada por el manejo de las vacas antes y después del parto, condición corporal del animal.

Báez *et al.*, (2007), Reporta valores más alargados sobre la aparición del estro con ovulación a partir de los 51 días postparto, así como agrupamiento de los celos en determinados días, la eficiencia en detección de calores respaldada por los perfiles de 17 b-Estradiol, que mostraron la presencia de ondas foliculares y el número de ondas que estuvo relacionado con la duración del ciclo estral, el cual fue de 21.14 días con valores que oscilan de 19 a 23 días; también los perfiles de progesterona presentaron niveles mínimos sostenidos durante la fase folicular y hasta el tercer día del ciclo estral, posterior a esto se presenta una inflexión de la curva con variaciones en los niveles de progesterona a través de las fases luteal temprana y luteal media, el estado nutricional de las vacas al momento del parto al igual que su variación a través del postparto mostraron relación con el reinicio de la actividad reproductiva, además indica que los signos de estro estuvieron



ausentes antes de la primera ovulación y su relación con la función ovárica durante el periodo postparto.

Day (2004), afirma que el amamantamiento afecta la actividad del hipotálamo, hipófisis y ovarios, mediante la reducción de liberación de GnRH, la cual implica insuficientes pulsos de LH, debido a esto los folículos son incapaces de madurar y por lo tanto de ovular ya que existe una incorrecta síntesis de estrógenos a nivel folicular, adicionalmente el amamantamiento genera la secreción a nivel hipotalámico de b-endorfina en respuesta al estímulo de succión, los estrógenos producidos en la placenta durante el último tercio de la gestación provocan la inhabilitación de la secreción de LH a través de la inhibición en el hipotálamo.

Ruíz *et al.*, (2017), Reporta que las vacas tratadas con CE₂ (122.1 días y 1.3) fueron menores que las tratadas con BE₂ (138.4 días y 1.5) donde ($p < 0.05$); Asimismo, la P1S y el P200d fueron similares en las vacas con CE₂ (49.3 y 47.7%) y las tratadas con BE₂ (36.7 y 50.2%), las vacas tratadas con CE₂ tuvieron 1.6 veces más probabilidades de preñar que las vacas tratadas con BE₂ donde ($p < 0.01$), se recomienda la aplicación de cipionato de estradiol sobre el benzoato de estradiol para mejorar el desempeño reproductivo de vacas lecheras con involución uterina retardada.



V. CONCLUSIONES

- Los niveles de estradiol en las vacas postparto varían según número de parto y periodo postparto, los niveles de FSH y PRL es similar entre vacas de segundo, tercero y cuarto parto, mientras que varían en ambas hormonas según periodo postparto.
- La frecuencia de celo que aparecieron en las vacas postparto fue de 8.33, 16.67 y 25.0 % en 0 a 45, de 46 a 65 y de 66 a 85 días postparto de un total de 12 de vacas en observación.
- Las vacas con mejores condiciones corporales mostraron los primeros signos de celo.



VI. RECOMENDACIONES

- Se debe hacer el seguimiento de los niveles hormonales de las vacas, para evitar largos periodos de parto concepción.
- Experimentar en las vacas que no expresan celo posterior a 60 días postparto con protocolos de hormonas reproductivas (sincronización).
- Mejorar la condición corporal de las vacas en periodos postparto para obtener mejores resultados futuros.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álava, J. (2013). Evaluación de la hormona Coriónica equina para disminuir la muerte embrionaria en vacas. (*Tesis Medico Veterinario*). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ‘‘Manuel Félix López’’, Ecuador.
- Álvarez, E. (2014). La Raza Brown Swiss en el Desarrollo de la Región Puno y el Sur del Perú, y su Participación en el Mercado Nacional. *Revista de la asociación Brown Swiss del Perú*.
- Amstalden, M., Garcia, M., Williams, S., Stanko, R., Nizielski, S., & Morrison, S. (2000). Leptin gene expression, circulating leptin, and luteinizing hormone pulsatility are acutely responsive to shortterm fasting in prepubertal heifers: Relationships to circulating insulin and insulin-like growth factor I. *Biol. Reprod. Vol.*
- Arias, P., Rodríguez, M., Szwarcfarb, B., Sinay, I., & Moguilevsky, J. (1992). Effect of insulin on LHRH release by perifused hypothalamic fragments. *Neuroendocrinology Vol. 56: 415–418*.
- Aubron, C., & Cochet, H. (2009). Producción lechera en los Andes peruanos. *¿Integración al mercado interno o marginación económica? Anuario Americanista Europeo*.
- Báez, G. (2010). Relaciones Hormonales y Dinámica Folicular Durante el Periodo Posparto en Vacas Sanmartinero. (*Tesis de Maestria en Ciencias - Producción animal*). Universidad Nacional de Bogota, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Colombia.
- Báez, G., Grajales, H., & Pérez, J. (2007). Caracterización del ciclo estral mediante perfiles de esteroides (progesterona, 17 β -estradiol) en la raza Costeño con cuernos (*Bos taurus*) en el trópico colombiano. (*Departamento de Ciencias para la Producción Animal*). Universidad Nacional de Bogotá, Facultad de Medicina



Veterinaria y de Zootecnia, Colombia. Obtenido de
<http://www.lrrd.org/lrrd19/9/baez19132.htm>

