



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL PROESTRO
PROLONGADO SOBRE EL TAMAÑO DEL FOLÍCULO
DOMINANTE Y TASA DE PREÑEZ EN BOVINOS INDICUS CON
IATF**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: BANNIA RASHELL TOAPANTA AVILES

DIRECTOR: MVZ. SANTIAGO ALEXANDER GUAMAN RIVERA Ph.D

El Coca – Ecuador

2023

© 2023, **Bannia Rashell Toapanta Aviles**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Bannia Rashell Toapanta Aviles, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 15 de diciembre de 2023



Bannia Rashell Toapanta Aviles
220015245-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo de Investigación. **DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL PROESTRO PROLONGADO SOBRE EL TAMAÑO DEL FOLICULO DOMINANTE Y TASA DE PREÑEZ EN BOVINOS INDICUS CON IATF**, realizado por la señorita: **BANNIA RASHELL TOAPANTA AVILES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Cristian David Guilcapi Carrillo MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2023-12-15
MVZ. Santiago Alexander Guamán Rivera Ph.D DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-12-15
Ing. Diego Fabian Maldonado Arias MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-12-15

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mi hijo. A Dios por permitirme vivir, por ser mi fortaleza, por no haberme soltado en mis peores momentos, por saberme escuchar, por estar conmigo en todo momento. A mi hijo Matthew José que desde el primer día que Dios me permitió traerlo a esta vida fue mi fuerza, coraje y gran motivación en poder culminar con esta meta propuesta a pesar de todos los bajos y altos durante el transcurso de la carrera.

Bannia

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón y mente, sobre todo doy gracias por haberme puesto personas que han sido mi apoyo y compañía durante el periodo de estudio y haberme quitada a las que no aportaban nada en mi vida. A mis padres, Martha y José, por depositar la última confianza en mí, a mi hermana incondicional Zuleyka por saberme escuchar, no dejarme sola nunca y darme la mano cuando más lo necesitaba, ser mi pieza fundamental en mi vida. A mis familiares por cada preocupación, cariño y apoyo. A mi primo David por ser un hermano para mí, mi apoyo y cómplice en los mejores momentos, por apoyarme en mis momentos más difíciles y confiar en mí. A mi gran amiga del alma Erika por ser una amistad que a pesar de la distancia sobrepasa cualquier adversidad y sigue siendo firme, en confianza, cariño y apoyo. A mis amigas/os Eliza, Angie, Jhon, María José, Wilber, Katherine Espinoza por su amistad desde escuela y colegio hasta el día de hoy y su mutuo cariño. A mi amigo Edgar, que nos dejó antes de llegar juntos a la meta, lo logramos y esto es por ti con todo el cariño del mundo. A mis compañeros/as y futuros colegas Kevin, Angie, Erika, Jhosselyn, Carina, Cristina a pesar de las diferencias siempre nos hemos sacado una sonrisa, y hemos sido tan felices dentro y fuera del aula de clases. A mi tutor Santiago Guamán por saberme guiar de mejor manera en mi realización de tesis y también por ser una mano amiga conjunto con mi asesor Diego Maldonado. A mis docentes cercanos Mvz. Nelson Ortiz, Ing. María Fernanda Baquero, Ing. Daniel Feijoo, Ing. Julio Benavides, Ing. Freddy Erazo, Ing. Diego Masaquiza por su acompañamiento en mi largo recorrido académico, por ser un apoyo y ser una mano amiga en los momentos más difíciles.

Bannia

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4 Hipótesis.....	4

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Referencias teóricas.....	5
2.1.1 Sector agropecuario en Ecuador	5
2.1.2 <i>Sector pecuario</i>	5
2.1.3 <i>Ganado vacuno en el Ecuador</i>	5
2.1.4 <i>Consumo y producción per cápita de leche</i>	6
2.1.5 <i>Especies forrajeras en la producción bovina en la Joya de los Sachas.</i>	7
2.2 Población bovina en región amazónica y Orellana.....	8
2.2.1 <i>Región amazónica</i>	8
2.2.2 <i>Provincial</i>	8

2.3	Razas lecheras	9
2.3.1	Raza Gyr	9
2.3.1.1	<i>Características físicas</i>	9
2.3.1.2	<i>Características funcionales</i>	10
2.3.2	Raza Holstein	10
2.3.2.1	<i>Características físicas</i>	10
2.3.3	Raza Brown Swiss	11
2.3.3.1	<i>Características funcionales</i>	11
2.3.4	Raza Gyrolando	12
2.3.4.1	<i>Características físicas</i>	13
2.3.4.2	<i>Características funcionales</i>	13
2.3.5	Condición corporal en vacas lecheras	13
2.3.6	Anatomía del aparato reproductor de la vaca	14
2.3.7	Vulva	14
2.3.8	Vagina	14
2.3.9	Cuello Uterino o Cervix	15
2.3.10	Útero	15
2.3.11	Cuernos uterinos	15
2.3.12	Oviductos	16
2.3.13	Ovarios	16
2.3.14	Fisiología del aparato reproductor de la hembra	17
2.3.15	Sistema nervioso	19
2.3.16	Sistema hormonal	19
2.3.17	Ondas foliculares	19
2.3.18	Dinámica folicular	20
2.3.19	Proceso de reclutamiento	21
2.3.20	Proceso de selección	22
2.3.21	Proceso de dominancia	23
2.3.22	Proceso de atresia	24

2.3.23	Endocrinología de la reproducción bovina	24
2.3.24	Glándulas endócrinas	25
2.3.25	Hipotálamo	25
2.3.26	Hipófisis	26
2.3.27	Endocrinología de la gestación	26
2.3.28	Placentación	27
2.3.29	Foliculogénesis	27
2.3.30	Célula de la teca	28
2.3.31	Pared folicular	28
2.3.32	Células de la granulosa	28
2.3.33	Corona radiada	28
2.3.34	Folículos primordiales	28
2.3.35	Folículo primario	29
2.3.36	Folículo secundario	29
2.3.37	Folículo vesicular	29
2.3.38	Líquido folicular (en el antro)	29
2.3.39	Líquido folicular (entre las células y la granulosa)	29
2.3.40	Folículo de Graff	30
2.3.41	Cuerpo hemorrágico	30
2.3.42	Cuerpo Lúteo	30
2.3.43	Ciclo estral en la hembra bovina	31
2.3.44	Crecimiento folicular en el vacuno	31
2.3.44.1	Reclutamiento de olas de folículos	31
2.3.44.2	Selección de folículo y dominancia	31
2.3.44.3	Folículo dominante	32
2.3.45	Proestro	32
2.3.46	Estro	32
2.3.46.1	Control del estro	33
2.3.47	Metaestro	33

2.3.48	<i>Diestro</i>	33
2.3.49	<i>Control del ciclo estral para incrementar la tasa de preñez</i>	34
2.3.50	<i>Prostaglandina F2α</i>	34
2.3.51	<i>Prostaglandinas y análogos con la GnRH</i>	35
2.3.52	<i>Semen congelado convencional</i>	35
2.3.53	<i>Evaluación del semen congelado convencional</i>	36
2.3.54	<i>Viabilidad Post-descongelación</i>	36
2.3.54.1	<i>Examen de motilidad</i>	36
2.3.54.2	<i>Motilidad espermática</i>	37
2.3.55	<i>Semen seleccionado por sexo congelado</i>	37
2.3.56	<i>Inseminación artificial en bovinos</i>	37
2.3.57	<i>Protocolos de sincronización de celo</i>	38
2.3.58	<i>Tratamientos basados en estradiol y progesterona (P4) para IATF</i>	38
2.3.59	<i>Métodos de detección de celo</i>	38
2.3.60	<i>Identificación visual</i>	39
2.3.60.1	<i>Identificación visual con ayudas diagnosticas</i>	39
2.3.61	<i>Métodos no electrónicos</i>	39
2.3.61.1	<i>Pintura base de la cola</i>	39
2.3.62	<i>Anestro</i>	40

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	42
3.1	Cuestiones Éticas	42
3.2	Animales	42
3.3	Materiales	42
3.3.3	<i>Materiales de campo</i>	42
3.3.4	<i>Materiales de reproducción</i>	43
3.3.5	<i>Enfoque</i>	43
3.3.6	<i>Alcance</i>	43

3.3.7	<i>Tipo</i>	43
3.3.8	<i>Diagnóstico ginecológico por palpación manual y ultrasonografía</i>	44
3.3.9	<i>Condiciones experimentales</i>	44
3.3.10	<i>Evaluación de la pintura en la base de la cola</i>	45
3.3.11	<i>Tamaño del folículo preovulatorio a 60 horas del retiro del dispositivo vaginal</i>	46
3.3.12	<i>Diagnóstico de preñez temprana a 30 días</i>	46
3.3.13	<i>Análisis estadísticos</i>	46

CAPITULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	47
4.1	Estado zootécnico de las vacas	47
4.2	Tamaño del folículo preovulatorio	48
4.3	Expresión del celo	50
4.4	Determinación de la función ovárica de los grupos de vacas IATF con 2M y 4M	52

CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1	Conclusiones	56
5.2	Recomendaciones	57

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Existencia de ganado vacuno, vacas ordeñadas y producción de leche, según región, 2021 (En unidades y Litros).....	6
Tabla 2-2: Instituto Nacional de Estadística y Censos – ESPAC 2021	7
Tabla 2-3: Número de cabezas de ganado vacuno en la Región Amazónica.	8
Tabla 2-4: Población bovina a nivel provincial.	9
Tabla 2-5: Condición corporal, escala 1 al 5.....	14
Tabla 3-1: Porcentaje de pérdida de pintura (pp) medido a través del diagnóstico visual.	45
Tabla 3-2. Estatus ovárico al inicio de los tratamientos de sincronización de celo en vacas multíparas.	49
Tabla 3-3. Medias ajustadas por mínimos cuadrados del diámetro (mm) del ovario izquierdo y derecho de las vacas multíparas	51
Tabla 3-4. Intensidad de expresión de síntomas de celo de vacas multíparas de acuerdo con el tratamiento	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Raza ejemplar Gyr de la Hacienda San Cristóbal	10
Ilustración 2-2: Ejemplar raza Holstein de la expoGanadera- Orellana, El Coca.	11
Ilustración 2-3: Ejemplar raza Brown Swiss de la expoGanadera- Joya de los Sachas.	12
Ilustración 2-4: Vista lateral, sistema reproductor de la hembra bovina.	17
Ilustración 2-5: Presentación de los niveles de hormonas.	19
Ilustración 2-6: Presentación de ondas foliculares.	20
Ilustración 2-7: Presentación de la dinámica folicular.	21
Ilustración 2-8: Dinámica folicular durante un ciclo estral bovino.	22
Ilustración 2-9: Proceso de dominancia.	24
Ilustración 2-10: Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra.	25
Ilustración 2-11: Desarrollo folicular	28
Ilustración 2-12: Estructuras ováricas	30
Ilustración 2-13: Tiempo óptimo para la IA en relación con el estro	33
Ilustración 2-14: En las vacas tratadas con $PGF2\alpha$ entre los días 10 a 12 del ciclo estral, el tiempo de presentación del estro es mayor de 96 horas, ya que en esta parte del diestro un porcentaje alto de las vacas tiene folículos pequeños.	35
Ilustración 4-1. Ajuste polinómico de los datos de días abiertos y peso vivo de las vacas	48
Ilustración 4-2. Mediciones del folículo derecho e izquierdo previa inseminación artificial.....	50
Ilustración 4-3. Clasificación de los animales en función de la intensidad de celo.....	50
Ilustración 4-4. Ajuste de regresión entre el diámetro de los folículos y porcentaje de pintura de la base de la cola.	52
Ilustración 4-5. Ajuste de regresión entre el diámetro del folículo izquierdo (A) y derecho (B) con el porcentaje de preñez en vacas Bos indicas.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PROCEDIMIENTO PROC REG PARA LA CICLICIDAD DE LAS HEMBRAS BOVINAS

ANEXO B: EVALUACIÓN GINECOLÓGICA PARA SELECCIONAR HEMBRAS EN CONDICIONES FAVORABLES

ANEXO C: CHEQUEO MEDIANTE ECOGRAFO A LAS HEMBRAS SELECCIONADAS PARA EL PROCESO DE IATF

ANEXO D: COLOCACIÓN DE IMPLANTE Y APLICACIÓN DE HORMONAS (BE y P4) EN EL DÍA 0

ANEXO E: DIA 8, COLOCACIÓN DE PINTURA EN BASE DE LA COLA Y RETIRO DE IMPLANTE MÁS APLICACIÓN DE HORMONAS (PGFz y eCG)

ANEXO F: DIA 10, APLICACIÓN DE HORMONA (GnRH), REALIZACIÓN DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A 60 HORAS Y EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DEL FOLICULO PREEVULATORIO

ANEXO G: DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ TEMPRANA A 60 DÍAS POST IATF.

RESUMEN

Desde el punto de vista reproductivo, una ganadería es eficiente si se logra obtener una cría al año por vaca. No obstante, se debe considerar aspectos, genéticos, medioambientales, así como de manejo. En condiciones tropicales, y específicamente en nuestra zona una de las principales limitantes dentro de la producción bovina de leche es que la actividad ganadera exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. Este proyecto de investigación abordó el tema para determinar el tamaño del folículo dominante y tasa de preñez en bovinos *Indicus* mediante inseminación artificial a término fijo (IATF) bajo el efecto del proestro prolongado. Se seleccionaron 61 hembras mestizas cíclicas multíparas, con un peso promedio de 350 a 599 kg con una condición corporal de 2,79 y cuando a la evaluación ecográfica demostraron folículos entre 8-10 mm. Las variables analizadas con estadística descriptiva mostraron un bajo coeficiente de variación, que se traduce en un grupo de características homogéneas. Sin embargo, se destaca que el folículo izquierdo tuvo un mayor tamaño frente al derecho. Por otro lado, la valoración de pintura de base de la cola mostró que la mayoría de las vacas expresaron celo. El diagnóstico de gestación temprano no varió cuando se han comparado vacas con diferente dosis seminales. En conclusión, en este estudio, el tamaño promedio de los folículos estuvo dentro de valores referenciales para vacas *Indicas*. Mientras que el uso de semen sexado no mostró diferencias en la tasa de preñez en vacas multíparas.

Palabras clave: <INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TÉRMINO FIJO (IATF)>; <SEMEN>; <SEXAJE>; <PROTOCOLO>; <PREÑEZ>; <PAJUELA>; <INSEMINACIÓN>; <MULTÍPARA>.

Cristian Tenelanda S.

Ing. Cristian Sebastian Tenelanda S.
0604686709



0027-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

From the reproductive point of view, a herd is efficient if it is able to obtain one calf per year per cow. However, genetic, environmental and management aspects must be considered. In tropical conditions, and specifically in our area, one of the main limitations in bovine milk production is that cattle raising requires maximum efficiency from producers in order to guarantee an economic return. This research project addressed the issue to determine the size of the dominant follicle and pregnancy rate in *Indicus* cattle by fixed term artificial insemination (FTAI) under the effect of prolonged proestrus. Sixty-one multiparous cyclic crossbred females were selected, with an average weight of 350 to 599 kg with a body condition of 2.79 and when the ultrasound evaluation showed follicles between 8-10 mm. The variables analyzed with descriptive statistics showed a low coefficient of variation, which translates into a group of homogeneous characteristics. However, it should be noted that the left follicle was larger than the right one. On the other hand, tail underpainting assessment showed that most cows expressed estrus. The diagnosis of early gestation did not vary when cows with different seminal doses were compared. In conclusion, in this study, the average follicle size was within the reference values for *Indian* cows. While the use of sexed semen showed no difference in pregnancy rate in multiparous cows.

Key words: <FIXED TERM ARTIFICIAL INEMINATION (FTAI)>; <SEMEN>; <SEXING>; <PROTOCOL>; <PREGNANCY>; <PAJUELA>; <INSEMINATION>; <MULTIPAROUS>.



Erich Gonzalo Guamán Condoy M.Sc.

Erich Gonzalo Guamán Condoy.MSc.

0704554484

INTRODUCCIÓN

Según datos oficiales del Banco Central en el año 2020, el sector agrícola del país jugó un papel crucial en la contribución al PIB, con cifras anuales del 82,1 por ciento. 19% (Orbe y Cuichán, 2022: p. 12). El ganado bovino tiene un liderazgo significativo en la industria ganadera, En Ecuador existen 4,07 millones de cabezas de ganado, de los cuales el 21,21 % se encuentra en Manabí, provincia en la cual la raza predominante es Brahman. Desde el punto de vista reproductivo, una ganadería es eficiente si se logra obtener una cría al año por vaca, sin dejar de considerar el factor genético (Espinoza y Gonzales, 2009; pp: 17-18). En este sentido, el uso de biotecnologías reproductivas ha constituido uno de los mayores avances, ya que nos permite obtener animales superiores genéticamente por medio de la inseminación artificial y/o transferencia de embriones.

Como se comentó, lograr un ternero por vaca y por año en un sistema de producción bovina, significa que, restando a los 365 días del año, 283 días del período de gestación, las hembras deberían estar nuevamente preñadas a los 82 días de paridas. Teniendo en cuenta los 40 a 60 días de la recuperación de la capacidad reproductiva después del parto (involución uterina) que tiene una vaca de cría en condiciones de pastoreo, las vacas disponen sólo de un estro ó dos para lograr la preñez siguiente y mantener el intervalo entre partos de 12 meses. Hay que considerar que estas respuestas han sido obtenidas bajo excelentes condiciones de manejo, lamentablemente, para nuestra realidad, sistemas ganaderos extensivos, con bajo uso de tecnología y animales de bajo merito genético, posiblemente seas determinantes y condicionen la eficiencia en la parte reproductiva (Rojas, 2012, p.14).

CAPITULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Una de las principales limitantes de la producción bovina de leche dentro de nuestra zona es que la actividad ganadera exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. Sin embargo, los problemas de la parte reproductiva son en la mayoría de los casos la principal limitante.

En consecuencia, el uso de las biotecnologías reproductivas nos podría elevar los parámetros reproductivos de la explotación, asegurando un eficiente comportamiento productivo (Yanzaguano, 2013, p. 8). Dentro de la dinámica folicular esta puede variar por efectos ambientales y estados fisiológicos de hembras *Bos indicus* que impiden establecer un patrón específico de dinámica folicular para cada raza y etapa fisiológica. De hecho, esta condición ocasiona una alta variación en el comportamiento del crecimiento y desarrollo de los folículos, que impiden establecer un patrón específico de dinámica folicular. Trabajos experimentales han mostrado que, animales de origen *Bos indicus* durante un ciclo estral las vacas pueden desarrollar una (6,7%), dos (90,0%) o tres (3,3%) ondas foliculares mientras que las *Bos Taurus* presentan entre dos y seis ondas foliculares por ciclo. Por ello, es importante aplicar un protocolo que permita que la sincronización del ciclo estral, se evidencie en una alta tasa de animales que expresen síntomas de celo (Hena, 2010, p. 36) De acuerdo con Maquivar et al. (2009, p: 14) el ganado *Bos indicus* necesita formar grupos de interacción estral, por lo que al ser las hembras de alta intensidad las que iniciaran la manifestación de celo, tienen que alargar su período de receptividad sexual para poder agruparse con el resto de las hembras.

A pesar de todos los adelantos en los protocolos de sincronización, la mayor parte de trabajos ha reportado tasas de preñez no > 50% del total de vacas. Con más razón, se debe de considerar un protocolo exitoso para animales tipo *Bos indicus*, permitiéndonos monitorear el desarrollo folicular, expresión de celo y su correspondiente tasa de preñez (Villa et al. 2007; p: 24-28).

Al final de todos estos procesos, el saber si una hembra está o no preñada reviste considerable valor económico. En general, se requiere de un diagnóstico temprano de preñez al poco tiempo del apareamiento a la inseminación, con el fin de identificar de manera oportuna a las hembras no preñadas.(Yanzaguano, 2013, p.23). Sin lugar a duda la tasa de preñez tiene un impacto muy importante sobre la rentabilidad económica de un establecimiento.

