

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

*Trabajo de titulación previo a
la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista*

TRABAJO EXPERIMENTAL:

**“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ CON PROTOCOLOS DE
SINCRONIZACIÓN E2-P4-PGF2A, CON TRES TIEMPOS DE RETIRO DEL
DISPOSITIVO INTRAVAGINAL EN VACONAS”**

AUTOR:

SANTIAGO XAVIER MARTÍNEZ LUNA

TUTOR:

DR. FROILÁN PATRICIO GARNICA MARQUINA

CUENCA - ECUADOR

2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Santiago Xavier Martínez Luna con documento de identificación N° 1104891468, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ CON PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN E2-P4-PGF_{2A}, CON TRES TIEMPOS DE RETIRO DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL EN VACONAS”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Médico Veterinario Zootecnista*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2020



Santiago Xavier Martínez Luna

C.I. 1104891468

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ CON PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN E2-P4-PGF_{2A}, CON TRES TIEMPOS DE RETIRO DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL EN VACONAS”**, realizado por Santiago Xavier Martínez Luna, obteniendo el *Trabajo Experimental* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2020



Dr. Froilán Patricio Garnica Marquina

C.I. 0101650299

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Santiago Xavier Martínez Luna con documento de identificación N° 1104891468, autor del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ CON PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN E2-P4-PGF_{2A}, CON TRES TIEMPOS DE RETIRO DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL EN VACONAS”**, certifico que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, febrero del 2020



Santiago Xavier Martínez Luna

C.I. 1104891468

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, a mis queridos padres, Wilson Martínez e Hilda Luna ya que gracias a su apoyo incondicional en todo momento y su lucha incansable, han hecho todo lo posible para que mi persona logre culminar con mi carrera profesional. A mí querida esposa, mi adorado hijo, a mis suegros por su apoyo y colaboración brindada para salir adelante, a mis hermanos: David, Andrés y Juan Diego por ser parte de mi vida y compartir gratos momentos a mis abuelitos que son personas muy especiales que con sus sabios consejos y amor me han ayudado a formar como persona, a toda mi familia por estar al pendiente brindándome muestras de afecto en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias infinitas primeramente al todo poderoso, por concederme la salud, inteligencia y fuerza necesarias para cumplir una etapa más de formación técnica; a mi familia por su comprensión y estímulo constante además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A mis docentes académicos: Dr. Patricio Garnica, Dr. Francisco Larriva, Dr. Juan Masache, Dra. Mónica Brito, Ing. Mauricio Salas, Ing. Pedro Webster, Dr. Cristhian Sagbay y Dr. Pedro Reino, por compartir cada uno de sus valiosos conocimientos y experiencias ayudándome a crecer académica y humanamente, a mis compañeros que de una u otra manera compartieron estos años con mi persona.

De igual forma a mi tutor Dr. Patricio Garnica, por compartir sus conocimientos y su experiencia para culminar con la ejecución de mi trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. PROBLEMA	16
1.2. DELIMITACIÓN.....	17
1.2.1. Temporal	17
1.2.2. Espacial	17
1.2.3. Ubicación	17
1.2.4. Académica.....	17
1.3. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.4. OBJETIVOS.....	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivo Específico.....	18
1.5. HIPÓTESIS	18
1.5.1. Hipótesis alternativa.....	18
1.5.2. Hipótesis nula.....	18
1.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL	19
2.1. Anatomía bovina	19
2.1.1. Ovarios	19
2.1.2. Oviductos o trompas de Falopio	20

2.1.3. Útero.....	20
2.1.4. Cérvix.....	20
2.1.5. Vagina	21
2.1.6. Vulva.....	21
2.2. Ciclo estral de la vaca.....	21
2.3. Fisiología del ciclo estral en el vacuno	21
2.3.1. Fases del ciclo estral	22
2.3.2. Dinámica folicular.....	24
2.3.3. Hormonas de la reproducción bovina	24
2.4. Sincronización de celo.....	29
2.4.1. Tipos de protocolos de Sincronización	29
2.4.2. Ventajas de los métodos de Sincronización.....	31
2.5. Fisiología reproductiva del protocolo con los dispositivos intravaginales bovinos	
DIB	31
2.6. Detección del Celo	32
2.7. Inseminación artificial.....	33
2.7.1. Ventajas y desventajas de la Inseminación Artificial	33
2.8. Factores que afectan los resultados de la IATF.....	34
2.8.1. Factores Inherentes a los animales.....	34
2.8.2. Factores inherentes al manejo	35
2.9. Gestación.....	36
2.10. Diagnóstico de gestación.....	36
2.10.1. Técnicas utilizadas para el diagnóstico de la gestación	36
2.11. RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA.....	37

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1.	METODOLOGÍA	40
3.2.	DISEÑO ESTADÍSTICO.....	40
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.4.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	41
3.5.	Variable dependiente (Evaluación de Preñez).....	42
3.6.	Variable independiente (Dispositivo intravaginal).....	42
3.7.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	42
3.8.	Protocolos de estudio aplicado en los tres tratamientos	43
3.9.	Consideraciones éticas	44
4.	RESULTADOS	45
4.1.	Tratamiento 1 retiro DIB a los 6 días.....	45
4.2.	Tratamiento 2 retiro DIB a los 7 días.....	46
4.3.	Tratamiento 3, retiro DIB a los 8 días	48
4.4.	Adeva para el factor preñez con datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$	50
4.5.	Porcentaje de preñez.....	51
4.6.	ANÁLISIS DE COSTO TOTAL	52
4.7.	COSTO DE TRATAMIENTO POR VACONA.....	53
5.	DISCUSIÓN.....	55
6.	CONCLUSIONES	57
7.	RECOMENDACIONES	58

8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
9.	ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos meteorológicos	17
Tabla 2. Materiales físicos	38
Tabla 3. Materiales químicos	39
Tabla 4. Materiales Biológicos	39
Tabla 5. Materiales de oficina.....	39
Tabla 6. DCA. Diseño Completamente al Asar ADEVA para un DCA.....	40
Tabla 7. Esquema del experimento	41
Tabla 8. Variable dependiente	42
Tabla 9. Variable independiente	42
Tabla 10. Protocolo de retiro dispositivo DIB día seis.	43
Tabla 11. Protocolo de retiro dispositivo DIB día siete.....	43
Tabla 12. Protocolo de retiro dispositivo DIB día ocho.	44
Tabla 13. Tratamiento 1 Retirado a los 6 días.	45
Tabla 14. Tratamiento 2 retiro a los 7 días	47
Tabla 15. Tratamiento 3, retiro a los 8 días	48
Tabla 16. ADEVA Para el factor preñez con datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$	50
Tabla 17. Análisis de costo Total.....	52
Tabla 18. Costos de tratamiento por vaca.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preñez Tratamiento 1.....	46
Figura 2. Preñez tratamiento 2.....	47
Figura 3 Preñez tratamiento 3	49
Figura 4. Porcentaje de preñez total por tratamiento	51

ANEXOS

Foto 1. Lavado de la zona perineal	64
Foto 2. Preparación y aplicación del DIB	64
Foto 3. Retiro del dispositivo intravaginal DIB Día 6,7 y 8	65
Foto 4. Aplicación prostaglandina Día 6, 7 y 8	65
Foto 5. Aplicación de benzoato de Estradiol Día 6, 7 y 8	66
Foto 6. Manifestación del Celo	66
Foto 7. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)	67
Foto 8. Diagnóstico de la gestación mediante chequeo ecográfico	68
Foto 9. Equipo e insumos utilizados	69

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la finca ganadera los Arrayanes, ubicada en la Provincia de Loja, cantón Gonzanamá; el experimento tuvo la finalidad de “Evaluar la tasa de preñez con protocolos de sincronización E2-P4-PGF2A, con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal en vaconas mestizas”, al tratamiento (T1), se retiró a los seis días, (T2) a los siete días y (T3) a los ocho días, con inseminación a tiempo fijo. Prosiguiendo al chequeo ecográfico a los 34 días para confirmar los animales en estado de gestación. El estudio tuvo una duración de seis meses en el que se utilizaron 30 unidades bovinas, comprendidas entre 22 a 30 meses de edad, con una condición corporal de 2.7 a 3.5 y un peso aproximado de 280 a 350 kilos. Con la aplicación del método estadístico se realizó, el DCA (Diseño completamente al azar) y con el uso del ADEVA, se observó los siguientes resultados; en el (T1), con un total de cuatro vaconas en estado de gestación. En el (T2), siete en estado de gestación y en el (T3), cinco vaconas en gestación; obteniendo un F calculado de (0,90) mientras que el F tabular al 5 % (3,35) y al 1 % (5,49), siendo no significativo, lo que indica que los tratamientos actúan de igual manera aunque matemáticamente se comportan diferente, aceptando la hipótesis nula y rechazando la alternativa. Se recomienda utilizar el (T2), ya que se obtuvo los mejores resultados alcanzando el 70 % de gestación en las vaconas sometidas a la investigación. Así mismo se realizó el análisis de costo de tratamiento por animal sometido al estudio dando un valor total de 56,81 dólares americanos.

ABSTRACT

The present research work was carried out on the cattle farm the Arrayanes, located in the Province of Loja, canton Gonzanamá; the experiment was aimed at "Assessing the pregnancy rate with E2-P4-PGF2A synchronization protocols, with three withdrawal times of the intravaginal device in mestizo vacons", at treatment (T1), withdrawn at six days, (T2) at seven days and (T3) at eight days, with fixed-time insemination. Continuing the ultrasound check at 34 days to confirm the animals in gestation. The study lasted for six months in which 30 bovine units, ranging from 22 to 30 months of age, were used with a body condition of 2.7 to 3.5 and a weight of approximately 280 to 350 kilos. With the application of the statistical method was carried out, the DCA (Completely Random Design) and with the use of ADEVA, the following results were observed; (T1), with a total of four vacons in gestation. In (T2), seven in gestation and in (T3), five vacons in gestation; obtaining a calculated F of (0.90) while the tabular F at 5% (3.35) and 1% (5.49), being insignificant, indicating that treatments act in the same way but mathematically behave differently, accepting the null hypothesis and rejecting the Alternative. It is recommended to use (T2), as the best results were obtained by achieving 70% gestation in the vacons under investigation. The treatment cost analysis per animal under study was also carried out giving a total value of US\$56.81.