- Barillas, M., & Carballo, R. (2007). Tasa de preñez en vacas anéstricas tratadas con el dispositivo intravaginal CIDR® más Benzoato de Estradiol o Cipionato de Estradiol y GnRH e inseminadas a celo. *Zamorano, HO. Consultado, 24 de julio del 2016. Formato PDF.* (En línea). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu>
- Basurto, C., Diaz, G., Galina, C., & Ochoa, G. (2002). Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Redalyc Archivos de Medicina Veterinaria.* Valdivia Chile.
- Bavera, G. (2005). Sincronización de celos. (*Cursos de Producción Bovina*). Facultad de Agronomía y Veterinaria; Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Beam, S., & Butler, W. (1997). Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. (*Tesis*), *Biol. Reprod.* Universidad de Oklahoma, USA.
- Becaluba, F. (2006). Métodos de sincronización de celos en bovinos. (*Especialista en Reproducción*). Argentina.
- Bjersing, L., Hay, M., Kann, G., Moor, R., Naftoin, F., Scaramuzzi, A., . . . Youngla, E. (1972). *Changes in gonadotrophins, ovarian steroids and follicular morphology in sheep at oestrus: J. Endocr. 52:465.*
- Block, S., Butler, W., Ehrhardt, R., Bell, A., Van Amburgh, M., & Boisclair, Y. (2001). *Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. J Endocrinol.* Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11691654/>



- Box, G., Hunter, J., & Hunter, W. (2008). Estadística para investigadores. *Diseño, innovación y descubrimiento*. Barcelona.
- Butler, W. (2003). Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*. Mc Hill.
- Callejas, S. (1995). Fisiología del ciclo estral bovino. (*Jornadas de Biotecnología de la Reproducción en hembras de interés*). Universidad Nacional de Lomas de Zamora y Syntex S.A., Argentina.
- Canfield, R., & Butler, W. (1991). Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. (*Tesis*), *J. Anim. Sci.* Universidad de Santiago de Compostela, España.
- Cotacallapa, H. (1998). *Retos y Oportunidades del sistema de Producción de leche*. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno, Perú.
- Cumming, I., Brown, J., Goding, J., Bryant, G., & and Greenwood, F. (1972). *Secretion of prolactin .and luteinizing hormone at oestrus In ewe*. *J. Endocr.*54:207.
- Day, M. (2003). Hormonal induction of estrous cycles in anestrous Bos taurus beef cows. (*Tesis*), *Animal Reproduction Science 2004 82-83: 487-494 De Rensis F, Scaramuzzi RJ Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow. A Review Theriogenology*. Universidad de Columbia, USA.
- Drescher, K. (2005). Efecto de dos modalidades de ordeño y oxitocina sobre la producción y composición de la leche en vacas de doble propósito en el tropico ISBN. (*ISBN:980-00-2319-4*). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía Macaray, Venezuela.
- Duby, R., & Prange, R. (1996). Fisiología y Endocrinología del ciclo estral. (*Manejo Reproductivo Integrado Lechero*). Universidad de Massachusetts, Boston, USA.



- Duffy, P., Crowe, M., Boland, M., & Roche, J. (2000). Efecto de los pulsos de LH exógenos sobre el destino del primer folículo dominante en vacas de carne postparto que amamantan a sus terneros. (*Tesis*), *Reprod. Fertil.* Universidad Nacional de Colombia.
- Duran, J., & Duarte, S. (2009). Diseño y aplicación de un programa de buenas prácticas de ordeño para mejorar la calidad higiénica de la leche en hatos de la Sabana de Bogotá. (*Titulo de Zootecnista*). Universidad de la Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Bogotá, Colombia.
- Ehrhardt, R., Slepatis, R., Siegal-Willott, J., Van Amburgh, J., Bell, A., & Boisclair, Y. (2000). Development of a specific radioimmunoassay to measure physiological changes of circulating leptin in cattle and sheep. *J. Endocrinology*. (*Tesis*). Universidad del Estado de Oklahoma, USA.
- FAO. (2011). (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura). *Iniciativa de política pecuaria en favor del pobre*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/pplpi.html>. Visita 13/ 05/17
- Fernandez, A. (2003). Dinámica folicular: Funcionamiento y regulación. *Departamento de reproducción animal*. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Montevideo, Uruguay.
- Forde, N., Beltman, M., Duffy, G., Duffy, P., Mehta, J., O'Gaora, P., . . . Crowe, M. (2011). Cambios en el transcriptoma endometrial durante el ciclo estral bovino. (*Efecto de la baja circulación de progesterona y consecuencias para el alargamiento del concepto*). Universidad de Dublin, Irlanda.
- Fortune, J. (1994). Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biology Reproduction*. Universidad de Antioquia, Colombia.



- Frajblat, M. (2000). Metabolic state and follicular development the postpartum lactating dairy cow. (*Tesis*), *PhD dissertation*. Universidad de Cornell, USA.
- Franco, Y., & Uribe, L. (2012). Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domésticas rumiantes. (*Departamento de Salud Animal*). Universidad de Caldas, Manizales, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Colombia.
- Garay, G. S. (2015). Valoración de la respuesta ovárica a la adición de eCG en un protocolo de sincronización a tiempo fijo en vacas Holstein”. (*Tesis*). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Ecuador.
- García, A. (2018). Órganos y glándulas involucrados en el ciclo estral. (*Reproduccion Aplicada y Neuroendocrinología de la Reproducción*). Universidad Autonoma del Estado de Mexico, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Mexico.
- Garnica, F. (2012). Efecto de la gonadotrofina Coriónica equina (eCG) en la ovulación con protocolos de IATF en vacas Holstein postparto. (*Tesis de Magister en produccion animal*). Universidad de Cuenca, Facultad de ciencias agropecuarias, Ecuador.
- Gélvez, L. (2012). Mundo Pecuario. El diagnóstico de preñez en vacas. *Reproducción animal*.
- Gilad, E., Meidan, R., Berman, A., Graber, Y., & Wolfenson, D. (1993). Effect of heat stress on tonic and GnRHinduced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. (*Tesis*), *J Reproductivity Fertil*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.
- Guerra, C. (2017). Perfil hormonal y su relación con la reactivación del ciclo estral en vacas postpartode la raza Holstein en el valle de Cajamarca. (*Tesis de Maestria en Ciencias*). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.



