

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



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

Por:

Gilberto Pineda González

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2023

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

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

Por:

Gilberto Pineda González

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

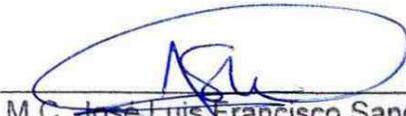
Aprobada por:


Dr. Jair Millán Orozco
Presidente


M.C. Jersson Millán Orozco
Vocal


I.Z. Jorge Horacio Borunda Ramos
Vocal


Dr. Miguel Ángel Betancourt Alonso
Vocal Suplente


M.C. Jose Luis Francisco Sandoval Elias
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2023

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

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

Por:

Gilberto Pineda González

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



I.Z. Jorge Horacio Borunda Ramos
Coasesor interno



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



Torreón, Coahuila, México
Junio 2023

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, que fueron, son y serán pilares fundamentales en mi vida teniendo claro que jamás podré devolverles todo lo que han hecho por mí, a mi hermana, por contar con su apoyo durante toda mi carrera

A mis amigos y compañeros de carrera, hoy culmina esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas de estudio nos juntamos a lo largo de nuestra formación, hoy nos toca cerrar un capítulo en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio, gracias por estar, y gracias a todos los que seguirán estando.

A mi Alma Mater, por abrirme sus puertas, por permitir formarme profesionalmente, obtener conocimientos nuevos y aprender en ella los valores académicos que me servirán toda la vida.

DEDICATORIAS

La tesis es dedicada a mi familia que me apoyó a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano, compañeros y sobre todo a los amigos que conocí gracias a la universidad.

A mis padres, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi mamá, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física estuvo apoyándome cada que era necesario, a mi hermana que me apoyó y ayudo cada que la necesite en mi etapa de formación.

INDICE

Lista de cuadros	v
Lista de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Aparato reproductor en otras especies	2
1.1.2 Alpacas (<i>Vicugna pacos</i>)	2
1.1.3 Venado de campo (<i>Ozotoceros bezoarticus</i>)	2
1.1.4 Yeguas (<i>Equus caballus</i>)	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Principales patologías del aparato reproductor de la hembra bovina	5
2.1.1 Quistes ováricos	5
2.1.2 Quiste folicular	5
2.1.3 Quiste lúteo	6
2.1.4 Salpingitis	6
2.1.5 Endometritis.....	6
2.1.6 Metritis	7
2.1.7 Piometra	7
2.1.8 Vaginitis	7
2.1.9 Cervicitis	8
2.1.10 Hipoplasia ovárica	8
2.3 Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina	9
2.3.1 Ovarios	9
2.3.2 Oviductos.....	9
2.3.3 Cuernos uterinos	10
2.3.4 Útero.....	10
2.3.5 Cérvix	10
2.3.6 Vagina	11
2.3.7 Vestíbulo vaginal	11

2.3.8 Vulva.....	11
2.4 Fisiología de la reproducción	12
2.4.1 Hipotálamo	12
2.4.2 Hipófisis	12
2.4.3 Ovarios	12
2.4.4 Útero.....	13
2.5 Ciclo estral en la vaca.....	13
2.5.1 Proestro	13
2.5.2 Estro	14
2.5.3 Metaestro.....	14
2.5.4 Diestro	14
2.6 Prostaglandinas participantes en la reproducción	15
2.6.1 Prostaglandina (PGF2 α).....	16
2.6.2 Prostaglandina E2 (PGE2)	16
2.6.3 Prostaglandina D2 (PGD2).....	17
2.6.4 Prostaciclina o prostaglandina I2 (PGI2)	17
2.6.5 Tromboxano A2	17
2.7 Hormonas que participan en la reproducción de la vaca.....	18
2.7.1 Interferón- τ (INT- τ).....	18
2.7.2 Hormona folículo estimulante (FSH).....	18
2.7.3 Hormona luteinizante (LH).....	19
2.7.4 Progesterona P4.....	19
2.7.5 Estradiol E2	19
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. OBJETIVO GENERAL	21
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
6. HIPÓTESIS.....	22
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
8. RESULTADOS.....	33
9. DISCUSIÓN	36
10. CONCLUSIÓN	40
11. LITERATURA CITADA	41

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Medición de estructuras externas del tracto reproductivo de vacas Holstein-Friesian	34
Cuadro 2 Medición de estructuras internas del tracto reproductivo de vacas Holstein-Friesian	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Características de los órganos reproductores de las hembras en las diferentes especies domésticas. Imagen tomada de Manual de Practicas de Reproducción Animal (2009).....	4
Figura 2 Aparatos reproductivos de hembras bovinas (Perdomo-Salazar, 2023)	24
Figura 3 Medida de la vulva a la curvatura mayor de los cuernos uterinos.	25
Figura 4 Medida de vulva a curvatura del cuerno izquierdo.	26
Figura 5 Medida de vulva a la bifurcación de los cuernos uterinos.	27
Figura 6 Medida de la anchura del cérvix.....	28
Figura 7 Medida de la anchura del cuerpo uterino.	29
Figura 8 Medida de la anchura de cuernos uterinos.....	30
Figura 9 Imagen de anillos del cérvix.	31
Figura 10 Longitud de: (1) vestíbulo vaginal, (2) vagina, (2) cérvix, (4) cuerpo de útero.	32

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue llevar a cabo la morfometría de los órganos del tracto reproductivo de vacas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera. La longitud de la vagina a curvatura mayor de cuernos fue de 60.6 ± 1.3 cm, de vulva a bifurcación se obtuvo como promedio 43.1 ± 1.0 cm. El promedio de la medición de la bifurcación a cuerno izquierdo fue de 17.9 ± 0.8 cm y de la bifurcación a cuerno derecho fue de 16.5 ± 0.6 cm, mientras que la longitud de bifurcación a ovario izquierdo fue de 9.0 ± 0.4 cm y de bifurcación a ovario derecho 8.4 ± 0.3 cm. Además, la anchura del cuerpo del útero fue de 6.1 ± 0.3 cm, y en cuanto a la medición de ovario izquierdo el promedio fue 3.9 ± 0.1 cm de largo y 2.6 ± 0.1 cm de ancho, mientras que en el ovario derecho fue de 4.2 ± 0.1 cm de largo y 2.7 ± 0.1 cm de ancho. La longitud de la vagina fue de 21.3 ± 0.5 cm, mientras que el cérvix tuvo un promedio de 9.5 ± 0.3 cm. Además, se observó un promedio de 4.4 ± 0.1 en la cantidad de anillos cervicales. El cuerno izquierdo presentó una longitud de 38.0 ± 1.8 cm, mientras que el cuerno derecho fue de 35.1 ± 1.2 cm. En cuanto a la evaluación del ovario izquierdo, presentó un promedio de 0.1 ± 0.0 cuerpos blancos, 0.2 ± 0.1 cuerpos hemorrágicos, 0.2 ± 0.1 cuerpos lúteos y 0.2 ± 0.1 folículos, mientras que el ovario derecho presentó 0.2 ± 0.1 cuerpos blancos, 0.1 ± 0.0 cuerpos hemorrágicos, 0.2 ± 0.1 cuerpos lúteos, y 0.4 ± 0.1 folículos.