1. INTRODUCCIÓN

Las vaquillonas alcanzan la pubertad cuando poseen un 40 a 50% del peso adulto, lo que ocurre dentro de los 6 a 18 meses de edad. Para ser inseminadas deben alcanzar un 70% del peso adulto. Para las razas Británicas el mínimo es 280 kg y esto se alcanza entre los 8 y 14 meses de edad. Para las Indicas, el peso mínimo es de 310 kg y se logra entre los 18 y 36 meses de edad (Robson y Aguilar, 2004, p. 6).

“En Estados Unidos los hatos donde las novillas han parido a una edad avanzada, producen menos leche” (Bewley, Palmer, y Jackson, 2001).

Es innegable la relevancia de la inseminación artificial en el mejoramiento de los parámetros reproductivos y productivos de la ganadería mundial (Giraldo, 2007, p. 52).

La Inseminación artificial a Tiempo Fijo es una técnica que, mediante la utilización de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones con lo cual es posible inseminar una gran cantidad de animales en un período corto de tiempo. Son conocidos los beneficios en el empleo de la Inseminación Artificial, en cuanto a mejora genética, al conocimiento de la paternidad y a la posibilidad de utilizar en vaquillonas, toros que den terneros de bajo peso al nacer. Además de éstos, la I.A.T.F suma otros beneficios, tales como:

Evitar la detección de celo, lo cual constituía el principal factor de error y de bajos resultados, reducir el tiempo de inseminación, encierres y gastos de honorarios, acortar el período de anestro postparto mejorar los resultados en vacas con cría al pie, categoría mayoritaria en el rodeo (75-80 %), aumentar la proporción de vientres que se preñan temprano, aumentar los kilos de terneros destetados (Raso, 2012, p. 202).

Los protocolos modernos se basan en controlar ajustadamente el momento de la ovulación, de manera que permitan realizar inseminaciones en tiempo prefijados. Es decir, permiten realizar inseminaciones en forma simplificada en períodos muy cortos y con muy pocos

movimientos de hacienda. Estos protocolos consisten en utilizar dispositivos intravaginales liberadores de la hormona progesterona que permanecen colocados en el animal durante 7 a 9 días. El tratamiento se combina con la administración de estrógenos y prostaglandina en forma intramuscular (Marcantonio, 2007, p. 8).

En nuestro medio existen hatos de novillas que alcanzan un peso promedio de 280 a 350 kilos a la edad de 22 a 30 meses, obteniendo estos bovinos cruces con diferentes razas tanto Indicas como Europeas. Es así que se vienen implementando técnicas de IATF (inseminación artificial a tiempo fijo) con la utilización de hormonas como, progestágenos, estrógenos y prostaglandinas necesarias para sincronizar la ovulación, con la aplicación de este método se puede realizar programas que nos permitan planificar en nuestra ganadería una mejor detección de celos, así mismo inseminar con toros provados que nos den becerros con un bajo peso al nacer y poder conseguir partos en épocas en donde no exista escases de alimento.

1.1. PROBLEMA

Los principales factores limitantes a una mejor expansión en la utilización de los protocolos de sincronización de celos y ovulación en vacas, está asociado relativamente a los altos costos de las hormonas; desconocimiento por parte de los técnicos sobre los mecanismos fisiológicos que rigen la función reproductiva de la vaca, situaciones frecuentes en nuestro sistema de producción con periodos de restricción alimentaría, así como una pequeña reducción de la fertilidad de los animales después de los celos inducidos. Cuando se va a implementar un programa de sincronización tenemos que caracterizar al grupo de animales que serán tratados, básicamente considerando si se trata de vaquillonas o vacas con cría al pie y el estado del ovario. Determinados protocolos que pueden ser utilizados en vacas o vaquillonas cíclicas, son inadecuados en hembras acíclicas.

1.2. DELIMITACIÓN

1.2.1. Temporal

El presente trabajo tuvo una duración de 400 horas distribuidas en el trabajo de campo y en la elaboración del trabajo escrito.

1.2.2. Espacial

La presente investigación se realizó en la Provincia de Loja, Cantón, Gonzanamá finca los Arrayanes, que se encuentra ubicada al sur del país a 85 km de la ciudad de Loja.

1.2.3. Ubicación

Tabla 1. *Datos meteorológicos*

Altitud	1870 m s. n. m.
Temperatura	15 -25°C
Superficie	1272 km ²
Longitud	-79.4423°
Latitud	-4.2368S
Clima	Cálido- Frío

Fuente: (Google Maps, 2019)

1.2.4. Académica

Con el presente trabajo investigativo se pretende fortalecer los conocimientos adquiridos en el aula y así poder proporcionar datos que nos permitan tomar una mejor decisión al momento de utilizar un protocolo de sincronización.

1.3. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA

Es de considerable importancia realizar los estudios respectivos en el cantón Gonzanamá ya que las mayoría de ganaderos tienen en sus hatos lecheros incorporado un toro para realizar el cruce con sus vaquillas o vacas lo que no representa un mejoramiento genético eficaz debido

a que hay muchas desventajas al usar ese sistema tradicional representándose un riesgo al utilizar reproductores sin evaluaciones tanto de tipo como de producción, siendo susceptibles a tener partos distócicos y crías que no tengan un buen despeño lechero; por lo que la contribución de la investigación puede despertar interés en los criadores haciendo que mejoren sus hatos ganaderos de una forma más eficiente y en un menor tiempo ya que para muchos la ganadería representa el sustento del diario vivir.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la tasa de preñez utilizando tres tiempos de retiro, días 6 -7 y 8 del dispositivo intravaginal, en vaconas mestizas.

1.4.2. Objetivo Específico

- Comparar la tasa de preñez en los diferentes tiempos de retiro del dispositivo intravaginal.
- Evaluar costos utilizados en la investigación.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis alternativa

Los protocolos de sincronización con dispositivo intravaginal en vaconas si muestra un aumento significativo en el porcentaje de preñez.

1.5.2. Hipótesis nula

Los protocolos de sincronización con dispositivo intravaginal en vaconas no muestran cambios significativos en el porcentaje de preñez.

1.6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La presente investigación estuvo encaminada en conseguir datos que nos ayuden a dar una conclusión eficaz de los resultados obtenidos y de esta manera brindar a las personas recomendaciones en lo que concierne a los protocolos de sincronización más seguros y con mayores tasas de preñez en vaconas mestizas, creando mucha conciencia acerca de la importancia del mejoramiento genético. Con el aporte de esta investigación los ganaderos tendrán un mejor concepto sobre protocolos de sincronización para que a la hora de elegir uno puedan escoger el más efectivo.

De igual manera tener referencias en la provincia de Loja que nos permitan guiarnos y lograr óptimos resultados para seguir puliendo nuestros hatos ganaderos.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

2.1. Anatomía bovina

Los órganos del aparato reproductor femenino (de la hembra) incluyen ovarios, oviductos, el útero, cuello uterino, la vagina y los genitales externos. Los órganos genitales internos (el 1° de 4 componentes) están sostenidos por el ligamento ancho. Este ligamento consta del mesoovario que sostiene al ovario el mesosálpinx que sostiene al oviducto; y el mesometrio que sostiene al útero en bovinos y ovinos la inserción del ligamento ancho es dorsolateral en la región del íleon de modo que el útero está dispuesto como los cuernos de un carnero con la convexidad dorsal y los ovarios situados cerca de la pelvis (Hafez y Hafez, 2002, p. 13).

2.1.1. Ovarios

El ovario, a diferencia del testículo, permanece en la cavidad abdominal. Realiza tanto funciones exocrinas (liberación de óvulos) como endocrinas(esteriodogénesis). El tejido predominante del ovario es la corteza. Las células germinales primordiales se originan fuera

de la gónada y emigran a través del mesenterio el saco vitelino hacia las crestas genitales (Hafez y Hafez, 2002, pp. 13-14).

2.1.2. Oviductos o trompas de Falopio

Son dos tubos finos y flexuosos de 20 a 35 cm de largo, que comunica el útero con los ovarios. Es el lugar donde se realiza la fecundación (unión del óvulo con el espermatozoide) (Robson y Aguilar, 2004, p. 3).

2.1.3. Útero

El útero consta de dos cuernos uterinos un cuerpo y un cuello. Las proporciones relativas de las distintas partes así como la forma y disposición de los cuernos uterinos varían con la especie. En la cerda, el útero es bicorne. Los cuernos están flexionados o enrollados y pueden medir hasta unos 120 a 150 centímetros de longitud mientras que el cuerpo del útero es corto. Dicha longitud es una adaptación anatómica para la producción exitosa de camadas grandes. En vacas, ovejas y yeguas, el útero es bipartido. Estos animales tienen un tabique que separa los dos cuernos, y un cuerpo uterino prominente (que en la yegua es más grande). En rumiantes, el epitelio uterino tiene varias carúnculas. Ambos lados del útero están unidos a las paredes pélvicas y abdominal por el ligamento ancho (Hafez y Hafez, 2002, p. 21).

2.1.4. Cérvix

El cuello uterino forma parte del útero y es una estructura de tipo cilíndrica con bordes transversales o espirales alternados, llamados anillos (generalmente son tres), los cuales representan el segundo obstáculo para la IA. El cérvix mide de 8 a 10 cm. Y entre sus principales funciones están las de facilitar el transporte de los espermatozoides hacia la luz del útero mediante la producción de moco, actúa como reservorio de espermatozoides y durante el celo, la musculatura lisa del cérvix se relaja bajo la influencia de estrógenos posibilitando la apertura del canal cervical lo cual facilita la IA. En contraste con esto, durante la gestación y

el diestro conducto cervical queda sellado por un moco viscoso que actúa como barrera contra el transporte de esperma y la invasión de bacterias (Bespin, Rivero, y Morgado, 2007, p. 151).

2.1.5. Vagina

La pared vaginal consta de epitelio superficial, una capa muscular y una serosa. Su capa muscular no está tan bien desarrollada como las partes externas del útero; consiste en un estrato circular interno grueso y otro longitudinal externo delgado; este último se continúa alguna distancia en el interior del útero. La capa muscular es rica en vasos sanguíneos paquetes nerviosos grupos de células nerviosas y tejido conectivo laxo y denso. La vaca es la única que presenta un esfínter muscular anterior además del esfínter posterior presente en los demás mamíferos domésticos (Hafez y Hafez, 2002, p. 27).

2.1.6. Vulva

Forma el orificio sexual externo y se compone de dos labios. Inmediatamente por delante de la unión de los labios, en el piso vulvar, se encuentra el clítoris, que constituye un vestigio del pene (Robson y Aguilar, 2004, p. 4)..