- Guillermo, M. (2013). Evaluación de la gonadotropina Coriónica humana (hCG) como reemplazo de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en el protocolo ovsynch de sincronización en la inseminación a tiempo fijo (iatf) en vacas Holstein friesian. (*Tesis de Medicina Veterinaria Zootecnista*). Universidad Politécnica Palesiana Cuenca, Ecuador.
- Hafez, E. (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México, D.F.
- Hernández, V., Góngora, O., Jiménez, E., Rodríguez, M., Prieto, M., & Chacón, J. (2008). Fisiología y Aplicaciones. *Reproducción en la vaca*. Universidad Nacional de Colombia.
- Jaimez, S. D. (2016). Respuesta Superovulatoria en Vacas Brown Swiss, Aberdeen Angus y Charolais en altura. (*Tesis de Maestría*). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad De Agronomía, Paz, Bolivia.
- Jang, M., Mistry, A., Swick, A., & Romsos, D. (2000). Leptin rapidly inhibits hypothalamic neuropeptide Y secretion and stimulates corticotropin-releasing hormonesecretion in adrenalectomized mice. *J. Nutr. (Teis), J. Nutr.* Universidad Del Estado de Michigan, USA.
- Jolly, P., McDougall, S., Fitzpatrick, L., Macmillan, K., & Entwistle, K. (1995). Physiological effects of undernutrition on postpartum anoestrus in cows. (*Tesis*), *J. Reprod. Fert.* University of North Queensland.
- Laboratorio de Especialidades Veterinarias. (2005). Fisiología reproductiva del bovino. (*Producción Animal*). Argentina. Obtenido de www.produccion-animal.com.ar. (Sintex)
- Lamb, G., Smith, M., Perry, G., Atkins, J., Risley, M., Busch, D., & Patterson, D. (2009). Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. (*North Florida Research and Education Center*). University of Florida, USA.



- Lamming, G., Wathes, D., & Peters, A. (1981). Endocrine patterns in the postpartum cow. *J. Reprod. Fert.* . Bovine reproductivity.
- Lenis, Y., Olivera, M., & Tarazona, A. (2013). Efecto del ácido linoléico sobre la producción de las prostaglandinas PGF₂ α y PGE₂ en células endometriales. (*Grupo de investigación Centauro*). Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria, Medellín, Colombia.
- Louw, B., Lishman, A., Botha, W., & and Baumgarther, J. (1974). Failure to demonstrate a role for the acute release of prolactin of oestrus in the ewe. (*Department of Animal Science*). Natal University, Pietermaritzburg, South Africa.
- Lucy, M. (2009). Celo: biología básica y mejora de la detección . (*Departamento de Ciencias Animales*). Universidad de Missouri, Columbia, USA.
- Lucy, M., Savio, J., Badinga, L., De La Sota, R., & Thatcher, W. (1992). Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics in Cattle. (*Tesis*), *J. Anim. Sci.* Universidad de Florida, USA.
- Luttgenau, J., Ulbrich, S., Beindorff, N., Honnens, A., Herzog, K., & Bollwein, H. (2011). Plasma progesterone concentrations in the mid-luteal phase are dependent on luteal size, but independent of luteal blood flow and gene expression in lactating dairy cows. (*Animal Reproduction Science*, 125, 20–29).
- Mann, G., Lamming, G., & Payne, J. (1998). Role of early luteal phase progesterone in control of the timing of the luteolytic signal in cows. (*Tesia*), *J. Reprod. Fertil.* Universidad de Nottingham, Reina Unido.
- Mayono, M., & Rodriguez, C. (2014). Suplementación energética y su efecto en el nivel de colesterol y el perfil hormonal preovulatorio en vacas. (*Revista de Salud Animal*). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de



- Ciencias Agropecuarias, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tunca, Bocayá, Colombia.
- Mihm, M. (1999). Delayed resumption of cyclicity in postpartum dairy and beef cows. (*Tesis*), *Reproducción Animal*. Universidad College Dublin, Irlanda.
- Montiel, F., & Ahuja, C. (2005). Condición corporal y lactancia como factores que influyen en la duración del anestro postparto en bovinos. (*Tesis inédita*), *Animal Reproduction Science*. Universidad Estatal de Veracruz, México.
- Morales, J., & Cavestani, D. (2012). Anestro post parto en vacas lecheras y su tratamiento hormonal. (*Tesis*). Universidad de la República, Uruguay.
- Murphy, M., Boland, M., & Roche, J. (1990). Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. (*Tesis*). Universidad College Dublin, Irlanda.
- Nuñez, R. (2011). Utilización de gonadotrofina Coriónica equina (eCG) en vacas de carne, sobre la tasa de preñez y pérdidas embrionarias en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo. (*Tesis de especialista en Reproducción bovina*). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Oliveira, M. C. (1999). Regulación central de prolactina (PRL) en bovinos. (*Tesis*). Universidad de Santiago de Compostela, España.
- Padilla, F., & Mepes, G. (1986). Perfiles Hormonales durante el ciclo estra de la oveja. (*Departamento de reproduccion animal*). Veracruz, México.
- Peters, A. (1984). *Reproductive activity of the cow in the post-partum period. I. Factors affecting the length of the post-partum acyclic period*. Recuperado el 24-03-2017, de [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(84\)90112-X](https://doi.org/10.1016/0007-1935(84)90112-X)



