



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“DETERMINACIÓN DEL CICLO ESTRAL EN BÚFALAS
MEDIANTE UN DETECTOR DIGITAL DE CELO Y OVULACIÓN”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentando para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA:

LESLY POLETH ZAMBRANO LÓPEZ

Riobamba-Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“DETERMINACIÓN DEL CICLO ESTRAL EN BÚFALAS
MEDIANTE UN DETECTOR DIGITAL DE CELO Y OVULACIÓN”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: LESLY POLETH ZAMBRANO LÓPEZ

DIRECTOR: Ing. FABIAN AUGUSTO ALMEIDA LÓPEZ MGs.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Lesly Poleth Zambrano López

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

Yo, LESLY POLETH ZAMBRANO LÓPEZ, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 30 de Mayo de 2022

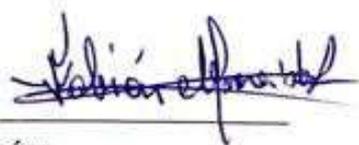


Lesly Poleth Zambrano López.

160095141-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Trabajo Experimental “**DETERMINACIÓN DEL CICLO ESTRAL EN BÚFALAS MEDIANTE UN DETECTOR DIGITAL DE CELO Y OVULACIÓN**”, realizado por la señorita: **LESLY POLETH ZAMBRANO LÓPEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Ing. Pablo Rigoberto Andino Nájera MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-05-30
Ing. Fabián Augusto Almeida López MGs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-05-30
Ing. Carlos Andrés Mancheno Herrera MSc. MIEMBRO DE TRIBUNAL		2022-05-30

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por haberme mantenido fuerte en cada momento que quise decaer, por darme la fortaleza y la sabiduría para levantarme de cada tropiezo. A mi familia que ha sido mi mayor apoyo durante toda mi vida estudiantil, a mis abuelos Luis y Hortencia por ser mi pilar y mi fortaleza en cada etapa que atravesé, a mis madres María y Fabiola por guiarme durante este camino y mantenerse fuertes para poder cumplir esta meta y darme aliento cada vez que pensaba rendirme, a mis hermanos Alejandro, Sophia e Isis por haberme apoyado día a día.

A mis tíos Luis, Gerardo y Mario quienes han sido mi inspiración para seguir adelante y finalizar este proceso, a mis primas y todas las personas que formaron parte de este proceso académico y me apoyaron ya sea de manera directa o indirecta. A mi persona especial Cristhian Castro por ser mi compañero, mi confidente y consejero en cada decisión tomada estar presente en cada paso durante todo este tiempo, su amor y su lealtad para poder culminar esta etapa de mi vida.

Lesly

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme una familia que me ha brindado su apoyo a pesar de todas las adversidades, por darme salud y vida para seguir en mi camino. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a la facultad de Ciencias Pecuarias sobre todo a la Carrera de Zootecnia por ser mi segundo hogar y ser mi guía profesional, donde aprendí valores y principios que lo llevare toda mi vida. Al señor Lorens Olsen Pons por abrirme las puertas de su hacienda donde pude realizar mi trabajo de investigación, a mis queridos docentes por impartirme todos sus conocimientos durante estos años, a mi director y asesor de tesis por la paciencia y la dedicación durante todo mi trabajo investigativo.

Lesly

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Generalidades de la especie.....	3
1.1.1. <i>Clasificación taxonómica de la búfala</i>	3
1.1.2. <i>Características</i>	4
1.2. Anatomía del aparato reproductor de la búfala.....	5
1.2.1. <i>Pelvis</i>	5
1.2.2. <i>Genitales externos e internos femeninos</i>	5
1.2.3. <i>Ovarios</i>	6
1.2.4. <i>Oviducto</i>	7
1.2.5. <i>Útero</i>	7
1.2.6. <i>Vagina y genitales externos</i>	7
1.3. Fisiología reproductiva de la búfala.....	8
1.3.1. <i>Dinámica folicular de la búfala</i>	8
1.3.2. <i>Desarrollo ovárico</i>	8
1.3.3. <i>Ovogénesis</i>	9
1.3.4. <i>Desarrollo de los folículos preantrales</i>	9
1.3.5. <i>Crecimiento del folículo antral (olas de crecimiento folicular)</i>	10
1.3.6. <i>Atresia folicular</i>	10
1.4. Pubertad.....	10
1.5. Endocrinología reproductiva de la búfala.....	11
1.6. Síntomas de celo.....	11
1.7. Ciclo estral de la búfala.....	12
1.8. Ovulación en búfalas.....	12
1.9. Ecografía en búfala.....	12

1.10.	Cambios en la consistencia del moco vaginal en diferentes etapas del ciclo	12
1.11.	Detector digital de celo y ovulación	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	15
2.1.	Localización y duración del experimento.....	15
2.2.	Unidades experimentales.....	15
2.3.	Materiales, equipos e insumos.....	15
2.3.1.	<i>Materiales</i>	15
2.3.2.	<i>Equipos</i>	16
2.4.	Tratamientos y diseño experimental.....	16
2.5.	Mediciones experimentales.....	16
2.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	16
2.7.	Procedimiento experimental	16
2.8.	Metodología de evaluación	17
2.8.1.	<i>Selección de hembras</i>	17
2.8.2.	<i>Medición de resistencia de moco vaginal</i>	17
2.8.3.	<i>Determinación de hinchazón de la vulva</i>	17
2.8.4.	<i>Presencia de moco vaginal</i>	18
2.8.5.	<i>Despigmentación de parche detector de celo</i>	18
2.8.6.	<i>Determinación de ciclo estral</i>	18

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	19
3.1.	Utilizar un detector digital de celo y ovulación para determinar la resistencia del moco vaginal en Búfalas de la Hacienda la Victoria.....	19
3.1.1.	<i>Resistencia de moco vaginal</i>	19
3.2.	Determinar la fase del ciclo estral en que se encuentran las Búfalas de la Hacienda la Victoria y el comportamiento en la etapa de estro, mediante el uso de un detector digital de celo y ovulación.....	19
3.2.1.	<i>Hinchazón de la vulva</i>	19
3.2.2.	<i>Presencia de Moco vaginal</i>	20
3.2.3.	<i>Despigmentación de parche detector de celo</i>	21
3.2.4.	<i>Ciclo estral</i>	22

3.3.	Determinar los costos de esta tecnología usado en la hacienda la Victoria	24
3.3.1.	<i>Análisis económico</i>	24
	CONCLUSIONES.....	26
	RECOMENDACIONES.....	27
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Biometría comparativa del sistema genital de búfala y vaca	6
Tabla 1-3: Costos de la determinación del ciclo estral en búfalas	25

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Hinchazón de la vulva en las hembras bufalinas (%)	19
Gráfico 2-3:	Presencia de moco vaginal en las hembras bufalinas (%)	20
Gráfico 3-3:	Presencia de despigmentación de parche detector de celo en búfalas (%).....	21
Gráfico 4-3:	Curva de variación del ciclo estral	23
Gráfico 5-3:	Duración del ciclo estral en días de las diferentes etapas del ciclo.....	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: DURACIÓN DE LAS ETAPAS DEL CICLO (DÍAS)

ANEXO B: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA METAESTRO

ANEXO C: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA DIESTRO

ANEXO D: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA PROESTRO

ANEXO E: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA ESTRO

ANEXO F: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CICLO ESTRAL

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar el ciclo estral en Búfalas mediante un detector digital de celo y ovulación, donde se aplicó una estadística descriptiva, para el trabajo de campo fueron seleccionadas 30 hembras bufalinas con edad promedio de 4 años, peso promedio de 489 kg y con la ayuda del detector digital de celo y ovulación, se realizó la medición de la resistencia de moco vaginal al igual que la observación de las otras variables como son: hinchazón de la vulva, presencia de moco vaginal y despigmentación de parche detector de celo, para la determinación del ciclo estral se realizó la tabulación e interpretación de los resultados obtenidos durante los 40 días de medición; posteriormente se utilizaron medidas de tendencia central (rango, media, mediana, máximo, mínimo, varianza.) además de gráficos e histogramas de frecuencias a través del programa Microsoft Excel 2016. Los resultados obtenidos determinaron que la duración del ciclo estral es de 21.83 días dividiendo el ciclo en las 4 diferentes etapas; esto con un promedio de 1, metaestro 5.43, diestro 12.47 y proestro 2.93 días. En cuanto al análisis económico se observó que el costo total del experimento fue de 567.15 USD y un costo unitario por búfalas es de \$18.90. Se concluyó que el comportamiento presentado por la mayoría de las hembras en la etapa de esto se manifestó con la ausencia de hinchazón, enrojecimiento de la vulva y ausencia de moco vaginal en la mayoría de las hembras analizadas, y a su vez como recomendación incluir el método de detector digital de celo y ovulación en los programas de reproducción.

Palabras clave: <CICLO ESTRAL>, <ESTRO>, <BÚFALAS>, <OVULACIÓN>, <DETECTOR DIGITAL>, <MOCO VAGINAL>.