2.2. Ciclo estral de la vaca

Durante la vida reproductiva, las hembras de las especies domésticas presentan ciclos estrales, los cuales comprenden una serie de eventos ováricos, endocrinos y conductas recurrentes que tienen la finalidad de que ocurra la ovulación, el apareamiento y la gestación (Galina y Valencia, 2012, p. 91). Esta actividad cíclica reproductiva (ciclos estrales) aparece en la pubertad a los 12 -15 meses en el ganado lechero (Manteca, 2009).

2.3. Fisiología del ciclo estral en el vacuno

Un ciclo estral inicia con el momento de receptibilidad sexual o estro y concluye con el siguiente estro. Si después de la cópula se logra la fertilización, los ciclos estrales se ven interrumpidos por un anestro fisiológico. Adicionalmente, eventos patológicos como

infecciones reproductivas, persistencia del cuerpo lúteo, malnutrición y estrés, pueden causar la inhibición de los ciclos estrales (Galina y Valencia, 2012, p. 91).

2.3.1. Fases del ciclo estral

En un ciclo de 21 días, el proestro dura 1-3 días, el estro de 8 a 24 horas, el metaestro 2 - 4 días y la fase intermedia (diestro) 12-14 días. En el 65% de las hembras, la separación entre dos celos es 19-24 días; aproximadamente el 15% muestra un celo renovado al cabo de 3 y 18 días, y un porcentaje similar al cabo de 24 días (Busch y Waberski, 2007). El ciclo estral se divide en cuatro etapas:

2.3.1.1. Proestro

Es la fase que precede al celo. Se caracteriza por un incremento de la actividad del sistema reproductivo. Hay crecimiento folicular y regresión del cuerpo lúteo del ciclo previo (especies poliéstricas). El útero aumenta de tamaño, el endometrio está congestionado y edematoso, y sus glándulas presentan abundante actividad secretora. La mucosa vaginal está hiperémica y el número de capas celulares que forman su epitelio se incrementa, estando cornificadas las más superficiales (Arthur, Noakes, y Pearson, 1991, p. 5).

Esta etapa se caracteriza por el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de la hormona luteinizante (LH) que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio y al incremento de estradiol, lo que desencadena el estro (Hernández, 2016). Por lo que, la creciente producción de estrógenos foliculares inicia la preparación del aparato reproductivo para el apareamiento.

2.3.1.2. Estro

En esta etapa la hembra acepta la cópula o la monta de una compañera. Esta conducta es determinada por un incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por un folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo.

La conducta estral tiene como fin llamar la atención del macho para el apareamiento. Por efecto de los estrógenos la hembra está inquieta, camina más, interactúa con sus compañeras y acepta la monta de otra hembra (conducta homosexual). También los estrógenos provocan turgencia del útero, edema en los genitales externos y producción de moco cervical. La duración del estro es de 12 a 18 h y es afectada por el tipo de ganado y por las condiciones ambientales. El inicio del estro guarda una relación temporal con la secreción ovulatoria de LH (pico de LH), ya que los estrógenos al mismo tiempo que provocan la conducta estral también desencadenan el pico de LH. Entre el inicio del estro y el pico de LH transcurren de 2 a 6 horas, y en algunos casos estos dos eventos ocurren simultáneamente. La ovulación mantiene una relación temporal constante con el pico de LH, en general, la ovulación ocurre de 28 a 30 h después del pico de LH, o, visto de otra manera, de 30 a 36 h después del inicio del estro. Para un mejor entendimiento y manejo de la nomenclatura del ciclo estral el estro se considera como el día cero del ciclo (Hernández y Ortega ,2009, p. 12).

2.3.1.3. Metaestro

El metaestro, es el periodo comprendido desde el final del celo (rotura del folículo) hasta la formación del cuerpo lúteo. Durante los 3 días siguientes se desarrollará el CL a partir de las paredes del folículo roto. Es en esta fase del ciclo cuando se libera el óvulo. Una vez producida la ovulación, las células de la teca y de la granulosa del folículo se hacen sensibles a la LH y, por su estímulo, formaran el cuerpo lúteo o cuerpo amarillo, que empezara a producir progesterona. Esta hormona es la responsable de preparar el útero para la gestación y de inhibir la actividad cíclica estral (Ungerfeld, 2003, p. 39).

2.3.1.4. Diestro

El diestro es la etapa de mayor duración del ciclo estral (12 a 14 días). Durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad lo que se refleja en niveles sanguíneos de progesterona mayores de 1 ng/ml. Además, en esta fase se presentan ondas de desarrollo

folicular, por lo cual se pueden observar folículos de diferente tamaño. Después de 12-14 días de exposición a progesterona el endometrio comienza a secretar PGF₂ en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En términos endocrinos cuando el cuerpo lúteo pierde su funcionalidad, es decir, cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/ml, termina el diestro y comienza el proestro. Cabe mencionar que durante esta etapa la LH se secreta con una frecuencia muy baja, y la FSH tiene incrementos que coinciden con el inicio de las ondas de desarrollo folicular (Hernández y Ortega, 2009, pp. 14-15).

2.3.2. Dinámica folicular

El proceso de crecimiento continuo y regresión de folículos antrales que conduce al desarrollo del folículo preovulatorio se conoce como dinámica folicular y se refiere al crecimiento de dichas estructuras en oleadas o grupos. Durante un ciclo estral pueden ocurrir una o más oleadas (Lucy , Savio, Badinga, De la Sota, y Thatcher, 1992).).

Como se esquematiza, en cada oleada, un grupo de folículos es reclutado o escogido para que salgan del estado de latencia e inicien un proceso de crecimiento. De este conjunto, uno o varios son seleccionados y finalmente uno de ellos se convierte en dominante (en hembras monótonas), mientras el resto sufre atresia en tanto que el folículo dominante de la última oleada en un ciclo estral (CE) está destinado a ovular (Savio , Boland, y Roche, 1990).

2.3.3. Hormonas de la reproducción bovina

Las hormonas de la reproducción bovina se dividen en dos tipologías, según el tipo de reproducción que ejercen:

- Las hormonas primarias de la reproducción
- Las hormonas metabólicas que influyen en la reproducción.

Las primeras forman parte directa de varios aspectos de la reproducción como la espermatogénesis, la ovulación, el comportamiento sexual, la fecundación, la implantación, el mantenimiento de la gestación, el parto, la lactación y el comportamiento materno.

Las hormonas metabólicas son necesarias para el bienestar general, y el estado metabólico del animal, lo cual permite que ocurra la reproducción. En general, las hormonas metabólicas influyen en el crecimiento, desarrollo y metabolismo, y puede considerarse que permiten la acción de la reproducción (Hafez y Hafez, 2002, pp. 38-39).

2.3.3.1. Hormonas hipotalámicas

Las hormonas del hipotálamo que regulan la reproducción son la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH o LH-RH), ACTH y el factor inhibidor de prolactina (*prolactin inhibiting factor*, PIF). El hipotálamo es también la fuente de oxitocina y vasopresina que están almacenadas en la neurohipófisis lóbulo posterior de la hipófisis (Hafez y Hafez, 2002, p. 38)

Controla la liberación de las gonadotropinas hipofisiarias: hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), su secreción es en forma pulsátil y su frecuencia depende de factores como: época del año, etapa del ciclo estral, edad, estado nutricional, entre otros, culminando en un mayor o menor desarrollo folicular, adicionalmente en forma cíclica es secretado un pico preovulatorio el cual es inducido por los estrógenos provenientes de folículos maduros concluyendo en la secreción de un pico preovulatorio de LH (Galina y Valencia, 2012, p. 70-71).

2.3.3.2. Hormonas adenohipofisarias

Son glicoproteínas producidas y liberadas por la hipófisis anterior, de donde se vierten al torrente sanguíneo, para así alcanzar su órgano objetivo: las gónadas (ovarios). Favorecen la maduración gonadal y la esteroidogénesis, capacitando al organismo para que se pueda reproducir. La síntesis y la liberación de las hormonas hipofisiarias gonadotrópicas, son

reguladas por la hormona hipotalámica liberadora de gonadotrofinas (GnRH), misma que provee el enlace entre los sistemas nervioso y endócrino (Prieto y Velázquez, 2002, p. 253).

Según Hafez y Hafez (2002) mencionan la hipófisis secreta dos tipos de hormonas:

Adenohipofisarias: Son secretadas por el lóbulo anterior de la hipófisis, secreta tres hormonas gonadotrópicas: FSH, LH y prolactina (PRL) entre otras.

Neurohipofisarias: Las hormonas de este lóbulo posterior difieren de las otras hormonas hipofisarias en que ellas no se originan en esta glándula, si no que únicamente se almacenan ahí hasta que se necesitan. La oxitocina (hormona para la secreción de la leche) y vasopresina (hormona antidiurética o ADH), se producen en el hipotálamo de donde son transferidas a esta estructura de la hipófisis, a través de los axones del sistema nervioso (pp. 38-39).

2.3.3.2.1. Hormona Folículo estimulante (FSH).

La hormona foliculoestimulante promueve el crecimiento y la maduración del folículo ovárico o folículo de Graff. La FSH no causa la secreción de estrógeno del ovario por sí sola, sino que necesita de la presencia de LH para estimular la producción de estrógeno. En el macho la FSH actúa en las células germinales de los túbulos seminíferos de los testículos y es responsable de la espermatogénesis hasta el estado de espermatocito secundario posteriormente andrógenos de los testículos apoyan las etapas finales de la espermatogénesis (Hafez y Hafez, 2002, p. 38).

2.3.3.2.2. Hormona Luteinizante (LH)

Las hormonas gonadotrópicas Luteinizante (LH), folículo estimulante (FSH) se producen y secretan por la hipófisis, y la gonadotropina corionica (HCG) es de origen placentario: la LH y la FSH son las que regulan la función reproductora en los mamíferos ejercen sus acciones primarias sobre las gónadas (Daughady, 1987). La LH estructuralmente tiene dos cadenas polipeptídicas la cadena alfa (a) y la cadena beta (b) que es la encargada de la especificidad de

acción a los receptores de cada hormona (Charles, 1990). Su cuantificación es útil para la predicción y determinación de la ovulación, además para el estudio y tratamiento de la infertilidad y la planificación familiar (Mateo de Acosta, 1985).

