

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Estudio morfométrico del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian
(*Bos taurus*) sacrificadas en la Comarca Lagunera

Por:

Ana Karen Perdomo Salazar

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Abril 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Estudio morfométrico del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian
(*Bos taurus*) sacrificadas en la Comarca Lagunera

Por:

Ana Karen Perdomo Salazar

TESIS

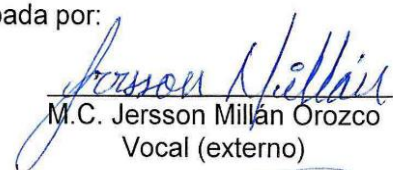
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

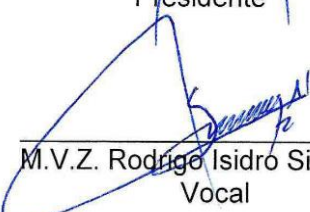


Dr. Jair Millán Orozco
Presidente

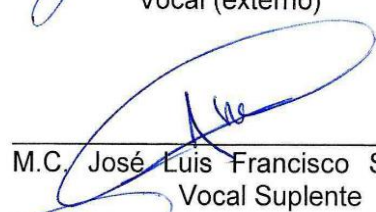
Aprobada por:



M.C. Jersson Millán Orozco
Vocal (externo)



M.V.Z. Rodrigo Isidro Simón Alonso
Vocal



M.C. José Luis Francisco Sandoval Elías
Vocal Suplente



M.C. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Abril 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Estudio morfométrico del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian
(*Bos taurus*) sacrificadas en la Comarca Lagunera

Por:

Ana Karen Perdomo Salazar

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Jair Millán Orozco
Asesor Principal

M.C. Jersson Millán Orozco
Coasesor (externo)

M.V.Z. Rodrigo Isidro Simón Alonso
Coasesor

M.C. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Abril 2023



AGRADECIMIENTOS

A Dios, Por cuidar de mi todo este tiempo y ayudarme a seguir adelante cuando me sentía vencida.

A mi madre, Ma. Teresa Salazar Cruz por su apoyo incondicional al ayudarme a cumplir mi sueño, gracias por no perder la fe en mí, por los consejos, amor infinito y, sobre todo, gracias por hacer lo imposible para que nunca me faltara nada.

A mi padre, Juan Antonio Perdomo Espinoza por alentarme a estudiar y ser alguien en la vida, gracias por apoyarme durante este proceso y demostrarme amor al estar al pendiente de mí.

A mis hermanos, Betsabe, Antonio, Eduardo, por apoyarme siempre tanto económicamente como emocionalmente, gracias porque a pesar de la distancia o circunstancia nunca me dejaron caer y me demostraron el amor que me tienen.

A Omar, mi querido esposo, gracias por apoyarme y enseñarme cosas afines a la carrera día con día, sin ti nunca lo hubiera logrado, gracias por ser tan bueno conmigo y tan buen padre.

A mi hijo, Leonardo Hernández mi pequeño pedacito de cielo, gracias por ser lo mejor de mi vida, por compartir tu tiempo de crianza con mi vida estudiantil, por ser mi motivación y motor que me hizo concluir mi carrera.

A mis amigos, Denisse, Mariela, Gilberto y Gabriel, por estar para mi durante las distintas etapas por las cuales pasé, gracias infinitas por las ocasiones que cuidaron a Leo apenas siendo un bebé de brazos para yo poder entrar a mis clases.

A toda mi familia, les agradezco el apoyo y todas las veces que ofrecieron una oración por mí, gracias por siempre recordarme que con Dios todo lo puedo.

A mi Alma Mater, le agradezco por darme la oportunidad de formar parte de la familia buitre, por ser mi segundo hogar y darme grandes amigos que se hicieron familia.

DEDICATORIAS

A Dios, mi todo poderoso, por siempre guiar con su luz mi camino.

A mis padres, les dedico este y todos mis triunfos que me esperan, quiero que siempre estén orgullosos de mí, gracias por ayudarme a lograr mi sueño de terminar mi carrera, los amo con todo mi corazón.

A mi esposo e hijo, esto es para ustedes, sé que nos esperan muchos más logros juntos, gracias por jamás dejarme desistir cuando me sentía vencida, son lo mejor de mi vida.

A mis hermanos, les dedico parte de esta obra, gracias por siempre estar, por ayudarme a lograr este sueño, por no dudar de mí; siempre seré su veterinaria de cabecera, los quiero mucho.

A mi bisabuela, Te dedico hasta el cielo este gran logro mi chabelita, yo sé que siempre me ayudaste para poder lograrlo, gracias porque siempre le das un abrazo a mi alma cada que lo necesito, espero estés orgullosa de tu cariño, te extraño mucho.

INDICE

Lista de cuadros	vi
Lista de figuras	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Patologías recurrentes en aparato reproductor de la hembra bovina 3	
2.1.1 Quiste ovárico.....	3
2.1.2 Endometritis.....	3
2.1.3 Metritis	3
2.1.4 Piometra	4
2.1.5 Cervicitis	4
2.1.6 Hipoplasia ovárica	4
2.2 Características del tracto reproductivo de hembras en producción ...	5
2.2.1 Yeguas	5
2.2.2 Llamas y Alpacas	5
2.2.3 Ovejas	5
2.2.4 Conejas	6
2.2.5 Cabra salvaje.....	6
2.3 Generalidades anatómicas del aparato reproductor bovino	6
2.3.1 Ovarios	6
2.3.2 Oviductos.....	7
2.3.3 Útero.....	8
2.3.4 Cérvix	8
2.3.5 Vagina	8
2.3.6 Vestíbulo vaginal	8
2.3.7 Vulva.....	9
2.4 Fisiología	10
2.4.1 Hipotálamo	10
2.4.2 Hipófisis	11
2.4.3 Ovarios	11
2.4.4 Útero.....	11

2.5 Fases del ciclo estral	12
2.5.1 Proestro	12
2.5.2 Estro	13
2.5.3 Metaestro.....	13
2.5.4 Diestro	13
2.6 Prostaglandinas	15
2.6.1 PGF2	15
2.6.2 PGE2.....	16
2.6.3 PGD2.....	16
2.6.4 PGI2	17
2.7 Hormonas que participan	17
2.7.1 Interferón- τ (IFN τ).....	17
2.7.2 Hormona folículo estimulante	17
2.7.3 Hormona luteinizante.....	18
2.7.4 Progesterona	18
2.7.5 Estradiol.....	19
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. OBJETIVO GENERAL	21
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
6. HIPÓTESIS	22
7. MATERIALES Y MÉTODOS	23
8. RESULTADOS.....	31
9. DISCUSIÓN	35
10. CONCLUSIÓN	39
11. LITERATURA CITADA.....	40

Lista de cuadros

Cuadro 1 Medición de estructuras externas del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian	33
Cuadro 2 Medición de estructuras internas del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian	34

Lista de figuras

Figura 1 Ovarios de bovino.	7
Figura 2 Estructuras anatómicas de hembra bovina	9
Figura 3 Interacción hormonal del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal.....	12
Figura 4 Etapas, estructuras ováricas y endocrinología del ciclo estral de la vaca	14
Figura 5 Aparatos reproductivos de hembras bovinas	24
Figura 6 Longitud de vulva a cuernos uterinos	25
Figura 7 Longitud vulva a la bifurcación.	25
Figura 8 Ancho de vagina.....	26
Figura 9 Ancho de cérvix.....	26
Figura 10 Ancho cuerpo del útero.	27
Figura 11 Longitud bifurcación a punta del cuerno.....	27
Figura 12 Longitud bifurcación a curvatura del cuerno.....	28
Figura 13 Longitud de medidas internas	28
Figura 14 Cérvix diseccionado y conteo de anillos cervicales.....	29
Figura 15 Estructuras en ovarios como cuerpo hemorrágico, folículos, cuerpos lúteos y cuerpo albicans.	29
Figura 16 Medición de ovarios.	30

RESUMEN

Comprender la anatomía de los órganos reproductivos es fundamental para saber identificar patologías que pueden afectar el rendimiento reproductivo y entender los diferentes manejos que se pueden aplicar con las nuevas biotecnologías reproductivas en el ganado. El aparato reproductivo consta de órganos internos y externos. Perteneciendo al grupo de los internos los ovarios, el sistema de conductos formados por el oviducto, cuernos uterinos, útero, cérvix y vagina. El vestíbulo vaginal y la vulva corresponden a los órganos externos. El objetivo del presente estudio fue realizar la morfometría de órganos del sistema reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera. El tamaño de la vagina de las vaquillas es de 4.1 ± 0.2 cm, mientras que el tamaño del cérvix es de 2.8 ± 0.1 cm. La medida desde la vulva hacia uno de los cuernos uterinos, en donde se lleva a cabo la inseminación artificial dirigida por la ovulación de su respectivo ovario, es de 42.9 ± 1.1 cm. El número de anillos cervicales fue de 4.3 ± 0.1 . La medida de bifurcación a ovario izquierdo y derecho, fue de 6.9 ± 0.2 cm y 7.1 ± 0.2 cm; respectivamente. Las medidas sobre el largo y ancho del ovario izquierdo, fueron 3.4 ± 0.1 cm y 2.3 ± 0.1 cm; respectivamente, mientras que en el ovario derecho fueron de 3.2 ± 0.1 cm y 2.0 ± 0.1 cm; respectivamente. Las medidas para el cuerno izquierdo y derecho fueron de 25.1 ± 0.7 cm y 25.7 ± 0.9 cm; respectivamente. El vestíbulo tiene una medida de 5.7 ± 0.1 cm en vaquillas.