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

ABSTRACT

The aim of the present study was to carry out the morphometry in the organs of the reproductive tract from Holstein-Friesian cows slaughtered in the Comarca Lagunera region. The length from vagina to greater curvature of uterine horns was 60.6 ± 1.3 cm; the length from vulva to bifurcation of uterine horns was 43.1 ± 1.0 cm. The average length from the bifurcation to left uterine horn was 17.9 ± 0.8 cm and the length from bifurcation to right uterine horn was 16.5 ± 0.6 cm; while the length from bifurcation to left ovary was 9.0 ± 0.4 cm and the length from bifurcation to right ovary was 8.4 ± 0.3 cm. Besides, the width of the uterine body was 6.1 ± 0.3 cm. The left ovary was 3.9 ± 0.1 cm in length and 2.6 ± 0.1 cm in width, while the right ovary was 4.2 ± 0.1 cm in length and 2.7 ± 0.1 cm in width. The length from vagina was 21.3 ± 0.5 cm, while the cervix was 9.5 ± 0.3 cm. In the cervix, it was observed an average of 4.4 ± 0.1 cervical folds. The length from left uterine horn was 38.0 ± 1.8 cm, and the length from right uterine horn was 35.1 ± 1.2 cm. The left ovary was 0.1 ± 0.0 corpus albicans, 0.2 ± 0.1 hemorrhagic corpus luteum, 0.2 ± 0.1 corpus luteum, and 0.2 ± 0.1 follicles. The right ovary was 0.2 ± 0.1 corpus albicans, 0.1 ± 0.0 hemorrhagic corpus luteum, 0.2 ± 0.1 corpus luteum, and 0.4 ± 0.1 follicles.

Key words: Anatomy, Dairy cattle, Morphometry, Reproduction

1. INTRODUCCIÓN

La Región Lagunera tiene un clima semiárido y cuenta con una población bovina de 464,086, de los cuales 227,142 son hembras lecheras distribuidas en los diferentes hatos lecheros (SIAP, SAGARPA, 2015; Fernández *et al.*, 2018), siendo esta región el primer lugar nacional de producción lechera con más de 2 mil 330 millones de litros anuales (SADER, 2016).

MORFOMETRIA

Parte etimológicamente del griego morfo (*morphe*) que significa forma o figura, y (*metría*) que significa medida o medición. Esta medición se ha utilizado en medicina para describir los órganos y diversas estructuras que componen los organismos, desde su forma más natural hasta cuando se producen cambios patológicos. También se utiliza en la veterinaria para tener marcadores en necropsias, e investigaciones. En necropsias, la morfología y la morfometría van estrechamente de la mano, evaluando cada estructura para notar cuando está normal o anormalmente, también entender si han cambiado por cuestiones como manejo u otros motivos, incluso por otros vectores (parásitos, bacterias, hongos y/o virus) (Pineda-González *et al.*, 2021).

1.1 Aparato reproductor en otras especies

1.1.2 Alpacas (*Vicugna pacos*)

En las hembras con 2 o más pariciones el ovario es ovalado y aplanado lateralmente, el útero de la alpaca se divide en 2 cuernos uterinos y tienen forma de Y, un cuerpo muy corto, en las alpacas sin gestación el órgano se localiza anatómicamente dentro de la pelvis, el cuello uterino es muy similar al de la hembra bovina, podemos observar 2 o 3 pliegues, formando dos sacos, uno dorsal y otro ventral, la característica principal de la vagina es tener una mucosa que forma bastantes pliegues, es una estructura extensible, por lo que a medida que avanza la preñez, el peso del cuerpo uterino realiza el estiramiento y la desaparición de los pliegues (Huanca, 2008).

1.1.3 Venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*)

Como característica más importante de las estructuras del aparato reproductor de la cierva de campo es la existencia de ovarios pequeños, se menciona la misma información del tracto reproductivo de las hembras bovinas pero la mayoría de estructuras son muy estrechas y la presencia del ligamento intercornual es insegura, a nivel del cuello uterino se observa la presencia de 4 pliegues regulares, sin obstruir la luz, y no se apreciaba divertículo suburetral ni glándulas vestibulares en la cavidad caudal (Pérez, 2012).

1.1.4 Yeguas (*Equus caballus*)

La vulva es la estructura externa del sistema reproductor de la yegua, consta de dos labios que se encuentran en la parte media del tracto y forman dos comisuras en la unión, la vagina es la estructura copuladora y el sitio de expulsión de la orina durante la micción, la medida del cuello del útero es aproximadamente de 6-8 centímetros de largo y tiene la forma de un semi embudo plano, el útero mide aproximadamente 15-20 cm de longitud y el grosor en el extremo anterior es de 4-6 centímetros, disminuyendo a medida que se acerca al cuello uterino siendo su grosor de 2-3 centímetros, los cuernos de la hembra equina son convexos, con la curvatura mayor dirigida hacia craneal, hacia ventral y hacia lateral, ligeramente cónicos con 10-16 cm de longitud y 2-3 centímetros de anchura en su punta ovárica, útero con 2 cuernos, un cuerpo grande y cuernos pequeños, siendo estos aplanados dorsalmente están localizados en la parte craneal al ligamento ancho a 5-10 cm directamente por delante del tercio superior de la espina del ilion (Aldaz, 2015).

Órgano	Bovino	Ovino	Equino	Porcino	Canino	Felino
Forma del Ovario	Ovoide: semeja una almendra	Ovoide	Arriñonada con fosa de ovulación	Racimo de uvas	Como un frijol	Ovoide: cubierta parcialmente por la bolsa ovárica
Peso de los Ovarios (g)	10 a 20	3 a 4	40 a 80	3 a 7	1.5	0.2
Número de folículos que maduran	1 a 2	1 a 4	1 a 2	10 a 25	3 a 20	3 a 7
Bolsa ovárica	Ancha y abierta	Ancha y abierta	Angosta con una hendidura sobre la fosa de ovulación	Bien desarrollada, encierra al ovario completamente	Cubre completamente los ovarios	Cubre completamente los ovarios
Longitud del oviducto (cm)	25	15 a 19	20 a 30	15 a 30	---	5 a 6
Tipo de útero	Bicornual de fusión moderada	Bicornual de fusión moderada	Bicornual de fusión alta	Bicornual de fusión baja	Bicornual de fusión baja	Bicornual de fusión baja
Longitud de cuernos (cm)	35 a 40	10 a 12	15 a 25	40 a 65	4 a 10	10
Longitud de cuerpo (cm)	2 a 4	1 a 2	15 a 20	5	2 a 5	2
Características de cérvix	Muy prominente 3 a 4 anillos	Muy prominente 5 a 7 anillos	Pliegues longitudinales	En forma de tirabuzón	Forma de papila que protruye hacia la vagina	---
Longitud de cérvix (cm)	8 a 10	4 a 10	7 a 8	10	1.5 a 2	---
Longitud de la vagina (cm)	25 a 30	10 a 4	20 a 35	10 a 15	10 a 15	2
Diámetro de los Folículos (mm)	12 a 19	5 a 10	25 a 70	8 a 12	6	0.5
Diámetro del cuerpo Lúteo (mm)	20 a 25	9	10 a 25	10 a 15	---	4.5

Modificado de: Galina C y Valencia J. *Reproducción de animales domésticos*. 3ª ed. México: Limusa, 2008

Figura 1 Características de los órganos reproductores de las hembras en las diferentes especies domésticas. Imagen tomada de Manual de Practicas de Reproducción Animal (2009).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Principales patologías del aparato reproductor de la hembra bovina

En ocasiones la infertilidad en las vacas lecheras es causada por alteraciones macroscópicas o patologías en los órganos reproductivos (Erales-Villamil *et al.*, 2008).