D.B.R.A.J.
Ing. Cristhian Castillo



#1330-UPT-DBRA-2022

ABSTRACT

The present research aimed to determine the estrous cycle in Buffaloes by means of a digital heat and ovulation detector, where a descriptive statistic was applied, for the field work were selected 30 buffalo females with an average age of 4 years, average weight of 489 kg and with the help of the digital heat and ovulation detector, the measurement of vaginal mucus resistance was carried out as well as the observation of the other variables such as:swelling of the vulva, presence of vaginal mucus and depigmentation of heat detector patch. For the determination of the estrous cycle, the tabulation and interpretation of the results obtained during the 40 days of measurement was carried out; subsequently, measures of central trend (range, mean, median, maximum, minimum, variance)) were used, in addition to graphs and histograms of frequencies through the Microsoft Excel 2016 program. The results obtained determined that the duration of the estrous cycle is 21.83 days dividing the cycle into the 4 different stages; estrus with an average of 1, metastro 5.43, right-handed 12.47 and proestrus 2.93 days. As for the economic analysis, it was observed that the total cost of the experiment was 567.15 USD and a unit cost per buffalo is \$18.90. It was concluded that the behavior presented by most of the females in the estrus stage was manifested with the absence of swelling, redness of the vulva and absence of vaginal mucus in most of the females analyzed, and in turn as a recommendation to include the method of digital detection of heat and ovulation in the reproduction programs.

Keywords: <ESTRAL CYCLE>, <ESTRO>, <BUFFALO>, <OVULATION>, <DIGITAL DETECTOR>, < VAGINAL MUCUS>.



INTRODUCCIÓN

El Búfalo es muy poco conocido a escala mundial representando el 20% de la población mundial vacuna, actualmente existen varias interrogantes y tabús con respecto a este fabuloso animal entre los más destacados están que dañan los potreros rompen la cerca su carne es dura no se vende y tienen un temperamento agresivo, sin embargo, se ha observado que es todo lo contrario y que su comportamiento se da a través del manejo empleado en estos animales (El Productor, 2021, p.2).

El búfalo es una especie que se ha considerado con alto potencial para la producción de carne, leche y para el trabajo. Según la FAO (2010), en los últimos treinta años, la producción de leche de búfala tuvo un incremento del 248,4%, en cambio la leche de cabra alcanzó el 105,4%, y la de vaca fue del 40,5% en la misma fase, lo que indica indiscutiblemente la importancia de la evolución en la lechería bufalina (López, 2013, p.24). La leche de esta especie es altamente nutritiva con grandes niveles de minerales y otros elementos superiores a la de vaca, los resultados obtenidos en cuanto a su composición química son variable, incluso dentro de la misma raza y país, las que están sujetas a las condiciones de crianza como clima, suelo, aspectos de manejo, alimentación, entre otros. Además, en nuestro país la especie bufalina se encuentra en apogeo a pesar del escaso conocimiento sobre esta especie, además, de consumir el queso como algo especial y poco común. La mayoría de las explotaciones se mantienen en el litoral ecuatoriano, teniendo en cuenta que los primeros búfalos ingresan al Ecuador provenientes del Brasil en 1910 debido a la costosa importación hace que la explotación de búfalos se vea limitada por la mayoría de los productores (Encalada, 2018, p.11).

La búfala es un bóvido con órganos genitales internos y externos similares a la vaca, teniendo en cuenta varias diferencias incluyendo su conducta sexual, síntomas de celo, duración del ciclo estral, periodo de gestación, involución uterina, entre otros (Bustillos, 2016, p.7).

Esta investigación tiene por objetivo determinar el ciclo estral en Búfalas mediante un detector digital de celo y ovulación, la importancia de esta indagación es estudiar el desarrollo del ciclo estral en hembras bufalinas debido al poco conocimiento que existe en esta especie y al incremento de explotaciones manejadas en nuestro país dado por la actividad económica humana y la rentabilidad de esta especie. Así, el presente trabajo permitiría mostrar los cambios que la especie ha desarrollado para adaptarse a las nuevas circunstancias de su ecosistema mediante la duración del ciclo y el apareamiento del mismo, y profundizar los conocimientos teóricos sobre estos procesos, además de ofrecer un aporte técnico y científico a los diferentes bufaleros y estudiantes.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el ciclo estral en Búfalas mediante un detector de celo y ovulación.

Objetivos Específicos

- Utilizar un detector digital de celo y ovulación para determinar la resistencia del moco vaginal en Búfalas de la Hacienda la Victoria.
- Determinar la fase del ciclo estral en que se encuentran las Búfalas de la Hacienda la Victoria y el comportamiento en la etapa de estro, mediante el uso de un detector digital de celo y ovulación.
- Determinar los costos de esta tecnología usado en la hacienda la Victoria.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades de la especie

Esta especie tiene su origen dentro del continente asiático, siendo introducida a América, principalmente en el Caribe en los años 1900. A nivel del continente americano se estima una cantidad aproximada de 3800000 búfalos. En el inicio este fue usado por su fuerza como animales de tiro en las diferentes plantaciones, siendo la más importante la caña de azúcar. El búfalo es un rumiante doméstico con comportamiento gregario, el cual ha manifestado gran potencial para la producción de carne, leche y como medio de trabajo, su origen surge en el trópico húmedo ecuatorial asiático, pero por su amplia rusticidad ha podido obtener una distribución cosmopolita (Àlvarez, 2013, p.21). América Latina cuenta con el mayor crecimiento respecto a sistemas de producción de búfalos a nivel global. Los productores y las instituciones en desarrollo del sector pecuario consideran que esta producción tiene grandes ventajas por lo que se considera una alternativa de producción sustentable. El sentido más adecuado para abarcar los agroecosistemas es el de interacción sociedad-naturaleza (Bustillos, 2016, p.50).

Esta especie ingresa por primera vez al Ecuador en 1972 en la presidencia de Guillermo Rodríguez Lara, se realizó una exportación con el fin de introducir esta producción con fines lucrativos, sin embargo, la falta de capacitación y conocimiento sobre esta especie hizo que los ganaderos perdieran el interés por lo que los búfalos crecieron de manera salvaje sin ningún tipo de manejo técnico dando como resultado el mito de que son animales agresivos. La población total se ha incrementado en los últimos años por lo que se estima unos 10000 animales en la región del litoral ecuatoriano (El Productor, 2021, p.1).

1.1.1. Clasificación taxonómica de la búfala

El Búfalo doméstico según su escala zoológica es agrupado dentro de la sub-familia Bovideg, género bubalus, especie bubalus bubalis, la cual es dividida en dos grupos el bubalus bubalis sp conocido como Búfalo de Río o Búfalo lechero el cual cuenta con 50 pares de cromosomas y el bubalus bubalis var denominado Búfalo de pantano con 48 pares de cromosomas (Alvarado, 2012, p.17).

- **Reino:** Animal
- **Clase:** Mamíferos

- **Subclase:** Ungulados (mamíferos con cascos)
- **Orden:** Artiodáctila (de dos pares)
- **Suborden:** ruminantia
- **Infraorden:** Pécora (verdadero rumiante)
- **Superfamilia:** Bóvidos
- **Familia:** Bovidae
- **Subfamilia:** bovinæ
- **Género:** Bubalus
- **Especie:** Bubalis (Bufalo de Río) y Karabao (Búfalo de pantano)

1.1.2. Características

Son animales con el sistema mamario bien desarrollado y cuartos bien encuadrados, pezones de fácil tracción y manipulación, el descenso de leche es rápido, además de ser un animal precoz y resistente a enfermedades infectocontagiosas. La ganancia de peso promedio diaria varía entre 620-630 g. Las hembras alcanzan su madurez sexual entre los 18 y 22 meses de vida. El peso de un macho adulto se da entre 600 y 800 Kg., pudiendo lograr hasta 1.000 Kg., las hembras varían entre 470 a 700 Kg., pudiendo llegar a 900 Kg. La producción promedio es de 2.010 L/leche/lactancia con una duración de 270 a 306 días. Son de color negro con pelos en la región torácica, en la punta de la cola presentan manchas blancas, robustos, macizos, con una conformación ancha y profunda, de huesos pesados y extremidades cortas y con excelente conformación carnicera. Los cuernos son cortos con forma de espiral cerrada y orejas pequeñas (Almaguer, 2007, p.5).

Como se puede observar en la Figura 1-1:



Figura 1-1. Ilustración de Búfalas de la raza Murrah

Fuente: (Encalada, 2018).

1.2. Anatomía del aparato reproductor de la búfala

El conocimiento sobre las partes anatómicas femeninas es importante para el uso de técnicas reproductivas como inseminación artificial, extracción de óvulos, diagnóstico de embarazo, transferencia de embriones y superovulación. El sistema genital femenino se compone de ovarios los cuales se encargan de la producción de hormonas y gametos; los oviductos, que son ampliaciones del útero y dan el transporte de secreciones, ovocitos y espermatozoides; el útero, donde se da el desarrollo fetal y embrionario; la vagina que da paso a la copula y el feto (Tonizza de Carvalho et al., 2019, p.8).

1.2.1. Pelvis

La pelvis de las búfalas es diferente en comparación de las vacas. La entrada de la pelvis es más oblicua y circular en las búfalas en comparación de la forma elíptica que posee las vacas. Las dos sínfisis del pubis se encuentran totalmente fusionadas con un espacio de longitud fluctuante. El hueso isquion forma un ángulo de 70 grados con la horizontal a relación de los 50 grados en los bovinos. La espina isquiática superior es delgada, alta, frágil, irregularmente convexa y afilada.