Palabras clave: Bovinos de leche, Morfometría, Reproducción, Anatomía

ABSTRACT

The anatomical knowledge concerning to reproductive organs is crucial to identify pathological diseases involved in reproductive failure, as well as to know differences in the management of biotechnological and assisted reproduction applied to dairy cattle. The reproductive tract of cows has internal and external organs, in example, ovarian, ducts forming oviducts, uterine horns, uterus, cervix and vagina. The external organs are the vulvar and vaginal vestibule. The aim of the present study was to carried out the morphometry of the organs from the reproductive system in Holstein-Friesian immature cows slaughtered in the Comarca Lagunera region. The length of vagina was 4.1 ± 0.2 cm, while the length of cervix was 2.8 ± 0.1 cm. The length from the vulva up to uterine corn where artificial insemination is carried out, was 42.9 ± 1.1 cm. The number of cervical rings was 4.3 ± 0.1 . The length from uterine horn bifurcation to left and right ovarian was 6.9 ± 0.2 cm and 7.1 ± 0.2 cm; respectively. The measures concerning the length and thin in left ovarian was 3.4 ± 0.1 cm and 2.3 ± 0.1 cm, while in the right ovarian was 3.2 ± 0.1 cm y 2.0 ± 0.1 cm; respectively. The length concerning to left and right uterine corn was 25.1 ± 0.7 cm and 25.7 ± 0.9 cm; respectively. The vaginal vestibule has a length of 5.7 ± 0.1 cm.

Key Words: Dairy cattle, Morphometry, Reproduction, Anatomy

1. INTRODUCCIÓN

La región Lagunera tiene un clima semiárido, y cuenta con una población de 464,086 bovinos, de la cuales 227,142 son vacas lecheras distribuidas en los diferentes hatos lecheros (SIAP, SAGARPA, 2015; Fernández *et al.*, 2018), siendo la región Lagunera el primer lugar nacional de producción lechera con más de 2 mil 330 millones de litros anuales (SADER, 2016). Se estipula que por cada diez litros de leche que se producen en el país, dos corresponden a la cuenca lechera de La Laguna (SADER, 2018).

La rentabilidad de un sistema de producción de vacas lecheras está ligado a los índices reproductivos, siendo muy importante la identificación de patologías que puedan repercutir estos índices (Montiel-Olguín *et al.*, 2019). Dentro de las principales patologías que afectan al ganado lechero en sistemas de producción estabulado son: Leptospirosis, diarrea viral bovina, brucelosis, neosporosis, rinotraqueitis, mastitis, retención placentaria, metritis, endometritis y la afección de ovario quístico (Román-Cárdenas y Chávez-Valdivieso, 2016; Hernández, 2016; Dhara y Sharma, 2019).

El conocimiento de la fisiología y anatomía reproductiva de la vaca es esencial para tener un mejor manejo de la producción láctea, ayudando a los productores a mejorar la crianza de vaquillas, así como para el uso de técnicas de sincronización de celo e inseminación artificial. La productividad de los hatos lecheros se ve afectada por la baja fertilidad de las vacas, por lo que niveles tolerables de fertilidad son críticos para el éxito de los sistemas de producción, de igual manera el número de terneros producidos es otro factor

que depende de la fertilidad de la vaca ya que influye en la producción de vaquillas de reemplazo. Además, se sabe que el rendimiento reproductivo de las vacas disminuye a medida que aumenta la producción de leche. Resulta probable que las vacas que producen más leche pueden experimentar más estrés, lo que va a afectar su fertilidad (Intagri, 2018).

La morfometría parte etimológicamente del griego morfo (*morphe*) que significa forma o figura, y metría que significa medida o medición. Refiriéndose a un análisis de medición de una forma. Esta herramienta se ha utilizado en medicina para describir los órganos y las diversas estructuras que componen un organismo, desde su forma más natural hasta cuando sufre determinados cambios fisiológicos o patológicos. También se utiliza en medicina veterinaria para obtener indicadores en necropsias, animales de producción, animales de exhibición y estudios diversos. En necropsias, es donde la morfología y la morfometría van de la mano estudiando cada órgano, asegurando cuando alguno de ellos se encuentra normal o con cambios patológicos., además, conocer si están siendo alterados por cuestiones diversas como manejo, cambios fisiológicos, o incluso por cualquier otro agente (parásitos, bacterias, hongos y/o virus) (Pineda-González *et al.*, 2021).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Patologías recurrentes en aparato reproductor de la hembra bovina

2.1.1 Quiste ovárico

Es una de las principales anomalías en vacas productoras. Es una condición en la cual una estructura folicular crece en gran tamaño que supera su tamaño ovulatorio y no llega a ovular, se caracteriza por presentar celos irregulares, aumento de intervalos reproductivos, anestro e infertilidad (Chamba *et al.*, 2017).

2.1.2 Endometritis

Es la inflamación de la capa más interna del útero y se le clasifica en clínica y subclínica; que únicamente en el primer caso el animal llega a mostrar signos de enfermedad, dividiéndose en cuatro grados según las características del contenido uterino, que van desde mucoso, a mucoso levemente purulento, francamente purulento y purulento con olor desagradable (De la Sota *et al.*, 2014).

2.1.3 Metritis

Es un proceso de tipo inflamatorio que comprende a la pared uterina incluyendo al miometrio, resultando de curso más profundo y severo, que puede evolucionar a perimetritis cuando la capa serosa es afectada o, a parametritis, cuando se afectan las zonas adyacentes (Palmer, 2007).

2.1.4 Piometra

La piometra es el resultado de una acumulación de exudado purulento en el lumen uterino, resultando con la retención del cuerpo lúteo y la interrupción de los signos que corresponden al estro. El cérvix se encuentra cerrado y no hay salida de secreciones a través de la vagina. Puede aparecer como una secuela de endometritis crónica o como resultado de muerte embrionaria o fetal (Fernández *et al.*, 2006).

2.1.5 Cervicitis

La cervicitis se manifiesta como una inflamación en el cuello uterino. Sus causas son diversas pudiendo ser causadas por irritación o un agente infeccioso, generalmente es producida por la infección que produjo la endometritis (Bogado y Opsomer, 2017). Se puede presentar como una leve lesión, ya que el endotelio secretor de moco del cérvix es más resistente a las bacterias que causan la infección, que el endotelio del útero y de la vagina (Maldonado, 2019).

2.1.6 Hipoplasia ovárica

Esta anomalía tiene mayor presencia en animales que se catalogan como Freemartin, la hipoplasia está relacionada con el intercambio sanguíneo, y la presencia de testosterona en el feto hembra, proveniente del gemelo macho, debido a esto como consecuencia se va a presentar un desarrollo casi nulo del ovario. Casi siempre esta anomalía es unilateral en los ovarios, presentándose además un útero y glándula mamaria no desarrollados. De ser una hembra Freemartin, nunca muestra signos de estro (Garzón y Sastoque, 2015).

2.2 Características del tracto reproductivo de hembras en producción

2.2.1 Yeguas

Los ovarios de las yeguas son caracterizados por tener una forma arriñonada, dos superficies una medial y una lateral, dos caras que corresponden a dorsal y ventral y dos polos: el craneal hacia las trompas y el caudal hacia el útero (Quesada *et al.*, 2013).

2.2.2 Llamas y Alpacas

El infundíbulo del oviducto envuelve por completo al ovario y los cuernos uterinos se observan con distribución espiral y una ligera torsión. El útero en adultos y feto al extenderse adoptan una forma cónica, con extremo angosto al lado del oviducto y un lado ancho relacionado al cuerpo del útero. (Mendoza *et al.*, 2013).

2.2.3 Ovejas

Anatómicamente tiene un útero bicorneado con cuerpo pequeño y dos cuernos largos bien definidos. El endometrio muestra áreas que sobresalen a la luz (carunculares) y áreas que no (intercarunculares). Las carúnculas están definidas genéticamente pues son los puntos de inserción de la placenta cuando existe una gestación (Vasconcellos *et al.*, 2005).

2.2.4 Conejas

Se distinguen por tener una forma alargada y elíptica, tienen un color amarillo que los caracteriza apareciendo con frecuencia rodeados de grasa, contienen folículos primordiales y folículos en diferentes fases de desarrollo. El útero en la coneja ha sufrido una modificación la cual consiste en la pérdida del cuerpo y en la individualización total de los cuernos uterinos para formar un útero doble, existiendo así dos cérvix independientes que van a comunicar a cada útero directamente con la vagina (Romero, 2014).

2.2.5 Cabra salvaje

Los ovarios de la cabra salvaje tienen forma de almendra y la pared del salpinx tiene la túnica serosa, túnica muscular y túnica mucosa la cual consta de lámina epitelial y lamina propia. El ámpula, infundíbulo e istmo contienen células secretoras y ciliadas (Doğan *et al.*, 2019).

2.3 Generalidades anatómicas del aparato reproductor bovino

El aparato reproductor se constituye por los órganos internos y externos. En cuanto a los internos se conforman por ovarios, oviductos, cuernos uterinos, útero, cérvix y vagina. Y vestíbulo vaginal y vulva corresponden a los externos (Sánchez, 2014).