1.2 Justificación

La mayor parte del hato bovino del mundo se encuentra en regiones tropicales, predominando el *Bos indicus*, esto es debido a su adaptación al clima y condiciones de manejo. El anestro es el principal factor que afecta negativamente el desempeño reproductivo de los animales criados en estos tipos de regiones. Varios factores afectan el anestro posparto, incluyendo la lactancia y el vínculo materno, así como el estado nutricional pre y posparto. La corta duración del estro y la tendencia a mostrarlo durante la noche, afectan en gran medida la eficiencia de los programas de inseminación artificial (IA) en bovinos *Bos indicus* manejados en áreas tropicales. Se han utilizado varios procedimientos de lactancia o destete restringidos ya sea temporales o permanentes y también tratamientos hormonales para inducir la ovulación y la ciclicidad en las vacas posparto. (Mapletoft et al., 2022: p.2)

La adición de dispositivos de liberación de progesterona, estradiol, GnRH y gonadotropina coriónica equina (eCG) ha brindado oportunidades para la IA de tiempo fijo (IATF) y posibilidades para lograr tasas de preñez más altas. Los nuevos protocolos han facilitado la aplicación de tecnologías de reproducción asistida, y esto es especialmente cierto en América del Sur. (Mapletoft et al., 2022: pp.2-3)

El uso de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en bovinos no ha parado de crecer en los últimos años, y este crecimiento responde a varios factores, y uno de ellos es la eficacia de la tecnología. Los tratamientos para IATF logran con éxito inducir y sincronizar la ovulación, tanto en vaquillonas como en vacas en anestro y con cría al pie, es una tecnología de fácil aplicación en las condiciones tropicales. Esto permite una tasa de preñez aceptable y un impacto en la curva de parición del hato de cría como ninguna otra tecnología, además del impacto en el progreso genético al permitir el uso de toros de elite en la totalidad del rodeo y poder seleccionar el sexo del nacimiento favorece en el proceso productivo, generando impacto zootécnico favorable (Menchaca et al., 2022: p, 12-14).

La capacidad de producir terneros de un sexo específico tiene el potencial de influir enormemente en la rentabilidad de las explotaciones bovinas. Así pues, el objetivo de este estudio era evaluar el uso de semen clasificado por género en un protocolo de IATF en relación con la expresión del celo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto del proestro prolongado sobre el tamaño del folículo dominante y tasa de preñez en bovinos *Indicus* mediante IATF usando semen sexado.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Estimar el tamaño del folículo dominante mediante ultrasonografía reproductiva a 60 horas del retiro del dispositivo vaginal.
- ✓ Evaluar la expresión del celo, mediante la desaparición del pintado de la base de la cola en un protocolo de IATF
- ✓ Comparar la tasa de preñez temprana a 30 días posterior a la inseminación utilizando semen sexado (2M y 4M)

1.4 Hipótesis

Ho = El proestro prolongado no influirá sobre el tamaño del folículo dominante y la tasa de preñez en bovinos *indicus* con IATF

Hi = El proestro prolongado influirá positivamente en el tamaño del folículo dominante y la tasa de preñez en bovinos *indicus* con IATF

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Referencias teóricas

2.1.1 *Sector agropecuario en Ecuador*

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) es responsable de entregar los resultados primarios de la Encuesta de Superficie y Producción Agrícola Continua, que se utilizan para calcular los inventarios reales mensuales promedio globales. (Orbe y Cuichán, 2022: p. 12)

En el último trimestre de cada año se recopilan estadísticas de las diversas actividades agropecuarias del país; el total de horas dedicadas a la agricultura en 2019 fue de 55.000. De los 29 millones de hectáreas en cuestión, 24 no están incluidas. El 54% de la tierra se dedica a la producción de pastos. (Orbe y Cuichán, 2022: p. 12)

El ganado bovino tiene un liderazgo significativo en la industria ganadera, con 4 de los 5 productores totales. La población nacional está compuesta por 21 millones de individuos, con un total de 4 millones de cabezas. La mayoría de la población en la provincia de Manabí es Brahman, siendo la raza mestiza la más frecuente. Según datos oficiales del Banco Central de 2020, el sector agrícola del país jugó un papel crucial en la contribución al PIB, con cifras anuales del 82,1 por ciento. 19%. (Orbe y Cuichán, 2022: p. 12)

2.1.2 *Sector pecuario*

En cuanto a la existencia de cabezas de ganado a nivel nacional, en el periodo 2021 se registró 4,07 millones de cabezas de ganado vacuno, 1,05 millones de porcinos, 529 miles de ovinos, 49 miles de asnales, 192 miles de caballares, 67miles de mulares y 59 miles de caprinos. (Orbe y Cuichán, 2022: p. 12)

2.1.3 *Ganado vacuno en el Ecuador*

En el año 2021, el ganado vacuno registró un decrecimiento del 6,20% con relación al 2020; se observa que la región Sierra concentra la mayor cantidad de cabezas de ganado con un 51,91 % del total nacional, seguida por la Costa con el 39,13 %, y la Amazonía con el 8,96 %. De acuerdo con la tabla 1, la producción de leche en la región Sierra es de 4,54 millones de litros, que

representa el 79,58 % de la producción total, seguido de la Costa con el 16,38 % y la Amazonía con el 4,04 % . (Orbe y Cuichán, 2022: p. 12)

Tabla 2-1: Existencia de ganado vacuno, vacas ordeñadas y producción de leche, según región, 2021 (En unidades y Litros).

<i>Región</i>	<i>N° de cabezas</i>	<i>N° de vacas ordeñadas</i>	<i>Producción de leche</i>
<i>Nacional</i>	4.066.930	846.715	5.699.046
<i>Sierra</i>	2.110, 73	564.166	4.535.235
<i>Costa</i>	1.591.3 90	236.336	933.330
<i>Amazonía</i>	364.567	46.213	230.481

Fuente: Orbe y Cuichán, 2022

Realizado por: Toapanta B., 2023

En relación al promedio de litros de leche por vaca producida, se destaca la región Sierra con un rendimiento de 8,04 litros/vaca, debido a la gran cantidad de ganado lechero presente y a los pastos cultivados y naturales que sirven para su alimentación. La Amazonía ocupa el segundo lugar con 4,99 litros/vaca y la Costa en el tercer lugar con 3,95 litros/vaca. (Orbe y Cuichán, 2022: p. 16)

2.1.4 Consumo y producción per cápita de leche

Para el año 2021, la producción de leche en Ecuador fue de 5,699,046 litros. A su vez, la provincia de Pichincha abarcó el 18% de la producción nacional, seguido de Azuay con el 14%. (Superintendencia de Compañías, 2022: p. 6)

Tabla 2-2: Instituto Nacional de Estadística y Censos – ESPAC 2021

Año	Provincia	N° de vacas ordeñadas	de Producción leche (litros)	Rendimiento (litros/ vaca ordeñada)	% en la producción Nacional
2021	Pichincha	90,971	1,025,458	11.3	18%
	Azuay	102,777	777,142	7.6	14%
	Manabí	159,063	617,624	3.9	11%
	Cotopaxi	70,916	599,506	8.5	11%
	Resto de provincias	422,987	2,679,317	6.3	47%
	Total	846,715	5,699,046	6.7	100%

Fuente: Superintendencia de Compañías, 2022

Realizado por: Toapanta B, 2023

El 75% de la leche se destinó para la venta en estado líquido. En el año 2021 la producción de leche disminuyó en 7% respecto al 2020. La producción de leche es uno de los aspectos de gran importancia dentro del sector agropecuario en el país, en este aspecto la región amazónica aporta con el 7.5% de la producción nacional de leche. Centrándonos en el lugar de trabajo de nuestra investigación, el cantón Joya de los Sachas alberga el 52.2% de la población total de bovinos de la provincia de Orellana representando el 57% de la producción láctea diaria. Los problemas reproductivos de origen infeccioso y parasitario afectan directamente a la productividad de los hatos bovinos provocando pérdidas por infertilidad, muerte embrionaria, abortos, mortinatos y crías débiles. (Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, 2014, p.45)

2.1.5 *Especies forrajeras en la producción bovina en la Joya de los Sachas.*

La producción ganadera en el trópico por los pequeños productores es baja debido a ineficientes prácticas alimenticias y a praderas que se han manejado con sistemas de pastoreo extensivo (no fertilizados y existe sobrepastoreo). El uso de la *Brachiaria decumbens* para suelos rojos y *Panicum máximum* para suelos negros, son las gramíneas introducidas de mayor éxito y cobertura, tanto en Ecuador y en el trópico latinoamericano en general. (González-Marcillo et al., 2022: pp.2-4)

Una de las limitantes es que a pesar de la gran calidad forrajera, han sido persistentemente atacado por una plaga denominada Mión o salivazo, que deteriora considerablemente su productividad y en casos extremos inutiliza totalmente los potreros, provocando pérdidas para el productor y por ende no poder manejar una producción rentable, por lo que si no existe buena alimentación para

el ganado, el animal comienza a caer en un déficit alimenticio, y su capacidad de producción se verá afectada. (González-Marcillo et al., 2022: pp.2-4)

La mayoría de los productores cuentan con una superficie de tierra de 21 a 30 hectáreas en promedio. En esta superficie, la mayoría de ellos (76%) tienen sembradas gramíneas y especies arbóreas. Con relación a las gramíneas, entre las más importantes el pasto Dallis (*Brachiaria decumbens*), Pasto Marandu (*Briachiaria brizantha.*) y Saboya, (*Panicum maximum*), mientras el 61.3% tienen especies arbóreas, como *Gliricidia sepium*. (González-Marcillo et al., 2022: pp.2-4)

2.2 Población bovina en región amazónica y Orellana.

2.2.1 Región amazónica

A nivel nacional el ganado vacuno se distribuye en un 69% hembras y 31% machos, es importante recalcar que el 18% del ganado total corresponde a los valores de nacimientos y el 3% a muertes ocurridas.

La región sierra posee el 52% de ganado vacuno, cubriendo la mayor cantidad a nivel nacional, el 40% y 9% corresponden a la Costa y Amazonía respectivamente.

Tabla 2-3: Número de cabezas de ganado vacuno en la Región Amazónica.

Región	Existencias			Compradas			Vendidas			Muertes	
	Total	Subtotal machos	Subtotal hembras	Total nacidos	Total	Subtotal machos	Subtotal hembras	Total	Subtotal machos		Subtotal hembras
Nacional	4.306.244	1.324.659	2.981.585	779.485	198.226	133.866	64.360	525.409	301.846	223.564	114.106
Amazónica	370.190	141.709	228.481	66.577	23.763	18.951	4.812	38.402	25.324	13.078	11.975

Fuente: (Sánchez et al., 2020)

Elaborado por: Toapanta B, 2023

2.2.2 Provincial

Dentro de la provincia existe casi exclusivamente ganado bovino. En ella hay 75721 cabezas bovinas total promediando de los 3 cantones pertenecientes a 37823 al Cantón Joya de los Sachas; cantón Loreto un total de 9437 cabezas de ganado y 28461 en Fco. De Orellana provincia de Orellana entre terneras, vaconas, vacas, terneros, toretes y toros.

Tabla 2-4: Población bovina a nivel provincial.

<i>Etiquetas de fila</i>	Ternereras	Vaonas	Vacas	Ternereros	Torettes	Toros	Sumatoria
LA JOYA DE LOS SACHAS	2458	7117	10383	2570	11273	4022	37823
ENOKANQUI	238	653	1035	208	725	181	3040
LA JOYA DE LOS SACHAS	696	2220	3274	829	3275	1174	11468
LAGO SAN PEDRO	468	1337	1864	479	1799	502	6449
PUMIPAMBA	222	625	945	207	1090	957	4046
SAN CARLOS	208	493	677	176	975	266	2795
SAN SEBASTIÁN DEL COCA	72	238	330	99	329	47	1115
TRES DE NOVIEMBRE	347	1130	1539	347	2411	397	6171
UNIÓN MILAGREÑA	207	421	719	225	669	498	2739
LORETO	558	1406	2602	590	2373	1908	9437
ÁVILA	133	438	769	134	531	384	2389
LORETO	80	164	319	101	257	194	1115
PUERTO MURIALDO	34	73	115	37	18	18	295
SAN JOSÉ DE DAHUANO	88	272	454	90	568	258	1730
SAN JOSÉ DE PAYAMINO	164	275	684	179	826	774	2902
HUATICOCHA	59	184	261	49	173	280	1006
ORELLANA	1625	5095	8080	2023	7506	4132	28461
DAYUMA	426	1163	1885	579	1945	1082	7080
EL DORADO	119	672	930	234	766	383	3104
GARCÍA MORENO	100	380	659	120	440	780	2479
INÉS ARANGO	257	867	1367	289	1421	969	5170
LA BELLEZA	346	1039	1556	359	1315	495	5110
NUEVO PARAÍSO	106	234	469	116	385	62	1372
EL COCA	4	25	27	16	35	4	111
SAN JOSÉ DE GUAYUSA	58	203	317	88	472	77	1215
SAN LUIS DE ARMENIA	32	75	154	30	140	19	450
TARACOA	177	437	716	192	587	261	2370
Total general	4641	13618	21065	5183	21152	10062	75721

Fuente: Operadora de vacunación Asociación 11 de abril, 2023

Realizado por: Toapanta B, 2023

2.3 Razas lecheras

2.3.1 Raza Gyr

El ganado Gyr es originario de la India, según (Escobar, 2019, pp.39-40) por cuestiones culturales ha sido objeto solo de selección natural y ha sido poco seleccionado por el hombre, esta raza es muy utilizada para la producción de leche, ya que se adaptan a un clima trópico y es una alternativa para una buena producción lechera, como raza pura y para realizar cruzamientos. (Portilla, 2023, p.14)

2.3.1.1 Características físicas

Es una raza de talla media, siendo su distinción sobre las demás razas la conformación de su cabeza, que posee frente muy amplia y convexa. Los cuernos son caídos y dirigidos hacia atrás,

algo hacia afuera y con curvatura hacia arriba. Las orejas son largas y colgantes terminadas en punta y con una muesca. Su piel es colgante y floja, el color típico es blanco moteado de rojo. La giba es grande y en forma de riñón. El dorso y el lomo son anchos y horizontales, dentro de un juzgamiento estas características (Escobar, 2019, pp.39-40)

2.3.1.2 Características funcionales

Las hembras adultas pueden alcanzar un peso de 450 kg entre los 4 y 5 años. Los becerros al nacer pesan 25 kg en el caso de los machos y 24 kg las hembras. La raza Gyr es buena lechera, las cruza F1 de Gyr con Holstein han dado rendimientos promedios de 2235 kg de leche en la tercera lactación. La longevidad demostrada es de más de 10 años. (Escobar, 2019, pp.39-40)



Ilustración 2-1: Raza ejemplar Gyr de la Hacienda San Cristóbal

Fuente: Toapanta, 2023

2.3.2 Raza Holstein

La raza de ganado que tiene mayor número de vacas lecheras es la Holstein, con el desarrollo moderno del negocio de lechería, se ha venido acentuando la superioridad numérica de esta raza. El hecho de que la raza Holstein sea la de mayor tamaño entre las productoras de leche, ofrece grandes ventajas, entre otras, la de ayudarlo a una mayor producción. (Guayasamin, 2015, pp.18-19)

2.3.2.1 Características físicas

Es de tamaño grande, esqueleto fuerte, mantas musculares no muy desarrolladas, posee un aspecto anguloso, esta raza en su mayoría opta con una ubre bien desarrollada, manchas negras repartidas en el cuerpo y extremidades blancas. Hay animales muy tapados de negro y otros muy blancos. Su vientre, patas y cola deben ser blancos. Las manchas negras en las extremidades son aceptadas. El negro en la parte superior y laterales del cuerpo es muy conveniente en zonas donde los pastos son propensos a producir fotosensibilización. Cuernos medianos. Es la raza lechera que tiene el menor porcentaje de grasa, pero la mayor producción total. (Bavera, 2012, p.2)



Ilustración 2-2: Ejemplar raza Holstein de la expoGanadera- Orellana, El Coca.

Fuente: Toapanta, B, 2023

2.3.3 Raza Brown Swiss

Es una raza que rememora una fuerte identificación y pasión por su gran carisma y su hermoso exterior. El día a día de los ganaderos se ve facilitado por el fácil manejo y la capacidad de adaptación de la vaca a diferentes situaciones. La alta calidad de la leche y la longevidad de la vaca les ayudan a alcanzar sus objetivos económicos a largo plazo. Las hembras Brown Swiss para los ganaderos con visión de futuro que buscan rentabilidad a largo plazo, producen leche de forma auténtica y fiable, y tienen un sentido de propiedad de la raza. (Rojas-Espinoza et al., 2021: p.1)

2.3.3.1 Características funcionales

Las características funcionales del ganado Brown Swiss se parecen a las de esta raza en Suiza. El peso al nacer de los terneros machos promedia de 40 a 45 kg y el de las hembras de 35 a 40 kg. Los datos referentes al promedio de lactación (305 días). (FAO, 2017, pp.10-13)



Ilustración 2-3: Ejemplar raza Brown Swiss de la expoGanadera- Joya de los Sachas.

Fuente: Toapanta, B, 2023

2.3.4 Raza Gyrolando

La raza Gyrolando es el resultado del cruce de las razas Gyr y Holstein, son animales rústicos que son muy bien adaptados a los climas tropicales, son eficientes para la producción de leche, la aplicación de la biotecnología favorece un aumento de la calidad genética y la elaboración de leche en el rebaño en un tiempo corto. Esta raza se creó con el fin de formar una agrupación étnica de bovinos de tal modo que sea sustentable en las regiones tropicales y subtropicales. (Portilla, 2023, pp.14-17)

La raza Gyrolando reside en el cruce de las razas Holstein (HOL) y Gyr (G), pasando por varios grados de sangre, partiendo desde $1/4$ HOL + $3/4$ G hasta $7/8$ HOL + $1/8$ G. Sin embargo, la orientación de los apareamientos busca fijar el estándar racial en el grado $5/8$ HOL + $3/8$ G para producir un ganado productivo y estándar que atienda a las necesidades de los productores de leche. Los animales considerados Puros Sintéticos (PS) de la Raza Gyrolando son el resultado del apareamiento entre individuos $5/8$ HOL + $3/8$ (Martinez, 2014, p. 12).

Estas razas se adecuan muy bien a los climas trópicos, por sus características fisiológicas y morfologías y esto ayuda en su crianza, como buen resultando un excelente desempeño económico para la producción lechera. (Portilla, 2023, pp.14-17)

2.3.4.1 Características físicas

Estos animales son de tamaño mediano, su cuerpo es altamente proporcionado, líneas nítidas y constitución robusta, su principal distinción sobre las demás razas es la conformación de su cabeza prominente, con una frente muy amplia y ultra convexa, haciéndola inconfundible ante otras razas, sus cuernos son gruesos, caídos y dirigidos hacia atrás con curvatura hacia arriba. Las orejas son muy largas y pendulosas. El prepucio, ombligo y papada están muy desarrollados y pronunciados. Su piel es colgante y floja (Martínez, 2014, p.17).

2.3.4.2 Características funcionales

Estas razas lecheras dan una producción de leche de 3.600 kg en los 305 días, ordeñando dos veces en el día y se acumula 20.000 kg de producción vitalicia donde se da en los 30 meses de edad, estos animales su lactancia es acerca de 280 días, su máxima producción de leche se da a los 30 y 100 días. (Portilla, 2023, pp.14-17)

2.3.5 Condición corporal en vacas lecheras

El estado corporal de las vacas es un poco complejo ya que influyen ciertos factores como cualidad genética, la alimentación y nutrición, y también en el sistema de producción que se este trabajando. El estado corporal puede evaluar el estado de bienestar de la vaca, esto se puede dar siempre y cuando los análisis del animal se hagan, los aspectos que siempre se debe considerar es tanto productivos, sanitarios y de manejo de crianza. Cuando las vacas tienen obesidad o una mala condición física es desfavorable en el momento del parto ya que pueden llegar a desarrollar trastornos metabólicos. En consecuencia, la condición corporal es unas de las herramientas útiles que facilita el manejo dentro de las granjas lecheras. (Portilla, 2023, p.18).