2.1.1 Quistes ováricos

Los quistes son vesículas mayores de 2.5 cm de diámetro que suelen persistir más de diez días y se caracterizan por una degeneración celular progresiva, éstos vienen de los folículos de Graff que no se rompen cuando maduran y forman una cavidad llena de líquido, proceso que suele ocurrir entre el segundo y tercer ciclo después de un parto, cuando el ovario está inactivo (Garzón y Sastoque, 2015).

2.1.2 Quiste folicular

La causa más común de su aparición es la persistencia y desarrollo de folículos ovulatorios y que no ocurre así por la falta de la LH, un quiste de folículos es una estructura de paredes delgadas con líquido en el interior, las hembras bovinas con estos quistes tienen celos con mayor intensidad y mayor tiempo, es una condición conocida como ninfomanía, este comportamiento se observa cuando el quiste produce demasiados estrógenos y se nota al permanecer inmóviles mientras otras vacas intentan montarlas (Sánchez, 2014).

2.1.3 Quiste lúteo

Se observan como estructuras gruesas de tamaño mayor de 2.5 centímetros de diámetro, contienen un líquido más espeso que los quistes de folículos y sintetizan mayores cantidades de progesterona, lo cual impide la aparición del estro y puede ser diagnosticado fácilmente mediante ultrasonido. Los quistes de cuerpo amarillo no se confunden con algún cuerpo amarillo el cual es una estructura de 0.2 a 1 centímetros de diámetro que se encuentran de manera regular durante el ciclo estral y la gestación temprana (Luzuriaga, 2013).

2.1.4 Salpingitis

La salpingitis es un oviducto inflamado o ambos, es consecuencia de un aumento de la infección como metritis y/o piometra, puede afectar una o ambas trompas de Falopio y también puede resultar como consecuencia de un aborto o retención placentaria, es común en hembras bovinas lecheras, causa repetición de servicio y esterilidad en casos de ser las 2 trompas de Falopio. Su diagnóstico se confirma mediante una la palpación del recto (Herrera, 2013).

2.1.5 Endometritis

Se define como la inflamación de la capa superficial del útero, causada con mayor frecuencia por prácticas de higiene deficientes durante el proceso de la IA, tratamientos para problemas uterinos con soluciones irritantes, mala conformación de vulva, fistula rectal y mala higiene en el medio ambiente donde está la vaca (Garzón y Sastoque, 2015).

2.1.6 Metritis

El proceso de la inflamación es más profundo y más grave ya que afecta a toda la pared del cuerpo uterino incluso hasta el miometrio, generalmente las infecciones se desencadenan por una endometritis y el miometrio es súbitamente afectado. La metritis supurativa a menudo se asocia con la retención de la membrana fetal que se convierte en un factor importante para una mayor susceptibilidad a la metritis y la piometra (Fernández *et al.*, 2006).

2.1.7 Piometra

Si la endometritis no se trata, se cierra el cuello uterino así la infección permanecerá en el cuerpo uterino y se acumulará el exudado purulento, el cuerpo amarillo persistente producirá progesterona causará anestro, el útero estará ocupado con el exudado por un buen tiempo, el daño en el endometrio será bastante e incluso puede causar fibrosis o necrosis, haciendo que la hembra bovina tenga problemas reproductivos graves (Kelly, 2014).

Existe la piometra abierta, los signos son fáciles de detectar y la cerrada que es difícil diagnosticar, no hay signos evidentes y existe la formación de un cumulo uterino, debe diagnosticarse mediante un vaginoscopio, palpación rectal o ultrasonido (Luzuriaga, 2013).

2.1.8 Vaginitis

La vaginitis es probablemente la patología más frecuente en las vacas lecheras; puede ser causada por varios patógenos diferentes. Por lo general, esta patología es localizada

y no hay afección a la fertilidad. Estos casos deben distinguirse de la vulvovaginitis pustulosa infecciosa (IVP), donde las lesiones vaginales son mayores (Herrera, 2013).

2.1.9 Cervicitis

Es un proceso inflamatorio del cuello uterino, que puede ser causado por diversos factores, como ruptura traumática por interrupción de la gestación o malos manejos durante el parto, comúnmente la cervicitis incrementa el flujo de la vagina, la patología puede alcanzar el útero, las trompas de Falopio y los ovarios, y luego complican la enfermedad inflamatoria pélvica aguda y conduce a la infertilidad en un plazo largo (Luzuriaga, 2013).

2.1.10 Hipoplasia ovárica

Ocurre con mayor frecuencia en animales clasificados como Freemartin, la hipoplasia es asociada al intercambio sanguíneo y la presencia de testosterona en el cuerpo del feto femenino, probablemente sea la causante que no exista buen desarrollo de los ovarios. Se ha informado que esta anomalía se puede mostrar de manera unilateral o bilateral y estos animales con ovarios hipoplásicos también presentan un cuerpo del útero y una glándula mamaria infantil y un canal pélvico estrecho (Sánchez, 2014).

2.3 Anatomía del aparato reproductor de la hembra bovina

Los órganos reproductores de la hembra son los genitales internos (ovarios, oviductos, útero, cuello uterino, vestíbulo y vagina) y los genitales externos (labios de la vulva y clítoris) (Rangel, 2009).

La anatomía de los órganos reproductivos varía mucho según la edad, en las vacas lecheras adultas los ovarios están posicionados en la parte más caudal de la cavidad abdominal y los cuernos uterinos también se sitúan caudalmente hacia sus fijaciones ováricas (Mayta, 2014).

2.3.1 Ovarios

Son el órgano reproductor femenino con forma ovalada, su tamaño promedio de 3-4 centímetros de longitud y 2-3 centímetros de ancho, en las hembras sin preñar, el ovario está ubicado en la bifurcación de los cuernos uterinos, cerca de la pared lateral externa y sus funciones son la producción y secreción de hormonas reproductivas como; estrógenos, progesterona, inhibina, relaxina y activina, como también la producción de células germinales femeninas (Yunga, 2013).