La distancia entre el tubérculo coxal y acetábulo, y entre el acetábulo tubérculo e isquiático es similar (variando 4-5 cm) en bovinos, mientras que en búfalas existe una diferencia de 8-10 cm. La cuarta vértebra sacra está débilmente unida con la quinta vértebra sacra en el búfalo, mientras que en la vaca las vértebras sacras quinta y cuarta están completamente fusionadas. El cuerpo del primer segmento sacro es ancho y es más aplanado dorsoventralmente en el búfalo (Tonizza de Carvalho et al., 2019, p.9).

1.2.2. Genitales externos e internos femeninos

Los genitales tubulares de la búfala son en general más rígidos y musculosos y los cuernos uterinos son más torcidos que los de la vaca, el cuello uterino de la búfala es más estrecho en relación a la de la bovina. Los ovarios del búfalo, aunque se consideran similares a los del bovino, son en general de tamaño reducido. El número de folículos primordiales en los ovarios y los diámetros de los folículos de búfala es comparativamente pequeño en comparación con los de la hembra bovina. El cuerpo lúteo se proyecta con menor incidencia sobre la superficie ovárica y está más empotrado en el estroma ovárico. Es probable que búfalas y vacas con peso y tamaño corporal similar también tengan semejanzas en la biometría de los sistemas genitales en la tabla 1-1, se indica la comparación de la biometría del sistema genital de búfala y vaca (Tonizza de Carvalho et al., 2019, p.11).

Tabla 1-1: Biometría comparativa del sistema genital de búfala y vaca

Órgano	Medida	Búfala	Vaca
Ovario Izquierdo	Longitud cm	3,0±0,0 (1.2-5.5)	3,4±0,5
	Ancho cm	1,4±0,0 (0.4-3.5)	2,2±0,5
	Espesar cm	1,1±0,0 (0.5-2.2)	1,6±0,4
	Peso gr	3,7±0,1 (0.5-10.9)	7,1±0,7
Ovario Derecho	Longitud cm	2,9±0,0 (1.1-5.0)	3,3±0,1
	Ancho cm	1,4±0,0 (0.5-3.0)	2,2±0,1
	Espesar cm	1,2±0,0 (0.5-2.5)	1,4±0,1
	Peso gr	3,8±0,1(0.6-11.1)	8,9±0,9
Oviducto Derecho	Longitud cm	22,6±0,1 (13,0-36,0)	20,7±2,4
	Ancho cm	0.2	0,3±0,0
Oviducto Izquierdo	Longitud cm	22,4±0,1 (12.5-42.8)	20,7±2,3
	Ancho cm	0.2	0,3±0,0
Bocina Izquierda	Longitud cm	38,7±0,2 (16,0-52,5)	39,0±6,8
	Ancho cm	2,6±0,0 (1.2-4.5)	2,3±0,4
Bocina Derecha	Longitud cm	39,1±0,2 (21,0-53,0)	39,6 7,4
	Ancho cm	2,8±0,0 (1.4-4.0)	2,4±0,6
Cuerpo uterino	Longitud cm	1,4±0,0 (0.5-3.0)	2.3 (1.0-4.0)
	Ancho cm	1,9±1,2 (1.4-2.5)	-
Cuello uterino	Longitud cm	7,8±0,1 (3.0-14.0)	8,0±1,4
	Nº Anillos	3.0 (2.0-5.0)	3,2±0,7
Vagina	Longitud cm	24.4 (18,0-30,0)	(17.5-25.0)
Vulva	Longitud cm	12.5 (11.0-16.0)	(10.0-12.5)

Fuente: (Tonizza de Carvalho et al., 2019).

Realizado por: (Zambrano L, 2022).

1.2.3. Ovarios

Con 3 meses de preñez los ovarios presentan engrosamientos simétricos fusiformes u ovalados justo craneales al termino anterior de los conductos de Müller. En el sexto mes se logra la posición pélvica final y el descenso del ovario izquierdo se da más lentamente que el derecho. los ovarios son ovoides, macizos y debido a la proyección de cuerpos lúteos y folículos presentan una superficie irregular. El fragmento craneal de cada ovario está fusionada al ligamento ancho del útero por el mesovario. Atraves de la diferencia macroscópica los ovarios de las búfalas son firmemente asegurados por el mesovario y más alargados en relación a los ovarios del ganado. Sin embargo, esta conexión rígida puede entorpecer el movimiento de los ovarios durante la ovulación, debido a que el mesovario brinda el movimiento a la gónada femenina. Los folículos en los ovarios de las búfalas tienen similitud con el ganado vacuno y el cuerpo lúteo está más introducido en el estroma ovárico en muchas búfalas (Tonizza de Carvalho et al., 2019, p.13).

1.2.4. Oviducto

Tienen cuatro fragmentos distintos: fimbrias, infundíbulo, ampolla y el istmo. El espesor de la musculatura en el oviducto incrementa desde el ovario hasta el término uterino del oviducto. Las fimbrias son proyecciones digitiformes del infundíbulo, con mayor área que al ganado, menos extensibles, más cortas y libres que en las vacas. El infundíbulo se conforma por numerosas células secretoras y a través del ostium del oviducto mantiene contacto con la cavidad peritoneal.

Es más gruesa que el istmo y la ampolla, y está incluida en la bolsa ovárica, que en los rumiantes es abierta y ancha. La longitud oscila entre 6,6 y 7,1 cm y un ancho de 3,2 y 3,3 cm para el infundíbulo izquierdo y derecho, respectivamente. En la fase lútea, la protrusión citoplásmica y la infiltración linfocítica son marcadas en la región de la ampolla y en la fase folicular, la túnica mucosa del infundíbulo es ramificada y ocupa la mayor parte de luz. El istmo tiene una capa muscular más desarrollada y una pared gruesa, que es pequeña, tortuosa y bien definida (Tonizza de Carvalho et al., 2019, p.14).

1.2.5. Útero

El útero de una búfala seca se localiza en la cavidad pélvica. El cuerno uterino de la búfala es menos elástico y extensible que de la vaca, dado que el ligamento intercornual primero une a los dos cuernos desde su base. La longitud de los cuernos uterinos varía de 10,0 a 64,5 cm. El cuerpo uterino mide de 0,5 a 4,8 cm de largo. El cuello uterino de las búfalas es comparativamente más estrecho y corto que el de las vacas al igual que el número de anillos cervicales que varía de uno a cinco, con una media de tres anillos, debido a la menor cantidad de anillos existe una dilatación incompleta del orificio del cuello uterino del búfalo en la etapa de estro. El útero bubalino está irrigado principalmente por la arteria uterina (Tonizza de Carvalho et al., 2019, pág. 15).

1.2.6. Vagina y genitales externos

La longitud de la vagina varia de 13,0 a 30,0 cm siendo menos apretada y más pequeña en comparación con el ganado, este órgano es capaz de expandirse, tanto en dirección transversal y longitudinal. El clítoris, vestíbulo, la vulva y las glándulas vestibulares forman los genitales externos, la unión del vestíbulo y la vagina está marcada por el orificio externo uretral, el búfalo tiene una morfología relacionada con la posición de la abertura uretral en el vestíbulo. La vulva es similar en longitud a la de las vacas, es alargada y tiene separados los labios vulvares, (Tonizza de Carvalho et al., 2019, p.16).

1.3. Fisiología reproductiva de la búfala

Las búfalas en el momento de concepción, parto y en la expresión de celo exhiben una marcada influencia de la estación. Existe un descenso de la libido en los machos durante los calurosos meses de verano. Se ha mencionado que el momento de la reproducción en las especies de búfalos es muy variable. En los países subtropicales y templados, lejos del ecuador, como Pakistán, Italia e India, la reproducción está en base de la estación y se ve favorecida por la disminución de las horas luz, por otra parte, en los países tropicales cerca del ecuador la reproducción se da en relación a la disponibilidad de alimento.

Las búfalas presentan pubertad retrasada tanto en hembras como en machos en comparación a los bovinos, bajo signos de celo, estro posparto tardío e intervalos largos entre partos. Los búfalos tienen una libido más baja, normalmente el semen es de color blanco con un bajo contenido de ácido cítrico y fructosa. Las búfalas presentan de dos a tres ondas de crecimiento folicular y tienen una baja población de folículos primordiales durante el ciclo estral. El celo ocurre de 24 a 36 horas y la ovulación durante 24 a 48 horas después del inicio del celo. La extensión embrionaria tiene similitud con las vacas, se secretan proteínas trofoblásticas e interferón-tau durante el embarazo. El período de gestación de las búfalas varía entre 310 y 330 días (Sharma et al., 2019, p.22).

1.3.1. Dinámica folicular de la búfala

La especie bufalina presenta un predominio de dos (52.4%) y tres ondas (19.0%) foliculares durante el ciclo estral, además se describe un patrón de crecimiento folicular de dos ondas con un 63-83% de los casos, seguido por patrones de tres ondas (25 a 33%) y finalmente con el 3.3% de una onda folicular, (Sanchez et al., 2019, p.2).

1.3.2. Desarrollo ovárico

La diferenciación de los primordios gonadales se produce a una longitud corona-rabadilla de 7 mm, por lo tanto, la diferenciación sexual se da a los 20 mm y los folículos primordiales se observaron por primera vez a los 600 mm y continúan desarrollándose hasta el nacimiento. En búfalas egipcias y Murrah en la edad gestacional de 3 meses, los ovarios aparecen con engrosamientos simétricos ovalados o en forma de huso justo craneales al extremo anterior de los conductos Mülllerianos diferenciados y unidos a los bordes caudo-laterales en los riñones.