Tabla 2-5: Condición corporal, escala 1 al 5.

<i>Estado</i>	<i>Condición Corporal</i>
<i>Vacas secas</i>	3,0-4,0
<i>Al parto</i>	3,5-4,0
<i>Después de 30 días del parto</i>	2,5-3,0
<i>Media lactancia</i>	3,0
<i>Finalización de lactancia</i>	3,0-4,0
<i>Vaquillas al momento del parto</i>	3,5

Fuente: Portilla, 2023

Elaborado por: Toapanta, B, 2023

2.3.6 Anatomía del aparato reproductor de la vaca

El funcionamiento del aparato reproductivo de la vaca es muy complejo, ya que no solamente aporta el óvulo, sino que también facilita la nutrición y desarrollo del feto y al momento del parto lo expulsa completamente desarrollado. Todo este proceso, es demasiado controlado por un mecanismo neuroendocrino lo cual regula el funcionamiento adecuado de cada una de las partes que conforman el tracto para lograr un buen ritmo reproductivo. El sistema reproductor de la hembra bovina está constituido por los órganos internos y extremos. Los primeros incluyen el ovario y al sistema de conductos formados por el oviducto, útero, cervix y vagina y los segundos están representados por el vestíbulo vaginal y la vulva. (Pelta, 2012, pp.21-22)

2.3.7 Vulva

Según (Llosa 2016, p. 23) es parte externa del animal, está compuesta por dos labios externos separados por una abertura vertical, situada debajo de la cola e inmediatamente debajo del ano. Ella tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y sirve como parte del canal del parto. Está formado por los labios vulvares derecho e izquierdo, los cuales se unen en las comisuras dorsal y ventral. Miden aproximadamente 8–12 cm de longitud.

2.3.8 Vagina

La vagina es el órgano copulatorio fibromuscular que se extiende desde el cérvix hasta la vulva que mide aproximadamente de 25–30 cm de longitud esta medida dependerá de si son vaquillas o vacas adultas Órgano suave y flácido. Se inicia inmediatamente después del vestíbulo. La vagina desempeña varias funciones en la reproducción, siendo las más importantes la de servir de

receptáculo natural del semen depositado por el toro en la monta natural y como vía de salida del feto durante el parto. (Llosa, 2016, pp.24-25).

2.3.9 Cuello Uterino o Cervix

Es un tubo de gruesas paredes con un pasaje irregular, y que sirve de válvula entre los delicados órganos internos y los más fuertes órganos externos. Es firme al tacto, denso y normalmente cartilaginoso, para la realización de la inseminación artificial (IA) esta parte es importante dentro del proceso, por lo que es un reto para aquellos inseminadores. El cuello o cérvix en la especie bovina presenta la siguiente medida de 5 – 10 cm de largo y de 2 – 4 cm de diámetro. (Llosa, 2016, p.25)

Entre sus principales funciones tenemos que facilite el transporte de los espermatozoides hacia la luz del útero mediante la producción de moco, actúa como reservorio de espermatozoides y durante el celo, la musculatura lisa del cérvix se relaja bajo la influencia de los estrógenos promoviendo la abertura del canal cervical lo cual facilita la Inseminación Artificial. Durante la gestación y el diestro el conducto cervical queda sellado por un moco viscoso que actúa como barrera contra el transporte de esperma y la invasión de bacterias, por lo que si se intenta manipular con una pistola de inseminación será muy complicado intentar pasar el cervix. (Llosa, 2016, pp.25-26)

2.3.10 Útero

Es el órgano encargado de la Producción de Prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) la que actúa como regulador del ciclo estral por su efecto de luteólisis o regresión del cuerpo lúteo. También interviene en los procesos de ovulación y parto. (Pelta, 2012, p.29)

Según Llosa (2016, p.26) es bicorne, formado por un cuerpo y dos cuernos situados en el piso de la pelvis. Se encuentra fijo por los fuertes ligamentos anchos del útero llamado mesometrio. El cuerpo del útero mide de 2 – 5 cm.

2.3.11 Cuernos uterinos

Los cuernos uterinos son dos que miden de 35 – 45 cm de longitud; este órgano sostiene y protege el embrión mientras se desarrolla y crece hasta llegar a ser un ternero. Los cuernos uterinos son dos estructuras tubáricas que mide de 25 – 45 cm de longitud. (Llosa, 2016, p.26)

Entre las funciones que se desempeña el útero se pueden mencionar las siguientes:

- Sirve como sitio de transporte para los espermatozoides hacia el sitio de fecundación.
- Regula la vida del cuerpo lúteo a través de la producción de prostaglandina.
- Permite el desarrollo del producto durante la gestación y la expulsión del mismo durante el parto

2.3.12 Oviductos

Son conductos finos y flexibles que conectan con los cuernos uterinos junto a los ovarios, tiene una longitud aproximada de 25 cm; y se encuentran divididos en forma funcional en tres segmentos que son infundíbulo que es el encargado de recibir al óvulo cuando este es expulsado del ovario cuando ocurre la ovulación. Por otro lado, el ampulla que es la parte media del oviducto y es el sitio en el que normalmente ocurre la fecundación y por último el itsmo que es la parte que comunica con los cuernos uterinos y funciona como reservorio de espermatozoides. (Llosa, 2016, p.28)

2.3.13 Ovarios

Son glándulas que tienen dos funciones, la primera es una exocrina, es decir, que es la liberación de óvulos, y otra función es endocrina, que es la producción y secreción de hormonas. (Pelta, 2012, p.28)

Según (Llosa, 2016, p.30) el ovario derecho produce un poco más de la mitad de los óvulos conjuntamente con la formación del óvulo hay dos estructuras adicionales que se desarrollan en el ovario. Primeramente, está el folículo de Graaf que es un saco lleno de fluido, en el cual se desarrolla el ovulo y la segunda estructura es el cuerpo lúteo, que es una estructura sólida y carnosa que crece en el mismo lugar donde se rompe el folículo.

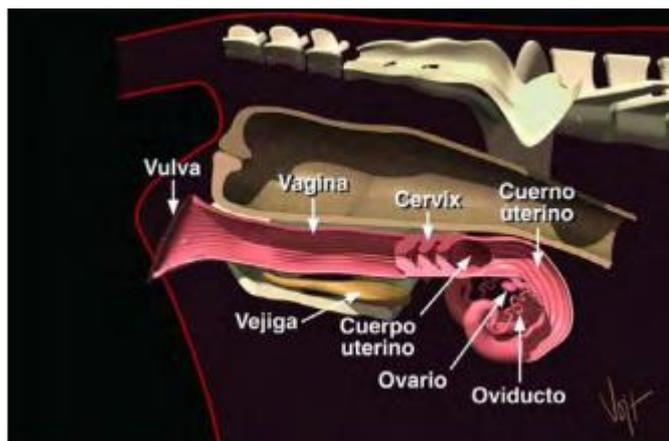


Ilustración 2-4: Vista lateral, sistema reproductor de la hembra bovina.

Fuente:(Dejarnette, 2017)

2.3.14 Fisiología del aparato reproductor de la hembra

Con el paso del tiempo, el control de la reproducción en los mamíferos ha cambiado del sistema nervioso central (SNC) a su regulación por dos sistemas separados, el SNC y el sistema endocrino. Después, se descubrió que el hipotálamo une los dos sistemas a través del sistema porta hipotálamo que une los dos sistemas a través del sistema porta hipotalámico-hipofisario para coordinar las funciones de las gónadas. El sistema endocrino y el sistema nervioso funcionan para iniciar, coordinar y regular las funciones del sistema reproductor. A diferencia del sistema nervioso, que controla las funciones del cuerpo a través de impulsos nerviosos eléctricos. (Hafez y Hafez, 2002, p.33)

La manifestación del estro describimos como consecuencia de un aumento de forma gradual de estradiol, producido por un folículo dominante, lo que permite la estimulación de los otros signos que acompañan al pico de ovulación de la hormona luteinizante. Las hembras bovinas están comprendidas por cuatro fases que son: proestro, estro, metaestro y diestro, en donde se observan varios cambios anatómicos y fisiológicos. (Portilla, 2023, p.18)

El sistema nervioso central (SNC) recibe información del entorno del animal como los estímulos visuales, olfativos, auditivos, y táctiles y transmite la información relevante para la reproducción a las gónadas mediante el eje hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis están íntimamente unidos a la parte ventral del cerebro. No sólo son productores de hormonas, sino también órganos diana, por lo que constituyen un sofisticado sistema homeostático de retroalimentación mediante el cual regulan su propio ritmo de secreción.(Ptaszynska, 2022, p.8)

Tras un estímulo del sistema nervioso central (SNC), las neuronas endocrinas del hipotálamo producen una de sus hormonas liberadoras: la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), esta es transportada vía el sistema porta hipotálamo-hipofisario al lóbulo anterior de la hipófisis, su órgano diana. Aquí estimula a células específicas de la hipófisis para que secreten hormona foliculoestimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), mientras que la GnRH, la FSH y la LH no se secretan constantemente, sino mediante una serie de pulsos. La FSH estimula el desarrollo de los folículos ováricos. Además, en la teca interna. del folículo, la LH estimula la síntesis de androstenediona a partir del colesterol. (Ptaszynska, 2022, p.7)

La progesterona es esencial para la ciclicidad normal de la vaca y, tras la concepción, es la principal hormona responsable del mantenimiento de la gestación. Reduce el pulso de liberación de la GnRH y, por tanto, inhibe nuevas ovulaciones. Además, prepara al endometrio para la implantación del embrión en desarrollo, e inhibe las contracciones incontroladas de la pared uterina, que resultarían negativas para la gestación. Si el óvulo liberado por el folículo durante la ovulación no es fertilizado, no se recibirá una señal de gestación procedente del embrión y sin embargo, alrededor del día 16 después de la ovulación, el endometrio del útero no gestante secretará prostaglandina $PGF2\alpha$. (Ptaszynska, 2022, p.8)

La $PGF2\alpha$ provoca el inicio de la regresión del cuerpo lúteo, lo que recibe el nombre de luteolisis, este mecanismo luteolítico de las prostaglandinas no se ha dilucidado por completo, pero implica una reducción del suministro de sangre al cuerpo lúteo mediante vasoconstricción, además de un efecto directo sobre las propias células luteales. (Ptaszynska, 2022, p.8)

Como resultado de la regresión del cuerpo lúteo, las concentraciones de progesterona en sangre disminuyen, eliminando el efecto de bloqueo sobre la secreción de GnRH por parte del hipotálamo. Esto inicia una nueva fase folicular y el desarrollo final de un folículo preovulatorio. El periodo de la maduración folicular, del celo y de la ovulación, caracterizado por la producción de estradiol, recibe el nombre de fase folicular del ciclo. La fase de dominio de la progesterona se llama fase luteal. (Ptaszynska, 2022, p.9)

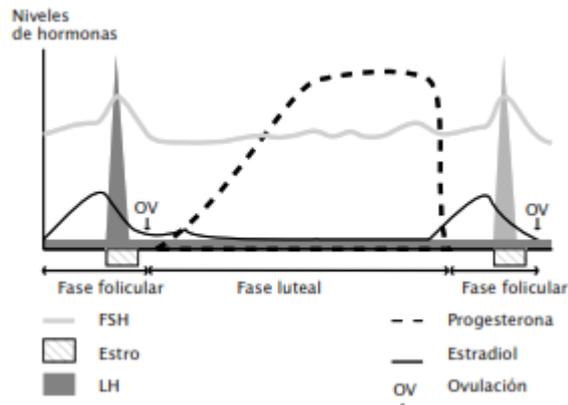


Ilustración 2-5: Presentación de los niveles de hormonas.

Fuente: (Ptaszynska, 2022, p.9)

2.3.15 Sistema nervioso

Los estímulos del entorno son recibidos por los sentidos y transmitidos al cerebro, si hablamos de reproducción, tenemos la información recibida mediante la vista, el olfato y el tacto, transmitiendo los nervios ópticos, olfatorio y sensoriales los mensajes al cerebro. El cerebro traduce la información y, a medida que va siendo necesario, reacciona enviando impulsos a lo largo de fibras nerviosas hasta un órgano diana. (Ptaszynska, 2022, p.17)

2.3.16 Sistema hormonal

Una hormona puede definirse como una sustancia química producida en una glándula o un tejido y que provoca una reacción concreta en un tejido sensible a la hormona. El sistema hormonal ejerce su influencia mediante estos mensajeros químicos que está regulado por un complejo de procesos de “feedback” e impulsos del sistema nervioso y distintos órganos. (Ptaszynska, 2022, p.18)

2.3.17 Ondas foliculares

Dentro de la fisiología de los bovinos tanto el crecimiento y desarrollo folicular se caracteriza por dos o tres ondas foliculares por cada ciclo estral esto dependiendo de la raza de vaca, cada onda folicular implica el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos que se encuentran en las reservas del ovario, después de esto ocurre la selección de un folículo dominante el cual seguirá creciendo y madurando hasta alcanzar la fase preovulatoria. El ciclo estral en las hembras es aproximadamente un promedio de 21 días (18-23 días), en vacas con dos ondas foliculares tendrán un potencial de los ovocitos para desarrollar un embrión más viable. (Saverus, 2019, p.27)

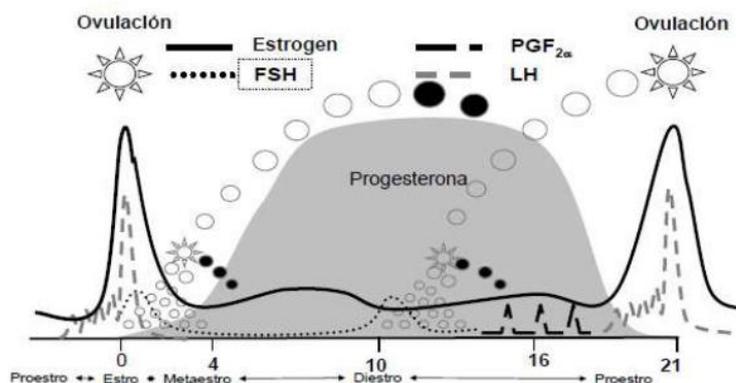


Ilustración 2-6: Presentación de ondas foliculares.

Fuente: Saveris, 2019

El pico preovulatorio de la hormona luteinizante LH que comienza alrededor de 24 horas antes de la ovulación en la mayoría de las especies de animales domésticos incluida la vaca indica los cambios foliculares críticos que alteran su condición endocrina y producen la liberación de ovocitos. Dos tipos celulares importantes en los ovocitos y las células de la granulosa se ha mantenido bajo el control de sustancias inhibitoras probablemente producidos en la granulosa. (Klein, 2019, p.416)

2.3.18 Dinámica folicular

Según Saveris (2019, p.27) es el proceso de crecimiento y regresión de los folículos primordiales que sobrelleva el desarrollo de un folículo preovulatorio, se generan de una a tres ondas de crecimiento y de desarrollo folicular sin embargo, en la última onda es la que genera el folículo preovulatorio.

En rumiantes el crecimiento folicular ocurre de forma continua en forma de olas de crecimiento este proceso es conocido como la dinámica folicular una ola de crecimiento folicular se caracteriza por el reclutamiento inicial de un grupo de folículos en crecimiento o también de qué uno de ellos es seleccionado y continúa el crecimiento mientras que los otros sufren atresia. Por otra parte, dependiendo que es el cuerpo lúteo regreso no es folículo burlará o regresar a decir que folículo dominante va a haber va a ser anovulatorio portante el desarrollo del cuerpo lúteo en tamaño y consistencia va a acompañar al de los folículos a lo largo de oleadas que ocurre dentro de la dinámica folicular. (Sumba, 2012, p.23)

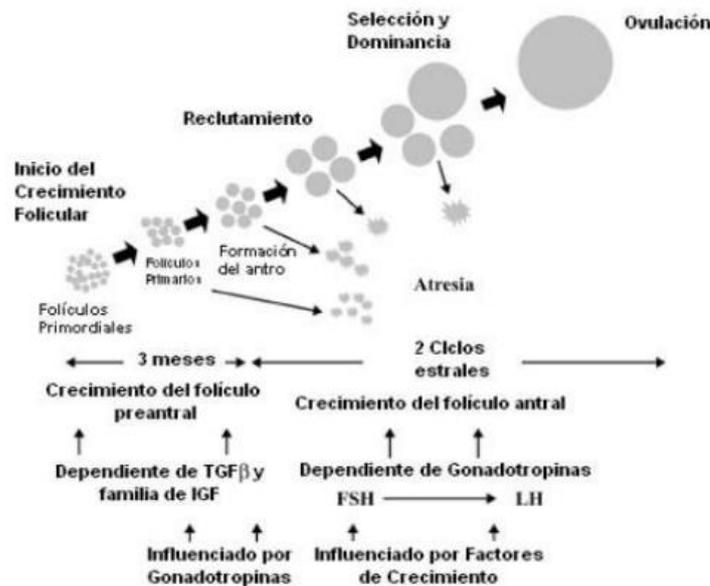


Ilustración 2-7: Presentación de la dinámica folicular.

Fuente: Saverus, 2019

2.3.19 Proceso de reclutamiento

Este es el proceso en la que un grupo de folículos comienza a madurar, y este proceso es debido al suficiente nivel de gonadotropinas que conlleva a la selección de folículo para la ovulación. En los bovinos cada ciclo ovárico son incorporados grupos de folículos los cuáles serán las próximas ovulaciones, y esto es debido a los niveles de FSH. (Saverus, 2019, p.27)

El reclutamiento folicular se refiere a la formación de una población de folículos antrales de donde uno o varios, son seleccionados para la ovulación, en cada ciclo ovárico es reclutado un grupo de folículos primordiales que crecen de manera continua debido a los incrementos en las concentraciones de FSH. Aún se desconoce porqué algunos folículos inician su crecimiento tan pronto como se forman, mientras que otros permanecen en latencia durante meses, años, o aún durante décadas. La fase inicial del crecimiento folicular, originada a partir de los folículos primordiales, presumiblemente es independiente de las gonadotropinas hipofisiarias y se caracteriza por un desarrollo lento de los folículos, que dura cuatro a seis meses, hasta su conversión en folículos antrales pequeños. A pesar del desarrollo independiente de las gonadotropinas, se han encontrado expresiones de ARN mensajero (ARNm) para receptores de FSH en células de la granulosa de folículos bovinos con una sola capa de células, pero no se sabe cuál es su papel en esta etapa. (Castañeda, 2009, p.23)

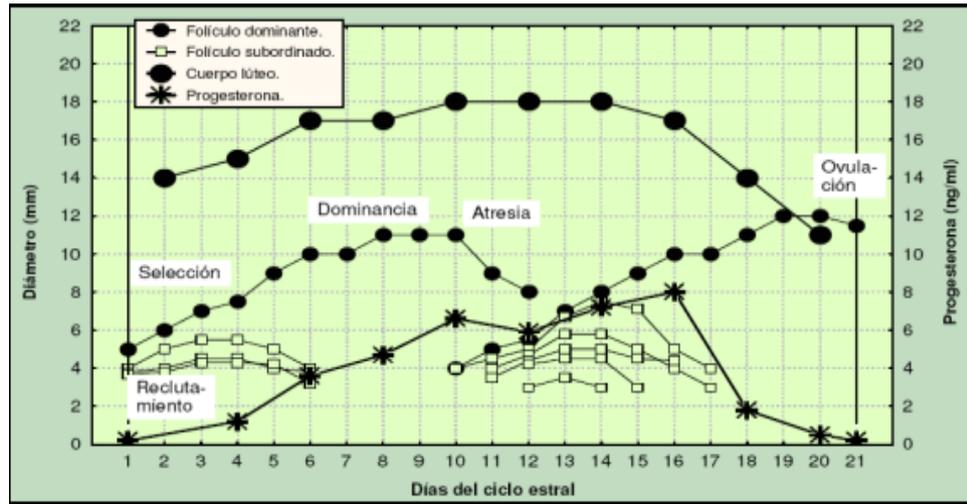


Ilustración 2-8: Dinámica folicular durante un ciclo estral bovino.