2.3.2 Oviductos

Son dos tubos curvos con un promedio de 20 a 30 centímetros, que van de la punta de los cuernos hasta ambos ovarios. Se dividen en tres áreas: 1) Pabellón, formado por fimbrias que toman una forma cónica. 2) Ampolla tubular con un diámetro de 3 a 5 milímetros donde tiene lugar la fertilización. 3) Istmo de 0,8 a 1 milímetro, es el más largo que va desde la ampolla hasta el cuerno (Yunga, 2013).

2.3.3 Cuernos uterinos

Son una continuación directa del cuerpo uterino, cada cuerno es una estructura cilíndricamente simétrica de aproximadamente de 20-30 centímetros de longitud y cerca de 5 centímetros de diámetro dependiendo de la edad, después de la bifurcación y continua cranealmente los cuernos se doblan en una posición ventro-caudal y luego se vuelven a girar en forma dorsal (Puentestar, 2015).

2.3.4 Útero

Es un órgano hueco, músculo membranoso ubicado por delante de la vagina, hasta la bifurcación de los cuernos uterinos, se encuentra localizado en la cavidad abdominal, pero parte de sus estructuras posteriores alcanzan el interior de la cavidad pélvica (Yunga, 2013).

2.3.5 Cérvix

Es una estructura con forma cilíndrica con bordes alternados llamados anillos cervicales generalmente son 3, y es el segundo obstáculo para realizar la IA. El cuello del útero mide de 8 a 10 centímetros de sus principales funciones es facilitar el transporte de los espermatozoides hacia el cuerpo uterino con la producción de secreción mucosa durante la etapa de estro y los músculos lisos del cuello uterino se relajan bajo la influencia de los estrógenos (Sánchez, 2014).

2.3.6 Vagina

El tamaño oscila entre 25 y 30 centímetros de longitud y comienza inmediatamente después de la longitud del vestíbulo. Durante la reproducción la vagina realiza varias funciones, las más importantes son como contenedor natural de los espermatozoides depositados durante el apareamiento natural y como medio para expulsar el feto durante la fase del parto (Puentestar, 2015).

2.3.7 Vestíbulo vaginal

Es la primer estructura que se localiza cranealmente a la vulva, mide 7 a 10 centímetros de largo, la apertura exterior de la uretra está en el piso de este y podemos encontrar un saco ciego, el divertículo suburetral caudal a esta estructura (Puentestar, 2015).

2.3.8 Vulva

Es la parte final del sistema reproductor de la vaca, esta estructura está formada por los labios mayores izquierdo y derecho, que conectan con las comisuras dorsal y ventral, la vulva es también el final del sistema urinario por que la uretra se abre en la base de la vulva, en la parte ventral se localiza el clítoris (Galina y Valencia, 2014).

2.4 Fisiología de la reproducción

La reproducción realizada por el ciclo estral está regulada por interacciones hormonales controlada por el eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero (Yunga, 2013).

2.4.1 Hipotálamo

Las neuronas del hipotálamo secretan la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH), que a su vez llega a la hipófisis mediante el sistema porta-hipotalámico-hipofisiario estimulando la secreción de la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH) (Hernández, 2016).

2.4.2 Hipófisis

Se compone de una parte anterior y otra posterior. La adenohipófisis produce diferentes hormonas incluida la hormona estimulante del folículo (FSH) y la hormona luteinizante (LH) que desempeñan un papel importante en el ciclo estral. La FSH es la responsable de la esteroideo-génesis ovárica, el desarrollo del folículo y la maduración del mismo y la LH está involucrada en la ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo amarillo (Puentestar, 2015).

2.4.3 Ovarios

Los ovarios realizan la síntesis de óvulos y la producción de las hormonas sexuales, estrógenos y progesterona, promueven y regulan la fecundación de los óvulos y el mantenimiento de la preñez (Hernández, 2016).

2.4.4 Útero

Produce prostaglandina $F2\alpha$, que interviene en la regulación del ciclo estral como consecuencia de la luteolisis o involución del cuerpo lúteo también interfiere con la ovulación y el parto (Puentestar, 2015).

2.5 Ciclo estral en la vaca

El ciclo estral está regulado por hormonas del hipotálamo (GnRH), la adenohipófisis (FSH y LH), y el ovario (P4; E2 e inhibina). El útero (prostaglandina $F2\alpha$, PGF), los bovinos al ser polióstricos tienen un ciclo estral con promedio de 21 días (Colazo y Mapletoft, 2014). El ciclo reproductivo se puede clasificar en las siguientes etapas: 1) folicular o de involución lútea (Proestro), 2) peri-ovulatoria (Estro y Metaestro), 3) lútea (Diestro) (León, 2013).

2.5.1 Proestro

Esta etapa se caracteriza por el crecimiento de la vesícula folicular antes de la receptividad a la monta. Comienza con la regresión del cuerpo amarillo y una disminución en los niveles de P4 y continua hasta el celo. La mayor característica a resaltar en esta etapa es un gran crecimiento folicular, los efectos de los estrógenos se desarrollan en el comportamiento estral hacia la segunda mitad de este periodo (Yunga, 2013).

2.5.2 Estro

Conocido también como etapa de celo dura un promedio de 8 a 30 horas y es la etapa de receptividad sexual, en este periodo la hembra bovina se dejará montar por un macho u otras hembras, durante el celo las vesículas foliculares alcanzan su etapa final de madurez (León, 2013).

2.5.3 Metaestro

Al culminar el estro da comienzo esta etapa que tiene como duración un promedio de 3 a 5 días, la ovulación tiene lugar durante esta etapa, que ocurre entre 28 a 32 horas después de comenzar el celo, o de 10 a 15 horas de que desaparecen los signos del estro en consecuencia al pico preovulatorio de LH (Rippe, 2009).

2.5.4 Diestro

Durante esta etapa hay desarrollo folicular en el ovario pero no son ovulados ya que la P4 a través de un feedback sobre la GnRH, sólo permite la secreción de pulsos de hormona luteinizante de mayor amplitud pero menor frecuencia (1 pulso cada 3-4 horas) que son insuficientes para que ovule el folículo, posteriormente de 12-14 días de altos niveles séricos de P4, el cuerpo amarillo realiza una regresión en respuesta a la secreción de PGF del útero que va al ovario, y da inicio del proestro nuevamente (Colazo y Mapletoft, 2014).

2.6 Prostaglandinas participantes en la reproducción

Estas participan en el desencadenamiento de las contracciones del útero, y su síntesis en la células miometriales depende básicamente de la prostaglandina-sintetasa, que convierte el ácido araquidónico en prostaglandinas, los ácidos grasos a su vez se liberan de fosfolípidos dentro de la célula por la fosfolipasa que está en los lisosomas, las prostaglandinas actúan mediante la inhibición de la adenilciclase reduciendo la conversión de ATP en AMPc con el consecuente aumento del calcio libre dentro de la célula, éste alcanza la miofibrilla y realiza la acción de la miosina esta libera energía y hace que los filamentos de actina se deslicen entre los filamentos de miosina provocando la contracción del músculo (Cifuentes, 1985).