- Peters, A., & Lamming, G. (1984). *Reproductive activity of the cow in the post-partum period. I. Factors affecting the length of the post-partum acyclic period*. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(84\)90112-X](https://doi.org/10.1016/0007-1935(84)90112-X)
- Rahe, C., Owens, R., Fleeger, J., Newton, H., & Harms, P. (1980). Patrón de la hormona luteinizante en plasma en la vaca cíclica. (*Dependencia del período del ciclo. Endocrinología 107, 498–503*). Obtenido de <https://doi.org/10.1210/endo-107-2-498>
- Ramírez, C. (2006). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>. Recuperado el 2013, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1662/1/17T0776.pdf>
- Rathbone, M. J., Kinden, J. E., & Fike, k. (2001). Reciente avances en bovino reproductivo endocrinología y fisiología y sus impacto en droga entrega sistema diseño por la control de la celo ciclo en ganado. (*Animal y Ciencia*). Hamilton, Nueva Zelanda.
- Reimers, T., & Niswender, G. (1975). Effect of specific neutralization of .luteinizing hormone and prolactin on ovarian blood flow and progesterone secretion. In immunization with hormone in Reproduction Research. E. Nleschlang (North Holland Pub. Co. Amsterdam. The Netherlands). (*Journal Article*).
- Rippe, C. (2009). *Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral*. Médico Veterinario, Servicios Técnicos, ABS Global Inc. Obtenido de <https://docplayer.es/71609836-El-ciclo-estral-christian-a-rippe-medico-veterinario-servicios-tecnicos-abs-global-inc.html>
- Roche, J., Crowe, M., & Boland, M. (1992). *Postpartum anestrus in dairy and beef cows*. Recuperado el 13-01-2017, de <https://doi.org/10.1017/S1751731114000251>.



- Rodríguez, J. (2012). Inducción de lactancia con hormonas en vacas Holstein. (*Tesis Ingeniero Agronomo Zootecnista*). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía, Mexico.
- Rojas, R. (2007). *Manejo y crianza de bovinos*. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno, Perú.
- Ruíz, L., Sandoval, R., Montenegro, V., & Delgado, C. (2017). Desempeño reproductivo de vacas lecheras con involución uterina retardada bajo tratamiento hormonal con Cipionato de Estradiol y Benzoato de Estradiol. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Lima, Perú.
- Sartori, R., & Barros, C. (2011). Ciclos reproductivos en bovinos bos indicus. (*Ciencias de la reproducción animal*). Universidad de São Paulo, Piracicaba, Brasil.
- Shearer, J. (2003). Anatomía y fisiología reproductiva del ganado lechero. (*Departamento de Ciencia Animal, Servicio de Extensión Cooperativa de Florida*). Universidad de Florida, Gainesville, USA. Obtenido de <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Short, R., & Adams, D. (1988). *Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction*. Recuperado el 12-04-2017, de <https://doi.org/10.4141/cjas88-003>
- Short, R., Bellow, R., Staigmiller, R., Berardinelli, J., & Custer, E. (1990). *Physiological mechanisms controlling anestrous and fertility in postpartum beef cattle*. Recuperado el 13-04-2017, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2180877>.
- Short, R., Bellows, R., Moody, E., & Howland, B. (1972). Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. (*Tesis*). Universidad de Georgia, USA.
- Sintex. (2005). Fisiología reproductiva del bovino. (*Control neurologico del ciclo estral*). Laboratorio de especialidades veterinarias, Argentina.



- Spicer, I., Leung, K., Convey, E., Gunther, J., Short, R., & Tucker, H. (1986). *Anovulation in postpartum suckled beef cows. I. Associations among size and numbers of ovarian follicles, uterine involution, and hormones in serum and follicular fluid.* Recuperado el 14 - 03 - 17, de [http://dx.doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00323-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00323-X)
- Spicer, L., & Chamberlain, C. (1998). Influence of cortisol and insulin and insulin like growth factor I (IGF-I) induced steroid production and on IGF-I receptors in cultured bovine granulosa cells and thecal cells. *Reproducción Animal*. Obtenido de <http://www.veterinariargentina.com/revista/2010/11/>.
- Spicer, L., & Echterkamp, S. (1995). The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. (*Tesis*). Universidad del Estado de Oklahoma, USA.
- Stevenson, J., Lamb, G., Hoffmann, D., & Minton, J. (1997). Interrelationships of lactating and postpartum anovulation in suckled and milked cows. (*Tesis*). Universidad de Zaragoza, España.
- Sucasaca, E. (2017). Respuesta a la inducción por oxitocina en la producción de leche de vacas Brown Swiss en altura. (*Tesis Médico Veterinario y Zootecnista*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Sumario, H., & Ocampo, L. (1997). *Farmacología veterinaria*. McGRAW-HILLINTERAMERICANA, México.
- Tovio, N. (2011). Efecto de la aplicación de eCG (día 5 u 8) sobre el desarrollo del cuerpo lúteo, nivel de progesterona y tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos. (*Tesis de Maestría en salud y producción animal*). Universidad Nacional Bogota, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7779>



- Van Weemen, B., & Schuurs. (1972). Immunoassay using hapten-enzyme conjugates. *FEBS letters*, vol. 24, no. 1, 77-81.
- Vilca, C. (2010). Factores limitantes en el desarrollo de las tecnologías en producción de leche de vacas en la Región Puno. (*Tesis de posgrado en la Maestría de Ciencias Animal*). Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnista, Puno, Perú.
- Villa Godoy, A., Hughes, T., Emery, R., Chapin, L., & Fogwell, R. (1988). Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. (*Tesis*). Universidad del Estado de Michigan, USA.
- Webb, R., Garnsworthy, P., Gong, J., Robinson, R., & Wathes, D. (1999). Consequences for reproductive function of metabolic adaption to load. (*Tesis*). Universidad Autonoma de Barcelona, España.
- Wettemann, R. (1994). Precalving nutrition/birth weight interaction and rebreeding efficiency. (*Tesis*). Universidad de Oklahoma, USA.
- Wettemann, R., Lents, C., Ciccioli, N., White, F., & Rubio, I. (2003). Nutritional and suckling-mediated anovulation in beef cows. (*Tesis*). Universidad de Oklahoma, USA.
- Wild, D. (1994). *The Immunoassay Book*. Editor. New York: Stockton Press.
- Williams, G. (1990). Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle. *a review*. *J Anim Sci*. 1990 Mar;68(3):831-52. doi: 10.2527/1990.683831x. PMID: 2180879.
- Williams, G., Gazal, O., Guzman Vega, G., & Stanko, R. (1996). Mechanisms regulation suckling-mediated anovulation in the cow. (*Tesis*). Universidad del Estado de Texas, USA.