A los 100 días, el ovario izquierdo desciende en dirección a la posición pélvica mientras que el

ovario derecho se adhiere al riñón. La posición pélvica final de los ovarios se alcanza al final del sexto mes y el ovario derecho desciende más lentamente que el izquierdo. La apariencia macroscópica de los ovarios prenatales se da de diferentes formas: almendra, ovoide elíptico, ovoide y en forma de frijol desde los 67 hasta los 305 días de vida intrauterina. Los ovogonios se identifican en el 3er y 4to mes de gestación. Para el sexto mes, su número se disminuye y pocos son visibles. Los ovocitos aparecen esporádicamente desde el tercer mes y aumentan progresivamente hasta el nacimiento. Esquemáticamente, la ovogénesis involucra tres fases: una fase prolífica (0-3 meses; los ovogonios se dividen activamente), una fase meiótica (4-6 meses; se forman los ovocitos primarios) y una intensa degeneración de las células germinales, última fase (7 meses hasta el final de la gestación) (Sharma et al., 2019, p.23).

1.3.3. *Ovogénesis*

El gameto femenino denominado óvulo se origina de las células germinales primordiales las cuales se desarrollan en la etapa embrionaria temprana, estas migran desde el saco vitelino hasta la cresta genital aproximadamente por los últimos días del primer mes de gestación en búfalos y bovinos. Las células germinales primordiales se desarrollan en oogonia y las crestas genitales se diferencian en gónadas. Los ovarios de la búfala contienen entre 10.000-20.000 folículos primordiales en relación con los 100.000 del bovino, varios estudios demuestran que el movimiento folicular en el bovino es similar a la de la búfala (Sharma et al., 2019, p.23).

Posteriormente de la pubertad, los ovocitos continúan el desarrollo y sufren parte de la primera división meiótica y se convierten en ovocitos secundarios o sufren atresia. Durante esta etapa de división el primer cuerpo polar se extruye y el número cromosómico se reduce a la mitad. Antes de la fecundación después de la ovulación, el segundo cuerpo polar se extruye antes de la fecundación y el ovocito secundario sufre otra división meiótica. La ovulación señala el inicio de la fase lútea y es la finalización de un proceso denominado ovogénesis (Sharma et al., 2019, p.24).

1.3.4. *Desarrollo de los folículos preantrales*

Finalizado el proceso de la ovogénesis, el ovario consiste de folículos primordiales en el interior de una estructura de tejido intersticial cubierto de epitelio germinal. Los ovocitos formados en el período neonatal y fetal son la fuente de ovocitos aprovechables durante toda la vida sexual. Las reservas de folículos primordiales empiezan a crecer hasta la pubertad y posteriormente sufren atresia.

Después que los folículos primordiales empiezan a crecer, las células de la granulosa proliferan para formar estructuras multilaminares denominadas folículos preantrales. Estos folículos preantrales se desarrollan con una capa de células de teca bien diferenciada y la formación subsiguiente de un espacio repleto de líquido (antro). Los folículos con un antro se denominan folículos antrales. El crecimiento de los folículos preantrales en búfalas a folículos antrales requiere de un tiempo aproximado de 3-4 meses. El diámetro fluctúa de 100 a 200 μm al inicio del cultivo y se desarrollan a 600-800 μm posteriormente de los 80 días del cultivo in vitro (Sharma et al., 2019, p.25).

1.3.5. Crecimiento del folículo antral (olas de crecimiento folicular)

En los búfalos se caracterizan por dos o tres olas de crecimiento folicular en cada estral. Las olas de crecimiento folicular son captadas durante la etapa prepuberal, anestro, gestación, pubertad y el período posparto. Cada ola de crecimiento folicular se define por el reclutamiento de un conjunto de folículos que continúan creciendo hasta 6 a 8 mm de diámetro. Desde este grupo de folículos en crecimiento, uno es seleccionado para continuar creciendo y se convierte en folículo dominante y en la segunda o tercera ola el folículo dominante es en última instancia responsable del estro y será ovulado (Sharma et al., 2019, p.27).

1.3.6. Atresia folicular

Es un fenómeno frecuente en las búfalas y el bovino, y parece ser mayor en las búfalas en comparación con los bovinos, la atresia folicular se manifiesta en tres pasos. El primero se define por numerosos núcleos picnóticos en el líquido folicular y en la capa granulosa de la pared folicular; el segundo paso se determina por cambios en la capa de granulosa sola, con pocos núcleos picnóticos en el fluido antral. El último paso da parte a la formación de un cuerpo atrésico.

En búfalas existe dos veces más folículos atrésicos que normales (31,7 vs 14,6 respectivamente) en animales cíclicos y la frecuencia de la atresia tiene un rango de 76,6 a 82% promedio, (Sharma et al., 2019, p.27).

1.4. Pubertad

Las búfalas llegan a la pubertad a los 24-30 meses con 225-275kg de peso alcanzando el 55-60% del peso adulto, las búfalas de pantano llegan la pubertad de 21-24 meses de edad estando con más relación al peso corporal que con la edad. Las novillas búfalas se tardan más en alcanzar la pubertad en relación al bovino, la primera monta se da alrededor de los 24 a 36 meses de edad.

Algunos factores influyen en la edad a la pubertad en la búfala, tales como la estación, raza, clima, tasa de crecimiento y nutrición (Sharma et al., 2019, p.29).

1.5. Endocrinología reproductiva de la búfala

El ciclo estral en las búfalas está regularizado por el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal formado por la hipófisis, ovario y el hipotálamo. El hipotálamo origina GnRH en respuesta a las señales neuroendocrinas y los esteroides de la reproducción circulantes. La GnRH tiene un efecto trófico sobre la pituitaria ayudando a la producción de gonadotropinas LH y FSH. Posterior de la ovulación, el folículo se transforma y da origen al cuerpo lúteo (CL) con influencia de la LH. El cuerpo lúteo es responsable de la fabricación de progesterona en animales gestantes y cíclicos.

Las primeras hormonas producidas por el ovario son la progesterona y el estrógeno además de otras hormonas locales. El estrógeno, producido por el folículo en crecimiento ejecuta una retroalimentación positiva provocando la liberación pulsátil de LH lo que influye en el comportamiento del estro en las búfalas. El estrógeno da inicio a las contracciones uterinas suficientes para transportar a los espermatozoides a través del tracto reproductivo femenino. Esto aumenta el flujo de sangre en los órganos genitales y la producción de moco por las glándulas en la vagina y el cérvix (Sharma et al., 2019, p.29).

La progesterona producida por el cuerpo lúteo previene la ciclicidad actuando sobre la pituitaria anterior en un modelo de retroalimentación negativa, disminuyendo la liberación de LH y FSH. El útero es preparado por la progesterona para la recepción del huevo fertilizado y la gestación posterior (Sharma et al., 2019, p.30).

1.6. Síntomas de celo

Estos se caracterizan por ser discretos por lo que se vuelve una tarea difícil en el momento de la detección de calores. Existe también la presencia de celo a la mitad del ciclo debido a una primera onda folicular de un folículo de segundo orden. También es importante señalar que se presentan un 14.4% de celos en cualquier etapa de la gestación (Montiel, 2006, p.3).

Algunos síntomas que se les toma atención son: descargas vaginales, hiperemia vaginal, levantamiento de cola, montar, bramido, tonicidad uterina y nerviosismo. Estos síntomas se deben considerar en conjunto para la correcta realización de un diagnóstico de celo incluyendo a búfalos calentadores (Montiel, 2006, p.4).

1.7. Ciclo estral de la búfala

El ciclo se repite cada 19 a 23 días con un promedio de 21 días. El ciclo estral se puede dividir en cuatro etapas: estro (24 h), proestro (3 días), metaestro (3-4 días) y diestros (12-15 días). El diestro y el metaestro se clasifican bajo la fase lútea del ciclo estral mientras que las fases de estro y proestro se agrupan bajo la fase folicular (Sharma et al., 2019, p.31).

En el estro, un ovulo madura dentro del folículo ovárico por la influencia de la LH y ovula alrededor de 13,9 horas de la desaparición de los signos de estro en las búfalas de pantano y 11 en las búfalas de río. Si la búfala es inseminada o servida durante el estro, el ovulo es fertilizado y llega al útero para su desarrollo posterior. El estro se repite a un intervalo inter-estro normal en un promedio de 21 días si no ocurre la gestación. En las búfalas no ocurre el sangrado de metaestro (Sharma et al, 2019, p.32).

1.8. Ovulación en búfalas

Este proceso ocurre en promedio a las $21,41 \pm 4,56$ horas después del final del estro, además el intervalo entre el estro y la ovulación es en promedio 17 horas después de la monta y normalmente ocurre en la noche, presentando un intervalo estro-ovulación en promedio de 34 horas con un rango de 24 a 48 horas (Sanchez, 2016, p.26).

1.9. Ecografía en búfala

El ultrasonido reproductivo se ha utilizado durante las últimas tres décadas en la reproducción animal. La herramienta surge como una técnica precisa, confiable y no invasiva para el diagnóstico temprano de la gestación en búfalas y para dilucidar los patrones de desarrollo folicular. Esta herramienta ha tenido un gran uso en la reproducción de búfalos durante la última década, debido a sus aplicaciones de investigación y clínicas. Los conocimientos que se han adquirido a través de esta técnica han estimulado su uso para su aplicación en técnicas reproductivas avanzadas como seguimiento de la fertilidad, control de la superovulación y fecundación in vitro (Zambrano, 2019, p.2).