Las prostaglandinas son derivadas del metabolismo del ácido araquidónico y producidos por la enzima ciclooxigenasa (Mac Kenna, 2018).

Hay cuatro prostaglandinas activas: la prostaglandina D2 (PGD2), la prostaglandina E2 (PGE2), prostaciclina o prostaglandina I2 (PGI2), y la prostaglandina F2 α (PGF2 α), todas son sintetizadas en diferentes órganos y tejidos manteniendo así la homeostasis del organismo (Cantú *et al.*, 2017).

2.6.1 Prostaglandina (PGF2 α)

La PGF2 α provoca una serie de cambios en el cuerpo amarillo provocando la destrucción de este, genera vasoconstricción del flujo sanguíneo al cuerpo lúteo e involuciona por isquemia, las células luteales del cuerpo amarillo provocan una disminución de la secreción de progesterona, inducen citólisis aumenta la concentración de calcio dentro de la célula y provoca la degeneración de las células del cuerpo lúteo por un proceso apoptótico (Mac Kenna, 2018).

2.6.2 Prostaglandina E2 (PGE2)

Tiene muchas funciones, incluida la mitogénesis, angiogénesis, anti-apoptosis y la vasodilatación.

En el sistema reproductor femenino, la PGE2 se considera como luteoprotectora o luteotrófica (Arosh *et al.*, 2004).

En los bovinos, la PGF2a y la PGE2 son las principales prostaglandinas sintetizadas en el endometrio, el interferón t (IFNt) actúa como señal embrionaria para inhibir la secreción pulsátil de PGF2a y la regresión del cuerpo amarillo, además del IFNt, la PGE2 también puede participar en la detección materna del embarazo como una señal trófica transitoria de la fase lútea en bovinos (Arosh *et al.*, 2002).

2.6.3 Prostaglandina D2 (PGD2)

Tiene efectos proinflamatorios y antiinflamatorios en diferentes tejidos, todos los cuales están moderados por los receptores DP1 y DP2, esta prostaglandina tiene función de antiagregante plaquetario, vasodilatador y también como vasoconstrictora, y tiene efecto en la contracción y relajación del músculo liso (Cantú *et al.*, 2017).

2.6.4 Prostaciclina o prostaglandina I2 (PGI2)

Es una sustancia vasoactiva que se generan a partir del ácido araquidónico y otros ácidos grasos, con una acción vasodilatadora y antiagregante plaquetario, subir los niveles de prostaciclina durante el embarazo se relaciona con un mayor flujo sanguíneo hacia el útero (Itami-Sordo *et al.*, 2013).

2.6.5 Tromboxano A2

Tiene una actividad opuesta a la prostaciclina, es decir vasoconstrictor y agregador de plaquetas, que aumenta la actividad uterina y reduce considerablemente el flujo sanguíneo hacia el útero (Itami-Sordo *et al.*, 2013).

2.7 Hormonas que participan en la reproducción de la vaca

2.7.1 Interferón- τ (INT- τ)

Está involucrado en el establecimiento y reconocimiento de la preñez, un proceso regulado principalmente por señales moleculares e interacciones celulares entre el embrión y el cuerpo amarillo, que facilita la implantación y el mantenimiento del embarazo, se cree que este periodo es muy importante para garantizar los procesos de protección del cuerpo amarillo con la regulación de la producción de la PGF2a y prostaglandina E2 en el endometrio bovino (Lenis *et al.*, 2010).

2.7.2 Hormona folículo estimulante (FSH)

Participa en la síntesis de ondas foliculares, el desarrollo y la maduración de vesículas foliculares (Franco y Uribe, 2012).

Promueve el desarrollo de 5 a 6 folículos con un diámetro de 4 milímetros, solo un folículo sigue creciendo conocido como folículo dominante, lo que aumenta la concentración de estrógeno e inhibina y disminuye el nivel de esta hormona, lo que provoca atresia de los folículos inferiores, se convierte en el folículo dominante y continua su desarrollo con la estimulación de la hormona luteinizante (Hernández, 2016).

2.7.3 Hormona luteinizante (LH)

La hormona luteinizante actúa sobre el ovario para estimular el desarrollo del folículo final y aumentar la síntesis y secreción de estrógenos, el estrógeno está involucrado en la inducción del celo y la ovulación (Williams y Amstalden, 2010).

2.7.4 Progesterona P4

Esta hormona regula varios procesos tisulares, en la vagina favorece la proliferación de las células de Langerhans, en el cuello uterino reduce la susceptibilidad a las reacciones de prostaglandina y oxitocina, en el endometrio y miometrio provoca la transferencia de glucógeno desde la base hasta las células de la punta apical e inhibe las contracciones uterinas (Buitrón-García, 2017).

2.7.5 Estradiol E2

Es una hormona esteroidea sintetizada por el ovario y responsable de las manifestaciones sexuales primarias y secundarias en las hembras (López, 2011).

El estradiol es dominante y es el principal responsable de los cambios de comportamiento que conducen a la receptividad sexual y a la monta (Atuesta y Gonella, 2011).

3. JUSTIFICACIÓN

Existe escasa información con respecto a la relación del tamaño de órganos del tracto reproductivo y la fase del ciclo estral en vacas Holstein-Friesian sacrificadas en la Comarca Lagunera.

4. OBJETIVO GENERAL

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

6. HIPÓTESIS

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

7. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Rastro Municipal de Matamoros, el rastro se encuentra en una latitud $25^{\circ}30'52.0''N$, Longitud $103^{\circ}14'18.7''W$, con una altitud de 1100 m.s.n.m. con dirección en calzada Lázaro Cárdenas s/n, colonia Graciela Fernández de Onofre, Matamoros, Coahuila (INAFED, 2021).

Los aparatos reproductores fueron trasladados en condiciones de refrigeración utilizando contenedores térmicos con hielo y su temperatura oscila entre $6-7^{\circ}C$, al laboratorio de Anatomía de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que se encuentra en una Latitud $25^{\circ}33'20.2''$, Longitud $103^{\circ}22'24.3''W$, con dirección en Periférico Raúl López Sánchez, Colonia Valle Verde, en la Ciudad de Torreón, Coahuila. Con los aparatos reproductores de hembras bovinas sacrificadas en el Rastro Municipal de Matamoros, se caracterizó la morfometría de cada parte del aparato reproductor.

Los aparatos reproductores de las vacas sacrificadas fueron medidos comenzando por la vulva, vagina, útero, cuernos uterinos, oviductos y ovarios, de manera igual en los aparatos reproductores gestantes.

La inspección morfológica y morfométrica fue post-mortem realizándose con las debidas precauciones utilizando guantes, cubre boca y bata.