- Wilson, S., Marion, R., Spain, J., Spiers, D., Keisler, D., & Lucy, M. (1998). Effect of controlled heat stress on ovarian function in dairy cattle. (*Tesis*). Universidad de Missouri, USA.
- Wiltbank, M., Gumen, A., & Sartori, R. (2002). Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. (*Tesis*). Universidad de Wisconsin, USA.
- Wise, M., Armstrong, D., Huber, J., Hunter, R., & Wiersma, F. (1988). Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress. (*Tesis*). Universidad de Arizona, USA.
- Yavas, Y., & Walton, J. (2000). Postpartum aciclicity in suckled beef cows. (*Tesis*), a review. Universidad de Guelhp, Canada.
- Yuan, W., Bao, B., Garverick, H., Youngquist, R., & Lucy, M. (1998). Follicular dominance in cattle is associated with divergent patterns of ovarian gene expression for insulin-like growth factor (IGF)-I, IGF-II, and IGF binding protein-2 in dominant and subordinate follicles. (*Tesis*). Universidad de Missouri, USA.



ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico

Imagen 1. *Ubicación (Atuncolla - comunidad de Yanamocco)*



Imagen 2. Preparación de los materiales para la toma de muestras



Imagen 3. Toma de muestras



Imagen 4. Muestra de sangre extraída lista para envío al laboratorio



Imagen 5. Preparación de los Kits diagnósticos para determinar FSH, Prolactina y estradiol y materiales en el laboratorio



Imagen 6. Equipo de Quimioluminocencia



Imagen 7. Procesamiento de las muestras en el laboratorio

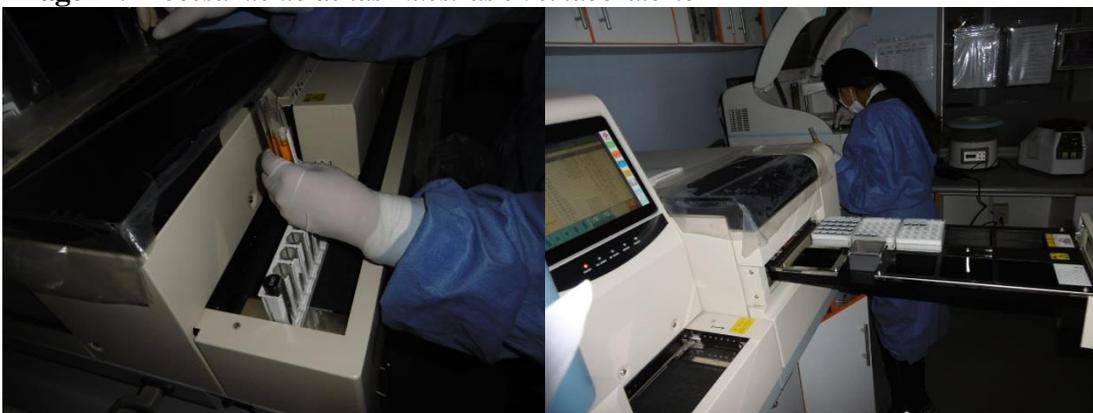




Imagen 8. *Resultados obtenidos*



Anexo 2. Resultados obtenidos del laboratorio

CLINICA "Las Kalas"
Jr. Tacna Nro. 890 Telf. 051 - 354235, 950417240, 972777363

RESULTADOS VACUNO HORMONAS

FECHA	NOMBRE	PRUEBAS		
		ESTRADIOL	FSH	PROLACTINA
13-02-19	LUNA 01	11.0 pg/ml	0.2 mIU/mL	0.3 ng/mL
19-02-19	NENA 01	10.0 pg/ml	0.1 mIU/mL	0.2 ng/mL
26-02-19	LUCERO 01	10.0 pg/ml	0.3 mIU/mL	0.3 ng/mL
28-02-19	LUNA 02	20.0 pg/ml	0.4 mIU/mL	0.4 ng/mL
11-03-19	NENA 02	18.0 pg/ml	0.4 mIU/mL	0.5 ng/mL
14-03-19	PINA 01	17.00 pg/ml	0.3 mIU/mL	0.5 ng/mL
18-03-19	LUCERO 02	15.0 pg/ml	0.5 mIU/mL	0.6 ng/mL
20-03-19	LUNA 03	23.0 pg/ml	0.8 mIU/mL	0.5 ng/mL
26-03-19	ROXY 01	24.0 pg/ml	0.4 mIU/mL	0.5 ng/mL
28-03-19	MAITE 01	31.8 pg/ml	0.4 mIU/mL	0.7 ng/mL
30-03-19	FRANCISCA 01	16.0 pg/ml	0.3 mIU/mL	0.4 ng/mL
30-03-19	CHELI 01	10.0 pg/ml	0.4 mIU/mL	0.3 ng/mL
31-03-19	NEGRITA 01	11.0 pg/ml	0.3 mIU/mL	0.3 ng/mL
31-03-19	NENA 03	20.0 pg/ml	0.7 mIU/mL	0.6 ng/mL
03-04-19	PINA 02	25.00 pg/ml	0.6 mIU/mL	0.7 ng/mL
07-04-19	LUCERO 03	17.0 pg/ml	0.9 mIU/mL	0.7ng/mL
15-04-19	ROXI 02	31.6 pg/ml	0.6 mIU/mL	0.5 ng/mL
17-04-19	MAYTE 02	28.6 pg/ml	0.5 mIU/mL	0.4 ng/mL
19-04-19	FRANCISCA 02	20.0 pg/ml	0.5 mIU/mL	0.6 ng/mL
19-04-19	CHELI 02	17.0 pg/ml	0.6 mIU/mL	0.6 ng/mL
20-04-19	NEGRITA 02	18.0 pg/ml	0.5 mIU/mL	0.5 ng/mL
23-04-19	PINA 03	27.7 pg/ml	0.8 mIU/mL	0.7 ng/mL
23-04-19	BLANCA 01	17.0 pg/ml	0.3 mIU/mL	0.4 ng/mL
26-04-19	EMMY 01	13.0 pg/ml	0.4 mIU/mL	0.50 ng/mL
30-04-19	NUCITA 01	26.5 pg/ml	0.3 mIU/mL	0.4 ng/mL