1.10. Cambios en la consistencia del moco vaginal en diferentes etapas del ciclo

El moco cervical es escaso blanquecino durante el período anterior a la ovulación y de textura pegajosa, pero tiempo previo a la ovulación es abundante transparente y filante dando apariencia como a la clara de huevo como consecuencia del aumento del nivel de estrógeno lo que indica

que el moco cervical va cambiando su morfología hasta llegar a establecer una forma definida en el momento de la ovulación (Sanchez, 2016, p.16).

Estudios de laboratorio han comprobado que el periodo más fértil del ciclo coincide con la secreción del moco con características de fertilidad, es decir que entre más cerca este el momento de la ovulación el moco toma ciertas formas de helechos en su morfología. Además, el moco le da el espermatozoide una envoltura protectora que le permite mantener la capacidad para fertilizar al óvulo. Si no existiera el moco para proteger a los espermatozoides estos se destruirían en unos minutos debido al medio ácido de la vagina. Además, el moco fértil nutre las células del espermatozoide al suministrarle los elementos energéticos para su supervivencia. Se dice que existen cuatro tipos de moco cervical llamados L, P, S y G ya identificados por Odeblan en 1983 por métodos cristalográficos y biofísicos. La diferencia de los tipos está relacionada con su arquitectura glicoproteica los cuales producen en distintas zonas de secreción del canal cervical (Sanchez, 2016, p.17).

En el ciclo se sintetizan varios tipos de mocos. Existe un moco propio de la ovulación de tipo p que se genera por altos niveles de estrógenos y su forma en varillas paralelas ayuda arquitectónicamente al paso de los espermatozoides. A medida que se acerca el celo se asimila a la forma de un helecho y al momento de la ovulación se observa un mayor número de ramificaciones lo que incide que sirvan de medio de transporte de los espermatozoides. La producción de moco se desarrolla por medio de la progesterona y los estrógenos los cuales estimulan la secreción del epitelio cervical y las células glandulares del cérvix, los que secretan con el fin de facilitar la penetración y paso de los espermatozoides a través del cuello del útero para alcanzar y unirse al óvulo proveniente del ovario. Además, el moco cervical desarrolla un componente de baja viscosidad o una fase acuosa y componente de alta viscosidad o una fase gel (Sanchez, 2016, p.18).

1.11. Detector digital de celo y ovulación

Es un dispositivo para los ganaderos que experimentan problemas con el apareamiento efectivo. Debido a este método simple se puede detectar trastornos del ciclo ovárico, permite la detección de estro sin síntomas (llamado estro silencioso), facilita la determinación del término óptimo para apareamiento de las hembras que tienen el ciclo de estro atípico, mejora la eficiencia de la inseminación de hembras y el rendimiento económico de las explotaciones. El detector de estro permite confirmar la gestación temprana (del 19 al 23 día después del servicio). En el caso de que la hembra no este gestante el detector permite manifestar el siguiente estro que aparecerá en los días posteriores. La medición es fácil y consiste en la introducción de la sonda de manera

intravaginal, terminada con dos electrodos y la lectura de los resultados. Es importante desinfectar de manera rigurosa la sonda antes de hacer una medición (Rocha, 2016, p.6).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en La Hacienda La Victoria de propiedad del Sr. Lorenz Olsen Pons, ubicada en las coordenadas 208166 S 7913299 W, en el kilómetro 12 vía Bucay-Naranjito, cantón Bucay, provincia del Guayas; con una altitud de 140 msnm, temperatura promedio de 24 a 32 grados promedio y una pluviosidad de 2200 mm. El tiempo de duración fue de 3 meses (90 días) en el cual se desarrollaron las actividades planteadas incluyendo la selección de hembras, adecuación de lugar, análisis de las variables a estudiar y tabulación de datos finales.

2.2. Unidades experimentales

En la presente investigación se utilizaron 30 hembras bufalinas con una edad promedio de 4 años de edad, las cuales se encontraban en las mismas condiciones de manejo, sanitarias y nutricionales.

2.3. Materiales, equipos e insumos

2.3.1. *Materiales*

- Semovientes
- Papel absorbente
- Registros de manejo, producción y reproducción
- Libreta de apuntes
- Overol
- Botas
- Guantes de manejo
- Mascarilla
- Soga
- Parches detectores de celo
- Amonio cuaternario

2.3.2. Equipos

- Cámara fotográfica
- Laptop
- Detector digital de celo y ovulación
- Corral o brete
- Bascula

2.4. Tratamientos y diseño experimental

Por tratarse de una investigación en la que no existen tratamientos ni repeticiones no se utilizó ningún diseño experimental. Los datos fueron sometidos a estadística descriptiva y gráficos de histogramas de frecuencias para expresar los resultados.

2.5. Mediciones experimentales

- Medición de resistencia de moco vaginal.
- Determinación de hinchazón de la vulva.
- Presencia de moco vaginal.
- Despigmentación de parche detector de celo.
- Determinación de ciclo estral.

2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Para la tabulación e interpretación de los resultados se utilizó la estadística descriptiva para lo cual se realizó el cálculo de la media y desviación estándar a través del programa Microsoft Excel 2016.

2.7. Procedimiento experimental

Se trabajó con 30 hembras bufalinas de edad y peso similares en las cuales se realizó la determinación de la resistencia de moco vaginal diariamente para identificar su comportamiento reproductivo. Dicha determinación se la realizó mediante un detector digital de celo y ovulación durante un tiempo de 40 días, la medición se ejecutó a las 07h00 todas las mañanas a la misma hora. Además, se realizaron observaciones para detectar cambios conductuales en las hembras especialmente en la etapa de estro y finalmente se determinó la duración de las diferentes fases del

ciclo estral en búfalas.

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. Selección de hembras

Para la selección de las hembras se realizó la revisión de registros de la Hacienda La Victoria donde se descartaron varios animales incluyendo hembras gestantes y hembras mayores a los 8 años, se seleccionaron 30 hembras bufalinas de la raza Murrah, Mediterráneo y Bufalipso, con una edad promedio de 4 años de edad, un peso promedio de 489 kg y de 1 a 5 partos.

Los animales se mantuvieron bajo sistema silvopastoril semi intensivo con un pastoreo rotativo y disponibilidad de agua. Previo al inicio de la investigación las hembras seleccionadas fueron desparasitadas con albendazol al 25% y vitaminadas con Nutrimin y Prosel.

2.8.2. Medición de resistencia de moco vaginal

Para la medición de resistencia de moco vaginal se utilizó un Detector digital de celo y ovulación marca Draminsky. Dicha medición se ejecutó en las horas de la mañana a partir de las 07H00 durante 40 días en el momento del ordeño.

El proceso consistió en desinfectar la sonda con yodo, introducir la sonda vía vaginal girarla 3 veces para realizar la lectura del dispositivo según las instrucciones del fabricante. Seguido esto toda la información fue registrada y digitalizada.

2.8.3. Determinación de hinchazón de la vulva

Para la determinación de la hinchazón de la vulva se realizó la observación diaria de las hembras bufalinas en el momento del ordeño esto previo a la medición de la resistencia del moco vaginal, para esto se procedió a limpiar toda el área de la vulva de la búfala además de eso se secaba con papel absorbente, se colocó a un lado del cubículo de ordeño y se observó la presencia de hinchazón y se relacionó con el día del ciclo en el que se encontraban. Luego se realizó el respectivo registro de cada una de las hembras bufalinas.

2.8.4. *Presencia de moco vaginal*

La observación de la presencia de moco vaginal en las hembras bufalinas se procedió a realizar en el momento previo a la medición de la resistencia del moco vaginal, para esto se lavó y limpio el área de la vulva para mejor observación, al igual que se detectó la presencia de moco en el momento de retirar la sonda vaginal.

2.8.5. *Despigmentación de parche detector de celo*

Para la observación de la despigmentación del parche detector de celo primero se colocó un parche detector de celo a todas las 30 hembras bufalinas el día 1 de medición. Se valoró la despigmentación del parche en función del comportamiento de las hembras para esto las observaciones se realizaban en el momento del ordeño a las 07h00 y en el momento de pastoreo a partir de las 11h00 en los potreros donde se trasladaban a los animales después del ordeño.

2.8.6. *Determinación de ciclo estral*

Para la determinación del ciclo estral se tomó en cuenta todos los datos obtenidos a través del detector de celo y ovulación haciendo énfasis las instrucciones de su fabricante, se determinó la duración de las diferentes fases del ciclo estral (metaestro, diestro, proestro y estro). Mediante la tabulación e interpretación de los resultados obtenidos durante los 40 días de medición; posteriormente se utilizaron medidas de tendencia central (rango, media, mediana, máximo, mínimo, varianza.) además de gráficos e histogramas de frecuencias para definir cada etapa del ciclo.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Utilizar un detector digital de celo y ovulación para determinar la resistencia del moco vaginal en Búfalas de la Hacienda la Victoria

3.1.1. Resistencia de moco vaginal

La resistencia de moco vaginal en la fase de metaestro reporto un valor promedio de 226.28, ovulación un valor promedio de 200, estro valor promedio de 202.5, proestro un valor de 248.8 en promedio y diestro un valor promedio de 306.07.