Al ubicar los aparatos reproductores en la mesa de examinación se midieron con la ayuda de una cinta métrica convencional en orden comenzando de la vulva a la curvatura mayor de los cuernos uterinos (Figura 3), de la misma manera a cada cuerno uterino (Figura 4), vulva a la bifurcación de los cuernos uterinos (Figura 5), se prosiguió a medir lo ancho de la vagina, cérvix (Figura 6), cuerpo uterino (Figura 7), cuernos uterinos individualmente (Figura 8) y la medida de los ovarios, se realizó una disección en los

aparatos reproductores utilizando guantes, bisturí y tijeras de mayo desde el vestíbulo vaginal hasta la bifurcación de los cuernos para medir la longitud de: vestíbulo vaginal, vagina, cérvix, se contabilizó el número de anillos del cérvix (Figura 9), cuerpo del útero y la longitud de los cuernos y se anotaron algunas características de los ovarios, las imágenes fueron captadas con una cámara fotográfica como evidencias para el trabajo realizado.



Figura 2 Aparatos reproductivos de hembras bovinas (Perdomo-Salazar, 2023)



Figura 3 Medida de la vulva a la curvatura mayor de los cuernos uterinos.



Figura 4 Medida de vulva a curvatura del cuerno izquierdo.



Figura 5 Medida de vulva a la bifurcación de los cuernos uterinos.



Figura 6 Medida de la anchura del cérvix.



Figura 7 Medida de la anchura del cuerpo uterino.



Figura 8 Medida de la anchura de cuernos uterinos.



Figura 9 Imagen de anillos del cérvix.

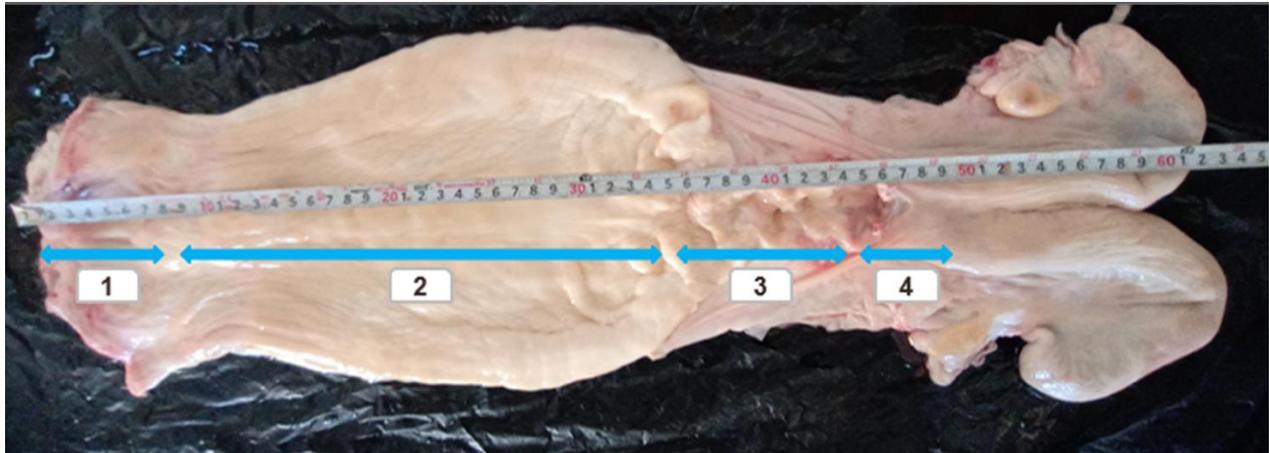


Figura 10 Longitud de: (1) vestíbulo vaginal, (2) vagina, (2) cervix, (4) cuerpo de útero.

8. RESULTADOS

Al terminar con el presente trabajo de investigación y examinando 50 aparatos reproductores de hembras bovinas podemos determinar cómo resultados las siguientes medidas: el promedio de la longitud de la vagina a curvatura mayor de cuernos fue de 60.6 ± 1.3 cm, de vulva a bifurcación se obtuvo como promedio 43.1 ± 1.0 cm. El promedio de la medición de la bifurcación cuerno izquierdo fue de 17.9 ± 0.8 cm y de la bifurcación a cuerno derecho fue de 16.5 ± 0.6 cm, al igual el resultado de la longitud de bifurcación a ovario izquierdo con 9.0 ± 0.4 cm y de bifurcación a ovario derecho 8.4 ± 0.3 cm. Además, se obtuvo un promedio de 6.1 ± 0.3 cm en la anchura del cuerpo del útero, y en cuanto a la medición de ovario izquierdo el promedio fue 3.9 ± 0.1 cm de largo y 2.6 ± 0.1 cm de ancho, mientras que el promedio de medición del ovario derecho fue de 4.2 ± 0.1 cm de largo y 2.7 ± 0.1 cm (Cuadro 1).

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

VARIABLE	PROM ± EE
<u>Medidas externas en cm</u>	
Vagina a cuernos	60.6 ± 1.3
Vagina a cuerno izquierdo	59.2 ± 1.2
Vagina a cuerno derecho	58.5 ± 1.3
Vulva a bifurcación	43.1 ± 1.0
Vagina (cm)	6.8 ± 0.2
Cérvix (cm)	5.8 ± 0.2
<u>Ancho de:</u>	
Cuerpo útero (cm)	6.1 ± 0.3
Cuerno izquierdo (cm)	5.1 ± 0.5
Cuerno derecho (cm)	5.2 ± 0.4
<u>Bifurcación a ovarios (cm)</u>	
Izquierdo	9.0 ± 0.4
Derecho	8.4 ± 0.3
<u>Bifurcación a punta del cuerno (cm)</u>	
Izquierdo	11.6 ± 0.4
Derecho	10.4 ± 0.3
<u>Bifurcación a curvatura del cuerno (cm)</u>	
Izquierdo	17.9 ± 0.8
Derecho	16.5 ± 0.6
<u>Ovario Izquierdo</u>	
Largo (cm)	3.9 ± 0.1
Ancho (cm)	2.6 ± 0.1
<u>Ovario Derecho</u>	
Largo (cm)	4.2 ± 0.1
Ancho (cm)	2.7 ± 0.1

Los resultados de las medidas internas de los 50 aparatos reproductores de hembras bovinas examinadas en este trabajo arrojaron un promedio en la longitud de la vagina de 21.3 ± 0.5 cm, mientras que el cérvix tuvo un promedio de 9.5 ± 0.3 cm. Además, se observó un promedio de 4.4 ± 0.1 en la cantidad de anillos cervicales. El cuerno izquierdo presentó una longitud de 38.0 ± 1.8 cm, mientras que el cuerno derecho fue de 35.1 ± 1.2 cm. En cuanto a la evaluación del ovario izquierdo, presentó un promedio de 0.1 ± 0.0 cuerpo blanco, 0.2 ± 0.1 cuerpos hemorrágicos, 0.2 ± 0.1 cuerpos lúteos y 0.2 ± 0.1 folículos, mientras que el promedio de evaluación del ovario derecho fue 0.2 ± 0.1 cuerpos blancos, 0.1 ± 0.0 cuerpos hemorrágicos, 0.2 ± 0.1 cuerpos lúteos, y 0.4 ± 0.1 folículos (Cuadro 2).