2.3.1 Ovarios

Son órganos pares suspendidos en la región sublumbar por el ligamento ancho, y se encuentran ubicados caudalmente a los riñones (Galina y Valencia, 2014). Además, son

estructuras importantes del tracto reproductor debido a su interacción con otras glándulas del cuerpo para controlar en ciclo reproductivo (Puentestar, 2015). Por lo general miden de 3-4 cm de longitud y de 2-3 cm de ancho, en la hembra no gestante se van a ubicar a nivel de la bifurcación de los cuernos (Yunga, 2013).

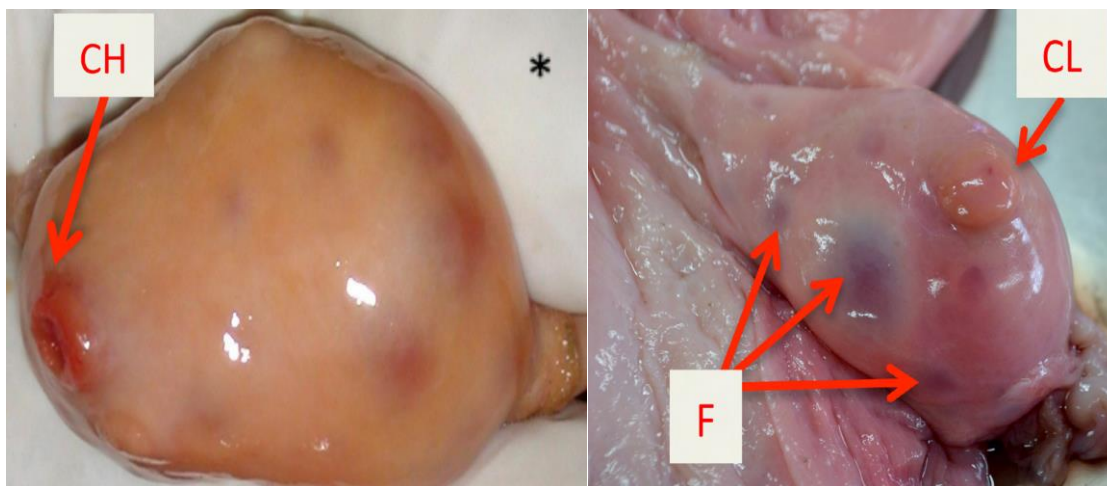


Figura 1 Ovarios de bovino. A la izquierda: cuerpo hemorrágico (CH). A la derecha: folículos (F) y cuerpo lúteo (CL) (*Cortesía del Dr. Joel Hernández Cerón; Dra. Lucia Rangel).

2.3.2 Oviductos

El oviducto se le divide en cuatro regiones conocidas como: fimbria, infundíbulo, ámpula e istmo. La fimbria va a presentar forma de embudo que permite la captación del ovulo. El infundíbulo es la continuación tubular de la fimbria constituyendo el tercio distal del órgano. En cuanto al ámpula, es la porción media del oviducto que se extiende hasta la unión con el istmo, en ella ocurre la fecundación. Miden entre 20 a 30 cm de longitud que se extienden desde las extremidades de los cuernos hasta los ovarios (Porras y Paramo, 2009; Puentestar, 2015).

2.3.3 Útero

Se ubica cranealmente al cérvix y se extiende hasta la bifurcación, se encuentra envuelto en el ligamento ancho el cual le da gran movilidad en la cavidad pélvica (Puentestar, 2015). El cuerpo uterino tiene una longitud de 0.93 a 2.18 cm (Hernández *et al.*, 2010).

2.3.4 Cérvix

También conocido como cuello uterino. Es el órgano que separa el útero de la vagina, protegiendo al útero del contacto externo es una estructura cilíndrica con bordes llamados anillos (Yunga, 2013; Puentestar, 2015). El ancho del cérvix tiene un rango de 3 a 5 cm, mide de 7 a 11 cm de largo y presenta de 3 a 5 anillos (Hernández *et al.*, 2010).

2.3.5 Vagina

Se extiende desde la apertura uretral hasta el cérvix, allí es depositado el semen durante la monta natura y al igual que la vulva sirve como canal de parto. Está ubicada horizontalmente y paralela al recto, por encima de la vejiga (Sánchez, 2014), se establece que tiene una longitud entre 15 y 35 cm (Hernández *et al.*, 2010).

2.3.6 Vestíbulo vaginal

El vestíbulo es la porción caudal del tracto reproductivo de la hembra y sirve tanto para aparato urinario y reproductivo, ya que presenta características como lo son el orificio uretral externo y glándulas vestibulares mayores y menores, encargándose de la producción de moco (Ruiz, 2014). Es la primera estructura que se encuentra y tiene una medida de 7 a 10 cm (Rivera, 2009).

2.3.7 Vulva

Es la parte más externa y tiene función de aislar la vagina del exterior y está conformada por los labios vulvares mayores y menores (Porrás y Paramos, 2009). Constituye entonces la abertura exterior del tracto reproductor de la vaca; se comunica con la vagina por medio del vestíbulo (Puentestar, 2015). La longitud va desde los 7 a 11 cm (Rivera, 2009).

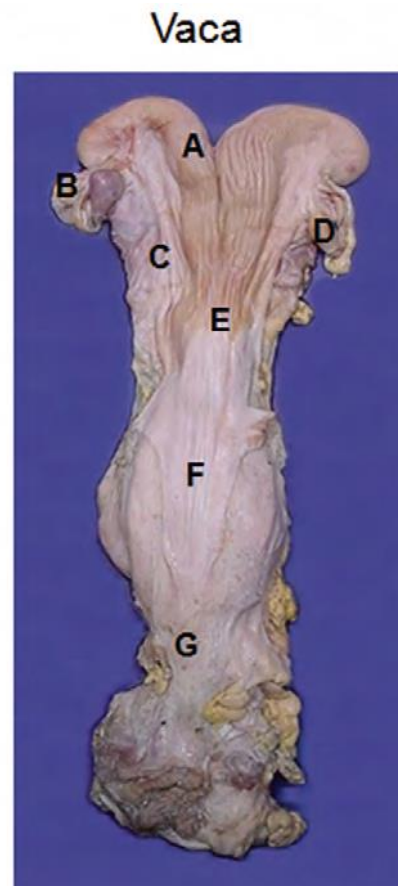


Figura 2 Estructuras anatómicas de hembra bovina con útero bicornual de moderada fusión entre los cuernos. **A**, cuerno uterino; **B**, oviducto; **C**, ligamento ancho; **D**, ovario; **E**, cuerpo uterino; **F**, cérvix; **G**, vagina. (Elaborada por el M.M.V. Bruno O. Rodríguez Mendoza y la Dra. Lucía Rangel).

2.4 Fisiología

Las hembras mamíferas domesticas durante su vida reproductiva manifiestan acontecimientos concurrentes conocidos como ciclos estrales, los cuales se caracterizan por una sucesión de cambios genitales, ováricos, endocrinos y también conductuales. Una vez que las hembras alcanzan la pubertad, comienzan a presentarse estos ciclos estrales, lo cual generalmente indica el inicio de la receptividad sexual, también llamada calor, celo o estro (Rangel, 2018).

Los bovinos se clasifican como animales poliéstricos con ciclos estrales cada 21 días teniendo un rango de 17-24 días (en promedio) y este se encuentra regulado por la interacción de varios órganos productores de hormonas, entre los que están el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (Colazo y Mapletoft, 2014).

Los cambios ováricos, genitales y conductuales que ocurren a lo largo de los ciclos estrales están controlados por el sistema endócrino, y son resultado de una compleja interacción entre el hipotálamo, hipófisis, ovario y útero. Siendo varias las hormonas que participan en este proceso (Boeta *et al.*, 2018).

2.4.1 Hipotálamo

El hipotálamo es parte de la base del cerebro y sus neuronas son las encargadas de producir la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas; la GnRH se prolonga a través de los capilares al sistema hipofisiario y de allí a las células de la hipófisis anterior, donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisiarias (Rippe, 2009).

2.4.2 Hipófisis

Constituida de una parte anterior y otra posterior. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la Hormona Folículo estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH) tienen un papel sobresaliente en el ciclo estral (Rippe, 2009). La FSH está encargada del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo es la LH (Puentestar, 2015).

2.4.3 Ovarios

Son glándulas que principalmente tienen dos funciones una de ellas es exocrina que se encarga de liberar óvulos, y otra endocrina, que produce y secreta hormonas. Entre las hormonas producidas por los ovarios podemos mencionar el estrógeno, la progesterona y la inhibina (Rippe, 2009).

2.4.4 Útero

Una de sus funciones es la producción de la prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) la cual interfiere en la regulación del ciclo estral mediante su efecto de luteolisis. De igual forma interviene en los procesos de ovulación y parto (Rippe, 2009; Colazo y Mapletoft, 2014).