2.3.3.3. Hormonas Gonadales y del Tracto Reproductor de la Vaca

2.3.3.3.1. Estrógeno.

Esteroide secretado por la teca interna del folículo ovárico es responsable del comportamiento sexual, características sexuales secundarias y posee un efecto anabólico. Los estrógenos derivan del ciclopentano-perhidro-fenantreno, poseen un núcleo esteroidal formado de tres anillos con seis carbonos cada uno y un ciclo pentano.

Existen diferentes preparados comerciales de estrógenos, que se diferencian en cuanto a su efecto farmacológico principalmente a su vida media o duración. Esta respuesta debe ser considerada cuando se administran en combinación con progestágenos en los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), ya que la respuesta en la dinámica folicular variará de acuerdo con el tipo de estrógeno utilizado, la dosis aplicada y el momento de la aplicación (al comienzo o al fin del tratamiento). Dentro de los diferentes tipos de estrógenos disponibles en el mercado se pueden citar:

17 Beta-Estradiol (17_E). Estrógeno natural, vida media muy corta (24-36 horas)

Benzoato de Estradiol (BE). Se caracteriza por ser de vida media corta (3 días)

Valerato de Estradiol (VE). Tiene vida media larga, variando entre 7 a 9 días

Cipionato de Estradiol (ECP). Posee vida media muy larga, entre 10 a 12 días (Gutiérrez, 2008)

2.3.3.3.2. Progesterona.

La progesterona es el prohágeno natural más prevalente, y es secretada por las células lúteas del cuerpo amarillo, la placenta y la glándula suprarrenal. La progesterona es transportada en la sangre por una globulina de enlace, al igual que los andrógenos y estrógenos. La secreción de progesterona es estimulada por la LH principalmente.

La progesterona realiza las siguientes funciones:

- Prepara el endometrio para la implantación y mantenimiento de la preñez, lo cual aumenta la actividad de las glándulas secretoras en el endometrio e inhibe la movilidad del miometrio.
- Actúa sinérgicamente con los estrógenos para inducir el comportamiento estral.
- Desarrolla el tejido secretor (alveolos) de las glándulas mamarias.
- En concentraciones altas inhibe el estro y la oleada ovulatoria de LH. Así, la progesterona es importante en la regulación hormonal del ciclo estral.
- Inhibe la movilidad uterina (Hafez y Hafez, 2002, p. 43).

2.3.3.3.3. Prostaglandina

Las prostaglandinas son ácidos grasos insaturados. La prostaglandina (PGF₂α) es el agente luteolítico natural que induce a la destrucción del cuerpo lúteo en caso de que no se produzca una gestación, permitiendo así el comienzo de un nuevo ciclo. Clínicamente la PGF₂α se utiliza para inducir el aborto en caso de gestación no deseada. Durante el parto se liberan grandes cantidades que inician la contracción del útero y aceleran la luteólisis del cuerpo lúteo de la gestación. En el mercado el Dicloprostenol es el análogo más importante utilizado para la regulación del ciclo estral (Engelhart, 2004).

2.4. Sincronización de celo

Mediante la sincronización del celo es posible lograr que las vacas dispongan de una oportunidad adicional para quedar gestantes durante un período reproductivo. La sincronización del celo consiste sencillamente en manipular el ciclo estral para que la mayor parte de las vacas manifiesta en el celo aproximadamente al mismo tiempo (Salverson y Perry, 2007, p. 12).

La sincronización del celo a través del uso de fármacos, ha sido usada para mejorar la eficiencia reproductiva en el ganado. Los protocolos para sincronización del celo estuvieron originalmente orientados hacia la disminución del tiempo empleado en la detección del estro. Uno de los factores que causa mayores limitaciones en el rendimiento reproductivo del ganado bovino, es la falla en la detección de celo en una forma eficiente y precisa que permita una inseminación a tiempo para lograr una buena eficiencia reproductiva en el rebaño (Nebel y Jobst, 1998).

Existen varios protocolos comerciales de sincronización, los cuales han sido desarrollados para potenciar y mejorar la eficiencia reproductiva de los hatos. Con los objetivos específicos de que obtener más vacas en calor al mismo tiempo, mejorar la manifestación del celo y aumentar las tasas de preñez (Avila y Gutiérrez, 2010).

2.4.1. Tipos de protocolos de Sincronización

Para tener éxito en la sincronización del estro se requiere controlar tanto la fase luteal como la folicular del ciclo estral. Los protocolos de sincronización del estro pueden agruparse en 4 categorías principales:

2.4.1.1. Basados en la prostaglandina F_{2α} (PG)

Tras la ovulación, las diferentes células que forman el folículo ovulatorio del cual emerge el óvulo cambian su función y se transforman en células luteínicas que constituyen el cuerpo

lúteo (CL). El propósito principal del cuerpo lúteo es producir progesterona, una hormona que regula varias funciones fisiológicas: preparación del útero para la gestación, mantenimiento de la gestación si se produce la fertilización, e inhibición de los signos del estro y la ovulación.

La prostaglandina $PGF2\alpha$ es una hormona presente de forma natural induce la degeneración (regresión) del cuerpo lúteo si no se produce la gestación permitiendo a la vaca a volver a salir en estro. La inyección de PG causará la regresión de un cuerpo lúteo antes de que pueda degenerar por sí mismo de forma normal; de este modo la PG permite controlar la fase lútea del ciclo estral.

2.4.1.2. Basados en hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)

La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) controla la fase folicular del ciclo estral. Los folículos crecen siguiendo un patrón de oleadas; dentro de cada ciclo estral se producen 2 o 3 oleadas foliculares. El folículo dominante de cada una de estas oleadas es capaz de ovular (liberar un óvulo) y ser fértil. Sin embargo, cuando la progesterona está presente inhibe la ovulación de un folículo dominante.

2.4.1.3. Basados en progestágenos

Durante el ciclo estral, cuando está presente un cuerpo lúteo y las concentraciones de progesterona son elevadas, se inhiben el estro y la ovulación, pero cuando disminuye de tamaño y las condiciones de progesterona decrecen, retorna el estro. Los progestágenos sin embargo mimetizan la progesterona inducida por el cuerpo lúteo e inhiben la ovulación controlando el ciclo estral extendiendo la fase luteal del mismo. En lugar que el animal muestre estro y ovule regresión natural del cuerpo lúteo, el progestágeno administrado causará que el folículo continúe creciendo.

2.4.1.4. Combinados

Cuando PG, GnRH o los progestágenos se usan por separado, únicamente sincronizarán bien la fase luteal o la folicular del ciclo estral. Por tanto, la mayoría de los protocolos de sincronización del estro combinan los métodos anteriores para controlar ambas fases del ciclo estral (Salverson y Perry, 2007, pp. 12-14).

2.4.2. Ventajas de los métodos de Sincronización

- Concentración de animales en estro en un corto periodo
- Racionalización de la IA principalmente en vacas de carne.
- Concentración y reducción del periodo de parición.
- Manejo de los alimentos disponibles de acuerdo con la época del año y las categorías de animales.
- Facilitar la formación de test de evaluación zootécnica para posibilitar la compra de individuos con intervalos reducidos entre los nacimientos.
- Registro de los terneros, facilitando las prácticas de manejo y comercialización (Becaluba, 2008)

2.5. Fisiología reproductiva del protocolo con los dispositivos intravaginales bovinos DIB

Los dispositivos intravaginales bovinos DIB® contienen 1.0 g de progesterona. Cuando estos están introducidos en el fórnix de la vaca, se empieza a liberar la progesterona. Esta liberación tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica ya que se provoca regresión del folículo dominante y se acelera el recambio de ondas foliculares. Al administrarle el benzoato de estradiol se provoca la atresia de los folículos existentes y se impide de esta manera la formación de folículos persistentes que pueden interferir negativamente en la fertilidad. Como la atresia es seguida por el comienzo de una nueva onda folicular a los 4 días, se asegura de esta manera la presencia de un folículo nuevo y un ovocito viable en el momento de retirar el dispositivo. (Saldarriaga, 2009, p. 22).

Al administrarle la prostaglandina la hipófisis anterior aumenta la producción de hormonas folículo estimulante (FSH) lo cual produce la maduración de un nuevo folículo y la aparición de celo y ovulación. La gonadotropina coriónica equina eCG favorece el crecimiento final del folículo hasta su tamaño ovulatorio y potencia la acción sincronizante de los progestágenos asegurando una perfecta sincronía de celos fértiles. Por último, la segunda administración de benzoato de estradiol es fundamental para sincronizar la ovulación y obtener buenos índices de preñez a la inseminación artificial a tiempo fijo IATF (Saldarriaga, 2009, p. 22).

2.6. Detección del Celo

La mejor indicación de estro es la inmovilización de la hembra cuando es montada por el macho u otra hembra. Sin embargo, a menudo esta prueba es práctica para la IA. Vacas, cabras, cerdas y yeguas tienen ciclos aproximados de 20 a 21 días y las ovejas, cada 16 a 17 días más o menos. Se han utilizado algunos procedimientos para detectar el estro (Hafez y Hafez, 2002, p. 407).

La inadecuada detección de calores es uno de los factores más limitantes para alcanzar un buen comportamiento reproductivo (...). Una detección de calores deficientes afecta la rentabilidad de la explotación en varias formas:

- 1) Si los celos no son detectados, y por consiguiente las vacas no se inseminan, originan prolongados lapsos interpartos, lo que incide en una menor producción de leche en la vida productiva y en menos terneros producidos.
- 2) La tasa de concepción disminuye cuando se inseminan vacas que no están realmente en calor, desperdiciándose dosis de semen y encareciendo el proceso.
- 3) La combinación de celos mal detectados y una baja tasa de concepción puede inducir a una prematura eliminación de vacas, antes que hayan alcanzado su máxima producción.

- 4) La inseminación de vacas preñadas, erróneamente detectadas en calor, puede producir abortos (Bonilla, 1985, p. 47).

2.7. Inseminación artificial

“La inseminación artificial puede definirse como la biotecnología para la aplicación de semen en el tracto genital de una hembra en el momento efectivo para la fecundación” (Giraldo, 2007, p.51).

La inseminación artificial (artificial insemination, AI) es la técnica individual más importante creada para el mejoramiento genético de animales. Esto es posible debido a que unos pocos machos seleccionados producen suficiente espermatozoides para inseminar miles de hembras al año, mientras que cada hembra seleccionada puede producir relativamente poca progenie incluso mediante transferencia de embriones (Hafez y Hafez, 2002, p.387).

“El objetivo de la inseminación artificial es depositar un número determinado de espermatozoides vivos en el tracto genital femenino en el momento que permita la fertilización con el óvulo” (Cavestany y Méndez, 1993, p. 12).