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

VARIABLE	PROM ± EE
<u>Medidas internas en cm</u>	
Vestíbulo	7.8 ± 0.3
Vagina	21.3 ± 0.5
Cérvix	9.5 ± 0.3
Nº anillos	4.4 ± 0.1
Útero	3.2 ± 0.4
Cuerno izquierdo	38.0 ± 1.8
Cuerno derecho	35.1 ± 1.2
<u>Orificio urinario a:</u>	
Vagina	1.2 ± 0.1
Cérvix	22.5 ± 0.5
<u>Ovario izquierdo</u>	
Cuerpo blanco	0.1 ± 0.0
Cuerpo hemorrágico	0.2 ± 0.1
Cuerpo lúteo	0.2 ± 0.1
Anestro	0.3 ± 0.1
Folículos	0.2 ± 0.1
<u>Ovario derecho</u>	
Cuerpo blanco	0.2 ± 0.1
Cuerpo hemorrágico	0.1 ± 0.0
Cuerpo lúteo	0.3 ± 0.1
Anestro	0.1 ± 0.0
Folículos	0.4 ± 0.1

9. DISCUSIÓN

En comparación con otros trabajos realizados en ganado lechero de raza Nguni (Landim) todos los casos presentaban entre 3 y 5 anillos cervicales (Hernández *et al.*, 2010), en el presente estudio, se obtuvieron en promedio de 4 anillos cervicales.

El tamaño del cuello uterino presentará diferencias con la edad, etapa del ciclo reproductivo y la presencia de anormalidades, para vacas adultas se han obtenido medidas desde los 7 hasta los 10 cm de largo (Ruiz, 2014), sin embargo, el promedio de la longitud del cérvix en el presente trabajo fue de 9.5 cm.

Por otra parte, podemos observar que el tamaño de los ovarios en hembras bovinas adultas es de 3 a 4 centímetros de longitud y 2.5 centímetros de ancho en promedio, mientras que la longitud de la vagina es de 15 a 30 centímetros; dichos promedios son dependientes de la edad y el número de gestaciones que tiene cada hembra al momento de realizar los estudios (Sequeira, 2013). Cabe mencionar que los ovarios inspeccionados en el presente estudio fueron de mayor tamaño, con un promedio de 3.9 ± 0.1 cm de largo y 2.6 ± 0.1 cm de ancho del ovario izquierdo, mientras que el promedio de medición del ovario derecho fue de 4.2 ± 0.1 cm de largo y 2.7 ± 0.1 cm.

Además, se presentó mayormente anestro en el ovario izquierdo con una cantidad promedio de 0.3 ± 0.1 .

En cuanto al promedio de folículos se encontró una cantidad en ovario derecho de 0.4 ± 0.1 .

Con respecto a las frecuencias de la ubicación de los cuerpos lúteos en ovarios de vacas gestantes y no gestantes, el 68.6% de ellos, se encontraron en el ovario derecho y el 31.4% en el ovario izquierdo (González *et al.*, 2017).

Además, en un estudio realizado en vaquillas Holstein-Friesian, se presentó una mayor actividad en estructuras como los cuerpos lúteos, estando presentes mayormente en el ovario izquierdo con una cantidad promedio de 0.3 ± 0.1 y 0.1 ± 0.0 cm para el ovario derecho (Perdomo-Salazar, 2023).

Los datos obtenidos en el presente estudio muestran que el promedio de cuerpos lúteos en el ovario izquierdo fue de 0.2 ± 0.1 y en el ovario derecho fue de 0.3 ± 0.1 , resaltando así la conclusión de que en los aparatos reproductores de hembras bovinas evaluadas en este trabajo existió una mayor presencia de cuerpos lúteos en el ovario derecho.

Con relación a la longitud del vestíbulo vaginal (Rivera, 2009), reporta que es de 7-10 cm en vacas, mientras que en el presente estudio el promedio fue de 7.8 ± 0.3 cm.

Las medidas con respecto a la longitud promedio de la vagina (Hernández *et al.*, 2010) indica que son igual o mayores a 29 cm, mientras que en nuestro estudio el promedio de la longitud vaginal fue de 21.3 ± 0.5 cm.

Basado en el promedio de los datos obtenidos en esta investigación en cuanto al tamaño de los ovarios, los resultados fueron 3.9 a 4.2 cm de largo y 2.6 a 2.7 cm de ancho; mientras que la longitud de la vagina presentó un promedio de 21.3 cm.

En comparación con especies como los equinos, en un artículo publicado por Aldaz, (2015) en yeguas, el cérvix tiene una medida promedio de 6-8 cm de largo, mientras que el cuerpo del útero presentó un promedio de 15 a 20 cm de longitud y un grosor en el extremo anterior de 4-6 cm. La parte más cercana al cérvix cuenta con un grosor de 2-3 cm, mientras que los cuernos uterinos miden 10-16 cm de largo y 2-3 cm de ancho en su extremo ovárico.

En un trabajo de investigación realizado por (Perdomo-Salazar, 2023), se tomaron en cuenta las mismas variables con respecto a la morfometría de vaquillas Holstein-Friesian. Al realizar la comparación de resultados del presente estudio con los resultados en vaquillas, se observó una variación de tamaño durante su vida productiva. Las medidas externas que podemos tomar en cuenta son las siguientes: vagina a cuernos (43 ± 1.1 cm), vagina a cuerno izquierdo (42.9 ± 1.1 cm), vagina a cuerno derecho (42.9 ± 1.1 cm), vulva a bifurcación (32.4 ± 0.9 cm), vagina (4.1 ± 0.2 cm), cérvix (2.8 ± 0.1 cm), ancho del cuerpo del útero (3.4 ± 0.2 cm), ancho del cuerno izquierdo (3.1 ± 0.2 cm), ancho del cuerno derecho (3.0 ± 0.2 cm), ovario izquierdo (3.4 ± 0.1 cm por 2.3 ± 0.1 cm), ovario derecho (3.2 ± 0.1 cm por 2.0 ± 0.1 cm) (Perdomo-Salazar, 2023).

Entre las medidas dentro del aparato reproductor de la hembra bovina que podemos mencionar, son: vagina 17.6 ± 0.5 cm, cérvix 5.9 ± 0.2 cm, útero 2.0 ± 0.1 cm, cuerno izquierdo 25.1 ± 0.7 cm, cuerno derecho 25.7 ± 0.5 cm., como único parámetro igual en medición de ambos estudios podemos observar como resultado el promedio de 4.4 ± 0.1 en el número de anillos cervicales, al consultar más autores y trabajos de investigación se encontró que el mayor promedio numérico de anillos cervicales es 3 anillos y la minoría habla de 3-4 anillos cervicales como un promedio estándar (Perdomo-Salazar, 2023).

Al comparar dichos resultados con los obtenidos en el presente estudio, se pudo observar que son menores a las medidas promedio del presente trabajo de investigación, seguramente por la edad de los animales inspeccionados en el presente trabajo.

10. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que, el tamaño promedio de los ovarios fue de mayor tamaño; mientras que la vagina fue de menor tamaño al reportado en otros estudios en vacas.

11. LITERATURA CITADA

- Aldaz, P. B L. 2015. Utilización de prostaglandinas para sincronización de celos en yeguas con tres diferentes tipos de manejo. Tesis de ingeniería. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.:4-7.
- Arosh, J. A., Banu, S. K., Chapdelaine, P., Madore, E., Sirois, J. y Fortier, M. A. 2004. Prostaglandin biosynthesis, transport, and signaling in corpus luteum: A basis for autoregulation of luteal function. *Endocrinology*. 145(5):2551-2560.
- Arosh, J. A., Parent, J., Chapdelaine, P., Sirois, J. y Fortier, M. A. 2002. Expression of cyclooxygenases 1 and 2 prostaglandin E synthase in bovine endometrial tissue during the estrous cycle. *Biology of Reproduction*. 67(1):161-169.
- Atuesta, J. E. y Gonella, A. M. 2011. Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Revista Spei Domus*. 7(14):15-25.
- Buitrón-García, F. R., Bailón-Uriza, R., Santoyo-Haro, S. y Díaz-Sánchez, V. 2017. Evidencias en indicaciones de la progesterona. *Revista de Ginecología y Obstetricia de México*. 85(8):489-497.
- Cantú, S. M., Lee, H. J., Donoso, A., Puyó, A. M. y Peredo, H. A. 2017. El ácido araquidónico y sus derivados, generalidades de los prostanoideos en relación con procesos inflamatorios. *Ciencia e investigación*. Universidad de Buenos Aires. 67(4):6.
- 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 bovino. *Revista Ciencias Veterinarias*. Alberta, Canadá. 2(16):31-46.

- Erales-Villamil, J. A., Ortega-Pacheco, A., Rodríguez-Buenfil, J. C. y Segura-Correa, J. C. 2008. Estado y alteraciones del aparato reproductor de vacas sacrificadas en el rastro de Umán, Yucatán. Trópico Húmedo. Universidad y Ciencia. Mérida, Yucatán, México. 24(2):11-116.
- Fernández, M. A., Silveira, P. E. A. y López, O. F. 2006. Las infecciones uterinas en la hembra bovina. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. Málaga, España. 7(10):1-38.
- Franco, J. y Uribe, V. L. F. 2012. Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domesticas ruminantes. 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. 3ª 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 del municipio de Chia-Cundinamarca. Tesis Licenciatura. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.:31-32.
- Gonzalez, T. M., De la Rosa, T. E., 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. Montería. Colombia.;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, B. M. A., Augusto, L., Francisco, M. P., Ruiz, P. L., Silveira, P. y Enrique, A. 2010. Estudio morfológico de órganos genitales tubulares de vacas Nguni (Landim) en Mozambique. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. Málaga, España. 11(12):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.
- Hernández, C. J. 2016. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera Edición. Coyoacán, Ciudad de México.:17-18.
- Herrera, H. A. 2013. Problemas reproductivos en bovinos. Monografía licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.:12.
- Huanca, M. T. 2008. Efecto de la administración de Gonadotropinas exógenas (FSH Y eCG) en la respuesta ovárica y la producción de embriones en alpacas (*vicugna pacos*). Tesis doctorado. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Veterinaria de Lugo. Lugo, España.:10-12.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2021. https://www.google.com/maps/place/Universidad+Aut%C3%B3noma+Agraria+Antonio+Narro/@25.5548805,-103.3745317,15z/data=!4m2!3m1!1s0x0:0x141db5b75cb8e773?sa=X&ved=2ahUKEwiOjfWj-8HwAhUld6wKHZoODQcQ_BlwFXoECCUQBQ
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2021. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05017a.html>
- Itami-Sordo, M. E., Jiménez-Nieto, R. y De Haro, R. 2013. Factores vasculares implicados en la preeclampsia. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM. 56(2):18-24.
- Kelly, A. G. E. 2014. Caracterización de las alteraciones del aparato reproductor de la hembra bovina a nivel de camal. Tesis Maestría. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.:25.

- Lenis, Y., Ramón, N., Restrepo, J., Olivera, M. y Tarazona, A. 2010. Interferón Tau en la ventana de reconocimiento materno embrionario bovino. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*. 13(1):17-28.
- León, P. W. A. 2013. Efectos de la sincronización del celo y ovulación con prostaglandinas (PGF₂α) y PMSG en vacas mestizas Brown Swiss, con ternero al pie, manejadas al sogueo en Limón Indanza. Tesis Maestría. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.:11-13.
- López, M. N., Errasti, A. T. y Santiago, E. 2011. Estrógenos y desarrollo del cerebro femenino en la adolescencia: anticoncepción de emergencia. *Cuadernos de Bioética*. 22(2):185-200.
- Luzuriaga, E. J. J. 2013. Identificación de las patologías de los órganos genitales de las vacas faenadas en el camal frigorífico de Loja "Cafrilusa". Tesis Licenciatura. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.:5-15.
- Mac Kenna, A., Bergonzelli, P. y Dick, A. 2018. Sincronización con doble dosis de prostaglandinas y utilización de semen sexado hembra en vaquillonas Holando argentino. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Veterinarias.:12.
- Mayta, C. E. A. 2014. Patología y prevalencia de la sinequia bursa ovárica en vacunos criollo y Brown Swiss beneficiados en el camal Municipal de Azángaro. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.:3.
- Perdomo, S. A. K. 2023. Estudio morfométrico del tracto reproductivo de vaquillas Holstein-Friesian (*Bos taurus*) sacrificadas en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón. México.:23-38.

- Pérez, W. 2012. Anatomía del Aparato Reproductor del Venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*). Tesis postgrado. Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas. Subárea Zoología. Uruguay.:14-42.
- 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.
- Puentestar, P. F. J. 2015. Evaluación de la superovulación con la hormona gonadotropina menopáusica humana en bovinos, en el laboratorio de biotecnología de la reproducción de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.:7-17.
- Rangel, P. L. E. 2009. Morfofisiología del aparato reproductor. Manual de prácticas de reproducción animal. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Primera Edición. México, Distrito Federal.:8-9.
- Rippe, C. A. 2009. El ciclo estral. Dairy Cattle Reproduction Conference. Servicios Tecnicos, ABS Global Inc. Minneapolis, MN.:113.
- Rivera, M. H. 2009. Revisión Anatómica del aparato reproductor de las vacas. Dairy Cattle Reproduction Conference. Minneapolis.: 103-108.
- 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 camal frigorífico Municipal Ambato. Trabajo de investigación. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador.:6-9.

- 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>
- Sequeira, T. L. 2013. Compendio sobre reproducción animal. Primera Edición, Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua. (1):45.
- 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>
- 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. 2013. Efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en la maduración folicular en bovinos con su cría al pie. Tesis Maestría. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.:9.