CLINICA "Las Kalas"

Jr. Tacna Nro. 890 Telf. 051 - 354235, 950417240, 972777363

06-05-19	ROXY 03	33.0 pg/ml	0.9 mIU/mL	0.8 ng/mL
07-05-19	MAITE 03	24.0 pg/ml	0.8 mIU/mL	0.7 ng/mL
09-05-19	CHELI 03	20.0 pg/ml	0.7 mIU/mL	0.6 ng/mL
09-05-19	FRANCISCA 03	23.0 pg/ml	0.3 mIU/mL	0.4 ng/mL
10-05-19	NEGRITA 03	21.0 pg/ml	0.9 mIU/mL	0.7 ng/mL
13-05-19	BLANCA 02	27.0 pg/ml	0.6 mIU/mL	0.5 ng/mL
16-05-19	ENMI 02	18.0 pg/ml	0.7 mIU/mL	0.6 ng/mL
20-05-19	NUCITA 02	36.2 pg/ml	0.6 mIU/mL	0.5 ng/mL
02 - 06 -19	BLANCA 03	27.7 pg/ml	0.8 mIU/mL	0.7 ng/mL
05-06-19	ENMY 03	21.0 pg/ml	0.9 mIU/mL	0.8 ng/mL
09-06-19	NUCITA 03	33.6 pg/ml	0.9 mIU/mL	0.8 ng/mL