Fuente: Castañeda, 2009

2.3.20 *Proceso de selección*

Aquí se seleccionan los folículos, evitando la atresia para poder llegar con éxito a la ovulación, esto es caracterizado por tener una mayor producción de estradiol, convirtiéndose de esta manera folículo dominante. (Saverus, 2019, p.27)

La selección de un folículo dominante se refiere al mecanismo que determina cuál folículo de la cohorte es seleccionado para continuar creciendo y convertirse en dominante, mientras tanto el principal evento morfológico en el proceso de selección es la divergencia que corresponde al tiempo durante el cual el folículo dominante y el subordinado más desarrollado crecen a tasas diferentes, antes de que el subordinado manifieste atresia. De los folículos maduros, el mayor de los folículos de la cohorte produce altos niveles de estradiol e inhibinas y esto inhibe la secreción de FSH, la disminución de las concentraciones de FSH inicia la atresia y la regresión de los folículos pequeños, mientras que el folículo dominante cambia su dependencia de FSH y LH lo que evita la regresión (Castañeda, 2009, p.24). El proceso de divergencia puede desarrollarse de tres maneras:

El folículo dominante y el subordinado más desarrollado divergen gradualmente en diámetro entre los días cero y cuatro de la onda folicular. El folículo dominante y el subordinado más desarrollado tienen diámetros semejantes hasta el momento de la divergencia. Ocasionalmente, un folículo subordinado puede ser inicialmente más grande que el futuro folículo dominante, pero

crece a menor tasa y no alcanza el estado decisivo. El mecanismo que establece la divergencia entre los folículos comprende la interacción de varios factores, se considera que la FSH y los estrógenos actúan sinérgicamente para acelerar el crecimiento folicular. Para que ocurra el reclutamiento de los folículos que conforman la onda, todos los folículos de ambos ovarios reciben una señal específica un ligero incremento de los niveles plasmáticos de FSH, que ocurre el día cero de la onda folicular, repitiéndose entre los días ocho y 10.5 en las vacas con dos ondas foliculares. La aparición de una nueva onda folicular y la selección del folículo dominante se asocian temporalmente con un aumento y caída en las concentraciones circulantes de FSH. (Castañeda, 2009, p.25)

2.3.21 Proceso de dominancia

Según Saverus (2019, p.27) en este proceso el folículo domina ejerciendo un efecto inhibitor sobre el reclutamiento de una nueva un grupo de folículos disminuyendo los niveles de FSH, este proceso es el encargado de una elevada secreción de estradiol, alcanzando un tamaño superior al de los demás y de esta manera adquiere la capacidad de continuar con el desarrollo. La aparición de una nueva onda folicular es precedida por un aumento en las concentraciones plasmáticas de FSH en ondas espontáneas y ondas inducidas. Los productos foliculares, especialmente los del folículo dominante, son responsables de la represión y la liberación de FSH, por lo tanto, de la aparición de la onda folicular siguiente. Al final del período de dominio, las concentraciones circulantes de FSH comienzan a aumentar 1,5 a 2 veces en los próximos 2 días, y tienen su pico aproximadamente 12-24 horas antes de la aparición de la onda. Si un folículo dominante existente se retira, un aumento de la FSH comienza dentro de las 12 horas siguientes, lo que resulta en la aparición de una nueva onda folicular en las próximas 24 horas.

La selección del folículo dominante se asocia con la disminución de las concentraciones de FSH en la sangre durante los primeros 3 días de la ola. Los receptores de FSH están presentes sólo en las células de la granulosa, mientras que los receptores de LH se encuentran en ambas células, de la granulosa y de la teca en la pared de los folículos antrales. El folículo dominante adquiere más receptores de LH en las células de la granulosa, que sus subordinados y por lo tanto es capaz de cambiar su dependencia de gonadotropinas, a LH durante el nivel más bajo de FSH y continuará creciendo mientras la regresión de los subordinados. (Castañeda, 2009, p.25)

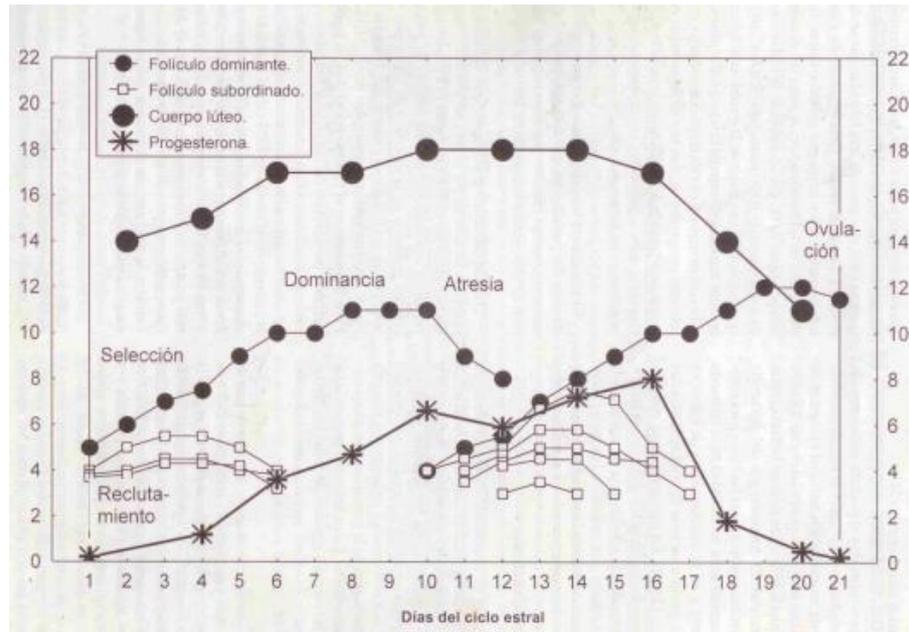


Ilustración: 2-9: Proceso de dominancia.

Fuente: Henao & Trujillo, 2015

2.3.22 *Proceso de atresia*

En esta fase consiste en la desaparición o regresión de los folículos que no fueron seleccionados como dominante, es decir, del folículo que no llegó a ser dominante, la causa de la regresión es atribuida a una baja frecuencia de LH, y esto ocurre debido a los altos niveles de progesterona, que provocan una menor síntesis de andrógenos y estradiol que dan como resultado la atresia folicular, mientras que el aumento de FSH crea una nueva onda folicular y el reclutamiento de otros folículos. (Saverus, 2019, p.27)

2.3.23 *Endocrinología de la reproducción bovina*

Los procesos reproductivos de los mamíferos son regulados por una compleja actividad combinadas del sistema nervioso central y por un cierto número de tejidos secretores, tejidos diana u órgano blanco y diversas hormonas. El sistema nervioso central recibe información del medio ambiente y del propio animal a través de señales externas como visuales, auditivas, olfativas, auditivas y táctiles y esta es transmitida en la medida que es importante para la reproducción, a las gónadas a través del eje hipotálamo-hipófisis-gónada. El hipotálamo y la hipófisis son estructuras que están estrechamente unidas a la parte ventral del cerebro, ambas estructuras no se comportan solamente como productoras de hormonas, sino también como órganos blancos que crean un sistema de retroalimentación homeostático, es decir, formando un

estado de equilibrio entre todos los sistemas del cuerpo necesarios para sobrevivir y funcionar de forma adecuada.(Gutiérrez, 2008, p.2)

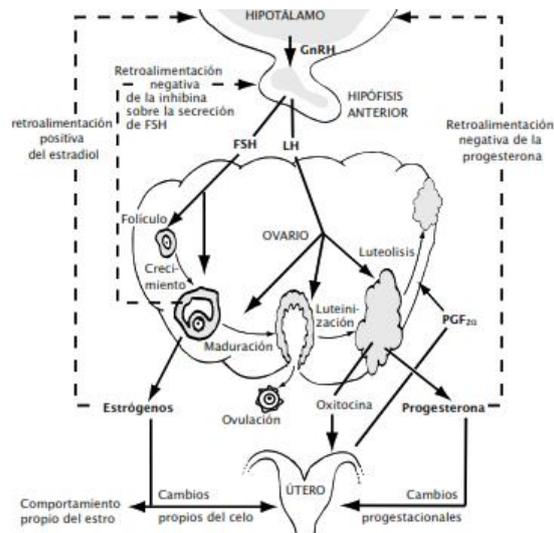


Ilustración 2- 10: Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra.

Fuente: Ptaszynska, 2023

2.3.24 Glándulas endócrinas

Antes de hablar de las hormonas de la reproducción, es conveniente revisar brevemente la anatomía del hipotálamo, hipófisis y gónadas.(Hafez y Hafez, 2002, p.33)

2.3.25 Hipotálamo

El hipotálamo ocupa solo una pequeña parte del cerebro, que consiste en la región tercia ventrículo que se extienden desde el quiasma óptico hasta los cuerpos mamilares que coordina conjunto con la actividad de la hipófisis a través de la secreción de péptidos y aminos para producir: (Hafez y Hafez, 2002, p.331)

Hormonas trópicas, ejemplo corticotropina en las cuales influyen en la producción de hormonas cortisol por parte de los tejidos endócrinos diana. (Hafez y Hafez, 2002, p.331)

Hormonas que directamente producen un efecto biológico en los tejidos, ejemplos la prolactina. (Hafez y Hafez, 2002, p.331)

2.3.26 Hipófisis

Se componen de la adenohipófisis (lóbulo anterior), la neurohipófisis (lóbulo posterior), la parte intermedia (lóbulo intermedio), y la parte tuberalis. La neurohipófisis tiene cuerpos celulares que se originan en el hipotálamo, cuyas terminaciones celulares secretan oxitocina y vasopresina. La oxitocina y la vasopresina se sintetiza en los cuerpos celulares del hipotálamo y se transporte por flujos axonal hasta el óvulo posterior de la hipófisis donde se liberan. (Hafez y Hafez, 2002, p.332)

Según Gutiérrez, (2008, p.2) la mayoría de las hormonas regulan su propia tasa de secreción mediante un mecanismo de retroalimentación. Todo parte desde el hipotálamo, las neuronas endocrinas producen como consecuencia de estímulos del sistema nervioso central y del control hormonal interno, la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH). Esta hormona es transportada a través del sistema porta hipotálamo-hipófisis, donde estimula la secreción de la hormona foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). La hormona foliculoestimulante (FSH) estimula el desarrollo de los folículos ováricos, es decir, el rápido crecimiento de folículos pequeños y la hormona luteinizante (LH) estimula la síntesis de androstenediona a partir del colesterol, es la segunda hormona gonadotrópica. Además de ayudar a la producción de progesterona por el cuerpo lúteo, la LH también puede estimular la producción de Estrógeno por los folículos grandes. Altos niveles de Estrógeno pueden traer al animal de regreso al celo, y complicar la vida del embrión si esta vaca estuviera gestante. Por lo tanto, la regulación que ejerce la Progesterona sobre la producción de FSH y LH es un aspecto crítico sobre el mantenimiento de la preñez. (Dejarnette, 2017, p.2)

El estradiol o estrógeno ejerce un efecto de retroalimentación positivo sobre el hipotálamo y la hipófisis aumentando la frecuencia de los pulsos de GnRH. Por encima de un cierto nivel umbral de estrógeno, el hipotálamo responde con una descarga de GnRH, la cual induce una liberación de LH que este da inicio a la ovulación. El otro efecto principal del estrógeno es la inducción de síntomas de celo, esto es importante en una producción por lo que representa los síntomas físicos y el comportamiento que indican al macho que la hembra está en su fase fértil y de aceptación de la monta, o el uso de biotecnologías como es la inseminación artificial. (Dejarnette, 2017, p.2)

2.3.27 Endocrinología de la gestación

La progesterona es indispensable para el desarrollo embrionario ya que es responsable de regular la función de las glándulas uterinas encargadas de la secreción de sustancias que note al embrión también esta hormona inhibe la respuesta inmune del útero lo cual evita que el embrión sea

rechazado ya que es reconocido como tejido ajeno además evita las contracciones uterinas. Otras hormonas esteroides que están presentes durante la gestación son los estrógenos son producidas en el placenta y sus concentraciones se han asociado con el tamaño del producto los estrógenos aumentan en forma significativa al final de la gestación y su función principal consiste en el desarrollo mamario y en el mecanismo del parto la placenta produce lactógeno placentario esta hormona es parecida químicamente a la prolactina de crecimiento regula el desarrollo del feto y de la glándula mamaria.(Klein,2019, p.35)

2.3.28 Placentación

Durante las primeras etapas del desarrollo embrionario el embrión se mantiene gracias a los nutrimentos aportados por las secreciones y del útero la leche uterina proceso regulado por la progesterona durante este periodo el embrión vive suspendido en la leche uterina y por lo cual se puede mover con relativa libertad en el lumen del cuerno uterino y de lado donde ocurrió la ovulación entre los días 17 a 18 el embrión adhiere al endometrio. (Klein,2019, p.35)

2.3.29 Foliculogénesis

La eficiencia reproductiva en las hembras bovinas determina el desempeño de los hatos bovinos, eficiencia que está determinada a partir del desarrollo de los folículos contenidos en los ovarios. Estos folículos, que son la unidad fundamental, determinan desde el momento del nacimiento el potencial reproductivo que puede exhibir una hembra a lo largo de su vida.(Motta et al., 2011: p.1)

La foliculogénesis es un proceso altamente selectivo usualmente solo en un folículo asume dominancia y el destino del resto de los folículos es la atresia mediada por apoptosis, la foliculogénesis ocurre en estado fetal, animales prepúberes y durante la gestación. Un folículo está compuesto por un ovocito con un crecimiento detenido antes del nacimiento en la fase de diploteno de la profase I de la meiosis, rodeado por una sola capa de células de la pregranulosa. Según Motta et al. (2011: p.4), la formación de folículos primordiales ocurre durante el periodo fetal, por otro lado, el crecimiento folicular, desarrollo a un folículo de Graaf y ovulación ocurre solamente en hembras vacías después de la pubertad y durante el ciclo reproductivo.



Ilustración 2-11: Desarrollo folicular

Fuente: (Saverus, 2019)

2.3.30 *Célula de la teca*

Producen andrógenos en respuesta a un incremento de los niveles de LH. Después de la ovulación se transforman en células luteínicas de la teca. (Hafez y Hafez, 2002, p.777)

2.3.31 *Pared folicular*

Formado por granulosa/ teca separadas por lámina basal; experimenta cambios en el desarrollo relacionados con la organogénesis de una glándula endocrina/exocrina. (Hafez y Hafez, 2002, p.711)

2.3.32 *Células de la granulosa*

Folículos preovulatorios hay conexión entre proyecciones de las células de la granulosa a través de la lámina basal rota. Después de la ovulación la capa granulosa es invadida por vasos/ material conectivo. (Hafez y Hafez, 2002, p.711)

2.3.33 *Corona radiada*

Antes de la ovulación, el óvulo se encuentra en un extremo del folículo ovárico. Inmerso en una masa sólida de células foliculares, el montículo ovárico (ovígero). (Hafez y Hafez, 2002, p.711)

2.3.34 *Folículos primordiales*

Según Saverus (2019, p.32) un folículo primordial está formado por un ovocito que no contiene zona pelúcida, se encuentra detenido en la profase de la primera división meiótica. Al nacimiento de

los bovinos los ovarios ya cuentan con un número determinado de folículos primordiales, siendo determinante en la vida reproductiva de la hembra y de su fertilidad.

2.3.35 Folículo primario

El folículo primario contiene un ovocito que ha reanudado la meiosis, se encuentra rodeado de zona prelucida y de células de la granulosa organizadas en epitelio cubico. En esta etapa la zona pelúcida iniciara el desarrollo de extensiones citoplasmáticas que tienen el objetivo de mantener la comunicación intercelular. (Saverus, 2019, p.32)

2.3.36 Folículo secundario

Los folículos secundarios aparecen a los 210 días de gestación de la hembra, formado por varias capas de células de la granulosa, a su vez rodeadas de células de la teca, el tamaño del ovocito es aproximadamente entre 50 a 60 μm de diámetro. (Saverus, 2019, p.32)

2.3.37 Folículo vesicular

Folículos en los que acumulan líquidos foliculares en el antro dentro de las células epiteliales. (Hafez y Hafez, 2002, p.711)

2.3.38 Líquido folicular (en el antro)

Algunos componentes tienen agilidad fisiológica: inhibidor de la maduración de ovocitos, inhibidor de la unión de LH, inhibina, y diversas enzimas y ácidos sulfúricos de condroitina. Se contiene los folículos grandes, un elevado porcentaje de 17β - estradiol en la fase folicular/ progesterona durante la ovulación. (Hafez y Hafez, 2002, p.711)

2.3.39 Líquido folicular (entre las células y la granulosa)

Viscoso/ rico en ácido y andrónico y el líquido se acumula a medida que se acerca la ovulación, muchos oocitos viejos permanecen en la superficie folicular después de la ovulación que son retirados por las fimbrias. (Hafez y Hafez, 2002, p.711)

2.3.40 Folículo de Graaf

Los folículos antrales se pueden observar a los 250 días de gestación de los bovinos, cuenta con 6 capas de células de la granulosa teniendo más de 250 células. (Saverus, 2019, p.32)

2.3.41 Cuerpo hemorrágico

Según Saverus (2019, p.33) el momento de la ovulación, tanto el ovulo como el líquido folicular son expulsados a los oviductos, quedando células en el folículo que colapsaran al centro, llenándose de sangre, de esta manera se forma el cuerpo hemorrágico. Los primeros dos a tres días después de la ovulación es difícil detectarlo por palpación, sin embargo, después es posible ya que se llena de sangre y tejido.

2.3.42 Cuerpo Lúteo

Es una estructura que se encuentra en la superficie del ovario, su apariencia es oscura, aunque su significado en latín es “cuerpo amarillo”. El cuerpo lúteo comúnmente tiene una corona, una cavidad llena de fluidos y una pared más gruesa y tosca que ayudan a identificarlo en la palpación rectal. (Saverus, 2019, p.32)

El cuerpo hemorrágico maduro deriva en el cuerpo lúteo que tiene entre 2 a 3cm de diámetro. El cuerpo lúteo maduro incrementa el tamaño en el ovario, a veces hasta duplicándolo y cambiándole la forma. El cuerpo de cuerpo lúteo normalmente contiene dentro del ovario y llega a medir aproximadamente 3 cm de diámetro cuando este maduro. Palpadores sin experiencia usualmente confunden a la papila con todo el cuerpo lúteo, los normales tienen una consistencia tipo hígado en toda la superficie. (IRAC, 2010, p.4)

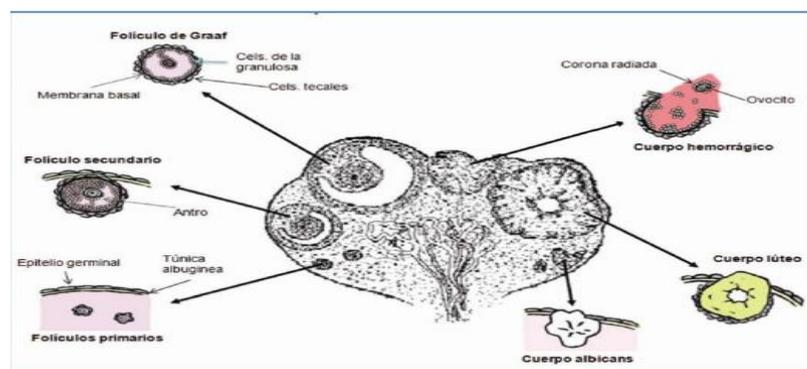


Ilustración 2-12: Estructuras ováricas

Fuente: (Saverus, 2019)

2.3.43 Ciclo estral en la hembra bovina

En las vacas el ciclo estral es el lapso comprendido entre dos periodos de estro y tiene una duración normal de 18 a 24 días, con un promedio de 21 días. Los ciclos cortos son considerados periodos anormales mientras que los ciclos largos, especialmente los múltiplos de 18 a 24, se deben probablemente a una inadecuada detección de celos y a una falla para detectar las vacas que realmente están ciclando, una dificultad para los ganaderos. (Guáqueta, 2009, pp.2-3)

El día 0 del estro se considera como el día 0. Dura relativamente poco entre las 18 horas promedio, con un rango de 4-24 horas. La ovulación se da unas 30 horas después del iniciar el estro, es decir, después del final del estro comportamental. El intervalo entre partos varía enormemente dependiendo de la raza de la vaca, nutrición, estación y la cría al pie. (Ptaszynska, 2022, p.15)

Según Guáqueta (2009, pp.2-3) la expresión del comportamiento de estro es el resultado de un incremento progresivo en los niveles de estradiol producido por un folículo dominante. El ciclo estral está conformado por cuatro fases continuas: proestro, estro, metaestro y diestro, durante las cuales sucede una serie de cambios en las estructuras ováricas y también concentraciones de hormonas que interactúan para que la vaca pueda estar ciclando y posterior la evidencia que esta en celo, es decir, muestras de signo de celo con el fin de facilitar la detección de celo al ganadero.