2.7.1. Ventajas y desventajas de la Inseminación Artificial

La inseminación artificial es una de las herramientas más importantes para el mejoramiento genético de los animales. Esto es posible porque unos pocos machos cuidadosamente seleccionados producen suficientes espermatozoides para inseminar miles de hembras por año, mientras que solamente escasa descendencia por hembra seleccionada puede producirse por año, incluso con transferencia de embriones (Cavestany y Méndez, 1993, p. 13).

2.7.1.1. Ventajas de la inseminación artificial

- Mejoramiento genético: permite aumentar el número de crías por toro y por año. En un servicio natural se utiliza un 3 a 4 % de toros, lo que significa que un toro puede servir

entre 25 a 35 vacas por servicio. En la I.A. de un solo eyaculado se pueden obtener 240 pastillas.

- Fácil transporte de material genético: resulta más económico transportar semen que el toro.
- Conservación prolongada del semen: durante muchos años, aún después de muerto el animal.
- Reducción o eliminación de toros de los rodeos.
- Prevención y control de enfermedades: la I.A. elimina el contacto directo entre el macho y la hembra, con lo que se previenen enfermedades de transmisión venérea (Vibriosis y Tricomoniiasis) y otras.
- Mantenimiento de registros seguros (Robson y Aguilar 2004, p.3).

2.7.1.2. Desventajas de la inseminación artificial

- Implica de un dominio de la técnica. Es necesario que el técnico inseminador sea entrenado en una empresa especializada que cuente con bastante experiencia.
- Requiere una muy buena elección del celo (capacitar personal).
- Puede diseminar características indeseables (Galina, Salteil, y Valencia 1986, p. 179).

2.8. Factores que afectan los resultados de la IATF

Los factores que afectan los resultados de la IATF se pueden clasificar en inherentes a los animales e inherentes al manejo.

2.8.1. Factores Inherentes a los animales

- Estado fisiológico de la hembra

Puede realizarse con un mínimo de 45 días después del parto, tiempo mínimo de involución del útero. En vaquillonas de primer servicio, en especial si es de 15 meses, hay que asegurarse que tengan un adecuado grado de desarrollo reproductivo mediante la revisión preservicio

realizada por un veterinario. Las vacas con varios partos suelen mostrar mejores resultados que aquellas que están en su segundo servicio, (similar a lo que ocurre en el servicio natural) porque el anestro postparto suele ser más profundo en esta categoría.

- Estado nutricional de la hembra

Este aspecto es fundamental y es de los que más incidencia tiene en los resultados de la técnica. Numerosos trabajos muestran la relación de la condición corporal en el porcentaje de preñez logrado.

2.8.2. Factores inherentes al manejo

Entre los factores inherentes al manejo, se pueden mencionar:

a) Instalaciones

Disponer de mangas con cepo y trancas para comodidad y seguridad en el manejo, corrales amplios y un potrero cercano a los corrales para disminuir al máximo el movimiento de la hacienda. De ser posible, un lugar sombreado junto a la manga para el proceso de descongelado y carga del semen.

b) Cumplimiento de los tiempos planteados en el protocolo

El tiempo de permanencia del dispositivo en la vagina de la vaca puede variar entre 7 y 9 días. Pero una vez retirados debe ser estricto el cumplimiento de los tiempos planteados en el protocolo: 24 horas para la segunda aplicación de estrógeno y 52 a 56 horas para la inseminación.

c) Manejo del semen

Es importante respetar los tiempos y temperaturas de descongelado. También influye en esto la capacidad, destreza y prolijidad del inseminador (Raso, 2012, pp. 203-205).

2.9. Gestación

La gestación se define como el periodo comprendido entre la fertilización de un óvulo por un espermatozoide y el momento del parto. Esta es la definición ideal del proceso, ya que también se considera gestación a aquel periodo que concluye en una reabsorción embrionaria o un aborto. La duración de este periodo varía de acuerdo con la especie, y en ocasiones, de acuerdo con la raza (Galina , et al., 1986, p. 124).

2.10. Diagnóstico de gestación

En la mayoría de las especies domesticas el establecimiento y manteniendo de la gestación requiere que la fase luteínica del ciclo sexual se prolongue por la persistencia de un único cuerpo lúteo o de varios cuerpos lúteos. Como resultado de la persistencia del tejido luteal las concentraciones de progesterona se mantienen elevadas. Esto determina un feedback negativo en la hipófisis anterior que provoca una inhibición del desarrollo folicular y de la ovulación y en las especies poliéstricas, una anulación de la presentación de los celos. En muchas especies la placenta reemplaza o suplementa posteriormente a la fuente luteal de progesterona (Arthur, et al., 1991, p. 65).

El conocer que las hembras de cualquier explotación ganadera se encuentren gestantes, a su debido tiempo, es de capital importancia para obtener los mejores beneficios, pero donde se hace aún más importante es en el caso de las especies más grandes, como la vacas y la yeguas, ya que de estar o no gestantes dependerá de su destino futuro, venta, matadero etc. (Illera, 1994, p. 234).

2.10.1. Técnicas utilizadas para el diagnóstico de la gestación

Para realizar el diagnóstico de la gestación los productores cuentan con métodos directos e indirectos:

2.10.1.1. Métodos directos

Palpación: Consiste en evaluar la actividad ovárica, la presencia de cuerpo lúteo, se puede realizar la detección de la gestación y edad fetal, se pueden diagnosticar ciertas patologías.

Radiología: Es un método poco usado debido a la necesidad de tecnologías poco accesibles a nivel de campo y el alto costo de estas.

Ultrasonidos: Es una técnica muy empleada en la detección de preñez en ganado.

Pruebas de laboratorio: Como la prueba de progesterona muy común para detectar preñez en ovejas. La progesterona aumenta considerablemente en presencia de preñez.

2.10.1.2. Métodos indirectos

Se refiere al uso de signos y síntomas para el diagnóstico de la preñez, como cambio de comportamiento, abultamiento en la zona ventral, hinchazón de las glándulas mamarias, ausencia de celo. La mayoría de estos signos no confirman la presencia del feto y en algunos casos pueden ser indicio de la presencia de patologías (Gélvez, 2019)

2.11. RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA

La administración de prostaglandinas es el método más comúnmente utilizado para la sincronización de celos. Sin embargo, la detección de celo lleva mucho tiempo y mano de obra, depende de las influencias ambientales (Ej., mal piso e inclemencias climáticas) y suele ser ineficiente e imprecisa. El uso de progestágenos ha sido usado para extender la fase luteal, resultando en mayor cantidad de animales detectados en celos en un periodo más corto pero con menor fertilidad.. Estas combinaciones hormonales que aseguran concentraciones circulantes elevadas de progesterona y sincronizan tanto la emergencia de una nueva onda de folículos ováricos como la ovulación son los denominados protocolos para la IA a tiempo fijo (IATF). La presencia del comportamiento del celo no tiene importancia en los protocolos de IATF (Colazo, Mapletoft, Martinez, y Kastelic, 2007, p. 4).

“Para que los métodos de sincronización de celos en bovinos sean utilizados se debe tener en cuenta el costo de las hormonas utilizadas y el porcentaje de preñez, en definitiva tener en cuenta la relación costo/beneficio de los animales tratados” (Becaluba, 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 2. *Materiales físicos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Establo	Unidad	1
Comederos	Unidad	2
Abrevadero	Unidad	1
Lasos	Unidad	3
Ecógrafo	Unidad	1
Guantes de examinación	Caja	1
Guantes obstétricos	Caja	1
Fundas sanitarias	Caja	1
Termo para descongelar	Unidad	1
Pajuelas	Unidad	30
Gel lubricante	Litro	1
Termo criogénico	Unidad	1
Toallas de papel	Unidad	1
Overol	Unidad	1
Botas	Unidad	1
Aplicador de dispositivo	Unidad	1
Jeringuillas	Caja	1
Agujas	Caja	1
Termómetro	Unidad	1
Tijera	Unidad	1
Catéteres	Caja	1
Pistola de inseminación	Unidad	1
Aplicador DIB	Unidad	1

Tabla 3. *Materiales químicos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Prostaglandina	Frascos	2
Estradiol	Frascos	2
DIB – Progesterona	Unidad	30
Vitaminas	Frascos	1
Sales minerales	Kilos	7
Desinfectante	Litro	1

Tabla 4. *Materiales Biológicos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Vaconas	Unidad	30

Tabla 5. *Materiales de oficina*

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Hojas de papel bond	1	Unidad
Esferos	2	Unidad
Marcadores	2	Unidad
Libreta de campo	1	Unidad
Carpetas	2	Unidad
Laptop	1	Unidad
Tinta de impresión	1	Unidad
Engrapadora	1	Unidad
Cámara digital	1	Unidad

3.1. METODOLOGÍA

El método que se usó en este trabajo investigativo es el denominado protocolo para la IA a tiempo fijo (IATF) el cual consiste en la aplicación de prostaglandinas, progestágenos y estrógenos necesarios para sincronizar la ovulación.

3.2. DISEÑO ESTADÍSTICO.

El método que se aplicó en el siguiente proyecto para el análisis de los datos dados por la investigación es el Diseño Completamente al Azar, el cual el uso de “Anova” nos permitirá establecer la hipótesis a aceptar.

En la investigación se utilizó 30 unidades bovinas (2019).; en los cuales los tratamientos fueron.

- T1= 6 días
- T2= 7 días
- T3= 8 días

Todo esto es replicado en 10 observaciones por tratamiento.

Tabla 6. *DCA. Diseño Completamente al Azar ADEVA para un DCA*

F de V	g.l
Total	29
Tratamiento	2
Repeticiones	27

Para las pruebas de significancia se utilizó el método de DUNCAN con un nivel de confianza del 5 y 1 %, y el método gráfico del diagrama de cajas.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población total de la ganadería finca los Arrayanes cuenta con 150 bovinos de los cuales se utilizará el 20 % de la población (30 vaconas mestizas). Las mismas que estaban conformadas en tres grupos de 10 bovinos por tratamiento.