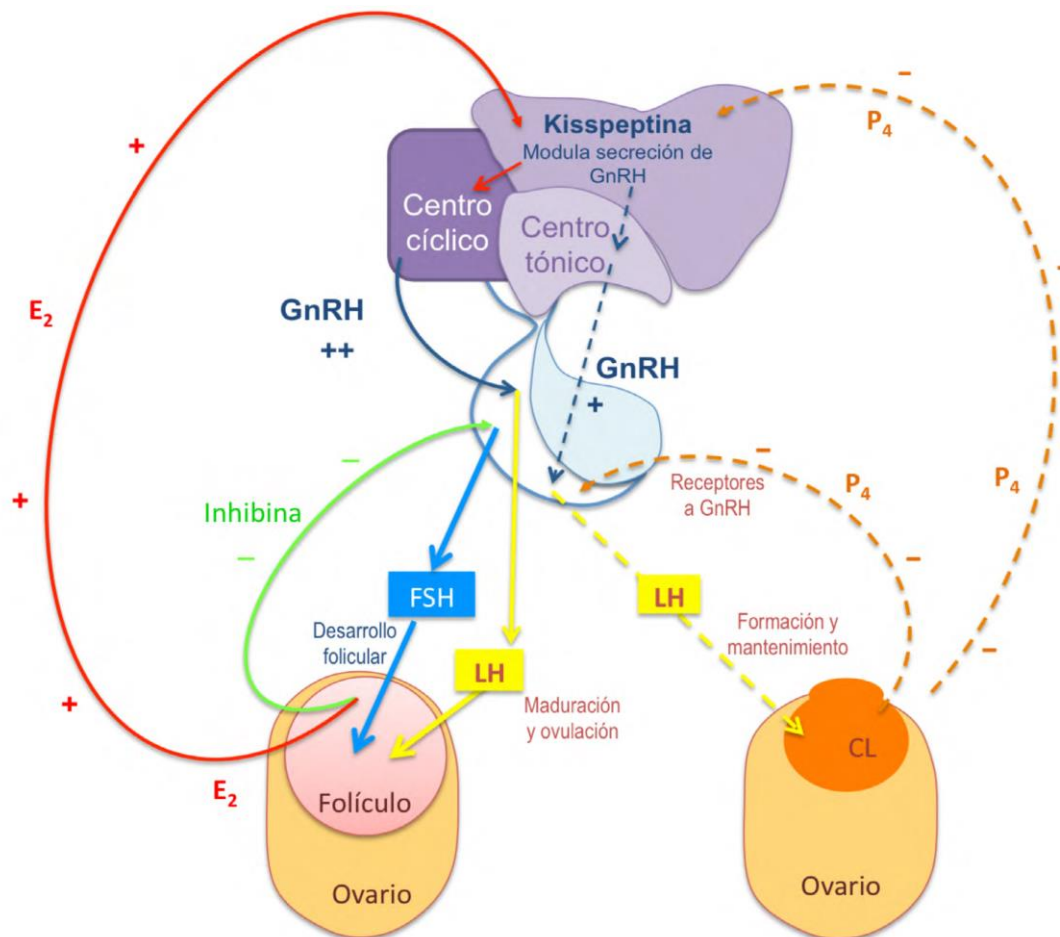


Figura 3 Interacción hormonal del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal. (Elaborada por la Dra. Lucía Rangel).

2.5 Fases del ciclo estral

2.5.1 Proestro

El proestro, el período anterior al estro conductual, caracterizado por caída de las concentraciones de P₄ a niveles basales como consecuencia de la regresión luteal y finaliza cuando comienza la receptividad sexual. Se le va a caracterizar por un crecimiento del folículo dominante proveniente de la última oleada folicular del ciclo

precedente; de ahí que su duración dependa del grado de desarrollo en el que se encuentre el folículo al momento de la luteolisis, esto implica un aumento en la concentración de estradiol e inhibina (Atuesta y Gonella, 2011; Rangel, 2018).

2.5.2 Estro

El aumento de estradiol desencadena la presentación conductual del estro, que es el periodo de actividad y receptividad sexual en donde el signo principal es que el animal se mantiene quieto y de pie al ser montado. Al igual se observa disforia, vulva inflamada, secreción de moco claro de la vulva, entre otros signos. Durante el estro, el o los folículos en desarrollo en los ovarios adquieren madurez y tamaño preovulatorio (Rippe, 2009; Rangel, 2018).

2.5.3 Metaestro

El metaestro o fase sangrante del ciclo estral, inicia cuando la hembra deja de aceptar la monta del macho y ocurre la ovulación, en este período los restos del folículo ovulado se transforman en una glándula endocrina llamada cuerpo lúteo (Rippe, 2009; Atuesta y Gonella, 2011; Rangel, 2018).

2.5.4 Diestro

Constituye la etapa más larga del ciclo estral, la concentración de progesterona en sangre comienzan a aumentar debido a la formación del cuerpo lúteo en el que las células luteinizadas de la teca y la granulosa producen grandes cantidades de progesterona en preparación para el establecimiento y mantenimiento de la preñez, si

no hubo fertilización, el CL sufre luteolisis después de 12 a 14 días de exposición a altos niveles de P4 en respuesta a la secreción de PGF₂α del útero y se continúa con la reanudación del ciclo estral (Colazo y Mapletoft, 2014; Rangel, 2018).

Los bovinos se encuentran en una clasificación que se le conoce como poliesticos continuos ya que presentan ciclos estrales durante todo el año (Rangel, 2018).

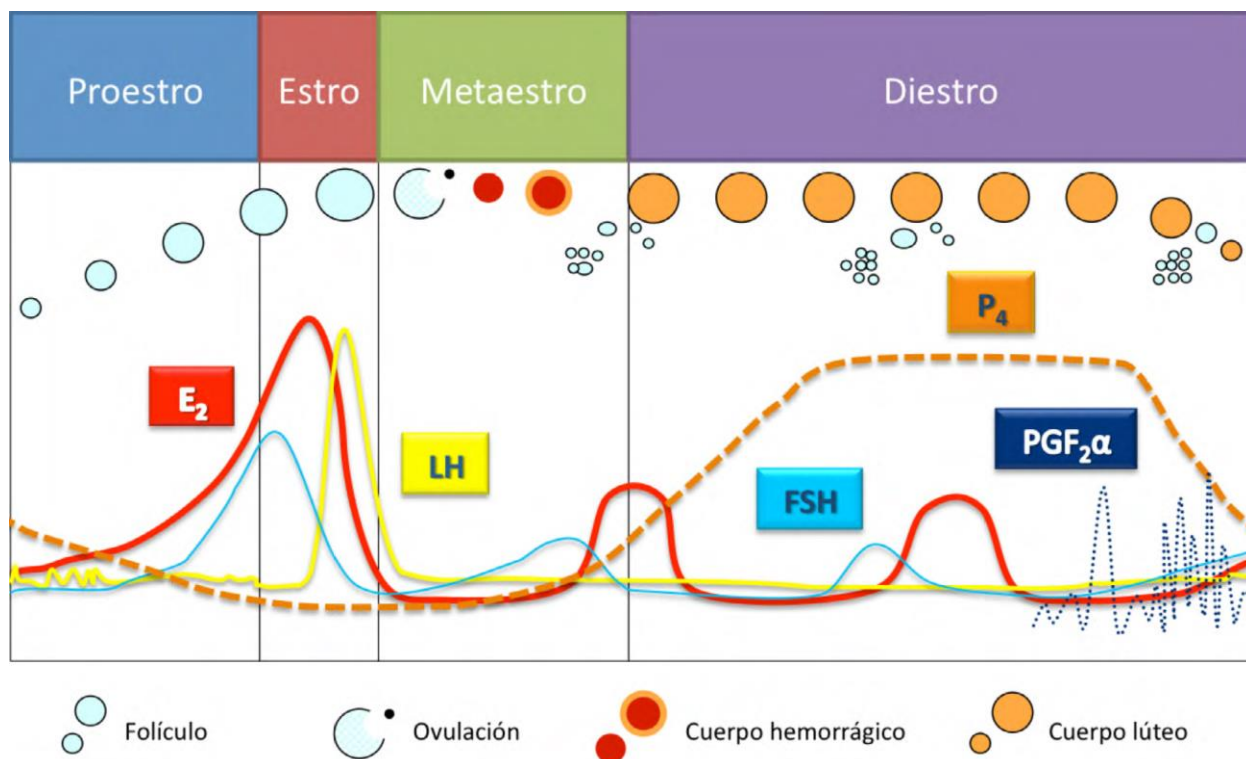


Figura 4 Etapas, estructuras ováricas y endocrinología del ciclo estral de la vaca (Elaborada por el M.V.Z. José Antonio Solano García y la Dra. Lucia Rangel).

2.6 Prostaglandinas

Las prostaglandinas son lípidos bioactivos que tienen muchas funciones, su participación dentro de la reproducción lleva a cabo la regulación de la ovulación y la fisiología endometrial (Metesman y Olivares, 2012).

Son una familia de eicosanoides que tienen funciones reguladoras tanto fisiológicamente como patológicamente. Las ciclooxigenasa catalizan el ácido araquidónico en PGH₂, que se transforma en prostanoïdes como PGD₂, PGE₂, PGF₂α, prostaciclina (PGI₂) y tromboxano (TX) A₂ por la acción de sintasas específicas (Joo y Sadikot, 2012).

Las prostaglandinas están implicadas en el inicio de las contracciones uterinas. En las células miometriales depende su síntesis de la prostaglandin sintetasa, enzima que se requiere para la conversión de ácidos grasos, principalmente el ácido araquidónico en prostaglandina. Las prostaglandinas actúan inhibiendo la adenil ciclasa en la membrana celular disminuyendo la conversión de ATP en AMPc con el aumento del calcio libre intracelular. Al incrementar el calcio, éste llega hasta la miofibrilla y activa la acción ATPasa de la miosina, liberando energía y así desencadena un deslizamiento de los filamentos de actina y miosina generándose el acortamiento muscular (Cifuentes, 1985).