2.3.44 Crecimiento folicular en el vacuno

Se puede distinguir 3 fases distintas en el desarrollo folicular: reclutamiento, selección y desviación o dominancia. Cada ola consiste en el reclutamiento simultaneo de entre tres y seis folículos que crecerán hasta tener un diámetro mayor de 4-5mm. (Ptaszynska, 2022, p.18)

2.3.44.1 Reclutamiento de olas de folículos

Todos los folículos que crecen como cohorte contienen receptores específicos para la FSH y depende de esta gonadotropina para que sea, que crece y no disponen de un número suficiente de receptora de LH para responder a una estimulación de tipo LH razón por la cual esta fase de crecimiento recibe a veces el nombre de FSH dependiente. (Ptaszynska, 2022, p.18)

2.3.44.2 Selección de folículo y dominancia

Una característica definitoria del folículo dominante parece ser su mayor capacidad para la producción de estradiol y quizás andrógenos. El futuro folículo dominante adquiere receptoras de LH que permite que siga creciendo en el entorno con niveles bajos de FSH y crecientes de LH. (Ptaszynska, 2022, p.19)

2.3.44.3 Folículo dominante

Los folículos dominantes son controlados por el patrón del pulso de la LH, cualquier cambio en el patrón de la segregación de la GnRH tendrá un efecto sobre el crecimiento continuo del folículo dominante de la ovulación. Ahora se sabe que la mayor frecuencia de los pulsos de LH vistos tras los tratamientos de progestágenos, por ejemplo, prolongan el periodo de dominancia de este folículo de 2 a 7 días hasta más de 14 días lo que afecta a la fertilidad del ovocito. (Ptaszynska, 2022, p.19)

2.3.45 Proestro

Durante el proestro la actividad ovárica es iniciada por la lisis del cuerpo lúteo, esto se da en el ciclo estral anterior. Los niveles de progesterona son bajos y simultáneamente se lleva a cabo el crecimiento de un folículo preovulatorio, tomar en cuenta que muchos folículos antrales se pueden desarrollar durante este periodo, pero solo uno será seleccionado como folículo dominante y llegará a la ovulación. Este folículo dominante se diferencia de los demás folículos en que es influenciado por las hormonas foliculoestimulante y luteinizante, incrementando así la síntesis y producción de estrógenos, los cuales a su vez van llenando la cavidad antral y haciendo que aumente el diámetro folicular. (Guáqueta, 2009, pp.2-3)

2.3.46 Estro

La continua producción de estrógenos por el folículo en desarrollo genera un pico en la liberación de las hormonas gonadotropinas la LH y FSH por la glándula hipófisis, lo cual esto estimula la máxima producción de estrógenos por el folículo, estos elevados niveles de estrógenos son los responsables del comportamiento y signos propios del celo, aumentando las contracciones del tracto reproductor femenino para facilitar el encuentro entre el óvulo y el espermatozoide. Así mismo, estimulan la cantidad y tipo de fluidos, es decir, muestra presencia de abundante moco, que se producen en los oviductos, útero, cérvix y vagina. De esta manera, durante el proestro y el estro permite que el crecimiento folicular llegue a su punto más alto, para luego producir la ovulación, liberar el ovocito y permitir que la vaca entre en celo y pueda ser montada o inseminada dependiendo del manejo que lleva a cabo el propietario o ganadero. (Guáqueta, 2009, p.4)

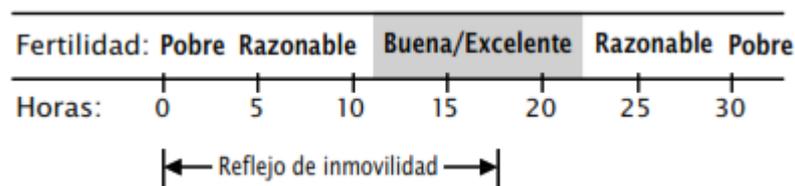


Ilustración 2-13: Tiempo óptimo para la IA en relación con el estro

Fuente: Ptaszynska, 2022

2.3.46.1 Control del estro

El ciclo estral puede ser regulado farmacológicamente para inducir a contraer al momento del estro y lo población las principales razones para el control electrón está entre la inducción del celo en las vacas lecheras a las que no se ha visto en celo 45 días después del parto otra es la sincronización de grupos de terneras para el inseminación de toros con facilidad de parto probada otra es la reducción del periodo necesario para la detección de celo y poder facilitar el uso del IA en condiciones extensivos. (Ptaszynska, 2022, p.48) En los rebaños lecheros en los que hay partos a lo largo de todo el año, las vacas deben ser manejadas individualmente y de forma más intensiva que el vacuno de carne con el objetivo de un terreno por vaca al año, el intervalo entre parto y la concepción se limita a unos 85 días durante el cual él debe darse la inauguración uterina, la reanudación de la actividad de la detección de estro.

2.3.47 Metaestro

Según (Guáqueta, 2009, pp. 4-5) el periodo de tres a cuatro días siguientes al celo se conoce como metaestro, y está condicionado por una serie de eventos endocrinos que controlan la dinámica del ovario durante este tiempo. El pico de LH y FSH que se presenta durante el estro, genera la ruptura del folículo alrededor de unas 30 horas después de haber comenzado la famosa monta estática, o podemos deducir aproximadamente entre 10 y 14 horas, pero después de haber finalizado el estro, con la liberación del óvulo dentro del proceso conocido como ovulación. Las células de la teca y de la granulosa sensibilizan el folículo colapsado a la acción de la LH para que comience la formación del cuerpo lúteo, que este va a producir progesterona. Esta hormona es la responsable de la preparación del útero para la preñez y de la inhibición de la aparición de un nuevo ciclo.

2.3.48 Diestro

Es la fase más prolongada del ciclo estral y está comandada por la acción de la progesterona y la presencia del cuerpo lúteo. La LH que indujo la ovulación es también responsable de una serie de cambios en las células de la granulosa para dar lugar a la formación del cuerpo lúteo. La progesterona en sangre se incrementa de forma paralela al crecimiento del cuerpo lúteo, hasta alcanzar los máximos niveles alrededor del día 10 y mantenerse elevada hasta el día 16 o 18 del ciclo. Algunos días después empezará una nueva onda de crecimiento folicular, estimulada por la acción de la FSH, que dará lugar a un nuevo folículo dominante no ovulatorio que finalmente sufrirá atresia y permitirá el desarrollo de otra onda folicular. Los días 16 a 18 del ciclo estral son críticos para el mantenimiento de la función del cuerpo lúteo y los niveles de progesterona elevados. Si la vaca no está gestante, el cuerpo lúteo será destruido por la liberación de prostaglandina producida en el útero, esta hormona es transportada directamente al cuerpo lúteo donde interfiere con la síntesis de progesterona, disminuyendo los niveles sanguíneos, lo cual permite que la FSH estimule el crecimiento de un nuevo folículo 3 a 4 días después, con el rápido crecimiento del folículo dominante de esa onda se da un incremento de los niveles de estrógenos, lo que hace que el ciclo se repita y la vaca empiece a presentar un nuevo ciclo estral. (Guáqueta, 2009, p.5)

2.3.49 Control del ciclo estral para incrementar la tasa de preñez

Los tratamientos para sincronizar el estro se basan en la destrucción del cuerpo lúteo mediante la administración de la $PGF2\alpha$, o en la inhibición de la ovulación con el uso de progestágenos. (Klein,2019, p.25)

2.3.50 Prostaglandina $F2\alpha$

La administración de $PGF2\alpha$ entre los días 6 al 17, del ciclo estral, provoca la regresión del cuerpo lúteo, lo que resulta en la presentación del estro en las siguientes 48 a 120 horas. (Klein,2019, p.26)

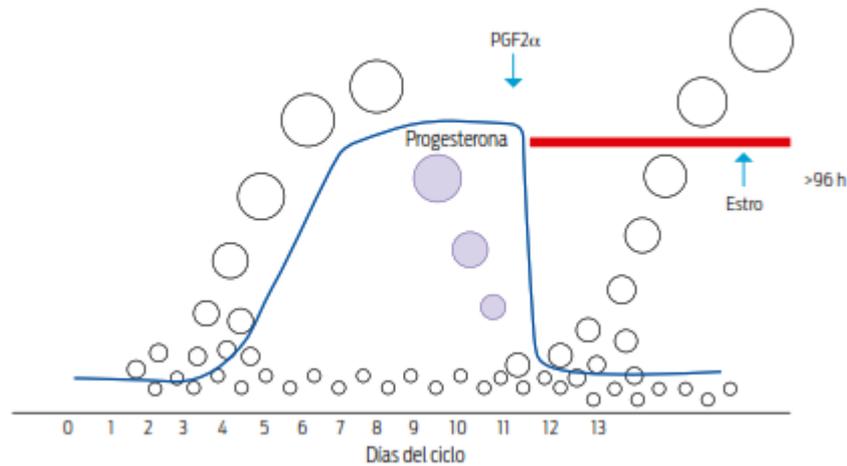


Ilustración 2-14: En las vacas tratadas con $PGF2\alpha$ entre los días 10 a 12 del ciclo estral, el tiempo de presentación del estro es mayor de 96 horas, ya que en esta parte del diestro un porcentaje alto de las vacas tiene folículos pequeños.

Fuente: (Klein, 2019)

2.3.51 Prostaglandinas y análogos con la GnRH

Un programa, conocido con el nombre Ovsynch, está indicado principalmente para vacas lecheras e implica dos inyecciones de un análogo de la GnRH separadas por una única administración de $PGF2\alpha$, como en el campo lo más probable es que se use la sincronización en vacas que pueden estar en cualquier fase del ciclo estral, la combinación de la GnRH con las prostaglandinas da lugar a una mayor homogeneidad del estado folicular ovárico en el momento de la inducción de la luteolisis y como resultado de ello, la precisión con la que el estro puede predecirse tras la luteolisis inducida mediante prostaglandinas y la sincronía del pico de LH se ve mejorada, lo que permite la sincronización del desarrollo folicular y la regresión del cuerpo lúteo dentro de la ganadería lechera. (Ptaszynska, 2022, p.38)

2.3.52 Semen congelado convencional

El resultado de la inseminación artificial es la consecuencia de una serie de sucesos enlazados, todo partiendo del adecuado manejo de los animales, cuando se inseminan hembras fértiles, con una condición corporal adecuada, el programa de inseminación resultará exitoso si se cuenta con un sistema de detección de celos eficiente, si en la pajuela se tiene semen de buena calidad y si la técnica la ejecutan inseminadores responsables y honestos. En este proceso de uso de

biotecnología dentro de la ganadería, se hará referencia exclusivamente a uno de los aspectos señalados que es la calidad seminal. (Catena, 1999, p.2)

2.3.53 Evaluación del semen congelado convencional

Para evaluar el semen es esencial contar con un microscopio de calidad, dentro del proceso de evaluación de semen congelado se deben tener en cuenta al menos tres parámetros básicos uno de ellos es la viabilidad post-descongelación, también la morfología, es importante el número de espermatozoides con motilidad progresiva por dosis inseminante. Por otro lado, algunos investigadores consideran conveniente realizar controles bacteriológicos o controles virológicos a espacios de tiempo variables. Se recomienda determinar la presencia de microorganismos patógenos únicamente cuando hembras fértiles fracasan en ser preñadas con semen de buena viabilidad y morfología o cuando una historia de infertilidad implica una posible causa infecciosa. (Catena, 1999, p.2)

2.3.54 Viabilidad Post-descongelación

Se determina mediante el porcentaje de espermatozoides con motilidad progresiva y el vigor espermático. Se recomienda efectuar un examen directo del acrosoma, el daño a la membrana puede no ser completamente expresado inmediatamente después de la descongelación. Por ello, el semen debe ser incubado a 37° C durante 2 horas. Esta evaluación es conocida como prueba de termorresistencia o de incubación. (Catena, 1999, p.2)

2.3.54.1 Examen de motilidad

El porcentaje de motilidad progresiva y el vigor son determinados después de descongelado el semen y luego de 2 horas de incubación. Diversos métodos pueden ser utilizados para determinar la motilidad, generalmente se realizan estimaciones visuales rápidas, para el examen se comienza colocando una gota de semen delgada y uniforme entre porta y cubreobjeto tibios procediendo a evaluar a 100 aumentos el porcentaje de espermatozoides con motilidad progresiva y luego la tasa de progresión, es decir, el vigor. Esta, puede ser cuantificado utilizando la siguiente escala: 0= sin movimiento; 1= ligera ondulación o vibración de cola sin progresión; 2= progresión lenta, incluyendo detención y comienzo de movimiento; 3= movimiento progresivo continuo y moderada velocidad; 4= movimiento progresivo; rápido 5= movimiento progresivo muy rápido, en el cual las células son difíciles de seguir visualmente. El semen de buena calidad, que ha sido recientemente descongelado, normalmente tiene 40-50% de espermatozoides con motilidad

progresiva y un vigor de 3-4. Después de 2 horas de incubación, estos valores generalmente disminuyen un 10- 15%. (Catena, 1999, p.3)

2.3.54.2 Motilidad espermática

Para que un espermatozoide sea capaz de fecundar a un ovocito debe tener motilidad progresiva, este parámetro ha sido y sigue siendo el más utilizado para valorar la calidad de un eyaculado o de una dosis seminal, por lo que es importante ya que el movimiento activo de los espermatozoides es imprescindible para la colonización del oviducto durante la fase de transporte sostenido en el tracto genital de la hembra, y para que tenga lugar la fecundación. Además, la motilidad es una manifestación de viabilidad espermática. Un eyaculado con un porcentaje bajo de espermatozoides móviles, o ausencia de motilidad, automáticamente será descartado para su conservación. (Muiño, 2015, p.6)

2.3.55 Semen seleccionado por sexo congelado

La posibilidad de predecir el sexo especialmente en la producción lechera representa un avance significativo. Se ha intentado por diversos métodos contar con la posibilidad de elegir el sexo de las crías. El uso del citómetro de flujo que utiliza el ADN como marcador para la identificación de los espermatozoides por su cromosoma sexual, permite seleccionar el sexo de los mismos, lo cual es un aporte con un futuro trascendental en la ganadería bovina. (Yanez et al., 2017: p. 1-2)

El citómetro de flujo detecta la pequeña diferencia de ADN entre los cromosomas X e Y y los separa con precisiones de alrededor de un 90 %. En producción de leche, el valor de las terneras es muy superior al de los terneros. Los productores de leche están interesados en predeterminedar el sexo de sus productos de alta calidad genética, debido a la necesidad de incrementar el porcentaje de reemplazos y al mismo tiempo evitar los gastos de mantenimiento de los terneros, incrementando de esta forma la rentabilidad de sus establecimientos.(Yanez et al., 2017: p. 1-2)

2.3.56 Inseminación artificial en bovinos

Es una biotecnología usada desde hace varias décadas, fue la primera en ser utilizada y consiste en la introducción del semen en el sistema reproductor de la hembra bovina. Esta técnica ha sido usada en muchos países con la finalidad de obtener un mejoramiento tanto genético como reproductivo dentro de los hatos ganaderos, la cual se ha evidenciado por ser una técnica segura para el control de enfermedades reproductivas en su hato ganadero, sin embargo, cuando los

programas de Inseminación artificial no son los correctos, el potencial reproductivo de los animales empieza a bajar, eso como consecuencia trae gastos adicionales al proceso de inseminación. Cuando las hembras que son sometidas a la inseminación deben poseer una buena condición corporal para que los resultados obtenidos en cuanto a porcentajes de preñez sean excelentes, sin embargo, para ello es necesario contar con una adecuada capacidad para detectar el celo. (Portilla, 2023, p.22) La inseminación artificial puede llevarse a cabo con semen fresco, refrigerado o congelado-descongelado. (Ptaszynska, 2022, p.137)

Las vacas deben ser inseminadas dentro de 4 a 16 horas de haber detectado el celo cuando el preciso momento del inicio del celo estable es conocido. Si la detección del celo se realizara dos veces por día, la mayoría de las vacas deberían estar dentro de ese periodo de tiempo. Pero, el inseminar una sola vez por la mañana a las vacas detectadas en celo esa misma mañana o la tarde anterior, debe brindar tasas de concepción aceptables. (Suarez, 2015, p.29)

2.3.57 Protocolos de sincronización de celo

2.3.58 Tratamientos basados en estradiol y progesterona (P4) para IATF

Estos tratamientos se basan en la introducción de un dispositivo que libera progesterona en conjunto con la aplicación de Benzoato de estradiol, Prostaglandina PGF2 α al momento de retirar el dispositivo en el séptimo, octavo o noveno día, para luego aplicar 1 mg de Benzoato de estradiol al siguiente día para lograr que el celo se sincronice. (Portilla, 2023, pp.22-23)

2.3.59 Métodos de detección de celo

El reconocimiento del cambio de conducta y de la aparición de síntomas en el animal en celo permite evitar fallas en la detección, principalmente aquellas asociadas con la calidad en la detección de celo. Si bien la principal característica de un animal con conducta de celo es la actitud de aceptación de monta con los cuatro miembros firmes y separados, se deben reconocer otros que pueden presentarse durante el periodo de celo como también aquéllos que se visualizan en las hembras que están por entrar o que ya pasaron el celo, la presencia de otros signos además de la aceptación de la monta para diagnosticar un animal en celo puede provocar errores que se reflejan en una menor tasa de detección si el operario no está correctamente entrenado o falta de experiencia en el área laboral, dicha situación se explica porque se introducen otras variables que no son exclusivas de un animal en celo y pueden alterar un correcto diagnóstico para el trabajo experimental. (Ortiz, 2017, p.19)

2.3.60 Identificación visual

La forma tradicional de detectar los celos ha sido la observación visual de las vacas; sin embargo, este método es un poco desfavorable, genera costos adicionales de mano de obra en algunos casos, dependiendo del personal encargado, puede tener muchas fallas y deficiencias en la exactitud y precisión para detectar e inseminar las vacas o novillas que realmente están en celo, la mayor parte no trabajan a conciencia y comienzan a mentir al propietario. (Guáqueta, 2009, p.12)

Por esta razón se ha desarrollado una variedad de elementos que permiten detectar con mayor facilidad las vacas y novillas en celo. (Guáqueta, 2009, p.12)

2.3.60.1 Identificación visual con ayudas diagnosticas

En cualquier sistema de explotación ganadera, no importa el sistema de registros a retornar en celo o que no han sido vistas en calor después del parto. Así mismo, se podrían incluir en el listado los animales que van a parir o se deben secar dentro de la semana o mes siguiente. A partir de estos sistemas de manejo de información y de registros se puede implementar una metodología para marcar de alguna forma las vacas listadas y así poderles hacer un seguimiento más estrecho dentro del hato, concentrando los esfuerzos en los animales de mayor interés.