LABORATORIOS PURA S.A.C.
[Signature]
Bla. Ines Vargas Chayña
CBP 2065

Anexo 3. Curvas estadísticas

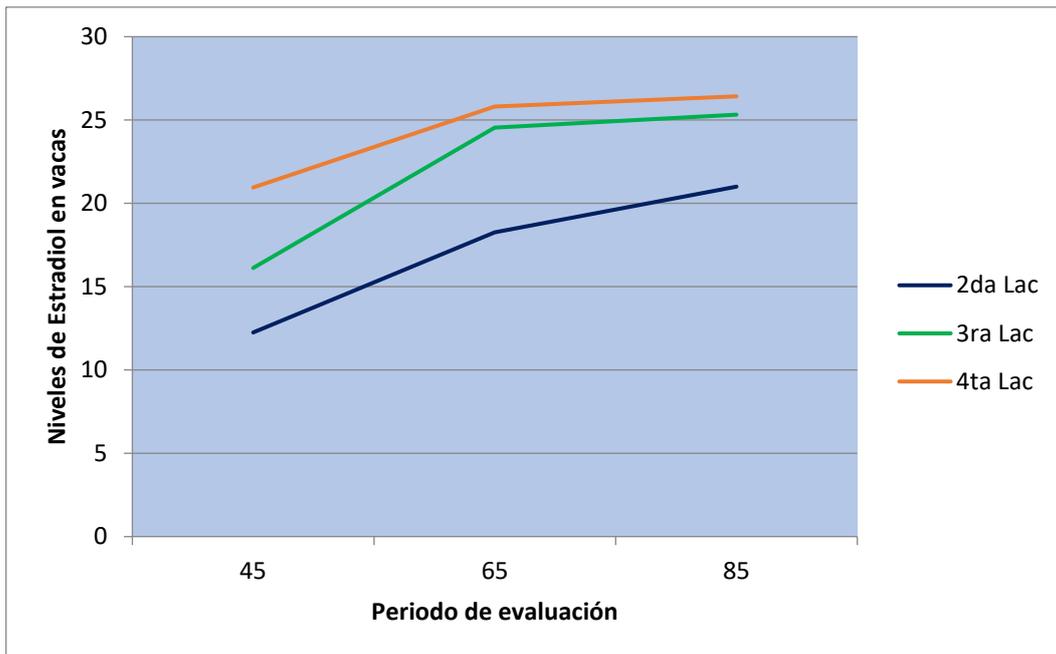


Figura 2. Niveles de Estradiol en vacas postparto según el número de Parto

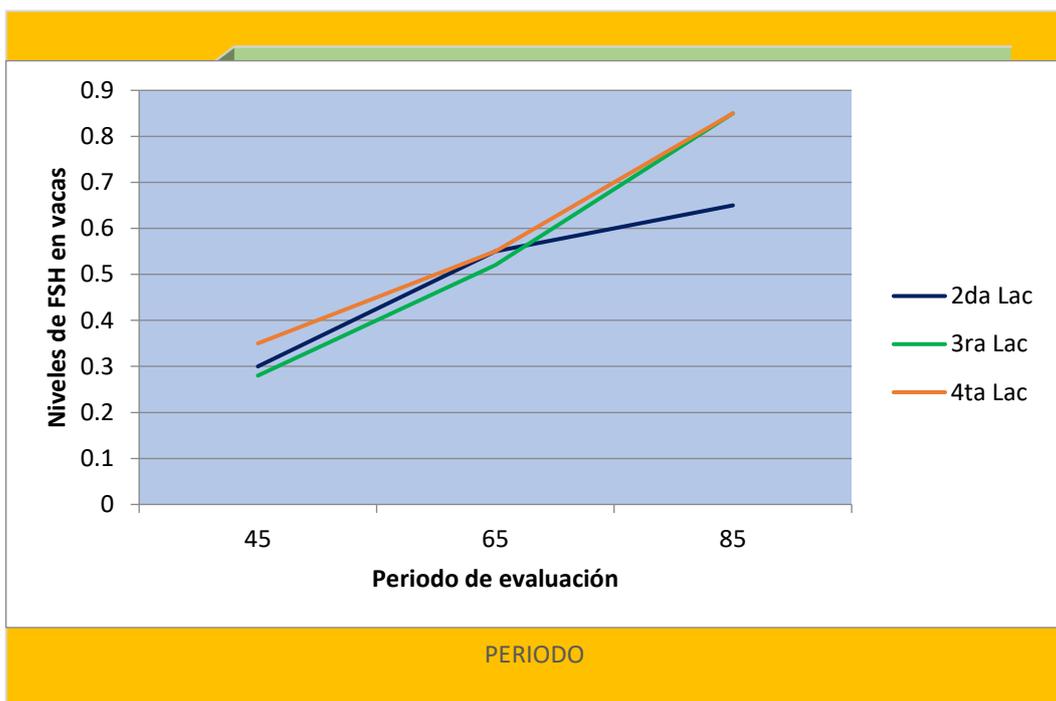


Figura 1. Niveles de Estrógeno en Vacas según Periodo Postparto

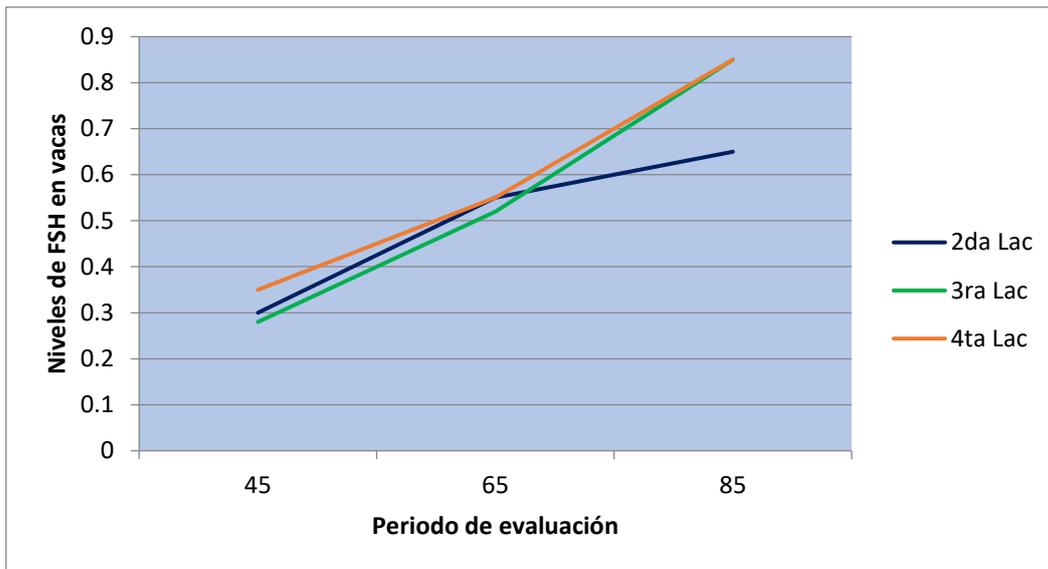


Figura 3. Niveles de FSH en vacas postparto según número de partos

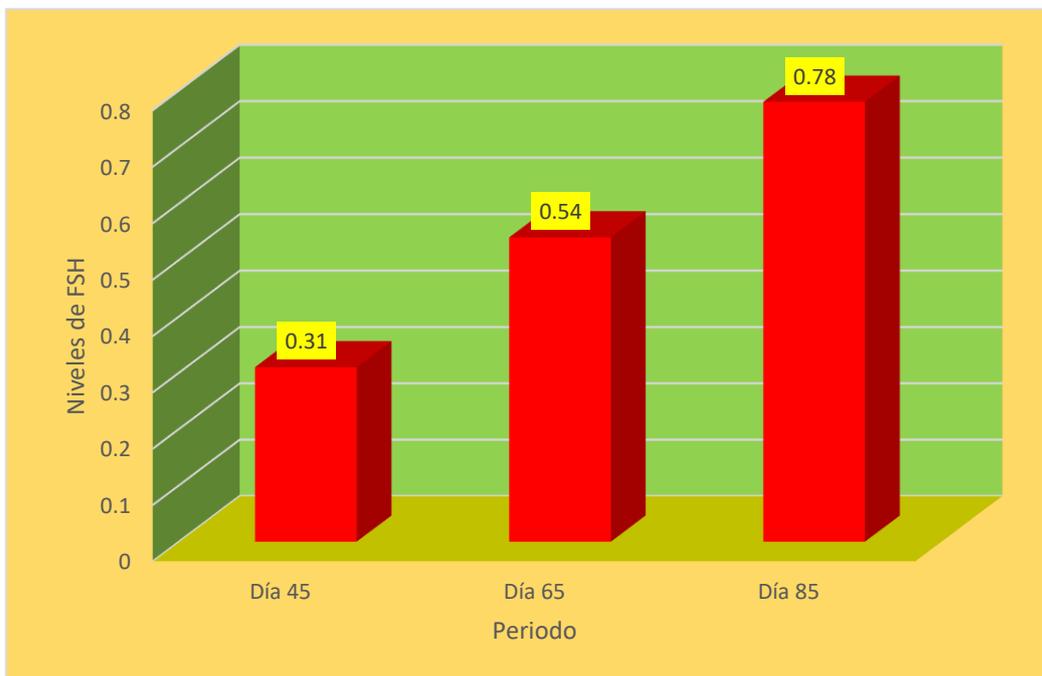


Figura 4. Niveles de FSH en vacas según periodo postparto

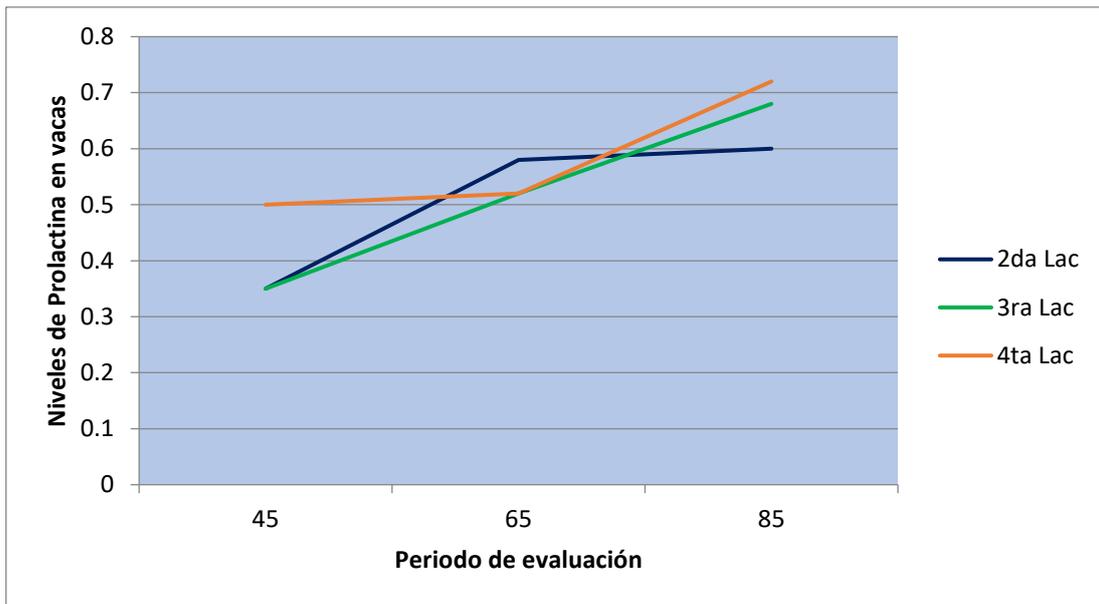


Figura 5. Niveles de prolactina en vacas Postparto según número de partos

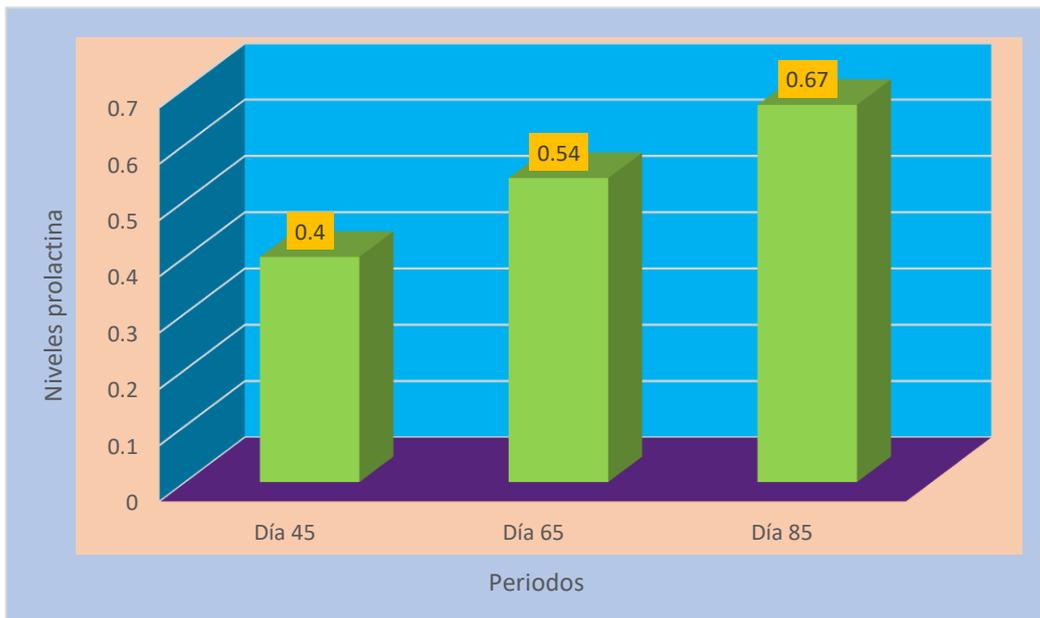


Figura 6. Niveles de Prolactina en Vacas según Periodos Postparto



DATOS DE LAS VACAS

N° DE PARTO	NOMBRE	FECHA DE PARTO	FECHAS DE TOMA DE MUESTRAS		
			45 días	65 días	85 días
II Parto	Nena	05/01/19	19/02/19	11/03/19	31/03/19