3.2. Determinar la fase del ciclo estral en que se encuentran las Búfalas de la Hacienda la Victoria y el comportamiento en la etapa de estro, mediante el uso de un detector digital de celo y ovulación

3.2.1. Hinchazón de la vulva

Al realizar la observación de las hembras bufalinas se determinó que del total de las hembras un 30% correspondiente a 9 hembras bufalinas presentaron hinchazón de la vulva al momento de la ovulación y un día posterior y/o anterior a la ovulación; mientras que el 70% correspondiente a 21 hembras bufalinas no presentaron hinchazón de la vulva, como se ilustra en el grafico 1-3.



Gráfico 1-3. Hinchazón de la vulva en las hembras bufalinas (%)

Elaborado por: (Zambrano L, 2022).

Según Vale (2011, p.2) al realizar su trabajo investigativo en “Reproducción en hembras bufalinas: inseminación artificial y reproducción asistida” nos indica que la manifestación de síntomas de estro o calor en la especie bufalina no es tan evidente como en la vaca, como consecuencia de esto se puede dar lugar a interpretaciones erróneas y por lo tanto una baja tasa de fertilidad. Sin embargo, en producciones bajo condiciones intensivas o semi-intensivas y sometidos a un buen manejo es posible observar los signos de estro o calor que se caracterizan por la inflamación vulva, enrojecimiento, hiperemia, mugidos y micción frecuentes.

Mientras que Sanchez (2016, p.22) en su trabajo denominado “Aspectos reproductivos y endocrinos del ciclo estral de la hembra bufalina (*bubalus bubalis*)” nos menciona que la búfala presenta manifestaciones de estro menos evidentes que las demás hembras bovinas, con un comportamiento de monta distinto a los demás rumiantes. Los principales signos de estro son: la inquietud, la hinchazón de la vulva y la secreción de moco vaginal; otros signos reportados incluyen: micción, aumento del tono uterino, el seguimiento y monta por el toro; las manifestaciones menos observadas son la posición de la cola y el apoyar la barbilla.

Las variaciones en los resultados obtenidos en estas investigaciones pueden deberse al sistema de manejo en el que se encontraban las búfalas influenciado también por diferentes factores como el clima, fotoperíodo, temperatura y nutrición.

3.2.2. *Presencia de Moco vaginal*

Al efectuar la observación de las hembras bufalinas se comprobó que del total de las hembras un 10% correspondiente a 3 hembras bufalinas en las cuales se pudo observar la presencia de moco vaginal al momento de la ovulación; mientras que el 90% correspondiente a 27 hembras bufalinas no presentaron presencia de moco vaginal, como se ilustra en el gráfico 2-3.



Gráfico 2-3. Presencia de moco vaginal en las hembras bufalinas (%)

Elaborado por: (Zambrano L, 2022).

Sierra (2002, p.17) en su trabajo investigativo denominado “Efecto del método de sincronización de la ovulación en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*)” realizado en Guatemala en la Universidad San Carlos de Guatemala nos menciona que el celo en las búfalas es más difícil de observar ya que se da de manera más discreta el comportamiento durante esta fase. Por ejemplo, no siempre es observada la descarga de moco por la vulva como en una vaca, a no ser durante la palpación rectal. Por tanto, la utilización de un búfalo con marcador de tinta es de suma importancia.

Sanchez (2016, p.24) ante esto menciona que las feromonas indicadoras del estro se han reportado en orina y en heces, sirven como una señal química para la inducción de comportamiento sexual, sin embargo, uno de los principales problemas en la detección de estro en el búfalo es la ausencia de un método fiable para su detección, puesto que, los signos de estro mostrados por la búfala no se manifiestan de manera diáfana, por lo que es conocido como estro silencioso. A diferencia de la vaca y otros ungulados, en el búfalo, los signos visuales de estro no son prominentes, como, por ejemplo, la descarga de moco vaginal.

Los resultados de estas investigaciones muestran semejanzas a los obtenidos en esta investigación por lo que se puede corroborar la información en cuanto al comportamiento reproductivo de la hembra en cuanto a la ausencia de moco vaginal en esta especie.

3.2.3. *Despigmentación de parche detector de celo*

Al efectuar la observación y la valoración de la despigmentación del parche detector de celo se observó que ninguna hembra presentó algún grado de despigmentación en el parche, como se muestra en el gráfico 3-3.

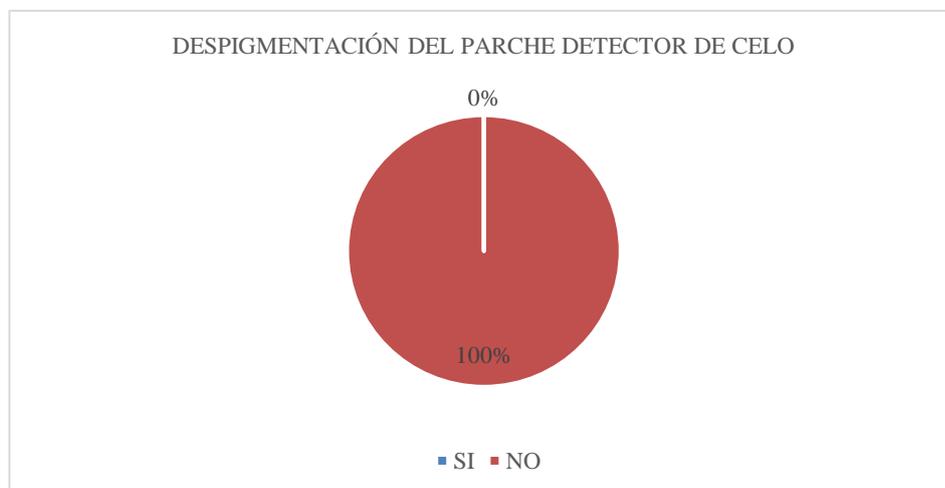


Gráfico 3-3. Presencia de despigmentación de parche detector de celo en búfalas (%)

Elaborado por: (Zambrano L, 2022).

Sierra (2002, p.16) en su trabajo investigativo denominado “efecto del método de sincronización de la ovulación en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*)” realizado en Guatemala en la Universidad San Carlos de Guatemala nos menciona que la principal característica del celo es la persecución del macho, el reflejo de monta a otras búfalas solo se da en el 20% de las búfalas en celo.

Mientras que Montiel (2006, p.15) en su trabajo investigativo denominado Algunos Aspectos Reproductivos e inseminación artificial en búfalas realizado en la Universidad del Zulia en Maracaibo menciona que los síntomas de celo en la especie bufalinas se presentan de manera más discreta lo cual hace que la detección de los calores sea una tarea difícil. También es importante recalcar la manifestación de un celo a mitad del ciclo debido a la presencia de una primera onda folicular de un folículo de segundo orden, igualmente se señala celos 14.4% en búfalas en cualquier etapa de la gestación. Los síntomas de celo a los que se debe prestar atención son: bramido, hiperemia vaginal, montar a otras o permitir ser montada y dejarse montar por un macho calentador.

Vale (2011, p.2) en su trabajo investigativo denominado, (Reproducción en hembras bufalinas: inseminación artificial y reproducción asistida) menciona que el uso de un toro marcador es de suma importancia para la detección del celo ya que contrariamente a las vacas taurinas y cebuinas, el fenómeno de comportamiento homosexual durante el estro, es decir, el hábito de las hembras de montarse unas a otras durante la fase de aceptación o receptividad, es poco común en los bufalinos: solo el 3,44% lo presenta. Este comportamiento disminuye la observación del celo y durante mucho tiempo, se decía que los bufalinos presentaban celos débiles y silencioso.

La variación en algunos datos puede deberse a que han sido evaluadas en condiciones de manejo desfavorables, dando mucha subjetividad a los resultados.

3.2.4. *Ciclo estral*

Durante los 40 días de medición de la resistencia del moco vaginal en las 30 hembras bufalinas y realizar los cálculos estadísticos, así como se ilustra en el gráfico 4-3.

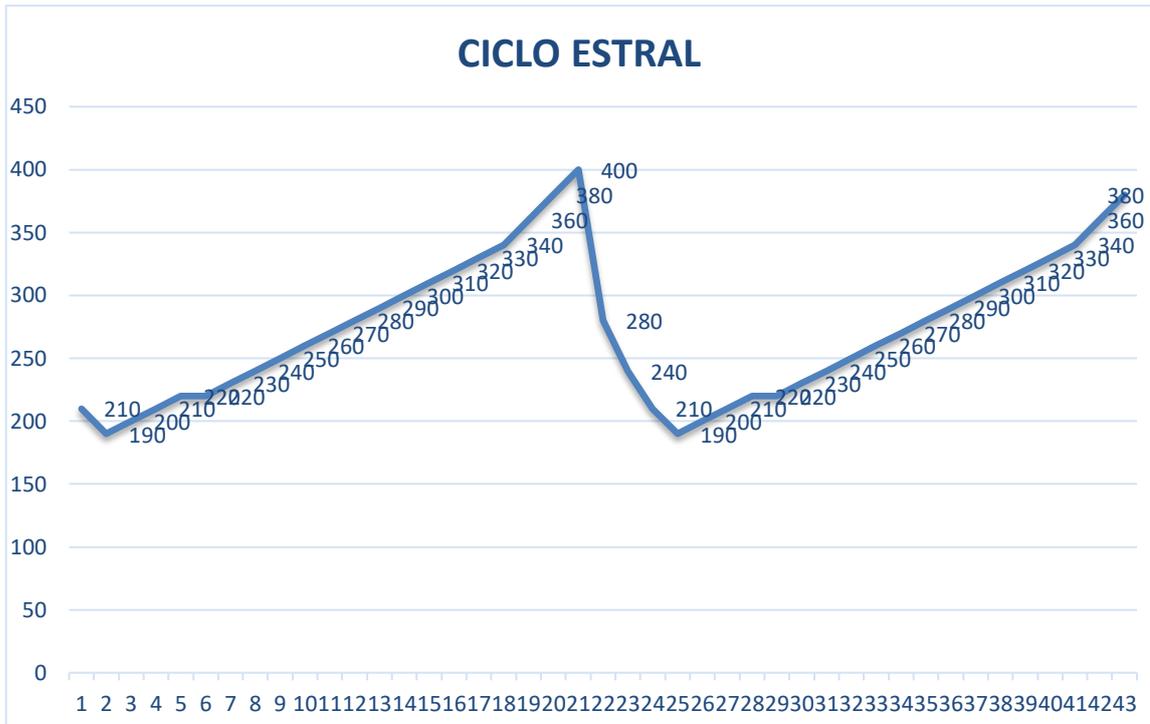


Gráfico 4-3. Curva de variación del ciclo estral

Elaborado por: (Zambrano L, 2022).