2.6.1 PGF₂

La PGF₂α produce las contracciones de la teca externa, lo que conlleva a la ruptura folicular y la liberación del ovocito (Hernández, 2016). La PGF₂α endometrial se secreta

de manera pulsátil y es el principal factor luteolítico que lleva a cabo un feedback positivo entre endometrio y el cuerpo lúteo (Arosh *et al.*, 2004; Lenis *et al.*, 2010a).

Las células endometriales epiteliales bovinas son las mayormente encargadas de los procesos luteolíticos, porque sintetizan PGF₂ a en mayor cantidad que PGE₂ (Lenis *et al.*, 2010b). La prostaglandina F₂α (PGF₂α) realiza la regresión del cuerpo lúteo ya que disminuye en gran medida el flujo sanguíneo hacia el ovario (Aréchiga-Flores *et al.*, 2019).

2.6.2 PGE₂

La producción de PGE₂ se realiza a nivel endometrial y es principalmente durante la fase lútea media y tardía del ciclo estral. Tiene una gran cantidad de funciones como son luteotrófica, luteostática o luteoprotectora temporal y como mediador en la receptividad endometrial, la quiescencia del miometrio y la función inmune fetal-maternal durante el establecimiento de la gestación. Realiza acciones como mitógeno, antiapoptótico y angiogénico en diferentes tipos de células (Arosh *et al.*, 2004).

Las células endometriales estromales bovinas (CEES) son las encargadas de favorecer los procesos luteotrópicos, ya que tienen más producción de PGE₂ que PGF₂ (Lenis *et al.*, 2010b).

2.6.3 PGD₂

Las funciones fisiológicas de PGD₂ se definen ampliamente e incluyen la regulación del sueño y la temperatura corporal, la función olfativa, la liberación de hormonas y la nocicepción en el sistema nervioso central. PGD₂ también se encarga de prevenir la

agregación plaquetaria e induce broncoconstricción y vasodilatación. Se libera de los mastocitos como mediador alérgico e inflamatorio (Joo y Sadikot, 2012).

2.6.4 PGI₂

Actúa para suscitar la vasodilatación en las células endoteliales vasculares y los vasos pulmonares. Hematológicamente, también inhibe la agregación plaquetaria, la adhesión de leucocitos y la proliferación de fibroblastos. El receptor IP se expresa en numerosos órganos como lo son riñón, hígado, pulmón y corazón, y va ejercer efectos antiinflamatorios en cada una de estas ubicaciones (Lau y Forshing, 2021).

2.7 Hormonas que participan

2.7.1 Interferón- τ (IFN τ)

El interferón trofoblástico bovino se sintetiza y se secreta en el trofoectodermo extraembrionario del blastocisto, en su fase preimplantatoria y alcanza sus niveles máximos en los 15 a 17 días, sintetizándose hasta el día 28 de gestación (Lenis et al., 2010b), Es posible que una respuesta inadecuada del endometrio al IFN τ sea una de las razones de producción y acción inadecuada de PGF 2α y PGE 2 , por lo cual hay pérdida embrionaria y fracaso de gestación en el ganado (Arosh *et al.*, 2004).

2.7.2 Hormona folículo estimulante

La FSH es la responsable del surgimiento de la onda folicular, crecimiento y maduración folicular (Franco y Uribe, 2012). Se encarga de promover el crecimiento de un grupo de

cinco a seis folículos de 4 mm de diámetro; a este proceso se le conoce como reclutamiento. Seguidamente, solo un folículo va continuar creciendo (folículo dominante), esto conlleva un aumento en las concentraciones de estrógenos e inhibina y provoca la disminución en las concentraciones de FSH, al igual que la atresia de los folículos subordinados, ya que estos dependen completamente de esta hormona, mientras tanto, el folículo dominante va continuar su desarrollo estimulado por la LH (Hernández, 2016).

2.7.3 Hormona luteinizante

El comienzo de este proceso reproductivo es encabezado por el aumento en la frecuencia de pulsos de la hormona luteinizante, en respuesta a un incremento en la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) (Santos *et al.*, 2014). La LH tiene efecto en los ovarios estimulando el desarrollo terminal de los folículos al igual que el incremento en la síntesis y secreción de estrógenos, estos a su vez son los encargados de inducir el estro y la ovulación (Williams y Amstalden, 2010).

2.7.4 Progesterona

En vacas lecheras, el cuerpo luteo se desarrolla a partir de las células de la teca y las células de la granulosa, las cuales forman parte del folículo ovulatorio que alberga el ovocito. Estas estructuras generan células pequeñas y grandes para formar el cuerpo lúteo y producir la hormona P4. La progesterona va a ejercer una retroalimentación negativa sobre el hipotálamo y la glándula pituitaria para disminuir la secreción de

gonadotropinas (FSH y LH) y evitar la presencia de ovulaciones subsecuentes (Aréchiga-Flores *et al.*, 2019).

La progesterona se encarga de regular procesos en distintos tejidos al interactuar con receptores específicos. Favorece la proliferación de células de Langerhans en la vagina, en cuello uterino disminuye la sensibilidad a la respuesta de prostaglandinas y oxitocina, también reduce la expresión y el efecto de la sintasa inducible de óxido nítrico y de la ciclooxigenasa; en el endometrio y miometrio se encarga de producir la migración de glucógeno desde basal al apical de las células apicales, facilita el engrosamiento de la pared vascular e inhibe la contracción uterina (Buitrón-García, 2017).

2.7.5 Estradiol

Las mayores concentraciones de estradiol se presentan en la fase folicular durante el ciclo estral, producidas por el folículo dominante ya que existe una mayor liberación de gonadotropinas hipofisarias (LH y FSH). La secreción de estradiol es el resultado de la unión de LH a su receptor en las células de la teca y la granulosa. Los niveles elevados de estradiol y los niveles basales de progesterona, provocan profundos cambios de comportamiento en las hembras que conducen a la receptividad sexual y la posible cópula (Atuesta y Gonella, 2011).

3. JUSTIFICACIÓN

Existe escasa información con respecto a la relación del tamaño de órganos del tracto reproductivo en vaquillas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera.

4. OBJETIVO GENERAL

Realizar la morfometría de órganos del sistema reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Realizar la morfometría de órganos del sistema reproductivo y su relación con la presencia de folículos en vaquillas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera.

2.- Realizar la morfometría de órganos del sistema reproductivo y su relación con la presencia de cuerpos lúteos en vaquillas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera.

6. HIPÓTESIS

La morfometría de órganos del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera podría estar relacionada con la presencia de folículos y/o cuerpos lúteos.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

Los órganos a estudiar (aparato reproductor de hembra) fueron obtenidos en los meses de enero a abril del 2021, en el Rastro Municipal de Matamoros, Coahuila, que se encuentra localizado a 25°30'51.6" latitud Norte y 103°14'17.9" longitud Oeste, con una altitud de 1100 msnm (INAFED, 2021).

Los órganos fueron obtenidos de vaquillas destinadas al sacrificio, a través de una disección simple, después de haber sido retirados y diseccionados de la región lumbar y del hueso isquion. El análisis e inspección de los órganos fue post-mortem y se realizó con las medidas de bioseguridad necesarias usando cubre bocas, bata y guantes de exploración.

Posteriormente, los órganos fueron trasladados al Laboratorio de Anatomía de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, la cual se encuentra localizada a 25°33'20.2" latitud Norte y 103°22'24.3" longitud Oeste, con una altitud de 1120 msnm (INEGI, 2021).

El traslado se realizó en condiciones de refrigeración dentro de una hielera a 7° C debidamente etiquetada y dentro de las primeras dos horas posteriores a la obtención del material biológico.

Se realizaron medidas con ayuda de una cinta métrica convencional para determinar la morfometría de vaquillas adultas Holstein-Friesian de la Comarca Lagunera.

Para realizar las medidas, se colocaron en la mesa de disección los aparatos reproductivos de hembras bovinas (Figura 5).



Figura 5 Aparatos reproductivos de hembras bovinas

Se midieron en orden a cada una desde longitud de vulva a cuernos uterinos (Figura 6), vulva a la bifurcación (Figura 7), ancho de vagina (Figura 8), cérvix (Figura 9), cuerpo del útero (Figura 10) y ambos cuernos uterinos.



Figura 6 Longitud de vulva a cuernos uterinos



Figura 7 Longitud vulva a la bifurcación.



Figura 8 Ancho de vagina.



Figura 9 Ancho de cérvix.



Figura 10 Ancho cuerpo del útero.



Figura 11 Longitud bifurcación a punta del cuerno.



Figura 12 Longitud bifurcación a curvatura del cuerno.

Se diseccionó de forma longitudinal con ayuda de tijeras de mayo rectas y hojas de bisturí, para medir el largo del vestíbulo vaginal, vagina, cérvix, cuerpo de útero (Figura 11) y ambos cuernos, además del conteo de los anillos cervicales (Figura 13).