La vaconas mestizas están de aproximadamente 20 a 22 meses de edad, con un peso promedio de 280 a 350 kg, bajo los parámetros reproductivos respectivos, vaconas sananas, vacías y con las condición corporal entre 2.7 a 3.5 para mantener la condición física de las vaconas y un estado fisiológico reproductivo adecuado se administró sales minerales y forrajes naturales (gramíneas) como: kikuyo, gramalote, grama entre otros, el alimento debe ser suministrado a voluntad al igual que el agua, tomando en cuenta que esta debe ser de muy buena calidad, la misma que va a garantizar el buen estado de salud de los animales.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Tabla 7. *Esquema del experimento*

Tratamiento	Tamaño de la unidad experimental	Total vaconas experimental	unidad experimental
T1	10 vaconas mestizas	10 vaconas mestizas	
T2	10 vaconas mestizas	10 vaconas mestizas	
T3	10 vaconas mestizas	10 vaconas mestizas	
Total	30 vaconas mestizas	30 vaconas mestizas	

3.5. Variable dependiente (Evaluación de Preñez)

Tabla 8. *Variable dependiente*

CONCEPTO	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Comportamiento de las vaconas mestizas en todo el proceso de estudio para lograr la preñez.	Preñez	Concepción	Días
	No preñez	Servicios	Número
		Ovulación	Presencia/no presencia
		Cuerpo lúteo	

3.6. Variable independiente (Dispositivo intravaginal)

Tabla 9. *Variable independiente*

CONCEPTO	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICE
Dispositivo intravaginal	Ovario	Número de vaconas mestizas preñadas	Presencia/no presencia
	Químico		
	Biológico	Número de vaconas mestizas no preñadas	

3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

La recopilación de datos se lo realizó en fichas de campo, las cuáles me sirvieron para levantar registros de cada animal mostrando todas las fases de sincronización de celo a tiempo fijo, así como nombres de los toros utilizados y la raza. Los datos a tomarse, fueron:

- Evaluación física, Selección del animal, nombre o número de arete, condición corporal, peso, cruce, tipo de alimentación en base a Gramalote Morado (*Axonopus scoparius*), entre otros pastos nativos de la zona, características del cérvix (consistencia, forma, anormalidades), útero (forma, tono, simetría, adherencias),

ovarios derecho e izquierdo (presencia de estructuras como folículos, cuerpo lúteo, fibrosis).

- Colocación del implante: fecha, hora, número de arete o nombre del animal, peso aproximado, valoración aparato reproductor, instalaciones, observaciones
- Retiro del implante: fecha, número de arete o nombre del animal, hora, característica del olor del implante y aspecto de la secreción, observaciones
- Al momento de la Inseminación Artificial: fecha, número del arete o nombre del animal, hora, presencia o ausencia y aspecto de la secreción, nombre del toro, raza, características del cérvix, observaciones.
- Diagnóstico de gestación: fecha, número de arete o nombre del animal, diagnóstico y observaciones.

3.8. Protocolos de estudio aplicado en los tres tratamientos

Tabla 10. *Protocolo de retiro dispositivo DIB día seis.*

DIA 0	DIA 6	DIA 7	DIA 8
Colocación del dispositivo progesterona (DIB) Y 2 mg de benzoato de estradiol	Retiro del dispositivo intravaginal DIB y aplicación de 150 ug. de prostaglandina	Aplicación de 1 mg. de benzoato de estradiol	Inseminación 52-56 horas de retirados los dispositivos

Fuente: (Martínez, 2019)

Tabla 11. *Protocolo de retiro dispositivo DIB día siete.*

DIA 0	DIA 7	DIA 8	DIA 9
Colocación del dispositivo progesterona (DIB) Y 2 mg de benzoato de estradiol	Retiro del dispositivo intravaginal DIB y aplicación de 150 ug. de prostaglandina	Aplicación de 1 mg. de benzoato de estradiol	Inseminación 52-56 horas de retirados los dispositivos

Fuente: (Martínez, 2019)

Tabla 12. *Protocolo de retiro dispositivo DIB día ocho.*

DIA 0	DIA 8	DIA 9	DIA 10
Colocación del dispositivo progesterona (DIB) Y 2 mg de benzoato de estradiol	Retiro del dispositivo intravaginal DIB y aplicación de 150 ug. de prostaglandina	Aplicación de 1 mg. de benzoato de estradiol	Inseminación 52-56 horas de retirados los dispositivos

Fuente: (Martínez, 2019)

3.9. Consideraciones éticas

El bienestar animal incluye tres elementos: el funcionamiento adecuado del organismo (lo que entre otras cosas supone que los animales estén sanos y bien alimentados), el estado emocional del animal (incluyendo la ausencia de emociones negativas tales como el dolor y el miedo crónico) y la posibilidad de expresar algunas conductas normales propias de la especie (Fraser, Weary, Pajor, y Milligan, 1997).

Las directrices que guían a la OIE en materia de bienestar de los animales terrestres incluyen también las «cinco libertades», enunciadas en 1965 y universalmente reconocidas, para describir los derechos que son responsabilidad del hombre, es decir, vivir:

Libre de hambre, de sed y de desnutrición;

Libre de temor y de angustia;

Libre de molestias físicas y térmicas;

Libre de dolor, de lesión y de enfermedad;

Libre de manifestar un comportamiento natural (OIE, 2019).

Considerando el concepto de bienestar animal podemos enumerar algunas acciones y beneficios al aplicarlo: las buenas técnicas de manejo mejoran el crecimiento y desarrollo de

los animales, reduciendo dolor, miedo y reacciones fisiológicas de estrés provocadas por el manejo inadecuado. El suministro de dietas apropiadas y de suficiente agua potable contribuye a mantener la salud y productividad de los animales. Proporcionar condiciones de vida adecuadas a los bovinos puede disminuir la incidencia de comportamientos perjudiciales o anormales. Ambientes, instalaciones y equipos seguros y confortables pueden prevenir lesiones y pérdidas productivas. Al proporcionar espacio adecuado se evitan pérdidas productivas y muertes relacionadas con la superpoblación o hacinamiento (FAO, 2008, p. 5).

4. RESULTADOS

4.1. Tratamiento 1 retiro DIB a los 6 días.

En la investigación realizada con el protocolo de sincronización E2-P4-PGF2 α con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal, presentaron los siguientes resultados que se detallan en la tabla número 13.

Tabla 13. *Tratamiento 1 Retirado a los 6 días.*

Número	Nombre	C. Corporal	Edad	Gestación	Valor	Trans.Raíz +0.5
1	Mara	2.8	24 meses	No	0	0.70
2	Manchas	3	2 5 meses	Si	1	1.22
3	Ardilla	2.8	24 meses	No	0	0.70
4	Luna	2.9	24 meses	No	0	0.70
5	Lala	3.2	22 meses	Si	1	1.22
6	Josefa	3	23 meses	Si	1	1.22
7	Lucha	2.8	22 meses	No	0	0.70
8	Luisa	3	20 meses	No	0	0.70
9	Dala	2.8	24 meses	Si	1	1.22
10	Lulú	2.9	21 meses	No	0	0.70

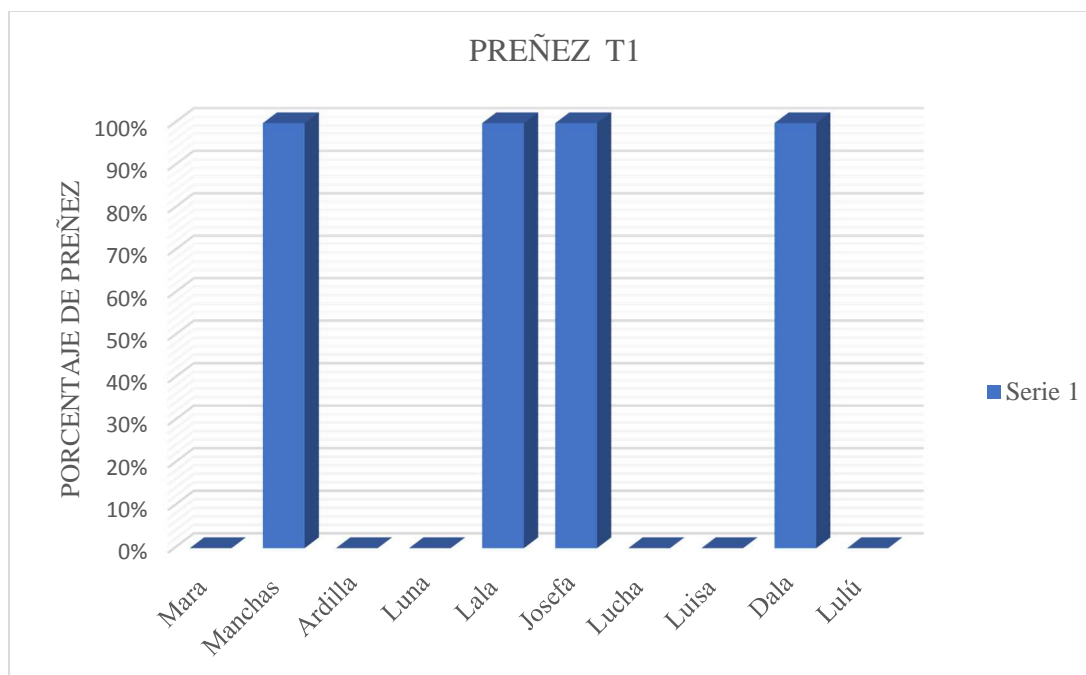


Figura 1. Preñez Tratamiento 1

Como podemos observar en la tabla 13 y la figura 1, las vaconas que se confirmaron en estado de gestación mediante chequeo ecográfico fueron: Manchas, Lala, Josefa y Dala. A diferencia de Mara, Ardilla, Luna, Lucha, Luisa y Lulú, que no se detectaron en estado de gestación. Los factores que posiblemente influyeron fueron:

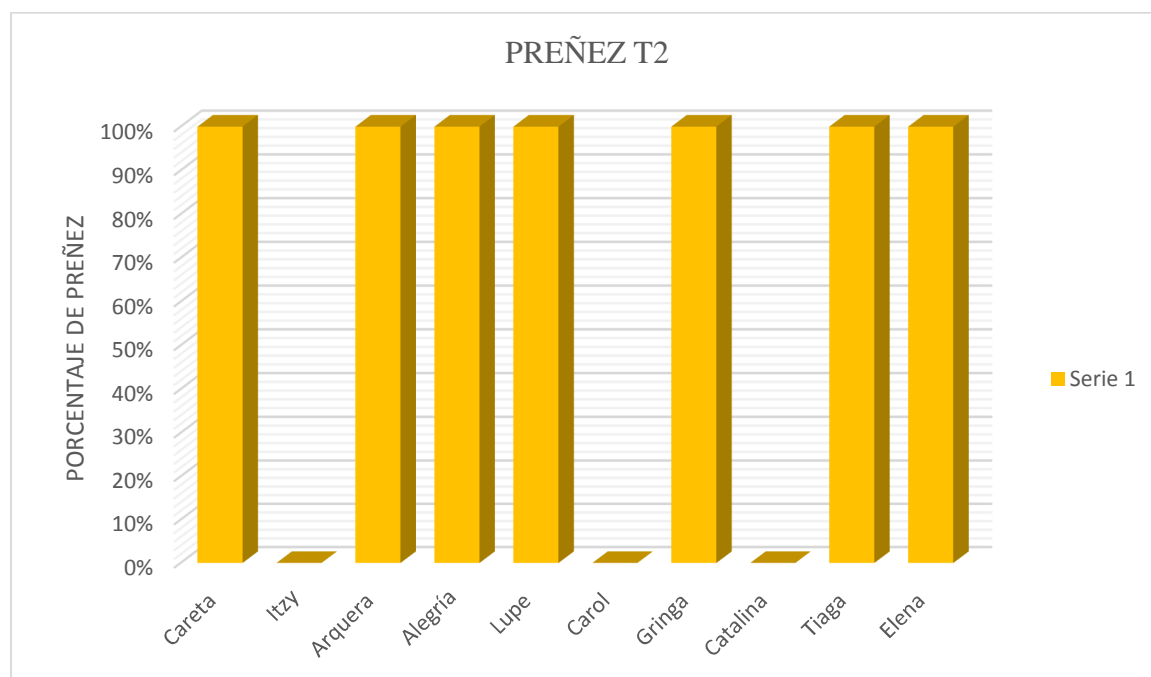
- Tiempo de retiro del dispositivo intravaginal
- Vaginitis
- Estrés
- Factores Nutricionales
- Factores Medio ambientales
- Mala técnica utilizada

4.2. Tratamiento 2 retiro DIB a los 7 días.

En la investigación realizada con el protocolo de sincronización E2-P4-PGF2 α con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal, presentaron los siguientes resultados que se detallan en la tabla número 14.

Tabla 14. *Tratamiento 2 retiro a los 7 días*

Número	Nombre	C.Corporal	Edad	Preñez	Valor	Trans.Raíz +0.5
1	Careta	3	25 meses	Si	1	1.22
2	Itzy	2.7	25 meses	No	0	0.70
3	Arquera	2.8	24 meses	Si	1	1.22
4	Alegría	2.9	24 meses	Si	1	1.22
5	Lupe	3.2	26 meses	Si	1	1.22
6	Carol	3	23 meses	No	0	0.70
7	Gringa	2.8	22 meses	Si	1	1.22
8	Catalina	3	24 meses	No	0	0.70
9	Tiaga	2.8	25 meses	Si	1	1.22
10	Elena	3	20 meses	Si	1	1.22

Figura 2. *Preñez tratamiento 2.*

Como podemos apreciar en la tabla 14 y la figura 2, las vaconas que se confirmaron en estado de gestación mediante chequeo ecográfico fueron: Careta, Arquera Alegría, Lupe, Gringa, Tiaga, y Elena; a diferencia de: Itzy, Carol y Catalina. que no se detectaron en estado de gestación Los factores que posiblemente influyeron en este caso fueron:

- Retiro del dispositivo intravaginal
- Factores fisiológicos
- Estrés
- Factores ambientales
- Calidad de semen

4.3. Tratamiento 3, retiro DIB a los 8 días

En la investigación realizada con el protocolo de sincronización E2-P4-PGF2 α con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal, presentaron los siguientes resultados que se detallan en la tabla número 15.

Tabla 15. *Tratamiento 3, retiro a los 8 días*

Número	Nombre	C. Corporal	Edad	Preñez	Valor	Trans.Raíz +0.5
1	Prisca	2.9	24 mese	Si	1	1.22
2	Julia	3	25 meses	No	0	0.70
3	Dana	3	22 meses	No	0	0.70
4	Isabela	2.9	2 años	Si	1	1.22
5	Lora	2.6	20 meses	No	0	0.70
6	Blanca	3	23 meses	Si	1	1.22
7	Zuri	2.8	24 meses	No	0	0.70
8	Cariñosa	2.7	24 meses	Si	1	1.22
9	Ana	2.8	24 meses	Si	1	1.22
10	Karen	3	23 meses	No	0	0.70

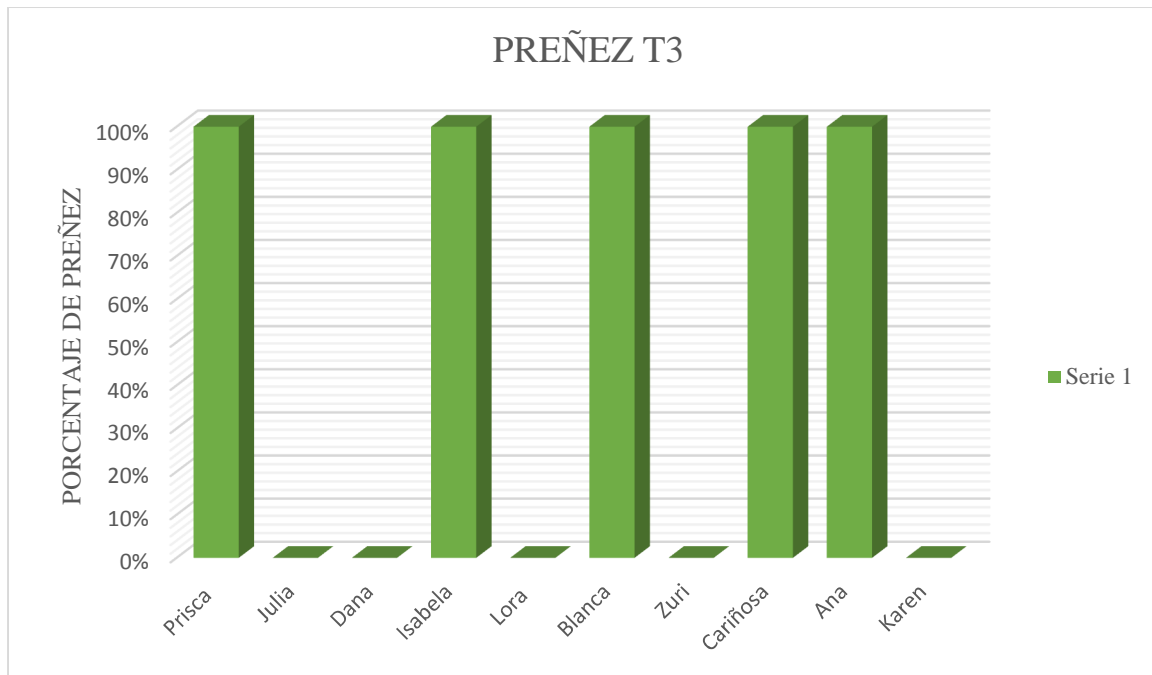


Figura 3 Preñez tratamiento 3

Como podemos apreciar en la tabla 15 y en la figura 3, las vaconas que se confirmaron en estado de gestación, mediante chequeo ecográfico fueron: Prisca, Isabela, Blanca, Cariñosa y Ana; a diferencia de: Julia, Dana, Lora, Zuri y Karen. Que no se detectaron en estado de gestación. Los posibles factores que influyeron serian:

- Tiempo de retiro del dispositivo intravaginal
- Vaginitis
- Estrés
- Condición corporal
- Factores medio ambientales
- Factores nutricionales
- Mala técnica de IA

4.4. Adeva para el factor preñez con datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$ Tabla 16. ADEVA Para el factor preñez con datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$

F de V	g.l	SC	CM	F cal	F. tab	
					5%	1%
Total	29	2.018				
Tratamiento	2	0.126	0.063	0.90 NS	3.35	5.49
E. Exp	27	1.892	0.070			

- CV= 27.09 %

De acuerdo con el Análisis de Varianza para un DCA obtenido en la presente investigación se desprende:

Que al realizar el ADEVA para la evaluación de la tasa de preñez con protocolos de sincronización E2-P4-PGF2 con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal podemos deducir que el F calcular (0,90) es menor al F tabular al 5%(3,35) y 1 %(5,49) de significación, lo que nos conlleva a aceptar la Hipótesis nula (Ho) que dice: “Los protocolos de sincronización con dispositivo intravaginal en vaconas no muestran cambios significativos en el porcentaje de preñez”; a la vez rechazamos la Hipótesis alternativa que dice: “Los protocolos de sincronización con dispositivo intravaginal en vaconas si muestra un aumento significativo en el porcentaje de preñez”. De tal manera que no existe diferencia alguna, en los tiempos de retiro del dispositivo intravaginal.

Sin embargo podemos verificar que matemáticamente al día siete de retiro del dispositivo fue mejor, aunque estadísticamente difieren.

En este caso el coeficiente de variación obtenido fue del 27.09 %, lo que nos indica la confiabilidad del estudio ejecutado, estando dentro de los parámetros permitidos.

4.5. Porcentaje de preñez

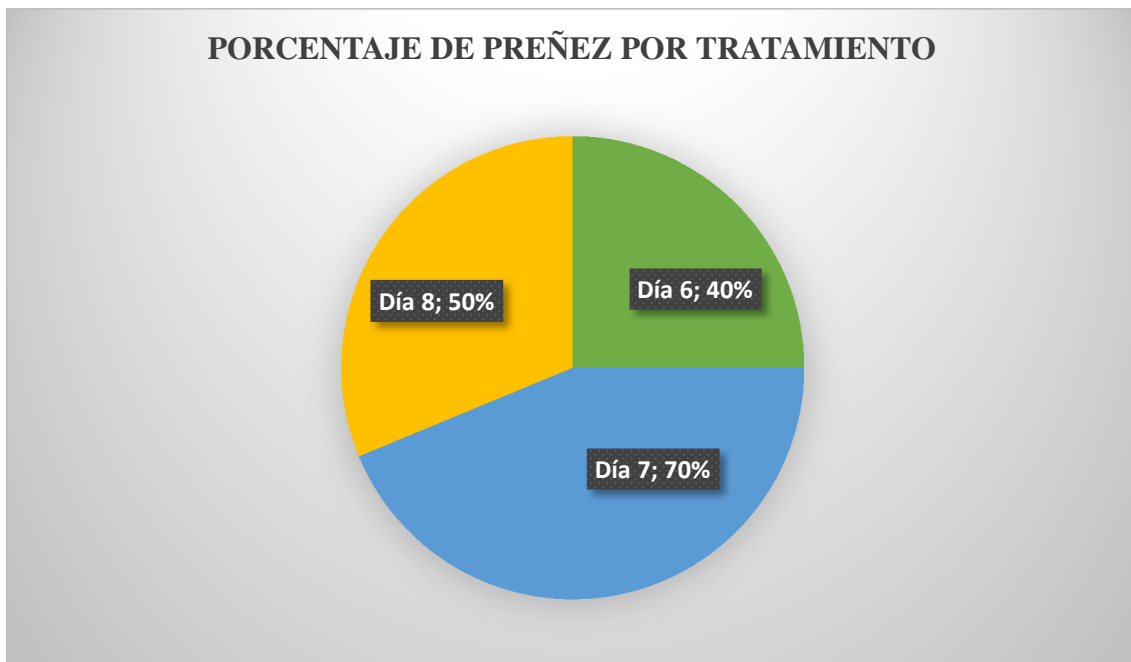


Figura 4. Porcentaje de preñez total por tratamiento

Como se aprecia en la figura 4, en el trabajo investigativo presente se obtuvo un porcentaje de preñez para tratamiento 1 (Día 6) del 40 %, para tratamiento 2 (Día 7) 70 %, y finalmente tratamiento 3 (Día 8) del 50 % de efectividad.