El ciclo estral en las hembras bufalinas de la Hacienda La Victoria del cantón Bucay Provincia del Guayas tiene una media de 21.83 días dividiendo el ciclo en las 4 diferentes etapas; esto con un promedio de 1, metaestro 5.43, diestro 12.47 y proestro 2.93 días, como se ilustra en el gráfico 5-3.

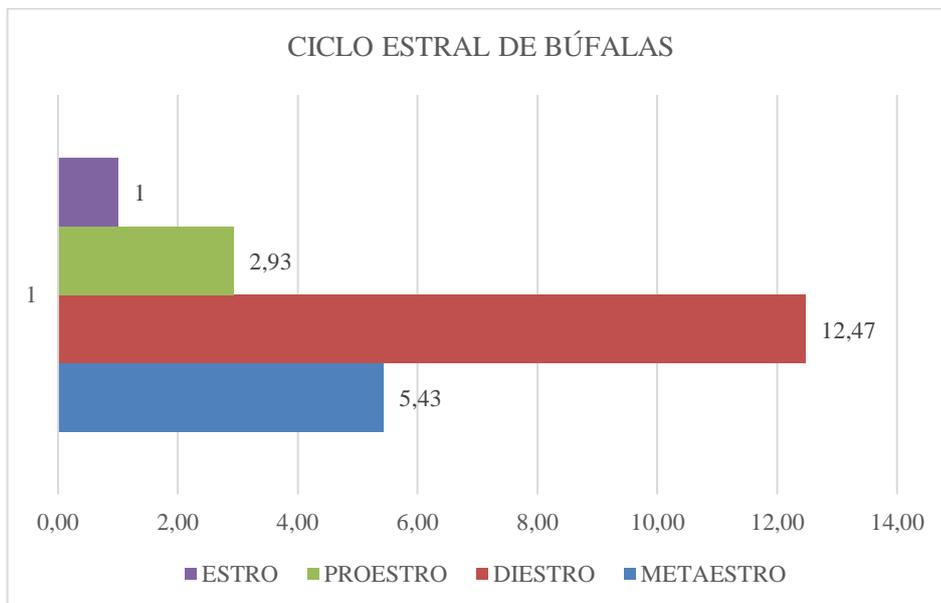


Gráfico 5-3. Duración del ciclo estral en días de las diferentes etapas del ciclo

Elaborado por: (Zambrano L, 2022).

Campanario et al. (2010) menciona que: El ciclo estral en las búfalas puede variar de 16 a 28 días y en las búfalas que muestran ciclos astrales regulares, la duración del celo suele ser de 10 a 20 h si los animales están ciclando durante la temporada de cría. Las hembras que ciclan durante la temporada no reproductiva pueden mostrar una duración variable del estro, de 2 a 72 h. Independientemente de la temporada reproductiva o no reproductiva, las búfalas muestran una expresión de estro menos intensa en comparación con el ganado bovino y también un comportamiento de monta menos asociado al celo. Se ha sugerido que la reducción de la intensidad del estro en las búfalas se asocia, al menos en parte, con concentraciones circulantes relativamente bajas de 17-estradiol (estradiol) en comparación con el ganado lechero. El folículo preovulatorio en las búfalas es más pequeño que en el ganado lechero y esto podría estar asociado con niveles más bajos de estradiol, aunque también podría haber diferencias en el metabolismo del estradiol y el aclaramiento de la circulación entre las búfalas y el ganado lechero. El intervalo entre el inicio del estro y el pico de LH puede variar de 1 a 12 h en búfalas y la ovulación ocurre entre 26 y 33 h después del pico de LH.

Vale (2011, p.5) menciona que: Una vez establecida la ciclicidad propia de la especie, el ciclo sexual de la búfala dura en promedio 21 días con una variabilidad de 58,6% de los casos de 18 a 25 días, en un 4,3% entre 10 a 12 días, y en un 36,9% superiores a los 25 días. Para otros autores la duración del ciclo es de 21,2 días con un rango de 18 a 29 días.

Mientras que Sharma et al. (2019, p.19) en su trabajo investigativo denominado Fisiología reproductiva del búfalo macho y hembra nos menciona que: Al llegar a la pubertad, se inicia en la hembra bufalina un patrón rítmico de actividad sexual conocido como ciclo estral. El signo más claramente definible de este patrón rítmico es el estro, un período de receptividad sexual, que se repite cada 21 días (rango 19-23 días). En términos generales, el ciclo estral se puede dividir en cuatro fases, a saber. proestro (3 días), estro (24 h), metaestro (3-4 días) y diestro (12-15 días). Las fases de proestro y estro se agrupan en la fase folicular, mientras que el metaestro y el diestro se clasifican en la fase lútea del ciclo estral. En las búfalas de pantano el celo dura de (19.9 ± 4) h en comparación a las búfalas de río, el celo dura un promedio de 24 h (10-48 h).

3.3. Determinar los costos de esta tecnología usado en la hacienda la Victoria

3.3.1. Análisis económico

En la tabla 1-3 se detalla los costos unitarios y totales de cada uno de rubros utilizados para la determinación del ciclo estral en búfalas que se realizó en la Hacienda la Victoria, determinándose

que el costo unitario del experimento fue de \$439.97 mientras que, el costo total de los materiales fue de 567.15 USD.

El manejo reproductivo es uno de los factores que más influyen en la productividad y eficiencia económica en los sistemas de producción pecuaria, tanto para las diferentes producciones de animales, por lo que los costos de producción necesarios para producir futuras decisiones y planificación de la unidad productiva.

Tabla 1-3: Costos de la determinación del ciclo estral en búfalas

MATERIALES	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Guantes de latex	U	80	0.25	20
Amonio cuaternario	lt	2	4.5	9
Tetector digital de celo y ovulación	U	1	420	420
Papel absorbente	U	1	3.9	3.9
Soga	m	5	1.1	5.5
Valde 10 lt	U	1	4.75	4.75
Parche detecor de celo	U	30	3.47	104
		TOTAL	437.97	567.15

Elaborado por: (Zambrano L,2022).

CONCLUSIONES

- Mediante el uso de un detector digital de celo y ovulación se determinó que el ciclo estral en búfalas tuvo una duración promedio de 21.83 ± 1.01 días divididos de la siguiente forma, metaestro 5.43 ± 0.639 días, diestro 12.46 ± 1.306 días, proestro 2.93 ± 0.52 días, estro 1 ± 0 días.
- El moco vaginal medido con el detector digital de celo y ovulación mostro diferencias en cuanto a la resistencia en las diferentes etapas del ciclo estral divididos de la siguiente manera, metaestro 226.28, ovulación 200, estro 202.5, proestro 248.8 y diestro un valor promedio de 306.07, observando que en la etapa de estro la resistencia reporto un valor menor y en la fase de diestro se reportaron los mayores valores. Esta variación se debe al incremento de los niveles de estrógenos durante la fase de estro y al incremento de progesterona durante la fase de diestro.
- Las búfalas en la etapa de estro presentaron comportamientos propios de la especie observándose que no existió monta entre hembras lo que ocasiono que los parches detectores de celo no sufran despigmentación. El comportamiento presentado por la mayoría de las hembras en la etapa de estro se manifestó con la ausencia de hinchazón, enrojecimiento de la vulva y ausencia de moco vaginal en la mayoría de las hembras analizadas.
- Al determinar los costos de la tecnología utilizada se observó que el costo total fue de \$567.15 y el costo por animal fue de \$18.90, tomando en cuenta que el equipo debe ser adquirido por una sola ocasión.

RECOMENDACIONES

- Incluir el método de detector digital de celo y ovulación en los programas de reproducción de búfalas de las Hacienda La Victoria del cantón Bucay.
- Realizar el seguimiento de la onda folicular mediante ecografía a las hembras bufalinas para contrastar los resultados obtenidos en esta investigación.
- Analizar las tasas de concepción obtenidas al utilizar el método de detector digital de celo y ovulación vs las obtenidas mediante el manejo convencional para determinar el método más eficiente.
- Realizar pruebas en la leche y sangre de las hembras bufalinas para tener en cuenta la presencia de hormonas y vincularlas con el ciclo estral.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, O. COMPARACIÓN QUÍMICA Y SENSORIAL DE QUESOS FRESCOS ELABORADOS A BASE DE LECHE ENTERA DE VACA (*Bos taurus*) Y LECHE ENTERA DE BÚFALA (*Bubalus bubalis*). 42. Guatemala, 2011. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/35293367.pdf>.