(Guáqueta, 2009, p.12)

2.3.61 Métodos no electrónicos

2.3.61.1 Pintura base de la cola

Marcar la base de la cola con tiza, pintura para detección de calores o lápiz marcador de ganado es un método fácil de aplicar por lo que propietarios o empleados lo pueden realizar sin ningún problema, es de rápida ejecución y sobre todo poco costoso que el uso de otro tipo de marcadores como el K-Mar®, Bovine Beacon® o Estrus Alert®, por lo cual ha venido ganando popularidad en muchos países y en diferentes tipos de hatos. Para el uso de esta pintura se realizar una breve marca de aproximadamente de 20 a 30 cm de longitud y unos 6 a 8 cm de ancho realizadas a lo largo de la base de la cola, en el mismo sentido del pelo, y de un color que resalte muy bien y contraste fuertemente con el color natural de la vaca, son suficientes para detectar bien los animales que se dejarán montar durante algún tiempo, algo positivo de esta técnica es que durante la marcación el operario puede realizar simultáneamente una inspección muy de cerca sobre la posible presentación de signos secundarios de celo como lo son anca raspada, descargas de moco,

flancos sucios, pelo desordenado, edema y congestión de la vulva, descargas vaginales anormales e incluso sangrado del metaestro. (Guáqueta, 2009, p.13)

La pintura en la cola, la cual se coloca una franja de pintura de color vivo en este caso rosado de 20 cm de largo y 5 cm de ancho la cual es aplicada levemente a la línea media busto por delante de la base de la cola y que será frotada por las vacas que monte esto debería durar por lo menos unas cuatro semanas o no sea que sea frotada parece mejor aunque lo alojamiento en cubículos y hasta densidad de vacas pueden hacer incrementar el número de falsos positivos por lo que se recomienda siempre lleva registros dentro de la ganadería lechera y la persona encargada sea con experiencia.(Ptaszynska, 2022, p.45)

2.3.62 Anestro

Dentro de la ganadería el anestro se ha denominado una limitante principal de la eficiencia reproductiva para ganado bovino. Se ha observado que, en periodo posparto, las vacas con cría al lado no presentan celo rápidamente, lo cual se debe básicamente, que durante esta etapa se lleva a cabo la involución uterina, proceso el cual toma entre 30 a 45 días, donde el útero regresa a su tamaño normal y así mismo dar inicio a la actividad ovárica, esto puede variar en días dependiendo de la raza en algunos casos, la época del año, el número de partos y la condición corporal que en nuestra zona es importante y también en cualquier aplicación de biotecnología, mejoramiento genético, también influyen en la presentación del anestro.

(Wicaksana y Rachman, 2018: p.3). El falso Anestro se produce por la falta de celo debido a un embarazo insospechado, ya que la hembra ovuló, pero no se detectó el celo. Anestro de lactancia o posparto es un término usado para amamantar. Tiene un alto grado de variabilidad ya que está influenciado por factores ambientales, genéticos, metabólicos y hormonales. La raza, el estrés, el estado nutricional o balance energético, el amamantamiento, la producción de leche, la presencia del ternero tanto para el amamantamiento como para la estimulación visual y olfativa, entre otros, son ejemplos de estos factores. (Carvajal, 2020, pp.3-4)

En vacas que amamantan a su cría, la interacción sensorial entre la madre y la cría origina un bloqueo del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (HHO) que impide que se establezca un patrón de secreción pulsátil de LH adecuado para estimular el desarrollo final del folículo dominante y la ovulación. Es importante diferenciar entre anestros fisiológicos, patológicos, y los que se producen por mal manejo del rebaño, en esta última la alta producción de las vacas lecheras conduce a bajas expresiones de los signos de estro, particularmente durante el postparto temprano,

con celos que no son observados, dando como resultado animales que son determinados en anestro, y con falso anestro, los que pueden incrementar la incidencia de anestro en el plantel lechero.(Ortiz, 2017, p.8)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Cuestiones Éticas

Todos los procedimientos experimentales se basaron en la ley Orgánica de Sanidad Animal N° 56 publicado en el registro oficial suplemento 27. De igual forma, tomando las recomendaciones de organismos y asociaciones internacionales dedicadas a la ciencia de animales de laboratorio; International Council of Laboratory Animal Science (ICLAS); Institute of Laboratory Animal Resources (ILAR); Universities Federation of Animal Welfare (UFAW); American Association for Laboratory Animal Science (AALAS); Interagency Research Animal Committee (IRAC); Animal Welfare Regulations (AWRs); Federación de Sociedades Sudamericanas de Ciencias en Animales de Laboratorio (FESSACAL) y Federation of European Laboratory Animal Science Associations (FELASA).

3.2 Animales

Se seleccionaron 61 hembras mestizas cíclicas multíparas, con diferente peso y condición corporal (350 – 599 kg, en promedio). Se consideró vacas cíclicas cuando a la valoración ginecológica tenían un cuerpo lúteo y vacas en anestro superficial cuando a la evaluación ecográfica demostraron folículos entre 8-10 mm. Además, se descartaron vacas con endometritis y/o contenido patológico intrauterino. Los animales tuvieron una condición corporal de entre 2,5 – 3,5 en una escala de 1 al 5 (Russel, Doney y Gunn, 1969, p:11), clínicamente sanas, identificadas con arete y marca por calor en sus extremidades. Las hembras bovinas seleccionadas provenían de haciendas que manejan similar sistema de producción.

3.3 Materiales

3.3.3 *Materiales de campo*

- Guantes de exploración
- Guantes ginecológicos
- Jeringas
- Cateter de inseminación
- Amonio cuaternario
- Camisa sanitaria

- Gel lubricante
- Pintura base de la cola (Mark Her)
- Cinta bovinométrica
- Cooler
- Botas
- Overol

3.3.4 *Materiales de reproducción*

- Pajuelas seleccionadas por sexo
- Kit hormonal
- Ultrasonido
- Pistola universal de inseminación artificial

3.3.5 *Enfoque*

El estudio posee un enfoque cuantitativo puesto que las variables son la mayoría numéricas y aquellas que son cualitativas fueron analizadas como variables dicotómicas. El estudio cuantitativo busca la explicación de las causas y la predicción de los fenómenos, trata de determinar la fuerza de asociación o confirmación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra que genera datos o información numérica.

3.3.6 *Alcance*

La implementación de determinadas actividades de manejo y de biotecnologías disponibles dentro de la ganadería a nivel provincial y nacional en la actualidad son herramientas que pueden hacer que este objetivo de un ternero por vaca por año sea cada vez más cercano en las diferentes condiciones de cría de nuestro país.

3.3.7 *Tipo*

Diseño Experimental.

Tabla 3-1: Diseño experimental en base de los tratamiento y error experimental.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Grados de libertad</i>
<i>Tratamiento</i>	t-1	1
<i>Error experimental</i>	(t-1-r-1)	59
<i>Total</i>	(t-r)-1	60

Elaborado por: Toapanta, B, 2023

3.3.8 Diagnóstico ginecológico por palpación manual y ultrasonografía.

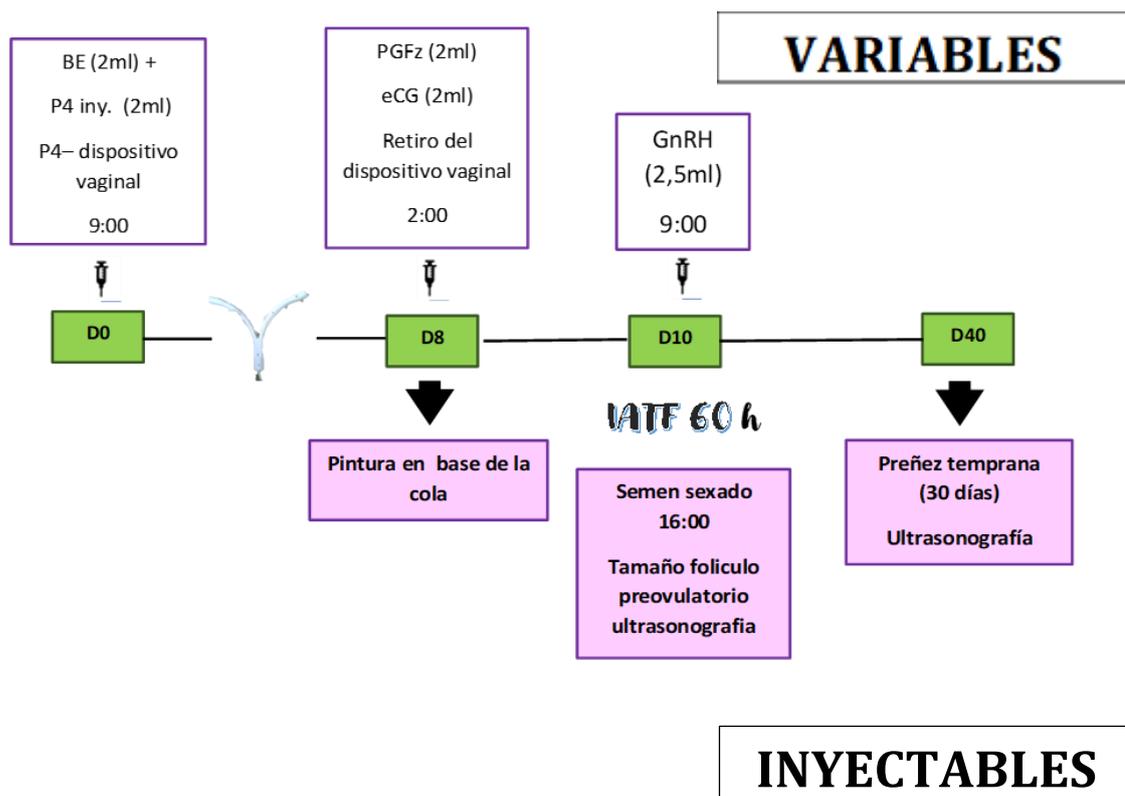
Se realizó la evaluación ginecológica tanto por palpación rectal como por ultrasonografía reproductiva para determinar las vacas en condiciones favorables para la terapia hormonal. Se utilizó vacas cíclicas cuando a la valoración ginecológica tenían un cuerpo lúteo y vacas en anestro superficial cuando a la evaluación ecográfica demostraron folículos mayores a 8-10 mm. Además, se descartaron vacas con endometritis y/o contenido patológico intrauterino.

3.3.9 Condiciones experimentales

Para el control del ciclo estral en bovinos se emplearon tratamientos hormonales de dosis múltiples dispuestos en orden de acuerdo con la función de cada componente del tratamiento llamados protocolos de reproducción programada mediante técnicas como la IATF, planteando lo siguiente:

El día 0 en la presente investigación se consideró el día del inicio de la sincronización, es decir, con la colocación del dispositivo vaginal de P4 y los inyectables correspondientes.

En consecuencia, al día 0 se aplicó el dispositivo vaginal Pluselar 0.6 a las 9:00 am más la colocación del Benzoato de estradiol Calier (BE) 2mg (2mL) por cada vaca vía intramuscular con jeringuillas de 3ml/cc y 5ml/cc más Progesterona inyectable (Gestavec, VECOL) 50mg (2ml). En el día 8 se retiró el dispositivo vaginal y se aplicó una dosis de 150 mg (2mL) de prostaglandina d- Cloprostenol (Veteglan Calier) vía intramuscular por vaca más 400 UI (2mL) gonadotrofina coriónica equina ecG (Vetegon Calier). Además, en este mismo tiempo, todas las vacas fueron pintadas en la zona sacrocoxígea con 10 a 15 cm de pintura de largo por 5 cm de ancho (Mark her marking paint, Livestock, USA), con el fin de determinar la expresión del celo de acuerdo con el porcentaje de pérdida pintura (Tabla 2). Mientras que ya en el día 10, se colocó el inductor de la ovulación, acetato de buserelina (Veterelin, GnRH) 0.01 mg (2,5 ml) 54 horas del retiro del dispositivo vaginal. El tamaño del folículo preovulatorio (mm) fue evaluado mediante ultrasonografía. Previa distribución de forma homogénea a las vacas sincronizadas en dos grupos (30 y 31, respectivamente), estas fueron inseminadas a las 60 horas después de retirado el dispositivo ya sea; con 2M y 4M (Sexed ULTRA, Lab. ST Genetics, Estados Unidos) para cada grupo establecido.



3.3.10 Evaluación de la pintura en la base de la cola.

Todos los animales fueron observados en la manga a las 50 a 60 h desde la remoción del dispositivo y se determinó la expresión del celo de acuerdo con el porcentaje de pérdida pintura. La categorización de animales con o sin celo, fue determinado de acuerdo al porcentaje de pérdida de pintura (pp) por diagnóstico visual, según la metodología sugerida por (Vera et al. 2017, pp: 26-28;Tabla 3-1).

Tabla 3-2: Porcentaje de pérdida de pintura (pp) medido a través del diagnóstico visual.

<i>Observación</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Celo</i>
<i>Despintadas</i>	> 30,0% pp	Celo
<i>Pintadas</i>	≤ 30,0% pp	No celo

Fuente: (Vera et al., 2017, pp:26-27)

Elaborado por: Toapanta B, 2023

3.3.11 Tamaño del folículo preovulatorio a 60 horas del retiro del dispositivo vaginal.

Todas las vacas fueron examinadas mediante ultrasonografía transrectal (KX5600F Xuzhou Kaixin Electronic Instrument Co., Ltd) provisto de un transductor lineal de 7,5 MHz en modo B.) para evaluar las estructuras ováricas durante los tratamientos y ser registradas y analizadas. De igual forma, al día 9, para determinar el diámetro del folículo preovulatorio al momento de la IATF, registrando del ovario dos medidas (ancho y longitud), se expresó en milímetros (mm). Ya finalmente, se determinó el promedio de las dos medidas para determinar el diámetro real.

3.3.12 Diagnóstico de preñez temprana a 30 días.

El diagnóstico de gestación se realizó por medio de ultrasonografía transrectal (KX5600F Xuzhou Kaixin Electronic Instrument Co., Ltd provisto de un transductor lineal rectal de 7,5 MHz en modo B.) 30 días posteriores a la IATF y se consideró a una hembra preñada cuando presentó un embrión con latido cardíaco y CL a nivel ovárico.

3.3.13 Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados en el software estadístico SAS v.9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) previa comprobación de normalidad (PROC UNIVARIATE) de las variables dependientes. Es por ello, mediante el procedimiento PROC MEANS de SAS, se procedió a obtener estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, máximo y mínimo y coeficiente de variación). Debido a que el diagnóstico de preñez no es una variable continua sino dicotómica (Si/No), se realizó una regresión logística mediante el procedimiento LOGISTIC de SAS. La tasa de preñez se comparó mediante un modelo lineal general, considerando como efecto principal el tipo de semen utilizado (2M y 4M). Las medias se obtuvieron con el procedimiento PDIF de SAS y se expresaron como mínimas cuadradas, siendo además comparadas con un test de TUKEY's. Diferencias estadísticas fueron consideradas a un $P < 0,05$ y tendencias estadísticas a un $P < 0,10$.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Estado zootécnico de las vacas

Los datos de las vacas que fueron sometidas a experimentación se muestran en la Tabla 1. En este estudio, el peso vivo de las vacas tuvo un máximo de 599 y mínimo de 350 kg de peso vivo (PV). Ya promediando, el peso vivo fue en general de 428 ± 7 kg con un coeficiente de variación de 11%. Además, en general, el promedio de edad y parto expresado en años, fueron de $(2,67 \pm 0,10$ años), con máximo de 5 y entre 1 y 2 para mínimo respectivamente. El coeficiente de variación para la edad y partos estuvo en rango de entre (0,16 a 0,30%). La evaluación subjetiva de la condición corporal (CC), mostró un mínimo de 2,5 y máximo de 3 puntos de CC, Siendo el promedio de $2,79 \pm 0,02$ cuyo coeficiente de variación no fue mayor al 1% (Tabla 1). El total de días abiertos en promedio fue de $99 \pm 3,8$ días con un coeficiente de variación no mayor al 6%. En base a los datos de la estadística descriptiva, podemos inferir que todas las variables sobre el estado zootécnico de las vacas mostraron coeficientes de variación menores al 30%, lo que indica homogeneidad de las variables.

Tabla 4-1: Mediciones zootécnicas de las vacas pertenecientes a este estudio

<i>Ítem</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Coefficiente de variación</i>
<i>Edad, años</i>	2,67	0,10	5	2	0,16
<i>Parto, años</i>	2,67	0,18	5	1	0,30
<i>Condición corporal</i>	2,79	0,02	3	2,5	0,03
<i>Peso vivo, kg</i>	428	7	599	350	11
<i>Días abiertos</i>	99	3,8	152	69	6,3

Elaborado por: Toapanta B, 2023

Se analizó el estado de la actividad ovárica (presencia de cuerpo lúteo o un folículo >8 mm) antes de iniciar los tratamientos. Del total de 61 animales considerados en el estudio, 44 vacas mostraron actividad (cuerpo lúteo o folículos) en uno de sus ovarios (72%), mientras que el restante 28% (17 animales) estuvieron en anestro superficial, razón por la cual se las incluyo para el presente trabajo.

En el contexto de la reproducción en el ganado *Bos indicus*, el estado ovárico es de gran importancia, ya que puede influir en la capacidad de reproducción de las hembras y en la

programación de eventos de reproducción, como la inseminación artificial o la transferencia de embriones. (Armendano et al. 2015, pp:56-7) afirma que el estatus ovárico influye en el porcentaje de preñez a la IATF, preñándose en mayor medida aquellos animales que presentan alguna estructura ovárica (es decir, CL o folículos).

En la Ilustración 1, se puede observar el ajuste de regresión de los datos respecto al número de animales empleados para este estudio. Previa transformación de los días abiertos de las vacas (\log_{10}) a datos normales, junto con el peso vivo de los bovinos, estos tomaron un comportamiento de tipo polinómico. A pesar de aquello, débiles asociaciones fueron identificadas ($r = 0,21$ a $0,35$), siendo además no significativas ($P = 0,22$ a $0,45$).

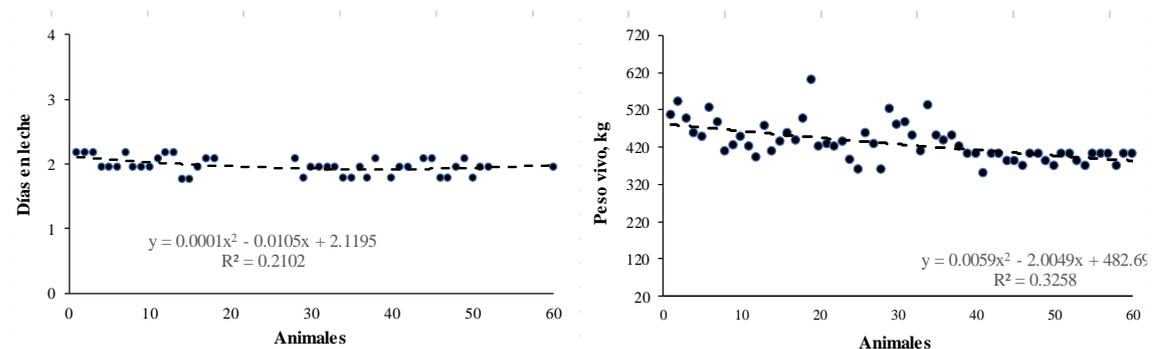


Ilustración 4-1: Ajuste polinómico de los datos de días abiertos y peso vivo de las vacas.

Realizado por: Toapanta, B, 2023.

4.2 Tamaño del folículo preovulatorio

Los datos de las mediciones de los folículos preovulatorios se muestran en la Tabla 4.2. Los promedios de los folículos preovulatorios derecho e izquierdo mostraron ligeras variaciones numéricas ($13,5 \pm 0,26$ y $14,8 \pm 0,41$ mm; Tabla 4.2). Obteniendo un promedio acumulado de $14 \pm 0,29$ mm. Mientras que los coeficientes de variación mostraron en todos los casos, valores menores al 5%, lo que significa poca dispersión.

Tabla 4-2: Estadística descriptiva del tamaño de folículos de las vacas previamente sincronizadas.