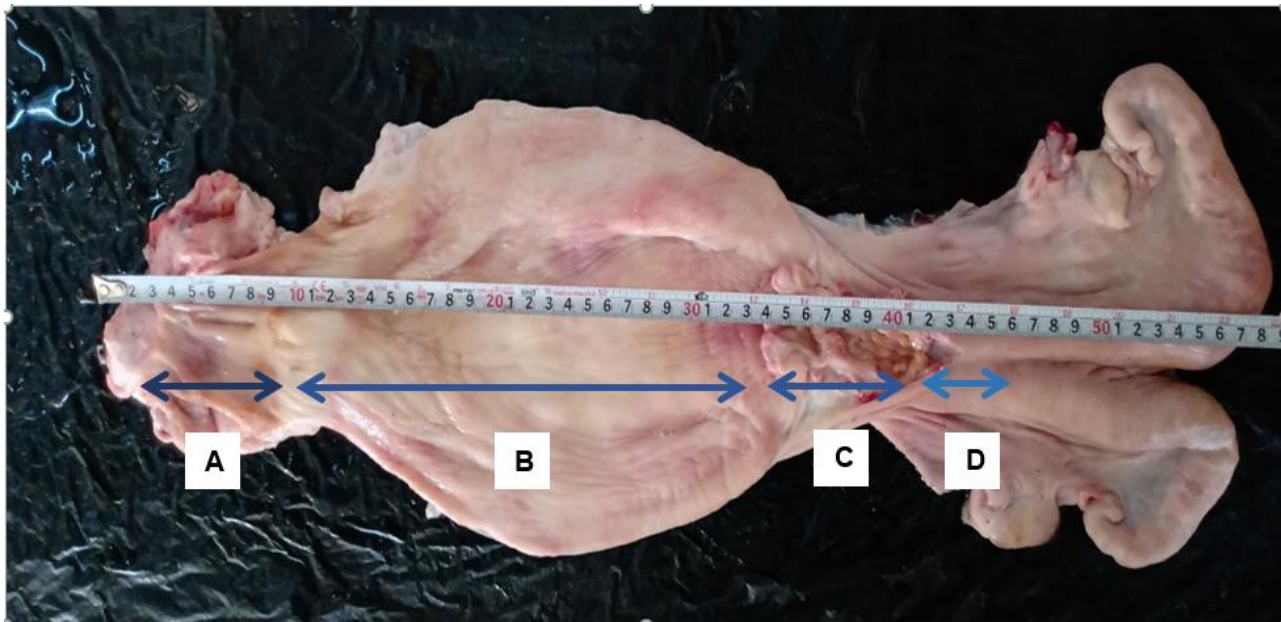


Figura 13 Longitud de: (A) vestíbulo vaginal, (B) vagina, (C) cérvix, (D) cuerpo de útero.



Figura 14 Cérvis diseccionado y conteo de anillos cervicales.

A los ovarios se les realizo medición y examinación sobre presencia de estructuras como folículos, cuerpos hemorrágicos y cuerpos lúteos (Figura 15).

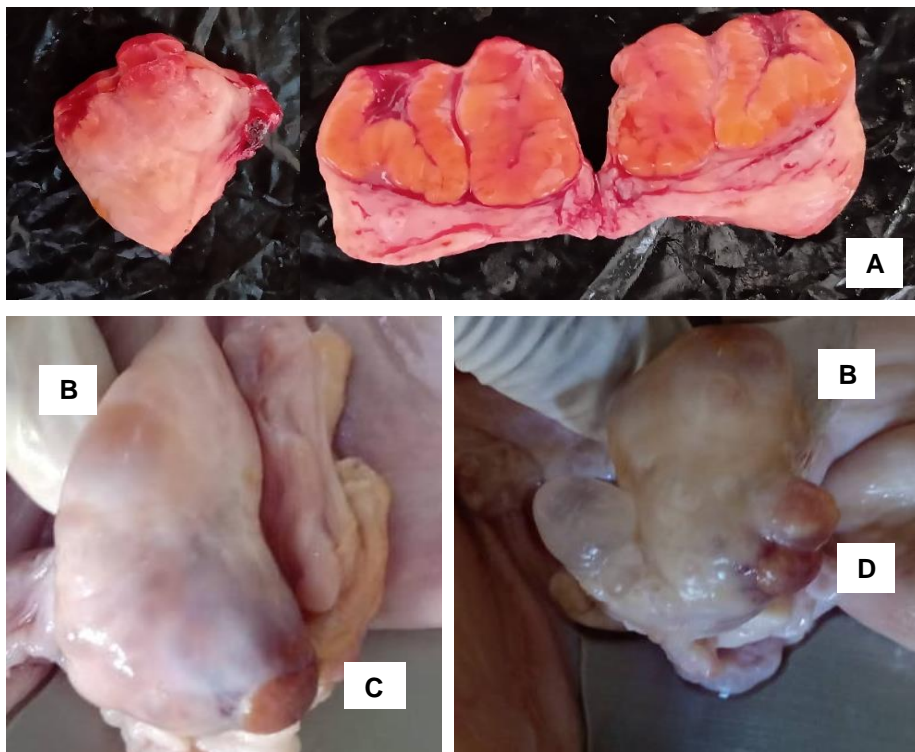


Figura 15 Estructuras en ovarios como (A) cuerpo hemorrágico, (B) folículos, (C) cuerpos lúteos y (D) cuerpo albicans.

Las medidas obtenidas fueron registradas en una bitácora de apuntes para posteriormente cargarlas a una base de datos de Excel. Las imágenes fueron fotodocumentadas con ayuda de una Cámara Digital Samsung SL40 de 10.2 Mega Pixeles.



Figura 16 Medición de ovarios.

8. RESULTADOS

Los resultados correspondientes a las mediciones de estructuras externas e internas del tracto reproductivo de vaquillas, se muestran en los Cuadros 1 y 2. En este sentido, se puede observar que el tamaño de la vagina de las vaquillas es de 4.1 ± 0.2 cm, mientras que el tamaño del cérvix es de 2.8 ± 0.1 cm, y la medida desde la vulva hacia uno de los cuernos uterinos, en donde se lleva a cabo la inseminación artificial dirigida por la ovulación de su respectivo ovario, es de 42.9 ± 1.1 cm.

Para que la técnica se lleve a cabo correctamente, es importante saber la cantidad de anillos presentes, en este caso el promedio es 4.3 ± 0.1 .

La medida de bifurcación a ovario izquierdo y derecho, fue de 6.9 ± 0.2 cm y 7.1 ± 0.2 cm; respectivamente. Dichos datos son importantes para una acertada palpación y ubicación del ovario, que pueden ser de ayuda para la realización de extracción de ovocitos y aspiración folicular.

Las medidas correspondientes al largo y ancho del ovario izquierdo, fueron 3.4 ± 0.1 cm y ancho 2.3 ± 0.1 cm; respectivamente, mientras que para el ovario derecho fueron de 3.2 ± 0.1 cm y 2.0 ± 0.1 cm; respectivamente.

Las estructuras con mayor longitud de todo el aparato reproductor de la hembra son los cuernos uterinos, pues es donde los fetos se establecen durante la gestación. Las medidas para el cuerno izquierdo y derecho fueron de 25.1 ± 0.7 cm y 25.7 ± 0.9 cm; respectivamente.

El vestíbulo tiene una medida de 5.7 ± 0.1 cm en vaquillas, en el cual se encuentra el orificio uretral externo y es el productor de moco que nos ayuda a la identificación del ciclo estral.

Además, se presentó una mayor actividad en estructuras como lo son los cuerpos lúteos, estando presentes mayormente en ovario izquierdo con una cantidad promedio de 0.3 ± 0.1 cm y 0.1 ± 0.0 para el ovario derecho.

En cuanto a la unidad estructural y funcional del ovario, se encontró una dinámica promedio de 0.6 ± 0.1 para el ovario izquierdo y 0.5 ± 0.1 para el derecho los cuales comandan los procesos reproductivos y las fases del ciclo estral.

Se encontró un porcentaje de vaquillas las cuales presentaban inactividad ovárica, para el ovario izquierdo el anestro fue 0.3 ± 0.1 cm y para el ovario derecho 0.4 ± 0.1 cm.

Cuadro 1 Medición de estructuras externas del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian

VARIABLE	PROM ± EE
<u>Medidas externas en cm</u>	
Vulva a cuernos	43.6 ± 1.1
Vulva a cuerno izquierdo	42.9 ± 1.1
Vulva a cuerno derecho	42.9 ± 1.1
Vulva a bifurcación	32.4 ± 0.9
<u>Ancho de:</u>	
Vagina (cm)	4.1 ± 0.2
Cérvix (cm)	2.8 ± 0.1
Cuerpo útero (cm)	3.4 ± 0.2
Cuerno izquierdo (cm)	3.1 ± 0.2
Cuerno derecho (cm)	3.0 ± 0.2
<u>Bifurcación a ovarios (cm)</u>	
Izquierdo	6.9 ± 0.2
Derecho	7.1 ± 0.2
<u>Bifurcación a punta del cuerno (cm)</u>	
Izquierdo	8.2 ± 0.2
Derecho	8.5 ± 0.3
<u>Bifurcación a curvatura del cuerno (cm)</u>	
Izquierdo	11.8 ± 0.4
Derecho	11.7 ± 0.5
<u>Ovario Izquierdo</u>	
Largo (cm)	3.4 ± 0.1
Ancho (cm)	2.3 ± 0.1
<u>Ovario Derecho</u>	
Largo (cm)	3.2 ± 0.1
Ancho (cm)	2.0 ± 0.1

Cuadro 2 Medición de estructuras internas del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian

VARIABLE	PROM \pm EE
<u>Medidas internas en cm</u>	
Vestíbulo	5.7 \pm 0.1
Vagina	17.6 \pm 0.5
Cérvix	5.9 \pm 0.2
Nº Anillos	4.3 \pm 0.1
Útero	2.0 \pm 0.1
Cuerno izquierdo	25.1 \pm 0.7
Cuerno derecho	25.7 \pm 0.9
<u>Orificio urinario a:</u>	
Vagina (cm)	1.3 \pm 0.2
Cérvix (cm)	18.6 \pm 0.5
<u>Ovario izquierdo</u>	
Cuerpo blanco	0.0 \pm 0.0
Cuerpo hemorrágico	0.0 \pm 0.0
Cuerpo lúteo	0.3 \pm 0.1
Anestro	0.3 \pm 0.1
Folículos	0.6 \pm 0.1
<u>Ovario derecho</u>	
Cuerpo blanco	0.0 \pm 0.0
Cuerpo hemorrágico	0.0 \pm 0.0
Cuerpo lúteo	0.1 \pm 0.0
Anestro	0.4 \pm 0.1
Folículos	0.5 \pm 0.1

9. DISCUSIÓN

Una de las glándulas importantes durante el ciclo estral, es el cuerpo lúteo, el cual se encarga de la producción de progesterona, en la vaca se forma a partir de células (teca y granulosa) formadoras del folículo ovulatorio. Dicha hormona se encarga de regular la duración del ciclo estral y suprimir la ovulación Rodgers *et al.*, (1988), mientras que en las vacas ayuda a mantener la gestación, proporcionando así al embrión, las condiciones adecuadas para su desarrollo, así como el de la glándula mamaria Niswender *et al.*, (2000); Aréchiga-Flores *et al.*, (2019). Al encontrarse mayor número de cuerpos lúteos en el ovario izquierdo, podemos elucidar que se lleva a cabo una mayor actividad ovárica *per se* y que por ende hay una mayor expresión génica para llevarse a cabo una gestación en dicho ovario. Además de que el cuerpo lúteo produce factores vasoactivos para la regulación del flujo sanguíneo y producción de progesterona, así como de óxido nítrico y prostaglandina F2 α .

Por otra parte, con respecto a la longitud del vestíbulo, Rivera, (2009) reporta que es de 7-10 cm en vacas, mientras que en el presente estudio va de 4 a 7.5 cm en vaquillas. Las medidas con respecto a la longitud promedio de la vagina, son inferiores a las mencionadas por Hernández *et al.*, (2010), ya que indica que son igual o mayores a 29 cm, mientras que en nuestro estudio la longitud vaginal fue inferior a 27 cm.

El número de anillos cervicales se asemeja con lo descrito por Rivera, (2009), que menciona entre 2 y 5 anillos, en el presente estudio (50 aparatos reproductivos), el 10% presentaron 6 anillos.

En la literatura disponible, información de Hernández *et al.*, (2010) reportaron que la longitud del cuerpo del útero va de 0.93 a 2.18 cm. Sin embargo, en el presente estudio, uno de esos aparatos reproductivos, arrojó una medida de 4.5 cm siendo este un dato relevante.

El sacrificio de algunas vaquillas puede deberse a la falta de ciclo reproductivos de las mismas, pues presentaban ovarios no bien desarrollados ya que tenían medidas muy inferiores (OD 1.8 x 1 cm y OI 1.9 x 1 cm) a las reportadas en la literatura de Yunga, (2013). De igual forma encontramos ovarios de gran tamaño que excedían las medidas antes mencionadas por el autor, tanto para ovario derecho como izquierdo (5.3 x 5 cm) ya que se cree que puede deberse al uso excesivo de hormonas.

Se asume que la pubertad se alcanza cuando el individuo es capaz de liberar gametos viables, teniendo factores como lo son el peso y nutrición que la pueden retrasar Boeta, (2018), llevándonos esto a deducir que muchas vaquillas ni siquiera han entrado a pubertad a la edad indicada y por esto se llevan a sacrificio.

En el estudio de Alba *et al.*, (2006) por biometría directa se determinó el tamaño ovárico y del cérvix de novillas y vacas Holstein x Cebú (F1), obteniendo para vaquillas medidas ováricas que van de 1,0 a 4,0 cm y de 1,0 a 5,0 cm para vacas. De igual forma se determinó indirectamente por estimación táctil a través del recto de vacas F2 (3/4 Holstein x 1/4 Cebú), F3 (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) y F4 (7/8 Holstein x 1/8) obteniendo un tamaño ovárico promedio de 1,0 – 3,0 cm.

En cuanto al cérvix, la longitud en vaquillas ½ Holstein x ½ Cebú (F1) fue de 5,5 cm con variaciones de 3,7 a 7,5 cm y un promedio de 4 anillos transversales. En las vacas (F1) el cérvix tuvo una longitud de 5.5 a 11 cm y el número de anillos transversales promedió

fue de 4, con una amplitud de variación de 3 a 5, presentándose una alta incidencia de cérvix hipertrofiados y deformados. Con respecto al tamaño y forma del cérvix, en las vacas de los genotipos F2 (3/4 Holstein x 1/4 Cebú) F3 (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) y F4 (7/8 Holstein x 1/8), la frecuencia de cérvix pequeños y rectos fue más alta que en las del genotipo F1, dando una mejora genética en el aparato reproductor.

González *et al.*, (2017) Realizaron un estudio descriptivo, en donde se examinaron 264 tractos reproductivos gestantes y 264 no gestantes de hembras bovinas Cebuínas multíparas, en el cual, uno de los objetivos fue determinar la frecuencia de ubicación del cuerpo lúteo, obteniendo en vacas gestantes y no gestantes, que el 68.6% se encontraron en el ovario derecho y el 31.4% en el ovario izquierdo. Mc Donald (1981), afirma que las preñeces se derivan en un 60-85% en el cuerno derecho y un 35-40% en el cuerno izquierdo y por otra parte Vatti (1992), reafirma que el ovario derecho es más activo que el ovario izquierdo en el ganado bovino, Pero el resultado de nuestro estudio difiere de los mencionados anteriormente, debido a que el ovario izquierdo tuvo ligeramente mayor actividad sin embargo no encontramos diferencias estadísticas.

En un estudio realizado por Pineda-González (datos no publicados), se evaluaron las mismas variables, pero en vacas adultas. Al llevar a cabo la comparación con los resultados del presente estudio, resulta de interés la variación de tamaño que sufre el tracto reproductivo durante su vida productiva, entre los que podemos mencionar, medidas externas de la vagina a cuernos fueron de 60.6 ± 1.3 , de vulva a bifurcación 43.1 ± 1.0 ; el ancho de vagina fue de 6.8 ± 0.2 cm, el cérvix de 5.8 ± 0.2 cm, cuerpo útero 6.1 ± 0.3 cm. La medida interna sobre la localización de anillos fue de 4.4 ± 0.1 cm, mientras

que el útero fue de 3.2 ± 0.4 cm; resaltando que la mayoría de los resultados antes mencionados, fueron mayores que los reportados en el presente estudio.

10. CONCLUSIÓN

Se concluye que hay una variación en cuanto a las diferentes estructuras que conforman el tracto reproductivo, de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio.

11. LITERATURA CITADA

- Alba, G. L. O., Rodríguez, G. A., Gómez, P. A. y Silveira, P. E. 2006. Tamaño y forma de los ovarios y del cérvix en novillas y vacas del cruzamiento absorbente Holstein x cebú. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 7(3):1-9
- Aréchiga-Flores, C., Cortés-Vidauri, Z., Hernández-Briano, P., Flores- Flores, G., Rochin-Berumen, F. y Ruiz-Fernández, E. 2019. Revisión: Función y regresión del cuerpo lúteo durante el ciclo estral de la vaca. *Abanico Veterinario*. 9: 1-21.
- Arosh, J. A., Banu, S. K., Kimmins, S., Chapdelaine, P., MacLaren, L. A. y Fortier, M. A. 2004. Effect of interferón- τ on prostaglandin biosynthesis, transport, and signaling at the time, of maternal recognition of pregnancy in cattle: evidence of polycrine actions of prostaglandin E2. *Endocrinology*. 145(11): 5280-5293.
- Atuesta, E. J. y Gonella, D. A. M. 2011. Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Revista Spei Domus*. 7(14): 15-25.
- Boeta, M., Balcázar, S. A., Cerbón, J. L., Hernández, M. J. H., Hernández, C. J., Páramo, R. R. M., Porras, A. A., Rangel, L., Salgado, B., Valencia, J. y Zarco, L. 2018. *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. Primera Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.:94-96
- Bogado, P. O. y Opsomer, G. 2017. Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del postparto uterino en vacas lecheras: una revisión con énfasis en la endometritis subclínica. *Compendio Ciencias Veterinarias*. 7(1): 29-40.