ALMAGUER PÉREZ, Y. El búfalo, una opción de la ganadería. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VIII(8), 1-23, 2007. Recuperado el 18 de febrero de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612734014>.

ALVARADO, J. “BIOTECNOLOGIAS DE LA REPRODUCCIÓN EN GANADO BUFALINO. Cuenca, Azuay, Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA , 2012. Recuperado el 2012, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/438/1/TESIS.pdf>.

ÀLVAREZ, J. Perspectivas de la crianza del búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 2(1), 20-21, 2013. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5271968>.

BUSTILLOS, L. Sustentabilidad y desarrollo rural de los agroecosistemas bufalinos. *Revista Venezolana de Gerencia*, 21(73), 50-61, 2016. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/290/29045347004/html/>.

EL PRODUCTOR. El búfalo, un bóvido que poco a poco se apodera de las ganaderías de Ecuador. *El Productor*, pág. 1, 2021. Recuperado el 20 de 02 de 2022, de <https://elproductor.com/2021/03/el-bufalo-un-bovido-que-poco-a-poco-se-apodera-de-las-ganaderias-de-ecuador/>.

ENCALADA, V. Búfalos, la vía rentable de la ganadería. *Diario Expreso*, pp. 1-12, 2018. Recuperado de: El Productor el periódico del campo: <https://elproductor.com/2018/05/bufalos-la-via-rentable-de-la-ganaderia/>.

LÓPEZ, J. Perspectivas de la crianza del búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en la Amazonía Ecuatoriana. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 2(1), 12, 2013. Recuperado de: [file:///C:/Users/TecnoSystem%20J&F/Downloads/DialnetPerspectivasDeLaCrianzaDelBufaloDeAguaBubalusBubal-5271968%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/TecnoSystem%20J&F/Downloads/DialnetPerspectivasDeLaCrianzaDelBufaloDeAguaBubalusBubal-5271968%20(1).pdf).

MONTIEL, N. Algunos aspectos reproductivos e inseminación artificial en búfalas. *X Seminario de Pastos y Forrajes*, 13, 2006.

ROCHA, B. Estudio comparativo para detección de ovulación en hembras canina por citología vaginal, progesterona sérica y detector draminski. En B. Rocha. Managua, Nicaragua. 2016. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de <https://repositorio.una.edu.ni/3485/1/tn153r672.pdf>.

SANCHEZ. *ASPECTOS REPRODUCTIVOS Y ENDOCRINOS DEL CICLO ESTRAL DE LA HEMBRA BUFALINA (Bubalus bubalis)*, 2016. Recuperado el 9 de Enero de 2022, de <https://doctoradoagrarias.files.wordpress.com/2016/08/jorge-sc3a1nchez-informe-final-tesis-junio-3.pdf>.

SANCHEZ, J. A., ROMERO, M., & MENESES, A. Dinámica folicular durante el ciclo estral natural en búfalas (*Bubalus bubalis*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 1-4, 2019. Recuperado el 03 de Febrero de 2022, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-9117201900010003#:~:text=La%20din%C3%A1mica%20folicular%20de%20la%20b%C3%BAfala%20bajo%20las%20condiciones%20del,del%20n%C3%BAmero%20de%20ondas%20foliculares.

SHARMA, R., JERÓNIMO, A., & PUROHIT, G. Fisiología reproductiva del búfalo macho y hembra. En G. Purohit, & G. Purohit (Ed.), *Teriogenología Bubalina*, pp. 1-28, 2019. Servicio Internacional de Información Veterinaria. Recuperado el 19 de Febrero de 2022, de <https://www.ivis.org/library/bubaline-theriogenology/reproductive-physiology-of-male-and-female-buffalo>.

SIERRA, E. *EFEECTO DEL MÉTODO DE SINCRONIZACION DE LA OVULACIÓN EN BUFALAS DE AGUA (Bubalus bubalis)*. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, 2002. Recuperado el 25 de Enero de 2022, de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5518/1/Tesis%20Med.%20Vet.%20Erick%20Alejandro%20Sierra%20schulz.pdf>.

TONIZZA DE CARVALHO, N., SOARES, J., PR, K., & A.R, G. Anatomía del Tracto Reproductivo de los Búfalos Macho y Hembra. En Purohit G.N, & G. Purohit (Ed.), *Teriogenología Bubalina*. pp. 1-98, 2019. Servicio Internacional de Información Veterinaria.

Recuperado el 13 de Febrero de 2022, de <https://www.ivis.org/library/bubaline-theriogenology/anatomy-of-reproductive-tract-of-female-and-male-buffaloes>.

VALE, W. Reproducción en hembras bufalinas: inseminación artificial y reproducción asistida. *Revista Especial*, 24(5), 5-18, 2011. Recuperado el 17 de 01 de 2022, de <file:///C:/Users/User%20-%20TecSoft/Downloads/Dialnet-FisiologiaReproductivaDelBufaloProduccionEnArgenti-4835766.pdf>.

ZAMBRANO, J. Aplicación Reproductiva de Ultrasonido en la Hembra de Búfalo (*Bubalus bubalis*). En *Teriogenología Bubalina*. pp. 1-20, 2019. Recuperado el 18 de Febrero de 2022, de <https://www.ivis.org/library/bubaline-theriogenology/reproductive-application-of-ultrasound-female-buffalo-bubalus-bubalis>


D.B.R.A.I.
Ing. Christian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: DURACIÓN DE LAS ETAPAS DEL CICLO (DÍAS)

DURACIÓN DE LAS ETAPAS DEL CICLO (DÍAS)						
No. BUFALA	ID. ANIMAL	METAESTRO	DIESTRO	PROESTRO	ESTRO	TOTAL
1	707	7,5	10	3	1	21,5
2	777	6	10	3	1	20
3	645	5,5	13	3	1	22,5
4	268	6,5	12	2	1	21,5
5	842	6	14	3	1	24
6	475	5	14	3	1	23
7	438	5	13	3	1	22
8	832	6	14	2	1	23
9	836	5	14	3	1	23
10	817	5,5	14	3	1	23,5
11	562	6	12	3	1	22
12	691	5	13	3	1	22
13	324	5,5	13	3	1	22,5
14	616	5,5	13	3	1	22,5
15	429	5,5	10	4	1	20,5
16	697	5,5	13	3	1	22,5
17	481	4,5	14	2	1	21,5
18	326	5	14	3	1	23
19	659	4	13	2	1	20
20	175	5,5	11	3	1	20,5
21	737	5,5	12	3	1	21,5
22	787	5	12	3	1	21
23	467	5,5	11	4	1	21,5
24	663	5	12	3	1	21
25	416	6	12	2	1	21
26	575	5	13	3	1	22
27	487	5,5	10	4	1	20,5
28	831	5,5	12	3	1	21,5
29	835	5	13	3	1	22
30	815	5	13	3	1	22
PROMEDIO		5,43	12,47	2,93	1	21,83

ANEXO B: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA METAESTRO

METAESTRO	
Media	5,433333333
Error típico	0,116789754
Mediana	5,5
Moda	5,5
Desviación estándar	0,63968383
Varianza de la muestra	0,409195402
Curtosis	3,093675041
Coefficiente de asimetría	0,900826242
Rango	3,5
Mínimo	4
Máximo	7,5
Suma	163
Cuenta	30

ANEXO C: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA DIESTRO

DIESTRO	
Media	12,4666667
Error típico	0,23844965
Mediana	13
Moda	13
Desviación estándar	1,30604254
Varianza de la muestra	1,70574713
Curtosis	-0,462697
Coefficiente de asimetría	-0,6683782
Rango	4
Mínimo	10
Máximo	14
Suma	374
Cuenta	30

ANEXO D: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA PROESTRO

PROESTRO	
Media	2,933333333
Error típico	0,095090197
Mediana	3
Moda	3
Desviación estándar	0,52083046
Varianza de la muestra	0,271264368
Curtosis	1,088972791
Coefficiente de asimetría	-0,109249997
Rango	2
Mínimo	2
Máximo	4
Suma	88
Cuenta	30

ANEXO E: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA ETAPA ESTRO

ESTRO	
Media	1
Error típico	0
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0
Varianza de la muestra	0
Curtosis	0
Coefficiente de asimetría	0
Rango	0
Mínimo	1
Máximo	1
Suma	30
Cuenta	30

ANEXO F: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA CICLO ESTRAL

CICLO ESTRAL	
Media	21,83333333
Error típico	0,184660816
Mediana	22
Moda	21,5
Desviación estándar	1,011428943
Varianza de la muestra	1,022988506
Curtosis	-0,436854113
Coefficiente de asimetría	0,034715597
Rango	4
Mínimo	20
Máximo	24
Suma	655
Cuenta	30

1330-DBRA-UTP-2022



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06 / 07 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Lesly Poleth Zambrano López
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias.
Carrera: Zootecnia.
Título a optar: Ingeniera Zootecnista.
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.I.
Cristhian Castillo



1330-DBRA-UTP-2022