<i>Ítem</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Coficiente de variación</i>
<i>Folículo derecho, mm</i>	13,5	0,26	18	9,7	0,43
<i>Folículo izquierdo, mm</i>	14,8	0,41	25	8,1	1
<i>Promedio, mm</i>	14	0,29	21	8,1	0,47

Elaborado por: Toapanta B, 2023

(Bruschi 2020, p.65) menciona que al utilizar un dispositivo de progesterona y una dosis de benzoato de estradiol provoca la atresia de los folículos para posteriormente la aparición de una nueva onda folicular, que en nuestro caso pudo haber producido la emergencia folicular similar en los dos tratamientos utilizados en la presente investigación. Por su parte, (Ortiz, Ayala y Marini 2017, p.83) afirman que la administración de eCG en vacas produce estimulación del desarrollo folicular debido a que tiene la capacidad de unirse a los receptores de FSH y LH. En consecuencia, se ha demostrado que el tratamiento con eCG incrementa el desarrollo del folículo dominante y produce la ovulación de un folículo más grande que resulta en un cuerpo lúteo de mayor tamaño y siendo más funcional, lo que favorece la supervivencia del embrión. A pesar de aquello, hay que considerar lo expuesto por (Ayala et al. 2017, p.73) que determinaron que el tipo de manejo, las características raciales y, probablemente, otros factores como la alimentación, condiciones ambientales, entre otros, influyen en el tamaño del folículo preovulatorio. De todas formas, (Romo et al. 2002, p.76) ha reportado que las vacas con dos ondas foliculares obtienen menor fertilidad que las vacas con tres ondas.

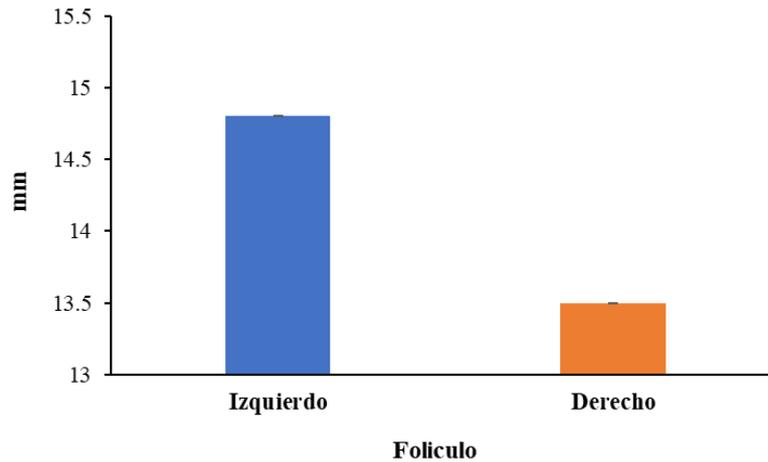


Ilustración 4-2: Mediciones del fólculo derecho e izquierdo previa inseminación artificial.

Realizado por: Toapanta, B, 2023.

4.3 Expresión del celo

Datos respecto a la expresión subjetiva de celo, son mostrados en la Ilustración 3. Del total de 61 vacas, 59 animales (96%) mostraron estar despintados en la base de la cola. Ya más detalladamente analizando estos datos, 23 animales (39%) de 59 se clasificaron dentro del grupo con una intensidad de celo < 30%. Siendo los restantes 36 animales (61%) clasificados en una intensidad de celo > 30%.

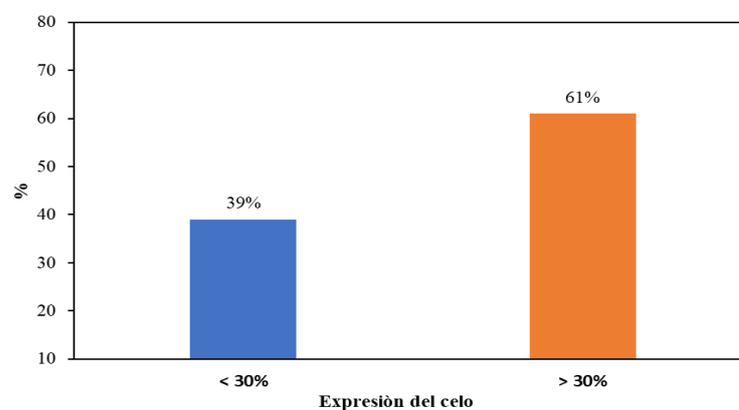


Ilustración 4-3. Clasificación de los animales en función de la intensidad de celo

Realizado por: Toapanta, B, 2023.

(León, 2013, p.77) comparte resultados de una investigación que probó dos diferentes detectores de celo; la observación visual mostró (41,7%) de efectividad, mientras que los parche estrus alert estuvieron sobre el (58,3%). Por el contrario, (Ramírez-Iglesia, Torres-Artigas y de Ramírez 2012, p.48) mencionan que la aceptación de la monta es el mejor predictor de celo + ovulación. Un trabajo realizado por (Campus, 2006, p. 12), reportó que los tratamientos basados en la utilización de implantes subcutáneos con progestágenos como el norgestomet (Crestar®), imitan la fase luteínica del ciclo (nivel de estrógenos altos), obteniendo un celo fértil tras un tratamiento de 10-12 días. Teoría que es apoyada por (Benshlomo, 2023, p.67) quien observó que los tratamientos hormonales que combinan el uso de la Hormona liberadora de Gonadotropina (GnRH) y Prostaglandina F2 α (PGF2 α) logran sincronizar el celo y la ovulación en vacas lecheras y búfalas, aunque con resultados muy variables en novillas (dispersiones en celo, persistencia de folículos y bajas tasas de ovulación). A pesar de todas estas respuestas observadas, hay que considerar lo de (Manjarrez et al., 2000, p.34) quien ha reportado que la estacionalidad altera la expresión del estro. En consecuencia, el monitoreo regular del comportamiento y los signos físicos es esencial para garantizar una gestión reproductiva exitosa en el ganado indicas y en otras razas de ganado.

La relación entre la intensidad de expresión de celo y el tamaño del folículo se muestran en la Ilustración 4.4. Tal como se ha reportado otros estudios, el tamaño del folículo izquierdo mostró un comportamiento de tipo polinómico, mientras que el derecho de tipo lineal, tal como se muestra en la (Figura 1). De todos modos, de acuerdo con el coeficiente de regresión ($r^2 = 0,06$ a $0,32$) se puede inferir débiles asociaciones ($P = 0,35$ a $0,53$). Por otro lado, analizando los datos obtenidos, se han encontrado una correlación medianamente positiva significativa entre el score de expresión de celo y el diámetro de los folículos del ovario izquierdo ($r^2 = 0,51$; $P = 0,005$). Contrario a esto, no se detectó correlación entre la intensidad de expresión de celo y el tamaño del folículo del ovario derecho ($r^2 = 0,26$; $P = 0,10$). Resultados que en parte podrían ser explicados por el menor tamaño de los folículos.

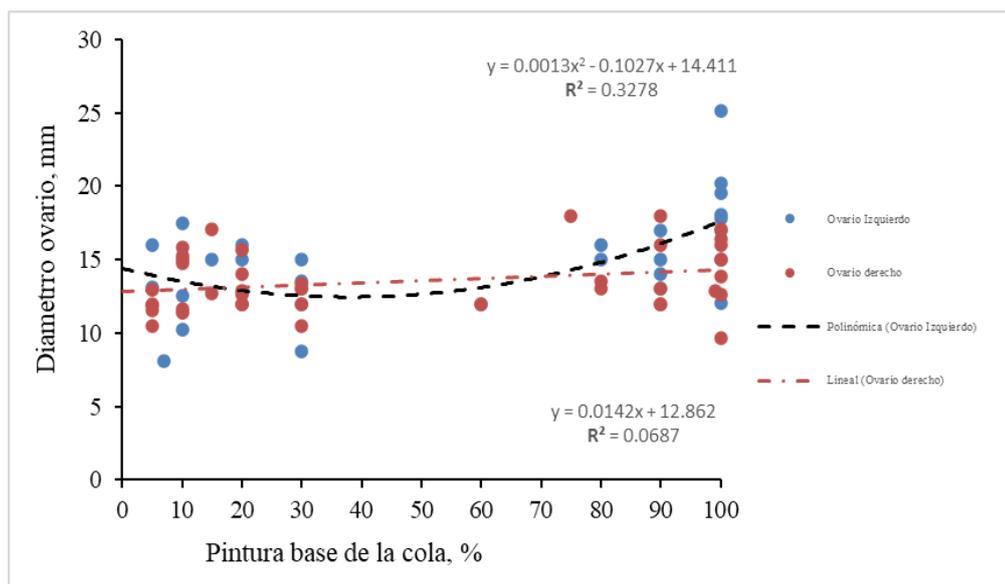


Ilustración 4-4: Ajuste de regresión entre el diámetro de los folículos y porcentaje de pintura de la base de la cola.

Realizado por: Toapanta, B, 2023.

4.4 Determinación de la función ovárica de los grupos de vacas IATF con 2M y 4M

La función ovárica de los animales con respecto al tipo de pajuela que fue utilizada (2M vs.4M) se muestra en la Tabla 4.3. En términos generales, cuando comparamos vacas inseminadas con 2M y 4M, en ambos casos, el 72% de los animales mostraron ciclicidad, siendo el restante 28% animales considerados en estado de anestro superficial.

Tabla 4-3: Función ovárica de las vacas

<i>Pajuela</i>	<i>Cíclica¹</i>	<i>Anestro superficial</i>	<i>Probabilidad</i>
2M (n = 32)	72 (23) ^a	28 (9) ^b	0,002
4M (n = 29)	72 (21) ^a	28 (8) ^b	0,002

¹ ciclicidad entendida como la presencia estructuras ováricas ya sean estés cuerpo lúteo y/o folículo ≥ 8 mm; ^{a-b} Medias con diferente letra en la misma línea indican diferencias significativas a un $P < 0,05$.

La tasa de preñez en función al tipo de pajuela usada se muestra en la Tabla 4.4. La tasa de preñez acumulada fue de 49% (29/61 animales). Mientras que comparando las tasas de preñez entre 2M y 4M, no se observó diferencias estadísticas ($P = 0,32$), tal como se detalla en la Tabla 4.4.

Tabla 4-4: Porcentaje de preñez de acuerdo con los diferentes tratamientos.

PAJUELA	TASA DE PREÑEZ (%)	PROBABILIDAD
2M (N = 32)	48 (14)	0,32
4M (N = 29)	52 (15)	
TOTAL	100	

Elaborado por: Toapanta, B, 2023

(Ortiz, Ayala y Marini, 2017, p.56) menciona que la administración de 400 UI de eCG al momento del retiro del dispositivo aumenta la tasa de preñez, tanto en vacas primíparas como multíparas, tal como reportamos en nuestra investigación. Por su parte, (Ayala et al., 2017, p.67) concuerda que el diámetro del folículo preovulatorio a la IATF influencia en la tasa de preñez, como se observó en nuestro trabajo. Un dato bastante destacado que nos comparte (León et al., 2018, p.67) es que la movilidad de los espermatozoides en el semen de toros *Bos indicus* se afecta menos que el semen de toros *Bos taurus* por el proceso de sexaje. Mientras que (Espinoza Pineda y González Orozco, 2009, p.87) han demostrado resultados favorables usando métodos hormonales de CIDR + GnRH + PGF2a y CIDR +BE cuando se usa en animales cíclicos. (Avalos et al., 2018, p.68) observó que las vacas que tuvieron un mayor desarrollo folicular a la inseminación tuvieron una posibilidad catorce veces más de quedar preñadas.

A pesar de que existen reportes que el semen sexado permite el nacimiento de un mayor número de terneras que usar semen convencional (Echeverry-López, 2015,p: 11). No obstante, Oses et al. (2009,p.140) en múltiples pruebas experimentales de IATF, observó una tasa de concepción superior para el semen convencional (72%) que los obtenidos con 2M (47,3%) y 4M (50,8%). Otros resultados diferentes han sido reportados por Islas (2021, p.78), este investigador comparo semen SexedULTRA 4M (63.8%) y semen convencional (61.9%) y no encontró diferencias significativas (P = 0,45). Contrario a esto, en el Simposio y Reproduccion (2017, p.65) se informó que el uso de semen sexado SexedULTRA 4MTM proporciona un aumento en las tasas de concepción (90-95%), especialmente para vaquillonas Holstein. De todas formas, puede variar según diversos factores, como el tipo de manejo del ganado, la nutrición, la salud de los animales y las prácticas de reproducción.

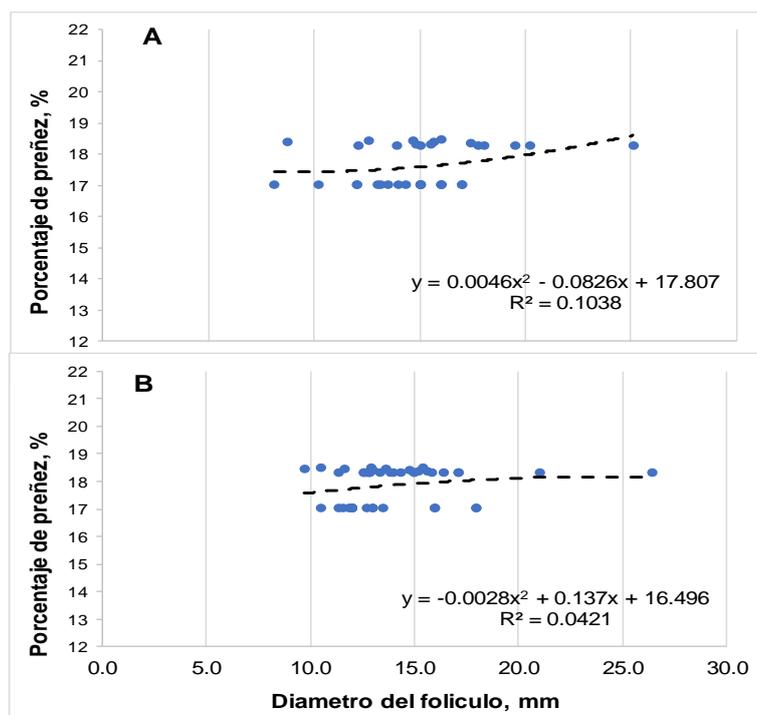


Ilustración 4-5: Ajuste de regresión entre el diámetro del folículo izquierdo (A) y derecho (B) con el porcentaje de preñez en vacas *Bos indicas*.

En la Ilustración 4.5 se muestran las regresiones entre el porcentaje de preñez y el diámetro de los folículos. Como se puede observar de acuerdo con el gráfico, aunque las mediciones de los folículos en ambos ovarios mostraron un comportamiento de tipo polinómico, su coeficiente de regresión ($r^2 = 0,042$ a $0,10$; $P = 0,43$ a $0,56$) muestra que no existe asociación entre la variable predictora (diámetro del folículo) y la variable respuesta (porcentaje de preñez). Además de esto, cuando analizamos el coeficiente de regresión de Pearson, sus valores indican débiles relaciones entre estas variables ($R^2 = 0,19$ a $0,35$).

Tabla 4-5: Expresión del celo, diámetro folicular (media \pm EE) y tasa de preñez.

Ítem	n	Expresión de celo (%)		Folículo derecho (mm)	Folículo izquierdo (mm)	Tasa preñez (%)
		< 30	> 30			
2M	32	50 (16) ^b	44 (14) ^a	14,9 \pm 0,5 ^a	13,6 \pm 0,4 ^b	44 (14)
4M	29	76 (22) ^a	24 (7) ^b	13,4 \pm 0,4 ^b	16,0 \pm 1,5 ^a	52 (15)

^{a-b} Medias con diferente letra en la misma línea indican diferencias significativas a un $P < 0,05$.

Elaborado por: Toapanta B, 2023

En la Tabla 4.5, se detallan los valores de expresión del celo, medidas de los folículos derecho e izquierdo, así como la respectiva tasa de preñez. La expresión de celo $<30\%$, mostró diferencias

entre las vacas inseminadas con 4M vs. 2M (76 vs. 50%). Por el contrario, el 44% de las vacas inseminadas con 2M demostraron una expresión del celo > 30%. En cuanto al tamaño de los folículos, su tamaño mostró una marcada variación que fue superior en el derecho en las vacas que fueron inseminadas con 2M, siendo por el contrario superior para el izquierdo cuando en vacas inseminadas con 4M.

Tabla 4-6: Tabla resumen de las variables determinadas en función del tipo de pajuela utilizada. Valores se representan como medias ajustadas por mínimos cuadrados y error estándar de la media

Ítem	2M	4M	Probabilidad
Peso vivo, kg	415,4 ± 6,4 ^b	451,7 ± 6,5 ^a	0,003
Condición corporal, CC	2,79 ± 0,02	2,81 ± 0,02	0,23
Diámetro folicular derecho, mm	14,9 ± 0,5 ^a	13,4 ± 0,4 ^b	0,001
Diámetro folicular izquierdo, mm	13,6 ± 0,4 ^b	16,0 ± 1,5 ^a	0,001
Diámetro folicular promedio, mm	14,1 ± 0,3 ^a	13,8 ± 0,3 ^b	0,02
Tasa de preñez, %	48	52	0,32

^{a-b} Medias con diferente letra en la misma línea indican diferencias significativas a un P < 0,05.

Elaborado por: Toapanta, B, 2023

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se observaron marcadas diferencias en el tamaño del folículo preovulatorio izquierdo cuando lo comparamos contra lateralmente con su par derecho (14,8 vs. 13,5 mm). Además, el tamaño promedio de los folículos mostró estar dentro de valores referenciales para vacas *Indicas*.
- La técnica de pintura en la base de la cola como indicador de la expresión del celo, mostró que un porcentaje sobre el 61% de las vacas aparentemente demostraron comportamiento de estro
- No se detectó diferencias en la tasa de preñez cuando hemos inseminado con semen sexado 2M y 4M a vacas multíparas.

5.2 Recomendaciones

- Independientemente, sea cual vaya a ser la dosis seminal para utilizar, de acuerdo con esta investigación con vacas Indicas, el tamaño del folículo preovulatorio debería de ser > 14 mm.
- Difundir los resultados obtenidos de la presente investigación a los ganaderos de la zona respecto al uso de semen sexado 2M y 4M en vacas multíparas.
- Realizar otras investigaciones considerando un mayor número de animales para contrastar nuestros hallazgos y extrapolar nuestro trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

AYALA, L. et al., Tamaño del folículo ovulatorio, cuerpo lúteo y progesterona sanguínea en vaquillas receptoras de embriones de tres razas en pastoreo en Ecuador. *Revista de Producción Animal* [en línea], 2017, (Ecuador), , vol. 29 (2), pp. 12-65. [Consulta: 17 de Noviembre 2023]. ISSN 2224-7920 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-79202017000200009

BAVERA, G. *Razas lecheras bovinas*. [en línea]. Argentina: 1ª ed, 2012. [Consulta: 19 de Octubre 2023]. Disponible en: < https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/razas_lecheras/16-Capitulo_XIX-Razas_lecheras.pdf>

CARVAJAL, A. El ciclo estral en la hembra bovina y su importancia productiva. *Investigaciones agropecuarias* [en línea], 2020, (Chile) vol 246 (2) , pp. 24-56. [Consulta: 9 de Noviembre 2023]. ISSN 1009-2345 Disponible en: <https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5f739ec4a0051.pdf. >

CASTAÑEDA, L. Fisiología de la reproducción desde la fecundación hasta la implantación embrionaria. [en línea]. (Trabajo de titulación) (doctorado). Universidad de La Salle Ciencia Unisalle. *Ciencia Unisalle*. Bogotá- Colombia. 2009. pp. 14-76. [Consulta: 2013-9-12] Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1312&context=medicina_veterinaria>

CATENA, M.Y.J.C. "Evaluación de semen bovino congelado". *Engormix.Com* [en línea], 1999, (Argentina) vol. (1), pp. 23-67. [Consulta: 2023-10-26]. ISSN Disponible en: <http://www.engormix.com/MAGanaderiacarne/genetica/articulos/evaluacionsemenbovino-congeleadot4454/103p0.htm%5Cnhttps://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:xj1-1HUNAgJ:www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/05-evalua.>

DEJARNETTE, M. Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina [en línea], 2017, (Argentina) vol. 2 pp. 22-46 [2023-10-26]. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/97-fisiologia.pdf>

ECHEVERRY J. Uso de semen sexado en bovinos. [en línea]. (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Medicina Veterinaria. Pereira (Colombia). 2015. p 45. [2023-11-7]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/items/9fa602e5-dbd6-444b-ab00-0af77579c0de>

ESCOBAR, J. “Evaluación de la calidad de leche cruda bovina en Diferentes genotipos en condición de pastoreo libre en el centro de investigación, postgrado y conservación Amazónica (cipca), cantón carlos julio arosemena tola, provincia de napo”. [en línea]. (Trabajo de titulación) (doctorado). 2019. Universidad tecnica de cotopaxi, unidad académica de ciencias agropecuarias y recursos naturales carrera de medicina veterinaria. Cotopaxi. Latacunga-Ecuador. 2015. pp. 6-67. [2023-10-27]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2857>

ESPINOZA, R. y GONZALES, W. Efectividad de la reutilización del CIDR (Dispositivo Intravaginal Liberador de Progesterona) en la inducción del celo y la ovulación en vacas con anestro post- parto [en línea], 2009, (Europa), vol (27), pp. 1-10. [Consulta: 13 de Noviembre 2023]. ISSN Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl53e77.pdf>.