- Buitrón-García, F. R., Bailón-Uriza, R., Santoyo-Haro y Díaz-Sánchez, V. 2017. Evidencias en indicaciones de la progesterona. *Ginecología y Obstetricia de México*. 85(8): 489-497.
- Chamba, O. H. R., Benítez, G. E. E. y Pesantez, C. M. T. 2017. Factores predisponentes para la enfermedad quística ovárica bovina y su efecto en la eficiencia reproductiva. *Revista de Medicina Veterinaria*. 35: 17-28.
- Cifuentes, B. R. 1985. Uso obstétrico de drogas útero-inhibidoras. *Revista Colombiana De Obstetricia Y Ginecología*. 36(6): 370-379.
- Colazo, M. G. y Mapletoft, R. J. 2014. Fisiología del ciclo estral. *Revista Ciencias Veterinarias*. 16(2): 31-46.
- De la Sota, L. R., Madoz, V., Jaureguiberry, M., Domínguez, G., Miglioris, L., Albattacin, D. y Álvarez, E. 2014. Endometritis subclínica en vacas de Tambo: Diagnostico, prevalencia e impacto sobre la eficiencia reproductiva. *Revista Científica SPERMOVA* 4(2): 105-111.
- Dhara, S. y Sharma, M. 2019. Cystic ovarian disease in dairy cow. *Theriogenology Insight*. 9(1): 1-8.
- Doğan, G. K., Kuru, M., Bakır, B. y Karadağ, S. E. 2019. Anatomical and histological analysis of the salpinx and ovary in Anatolian wild goat (*Capra aegagrus aegagrus*). *Turkish Journal of Veterinary Research*. 78(4): 827–832.
- Fernández, I. G., Ulloa-Arvizu, R. y Fernández, J. 2018. Milk yield did not decrease in large herds of high-producing Holstein cows in semi-arid climate of México. *Tropical Animal Health and Production*. 51(1): 149-154.

- Fernández, M. A., Silveira, P. E. A. y López, O. F. 2006. Las infecciones uterinas en la hembra bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria*.10 (VII): 1-38
- Franco, J. y Uribe, V. L. F. 2012. Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domesticas rumiantes. *Biosalud*. 11(1): 41-56.
- Galina, C. y Valencia, J. 2014. Reproducción de animales domésticos. Morfofisiología de los órganos genitales del macho y la hembra. Tercera edición. Limusa.: 27-42.
- Garzón, S. J. S. y Sastoque, S. A. 2015. Prevalencia de patologías reproductivas en la hembra bovina en la planta de sacrificio de Chía-Cundinamarca. Tesis de licenciatura. Universidad de La Salle. Medicina Veterinaria. Bogotá, Colombia.: 34.
- Gonzales, T. M., De la Rosa, T. E. y Mendoza, M. C. 2017. Morfometría macroscópica del cuerpo lúteo de vacas cebú gestantes y no gestantes en el trópico colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 9 (2): 190-197
- Hernández, B. M. A, Augusto, L, F. M, Paula, Ruiz, P. L., Silveira, P, E. A. 2010. Estudio morfológico de órganos genitales tubulares de vacas Nguni (Landim) en Mozambique. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 11(1): 1-10.
- Hernández, C. J. 2016. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.: 20-21.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2021.

- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2021. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05017a.html>
- Intagri 2018. Características Reproductivas de la Hembra Bovina. Serie Ganadería, Núm. 03. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 7 p.
- Joo, M., y Sadikot, R. T. 2012. PGD synthase and PGD2 in immune resposne. Mediators of inflammation. 2012 (1): 1-6.
- Lau, E. K. y Lui, Forshing. 2021. Physiology, prostaglandin I2. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562273/>
- Lenis, S. Y., Olivera, A. M. y Tarazona, M. A. 2010a. Señales moleculares que afectan la síntesis de PGF2 α y PGE2 en el endometrio bovino. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 23(3): 377-389.
- Lenis, Y., Ramón, N., Restrepo, J., Olivera, M., Tarazona, A. 2010b. Interferón *Tau* en la ventana de reconocimiento materno embrionario bovino. Revista U.D.C.A Actividad y Divulgación Científica. 13(1): 17-28.
- Maldonado, P. J. P. 2019. Diagnóstico de patologías reproductivas en hembras bovinas faenadas en el camal municipal del cantón balsas, provincia de el oro. Tesis de licenciatura. Loja Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Facultad agropecuaria y de recursos naturales renovables.: 10
- Mcdonald, L.E. 1981. Reproducción y endocrinología veterinarias. Segunda edición. Nueva interamericana. México, D. F.:277.
- Mendoza, G., Echevarria, L. Llerena, C., Castro, A., Dominguez, M., Gomez, S., Ghezzi, M. y Barbeito, C. 2013. Comparación morfológica entre el útero fetal y

- el útero adulto de la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*). *Salud y Tecnología Veterinaria*. 1(1): 1-6.
- Meresman, G. F. y Olivares, C. N. 2012. Implicancia de las prostaglandinas en la fisiopatología de la endometriosis. *Revista SAEGRE*. 19(3): 40-56.
- Montiel-Olguin, L. J., Estrada-Cortes, E., Espinosa-Martínez, M. A., Mellado, M., Hernandez- Vélez, J. O., Martínez-Trejo, G., Hernández-Andrade, L., Hernández-Ortíz, R., Alvarado-Islas, A., Ruiz-López, F. J. y Vera-Avila, H. R. 2019. Factores de riesgo a nivel de establo asociados con el desempeño reproductivo en el sistema de producción de leche a pequeña escala en Mexico. *Revista Mexicana De Ciencia Pecuaria*. 10(3): 676-691.
- Niswender, G. D., Juengel, J. L., Silva, P. J., Rollyson, M. K. y Mcintush, E. W. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Reviews*. 80 (1):1-29.
- Palmer, C. 2007. Metritis postparto en vacas lecheras. University of Saskatchewan, Saskatoon. Canadá. 9(36): 20-37.
- Pineda-González, G., Hernández-Bustillos, O. A., Millán-Orozco, J., Millán-Orozco, J., Morán-Martínez, J., Aguilar-Marcelino, L. y Betancourt-Alonso, M. A. 2021. Morfometría: Una herramienta básica para el conocimiento fisiológico de los animales. *ResearchGate*.:17-19.
- Porras, A. A. I. y Paramo. R. R. M. 2009. Morfofisiología del aparato reproductor. UNAM. Manual de Prácticas de Reproducción Animal. Primera edición.: 7-30.
- Puentestar, P. F. J. 2015. Evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana en bovinos, en Laboratorio de

- biotecnología de la reproducción de la carrera de medicina veterinaria de la universidad técnica de Cotopaxi. Tesis de Licenciatura. Universidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos naturales.: 3-10.
- Quesada, N. E. B., Martínez, N. G. A., Bedoya, R. M. A. y Gonella-Díaza, A. M. 2013. Morfometría macroscópica del ovario y cuerpo luteo de yeguas criollas de Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. 26: 57-65.
- Rangel, L. 2018. Ciclo estral. *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. Primera edición. UNAM.: 105-118.
- Rippe, Ch. 2009. El ciclo estral. *Dairy Cattle Reproduction Conference*. Minneapolis.: 111-116.
- Rivera, M. H. 2009. Revisión Anatómica del aparato reproductor de las vacas. *Dairy Cattle Reproduction Conference*. Minneapolis.: 103-108.
- Rodgers, R. J., Mitchell, M. D. y Simpson, E. R. 1998. Secretion of progesterone and prostaglandins by cells of bovine corpora lutea from three stages of the luteal phase. *Journal of Endocrinology*. 118(1):121-126.
- Román-Cardenas, F y Chavez-Valdivieso, R. 2016. Prevalencia de enfermedades que afectan la reproducción en ganado bovino lechero del cantón Loja. *CEDAMAZ* (6): 83-90
- Romero, V. R. 2014. Manual para el manejo reproductivo en una granja de conejos.: 9-13.
- Ruiz, R. J. Y. 2014. Alteraciones morfológicas del tracto reproductivo de hembra bovina, caprina y ovina. Tesis licenciatura. Universidad Cooperativa de Colombia. Bucaramanga.: 16-29.

- Sánchez, P. L. M. 2014. Caracterización de las alteraciones macroscópicas del aparato genital de hembras bovinas faenadas en el canal frigorífico municipal. Trabajo de investigación. Universidad de Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador.: 5-7.
- Santos, E. R., Calderón, R. R. C., Vera, A. H. R., Perera-Marin, G., Arreguin, A. J. A., Nett, T. M., Gutierrez, A. C. y Villa-Godoy, A. 2014. Hormona luteinizante y actividad ovárica en respuesta a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras pre-puberes. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 5(2): 181-200.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2016. La Comarca Lagunera, primer lugar en producción de leche, carne de ave y forrajes: SAGARPA. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cregionlagunera/articulos/la-comarca-lagunera-primer-lugar-en-produccion-de-leche-carne-de-ave-y-forrajes-sagarpa>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). 2018. SAGARPA reconoce trabajo de productores laguneros. <https://www.gob.mx/agricultura/regionlagunera/articulos/sagarpa-reconoce-trabajo-de-productores-laguneros?idiom=es>
- SIAP, SAGARPA, 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Bovino leche, población ganadera 2006–2015. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/165998/bovlech.pdf>

- Vasconcellos, C. A., Peña, S. P. y Sepúlveda, B. N. 2005. Estudio histomorfológico comparativo del endometrio de la oveja prepúber y en anestro bajo influencia hormonal cíclica. *Revista Científica*. 15(4): 334-337.
- Vatti, G. 1992. *Ginecología y obstetricia veterinaria*. Editorial unión tipográfica. México: 130
- Williams, G. L. y Amstalden, M. 2010. Understanding postpartum anestrus and puberty in the beef female. *Proceedings, applied reproductive strategies in beef cattle*. San Antonio, Texas.: 55-71.
- Yunga, A. E. S. Efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en la maduración folicular en bovinos con su cría al pie. Tesis de Maestría. Cuenca-Ecuador. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.: 9-12.