	Emmy	12/03/19	26/04/19	16/05/19	05/06/19
	Chely	13/02/19	30/03/19	19/04/19	09/05/19
	Francisca	13/02/19	30/03/19	19/04/19	09/05/19
III Parto	Luna	30/12/18	13/02/19	28/02/19	20/03/19
	Lucero	12/01/19	26/02/19	18/03/19	07/04/19
	Blanca	09/03/19	23/04/19	13/05/19	02/06/19
	Nucita	17/03/19	30/04/19	20/05/19	09/06/19
IV Parto	Pina	28/01/19	14/03/19	03/04/19	23/04/19
	Roxi	09/02/19	26/03/19	15/04/19	05/05/19
	Maite	11/02/19	28/03/19	17/04/19	07/05/19
	Negrita	14/02/19	31/03/19	20/04/19	10/05/19

DATOS DE RETORNO DE CELO

N° DE PARTO	NOMBRE	FECHA DE PARTO	DIAS DE PRESENTACION DE CELO – 20 DIAS		
			De 0 a 45 días	De 46 a 65 días	De 66 a 85 días
II Parto	Nena	05/01/19			
	Emmy	12/03/19			
	Chely	13/02/19			
	Francisca	13/07/19			
III Parto	Luna	30/12/18			
	Lucero	12/01/19			
	Blanca	09/03/19			
	Nucita	17/03/19		64 días	85 días
IV Parto	Pina	28/01/19			83 días
	Roxi	09/02/19		64 días	85 días
	Maite	11/02/19	45 días		
	Negrita	14/02/19			