FAO, 2017. "Razas Europeas de ganado Bovino". *Estudios agropecuarios* [en línea], 1968, (Roma) vol 426-427 (2), pp. 1-102. [Consulta: 18 de Noviembre 2023]. ISSN 101889. Disponible en: <<http://www.fao.org/3/an473s/an473s06.pdf>.>

GONZÁLEZ et al. Assesment of Guinea grass. *Agriculture (Switzerland)* [en línea], 2021, (Ecuador) vol. 11, no, pp. 2-17. [Consulta: 13 de Noviembre]. ISSN 20770472. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/348974542_Assessment_of_Guinea_Grass_Panicum_maximum_under_Silvopastoral_Systems_in_Combination_with_Two_Management_Systems_in_Orellana_Province_Ecuador>

GUÁQUETA H. "Ciclo estral: fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos". estrous cycle: basic physiology and strategies for improving estrus detection. *SciELO* [en línea], 2009, (Colombia) vol 56 (3), pp. 2-22. [Consulta: 18 de Noviembre 2023]. ISSN

0120-2952. Disponible en: <
[https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/26847/13621-41296-1-
PB.pdf?sequence=1](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/26847/13621-41296-1-PB.pdf?sequence=1)>

GUAYASAMIN, S. Evaluación de las características de tipo y producción en ganado holstein del criadero pacaguan. [en línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias Pecuarias, Zootecnia. Penipe (Riobamba-Ecuador). 2015. pp. 23-76 [Consulta: 2023-11-15] Disponible en: <
<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1913>>

GUTIÉRREZ, J. *Hormonas de la reproducción bovina*. [en línea]. Venezuela: Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble Propósito, 2008. [Consulta: 17 de Noviembre 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/121460823/Hormonas-de-La-Reproduccion-Bovina>

HAFEZ, E. & HAFEZ, B. *Reproduccion e inseminacion artificial en animales*. [en línea]. Séptima. México: Interamericana.McGraw-Hill, 2002. [Consulta: 15 de Noviembre 2023]. Disponible en: <
https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay/alma991000606689706331/34CVA_UMH:VU1

HENAO, G., & TRUJILLO, L. "Establecimiento y desarrollo de la dominancia folicular bovina. Revisión". *Departamento de producción animal* [en línea], 2015, (Colombia) vol 13 (2), pp. 1-65. [Consulta: 17 de Noviembre 2023]. ISSN 0120-0690. Disponible en: <
https://www.researchgate.net/publication/277758279_Reinicio_de_la_actividad_ovarica_en_vacas_Bos_indicus_en_periodo_de_la_anestro_posparto_mediante_la_estimulacion_de_l_clitoris>

HENAO, G. "Algunos Factores Relacionados con la Dinámica Folicular en Bos indicus" *INIAP- Estación Experimental Tropical Pichilingue*. [en línea], 2010, (Colombia) vol (1), pp. 2-10. [Consulta: 17 de Noviembre 2023]. ISSN 25046-88039. Disponible en: <
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n2/a11v63n01.pdf>>

IRAC. "Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino". *Ecografía y ultrasonido* [en línea], 2010. (Argentina) vol (1), pp. 1-9. [Consulta: 28 de Octubre 2023]. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/39-ultrasonografia_reproductiva_en_bovino.pdf>

ISLAS, A. "Biotecnologías reproductivas en el ganado bovino: cinco décadas de investigación en México" *Scielo* [en línea], 2021, (México) vol 12 (3), pp. 3-39. [Consulta: 27 de Noviembre 2023]. ISSN 2007-1124. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242021000500004>

KLEIN, B. *Fisiología veterinaria* [en línea]. 5ª ed. Blacksburg, Virginia- EEUU, 2019. [Consulta: 27 de Octubre 2023]. Disponible en: <<https://www.sciencedirect.com/book/9780323552271/cunninghams-textbook-of-veterinary-physiology>>

LLOSA, W. Características del aparato reproductor en vacas criollas en el matadero de Quicapata a 2800 m.s.n.m. Ayacucho-2015. [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Ciencias Agrarias, Medicina Veterinaria. Ayacucho (Perú). 2016. pp. 4-87 [Consulta: 2023-10-28]. Disponible en: <<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2799>>

MAPLETOFT, R, et al. "Evolution of knowledge about ovarian physiology and its contribution to the application of reproductive biotechnologies in south america | Evolución del conocimiento sobre la fisiología ovárica y su contribución a la aplicación de las biotecnologías repro". *Spermova* [en línea], 2022, (Brasil) vol. 12 (1), pp. 1-12. [Consulta: 18 de Octubre 2022]. ISSN 10-18548 . Disponible en: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/cab18e07-3289-4f68-9875-5e81189106ea/BAP_1028_3115146_R.pdf>

MAQUIVAR, M, et al. "Evaluación de la fertilidad de hembras bos indicus, de acuerdo a la intensidad del celo, manejadas en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en condiciones de trópico". *Revista Científica* [en línea], 2009, (Venezuela) vol 19 (6), pp. 1-16. [Consulta: 18 de Noviembre 2023]. ISSN 0798- 2259. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000600011.>

MARTINEZ, D. "Costo y Producción de la raza". *Girolando, raza de clima cálido de hasta 20 litros de leche diarios* [blog]. Colombia. LR, 2014. [Consulta: 12 de Noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.larepublica.co/archivo/girolando-raza-de-clima-calido-de-hasta-20-litros-de-leche-diarios-2103971>.

MENCHACA, A, et al. "is it possible to improve fertility with prolonged proestrus protocols? physiological bases, results and new perspectives | ¿ES POSIBLE MEJORAR LA FERTILIDAD CON PROTOCOLOS DE PROESTRO PROLONGADO? BASES FISIOLÓGICAS, RESULTADOS Y NUEVAS PERSPECTIVAS". *Spermova* [en línea], 2022, (Argentina) vol. 12 (1), pp. 128-137. [Consulta: 18 de Octubre 2023]. ISSN 10-18548. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/363701425_is_it_possible_to_improve_fertility_with_prolonged_proestrus_protocols_physiological_bases_results_and_new_perspectives

MOTTA, P, et al. "Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina". *Vista de Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina.pdf*. [en línea], 2011, (Colombia) vol 5 (2), pp. 1-12. [Consulta: 19 de Octubre de 2023]. ISSN. Disponible en: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4459>

MUÑO, R. Evaluación de la motilidad y viabilidad del semen bovino mediante el uso de sistemas casa y citometría de flujo: identificación de Subpoblaciones espermáticas tesis. [en línea]. (Trabajo de titulación). UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA FACULDADE DE VETERINARIA Departamento de Patología Animal. Coruña (España). 2015. 4-57 [Consulta: 2023-11-9]. Disponible en: <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/2406>

ORBE, D. & CUICHÁN, M. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. [blog]. Ecuador: ESPAC- INEC, 2022. [12 de diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

ORTIZ, N. Efecto de la aplicación de eCG antes o después de la IATF sobre la tasa de preñez en vacas Holstein mestizas en la Provincia de Pastaza. [en línea]. (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad de Cuenca, Ciencias Agropecuarias, Reproducción Animal. Pastaza (Puyo-Ecuador). 2017. pp.14- 48 [Consulta: 2023-11-16]. Disponible en: <

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28097>>

ORTIZ, N, et al. "Efecto de la eCG antes o después de la inseminación artificial a tiempo fijo sobre la dinámica folicular y la tasa de preñez en vacas Holstein mestizas en la Amazonía Ecuatoriana". *Maskana* [en línea] 2017, (Ecuador) vol (1), pp. 1-3. [Consulta: 18 de Noviembre 2023]. ISSN 1390- 6143. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383531>>

OSSES, M, et al. "Utilización de semen bovino sexado en inseminación artificial, transferencia embrionaria y fertilización in vitro". *Revista Veterinaria* [en línea] , 2009, (Argentina) vol 20 (2), pp. 1-8. [Consulta: 18 de Octubre 2023]. ISSN 16684834. Disponible en: file:///C:/Users/HP/OneDrive/Escritorio/ARTICULOS%20TESIS/aguirrefabian,+Gestor_a+de+la+revista,+1867-5224-1-CE.pdf

PELTA, D. Inseminación artificial con celo natural en vacas productoras de leche con semen sin el proceso de descongelado en el cantón paute. [en línea]. (Trabajo de titulación) (doctorado). Universidad Politécnica Salesiana, Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cuenca (Ecuador). 2012. pp. 9-69 [Consulta: 2023-11-17]. Disponible en: <<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2892>>

PORTILLA, G. Crianza de la hembra bovina lechera. Sistema , ventajas y desventajas.garantía de la producción futura de leche. [en línea]. (Trabajo de titulación). UTMACH, Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Machala (Ecuador). 2020. pp. 14-26 [Consulta: 2023-11-28]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/40783/4/Trabajo-de-Titulación.pdf>.

PTASZYNSKA, M. *Compendio de Reproducción Animal* [en línea]. 9ª. Sinervia Uruguay, Intervet Internacional bv, 2022. [Consulta: 16 de Octubre 2023]. Disponible en: <<https://cenida.una.edu.ni/textos/nl53t683c.pdf>>

ROJAS, E. "Brown Swiss un nombre de marca unico para la raza". *Vaca pinta* [en línea], 2021, (España), vol. N°27, pp. 1-8. [Consulta de: 3 de Octubre 2023]. ISSN Disponible en: <www.brown-swiss.org>

ROJAS, C. Evaluación de cuatro protocolos de sincronización de celo con inseminación artificial a tiempo fijo (iatf) en ganaderías lecheras del sector sur occidental de la hoya de Loja. [en línea]. (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad Nacional de Loja, Area agropecuaria y de recursos naturales renovable, Carrera Medicina Veterinaria Zootecnia. Loja (Ecuador). 2012, pp. 5-98 [Consulta: 2023-10-12] Disponible en: <[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5403/1/Tesis Final "EVALUACIÓN DE CUATRO PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO CON INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO %28IATF%29 EN GANADERÍAS LECHERAS DEL SECTOR SUR OCCIDENTA.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5403/1/Tesis%20Final%20%EVALUACI%C3%93N%20DE%20CUATRO%20PROTOCOLOS%20DE%20SINCRONIZACI%C3%93N%20DE%20CELO%20CON%20INSEMINACI%C3%93N%20ARTIFICIAL%20A%20TIEMPO%20FIJO%20IATF%29%20EN%20GANADER%C3%8DA%20LECHERAS%20DEL%20SECTOR%20SUR%20OCCIDENTA.pdf)>

ROMO, A. "Tamaño Folicular , Progesterona Y Estradiol Plasmáticos En Los Días 12-14 Posinseminación Y Porcentaje De Concepción De Vacas Holstein" *Arch. Zootec* [en línea], 2002, (España) vol 51 (195), pp. 3-7. [Consulta: 23 de Octubre 2023]. ISSN 0004-0592. Disponible en: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519504>>

RUSSEL, A, et al. "Subjective assessment of body fat in live sheep". *The Journal of Agricultural Science* [en línea], 1969, (EEUU) vol 73 (3), pp. 14-65. [Consulta: 20 de Noviembre 2023]. ISSN. Disponible en: <<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/subjective-assessment-of-body-fat-in-live-sheep/EAF89BC7C742FE950D5DCC1DE0CA8B7E>>

SÁNCHEZ, A. "Sector Ganadero- análisis". *Agrocalidad* [en línea], 2020, (Ecuador) vol. 2 (2), pp. 1-5. [Consulta: 23 de Octubre 2023]. ISSN Disponible en: <https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico_N20.pdf>

Saverus. Efecto de un programa de sincronización de celo (ovsynch) en vacas holstein. [en línea]. (Trabajo de titulación) (doctorado). Universidad autónoma del estado de México, Centro Universitario UAEM amecameca Licenciatura en medicina veterinaria y zootecnia. Amecameca (México). 2019. pp. 1-70 [Consulta: 2023-10-26]. Disponible en: http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZOtx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS_

SIMPOSIO, X. & REPRODUCCION, I. "Diferencias fisiológicas, metabolismo de las hormonas esteroideas y Respuesta a los tratamientos de iatf y re-iatf em ganado bos taurus y

bos indicus" *Simposio Internacional de Reproducción Animal* [en línea], 2017, (Argentina) vol 54 (9), pp. 5-356. [Consulta: 15 de Octubre 2023]. ISBN 978-987-4428-00-4 1. Disponible en: < <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-12-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-20170.pdf>>

SUAREZ, A. Medicina veterinaria y zootecnia “ eficiencia de la inseminación artificial al primer servicio por la técnica transvaginal en hembras bovinas de la hacienda el prado. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad técnica de ambato facultad de ciencias agropecuarias medicina veterinaria y zootecnia. Cevallos (Ambato- Ecuador). 2015. pp. 1-64 [Consulta: 2023-10-19]. Disponible en: <<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/18363>>

SUMBA, J. Inseminación Artificial Con Celo Natural En Vacas Productoras De Leche Con Semen Sin El Proceso De Descongelado En El Cantón Paute. [en línea]. (Trabajo de titulación) (doctorado). Universidad Técnica de Salesiana, Carrea Medicina Veterinaria. Cuenca (Ecuador). 2012. pp. 15-55 [Consulta: 2023-10-23]. Disponible en: <<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2892/6/UPS-CT002471.pdf>>

VERA, J. Efecto del celo y el tratamiento con gnrh sobre la tasa de concepción en programas de inseminación artificial y transferencia de embriones bovinos. [en línea]. (Trabajo de titulación) (mestría). Universidad Nacional de Córdoba, Facultad Ciencias Pecuarias, Escuela para graduados. Cordoba (España). 2017. pp. 4-12 [Consulta: 2023-10-18]. Disponible en: < <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/EFECTO-DEL-CELO-Y-EL-TRATAMIENTO-CON-GnRH-SOBRE-LA-TASA-DE-CONCEPCION-EN-PROGRAMAS-DE-INSEMINACION-ARTIFICIAL-Y-TRANSFERENC.pdf>>

VILLA, N, et al. " Evaluación de Cuatro Protocolos de Sincronización Para Inseminación a Tiempo Fijo en Vacas Bos indicus Lactantes". *Journal MVZ Cordoba* [en línea], 2007, (Colombia) vol 23 (S), pp. 1-13. [Consulta: 17 de Octubre 2023]. ISSN 0122-0268. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000500010>

WICAKSANA, A. & RACHMAN, T. Anestro en bovinos revisión bibliográfica. [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Cooperativa de Colombia. Medicina Veterinaria. Colombia. 2018. pp. 2-23 [Consulta: 2023-11-18] Disponible en: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.

YANEZ, D, et al. Inseminación artificial a tiempo fijo con proestro prolongado en vacas de doble propósito. *Agronomía Mesoamérica* [en línea], 2017, (Argentina) vol 29 (2), pp. 3-7. [Consulta: 18 de Octubre 2023] ISSN. Disponible en: <<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/29503/35459/83518>>.

YANZAGUANO, C. Evaluación de la tasa de preñez utilizando la inseminación artificial a tiempo fijo (iatf) a 0 – 10 - 20 horas post aplicar el protocolo de sincronización ovsynch [en línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica Salesiana, Medicina Veterinaria. Cuenca (Ecuador). 2013. pp. 12- 58 [Consulta: 2023-11-16]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5536/1/UPS-CT002769.pdf>.

Cristian Tenelando S.



ANEXOS

ANEXO A: PROCEDIMIENTO PROC REG PARA LA CICLICIDAD DE LAS HEMBRAS BOVINAS

Procedimiento FREQ

Tabla de Semen por Ovary

Semen (Semen)	Ovary (Ovary)			Total
Frecuencia,	Anestro	CL	ciclicas	
Porcentaje,				
Pct fila				
Pct col				
.	0	2	2	4
	0.00	2.02	2.02	4.04
	0.00	50.00	50.00	
	0.00	6.25	4.35	
2M	9	16	7	32
	9.09	16.16	7.07	32.32
	28.13	50.00	21.88	
	42.86	50.00	15.22	
4M	10	3	27	40
	10.10	3.03	27.27	40.40
	25.00	7.50	67.50	
	47.62	9.38	58.70	
Conv	2	11	10	23
	2.02	11.11	10.10	23.23
	8.70	47.83	43.48	
	9.52	34.38	21.74	
Total	21	32	46	99
	21.21	32.32	46.46	100.00

Estadísticos para Tabla de Semen por Ovario

	Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
	Chi-cuadrado	6	24.3826	0.0004
	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	6	28.9385	<.0001
	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	2.5130	0.1129
Coeficiente Phi	0.4963			
Coeficiente de contingencia	0.4445			
V de Cramer	0.3509			

Procedimiento FREQ

Tabla de Celos < 30 por Semen

Celo30(Celo30) Semen(Semen)

Frecuencia,

Porcentaje,

Pct fila ,

Pct col ,. ,2M ,4M ,Conv , Total

ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^
 No , 4, 16, 27, 13, 60
 , 4.04, 16.16, 27.27, 13.13, 60.61
 , 6.67, 26.67, 45.00, 21.67,
 , 100.00, 50.00, 67.50, 56.52 ,

ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^
 Si , 0, 16, 13, 10, 39
 , 0.00, 16.16, 13.13, 10.10, 39.39
 , 0.00, 41.03, 33.33, 25.64 ,
 , 0.00, 50.00, 32.50, 43.48 ,

ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^ ffffffff^
 Total 4 32 40 23 99

4.04 32.32 40.40 23.23 100.00

Estadísticos para Tabla de Celo < 30 por tipo de semen usado

	Estadístico	DF	Valor	Probabilidad
	Chi-cuadrado	3	5.0646	0.1671
	Ratio chi-cuadrado de la verosimilitud	3	6.4543	0.0915
	Chi-cuadrado Mantel-Haenszel	1	0.0296	0.8634
Coefficiente Phi	0.2262			
Coefficiente de contingencia	0.2206			
V de Cramer	0.2262			

ANEXO B: EVALUACIÓN GINECOLÓGICA PARA SELECCIONAR HEMBRAS EN CONDICIONES FAVORABLES.



ANEXO C: CHEQUEO MEDIANTE ECOGRAFO A LAS HEMBRAS SELECCIONADAS PARA EL PROCESO DE IATF.



ANEXO D: COLOCACIÓN DE IMPLANTE Y APLICACIÓN DE HORMONAS (BE y P4) EN EL DÍA 0.



ANEXO E: DIA 8, COLOCACIÓN DE PINTURA EN BASE DE LA COLA Y RETIRO DE IMPLANTE MÁS APLICACIÓN DE HORMONAS (PGFz y eCG)



ANEXO F: DIA 10, APLICACIÓN DE HORMONA (GnRH), REALIZACIÓN DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A 60 HORAS Y EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DEL FOLICULO PREEVULATORIO.



ANEXO G: DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ TEMPRANA A 60 DÍAS POST IATF.





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 02/02/2024

INFORMACIÓN DE LA AUTORA

Nombres – Apellidos: Bannia Rashell Toapanta Aviles

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Ciencias Pecuarias

Carrera: Zootecnia

Título a optar: Ingeniera Zootecnista

Firma del Director del Trabajo de Titulación

Firma del Asesor del Trabajo de Titulación