4.6. ANÁLISIS DE COSTO TOTAL

Tabla 17. *Análisis de costo Total*

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD POR VACONAS	NÚMERO DE VACONAS	DOSIS TOTAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
Dispositivos de progesterona DIB	Unidad	1	30	1	7	210	
Termo criogénico	Unidad	1	0	0	550	550	
Nitrógeno liquido	Kilos	0	0	20	3	60	
Pistola de inseminación	Unidad	1	0	0	60	60	
Pajuelas para inseminación	Unidad	1	30	0	12	320	
Catéteres	Unidad	1	30	0	0.25	12.5	
Fundas sanitarias	Unidad	1	30	0	0.5	25	
Jeringas de 3 ml	Unidad	3	30	0	0.15	15	
Aplicador de dispositivo	Unidad	1	30	0	12	12	
Gonadiol (Cloprostenol 250 ug)	Frasco	1	30	2	54	62	
Ciclase DL (Benzoato de estradiol 1mg)	Frasco	1	30	3	18	21.6	
Sales minerales	Kilos	7	0	0	7	11	
Clorhexidina (desinfectante)	Litro	1	0	0	14	14	
Guantes de examinación	Caja	1	0	0	8	8	
Guantes obstétricos	Caja	1	0	0	16	16	
Ecógrafo	Alquiler	1	0	0	50	50	
Papel higiénico	unidad	1	0	0	0.5	0.5	
Transporte	Visita	10	4	4	40	40	
Asesor	Unidad	1	1		250	250	
			Subtotal Costos Directos				1737.6
COSTOS INDIRECTOS	Alquiler	1					
Impresiones	Unidad	200			0	0,05	10
Tijeras	Unidad	1			1	0,5	0,5
Esferos	Unidad	1			1	0,5	0,5
Empastado	Unidad	3				20	60
			Subtotal Costos Indirectos				71
			Subtotal				1808.6
			Imprevistos 10 %				180.06
			GRAN TOTAL				1628.54

Como podemos observar en la tabla 17, en la investigación realizada se obtuvo un costo total de 1628,54 \$ dólares americanos, aplicados en treinta vaconas mestizas, las cuales fueron repartidas en tres tratamientos diferentes con 10 bovinos cada uno, los mismos que por cada tratamiento experimental tuvieron un costo de 559,49 \$ dólares americanos. Ya que en los tres tratamientos se ejecutó el mismo protocolo de sincronización.

4.7. COSTO DE TRATAMIENTO POR VACONA

Tabla 18. *Costos de tratamiento por vacona*

Descripción	COSTO POR VACONA
Dispositivos de progesterona DIB	7
Termo criogénico	18,3
Nitrógeno líquido	2,00
Pistola de inseminación	2,00
Pajuelas para inseminación	10,66
Catéteres	0,41
Fundas sanitarias	0,83
Jeringas de 3 ml	0,5
Aplicador de dispositivo	0,4
Gonadiol (Cloprostenol 250 ug)	2,66
Ciclase DL (Benzoato de estradiol 1mg)	0,72
Sales minerales	0,36
Clorhexidina (desinfectante)	0,46
Guantes de examinación	2,66
Guantes obstétricos	0,53
Ecógrafo	1,6
Papel higiénico	0,01
Mano de obra	
Transporte	1,33
Asesor	8,33
Subtotal materiales directos	60,76
MATERIALES INDIRECTOS	
Impresiones	0,33
Tijeras	0,016
Esferos	0,016
Empastado	2,00
Subtotal materiales indirectos	2,36
SUBTOTAL	63,12
Imprevisto 10 %	6,31
COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO	56,81

Como podemos observar en la tabla 18, en la investigación presente el valor del tratamiento por vacuna fue de: 56,81\$ dólares americanos.

5. DISCUSIÓN

En el trabajo investigativo presente realizado con el protocolo de sincronización denominado E2-P4-PGF2a, con tres tiempos de retiro del dispositivo intravaginal para una IATF (Inseminación artificial a tiempo fijo), se obtuvo un porcentaje de preñez para tratamiento 1 (Día 6) del 40 %, para tratamiento 2 (Día 7) 70 %, y finalmente tratamiento 3 (Día 8) del 50 %. De acuerdo con los datos obtenidos en el ADEVA por el porcentaje de gestación las vaconas de los tres tratamientos F calcular es igual a (0,90) es menor al F tabular al 5 % (3,35) y al 1 % (5,49). Lo que nos indica que el protocolo aplicado en los diferentes tratamientos no mejoro el porcentaje de gestación, existiendo suficiente evidencia para rechazar la Hipótesis alternativa (H_a). Lo que demuestra que se debe seguir utilizando el protocolo tradicional con tiempo de retiro del dispositivo intravaginal al séptimo día, el mismo que presento el mayor porcentaje de preñez siendo del 70 % de efectividad.

Villa, et al (2007) señalan que analizando los datos de 13510 inseminaciones realizadas entre el año 2000 y 2004 utilizando el tratamiento CIDR-B, resultaron en una tasa de preñez promedio de 52,7% con un rango o variación entre 27,8 y 75%, indicando además que la baja tasa de preñez observada con el tratamiento CIDR-B, podría estar asociada con el hecho de que las novillas posiblemente son más sensibles a los niveles circulantes de P4 liberados por los dispositivos vaginales, lo que estarían disminuyendo la frecuencia de liberación de LH comprometiendo así el crecimiento folicular y la ovulación.

A diferencia de lo anterior, el uso del dispositivo intravaginal DIB, presenta resultados alentadores, por cuanto Velásquez y Vélez (2011) realizaron una investigación donde utilizaron dos diferentes dosis de eCG y dispositivos DIB®, obtuvieron resultados de 66.67% y 75% de preñez respectivamente.

Pacheco y Rajo (2012) mencionan que al evaluar vaquillas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales (DIB) y diferentes tiempos de aplicación de PGF2 α , obtuvieron el 72.72 % de preñez. Concordando con el estudio presente para el tratamiento 2 (Día 7), que obtuvo un 70 %, y discrepando para tratamiento 1 y 3 ya que presentaron valores inferiores entre el 40 y el 50 %.

Saldarriaga (2009) señala que después de realizar la sincronización con los dispositivos intravaginales bovinos DIB® e inseminadas artificialmente a tiempo fijo (IATF), obtuvo un porcentaje de preñez del 75%; además considera que este porcentaje obtenido fue muy alto ya que el porcentaje de preñez que se espera al realizar un protocolo de sincronización es del 30 a 40%, puesto que no todas las hormonas administradas en el animal tienen el efecto esperado, por motivos de alimentación, manejo de las horas en la administración de los medicamentos, calidad del semen, sanidad, entre otras. Estos parámetros concuerdan con el estudio presente, para el tratamiento de preñez 1 (Día 6) del 40 %, y el tratamiento 3 (Día 8) del 50 %, ya que se encuentra dentro de las posibilidades de promedio normal de tasa de preñez.

Orozco (2013) señala que en el estudio realizado el costo por vaca gestante con el empleo del DIB fue de 56.15 dólares, concordando con la investigación presente ya que el costo de tratamiento por vaca demostro un valor de 56.81 dólares Americanos.

6. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación podemos deducir que:

- Que el porcentaje de preñez alcanzado en el tratamiento 1, con tiempo de retiro del dispositivo intravaginal al día 6 se obtuvo un porcentaje de 40% de gestación.
- Los resultados de preñez del tratamiento 2, con tiempo de retiro del dispositivo intravaginal al día 7, se obtuvo un porcentaje de 70% de gestación.
- Los resultados de preñez del tratamiento 3, con tiempo de retiro del dispositivo intravaginal al día 8, se obtuvo un porcentaje de 50% de gestación.
- Los tratamientos 2 y 3, son los mejores en relación porcentual al tratamiento 1.
- El costo del tratamiento por vaca inseminada es de 56,81 dólares americanos.
- El tratamiento 2, es el mejor protocolo en lo que tiene que ver en porcentaje de fertilidad alcanzado ya que obtuvo el 70% de preñez.
- El resultado de vacas no gestantes, se debe a que no todas las hormonas administradas en el animal tienen el efecto esperado, por motivos de alimentación, manejo de las horas en la administración de los medicamentos, calidad del semen, sanidad, entre otras
- El análisis estadístico para el factor preñez con valores transformados $\sqrt{X+0.5}$, no se obtuvo significancia alguna comportándose los tratamientos de igual manera.

7. RECOMENDACIONES

De la información de los tres tratamientos realizados se establece las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda retirar el dispositivo intravaginal al día 7, ya que el porcentaje de gestación obtenida fue del 70%.
- Seguir con la investigación sobre el tiempo del retiro del dispositivo intravaginal para la sincronización de celos y mejorar el porcentaje de concepción en los hatos ganaderos.
- Poner interés en la investigación del celo en retorno.
- Para obtener mejores resultados a través de protocolo de IATF se recomienda evaluar su historial reproductivo en las vacas o vaconas a sincronizar.
- Antes de efectuar un protocolo de IATF, realizar un anamnesis del paciente
- Ejecutar futuras investigaciones cuando se realicen protocolos de IATF con otras razas de bovinos, climas, peso y días de retiro del dispositivo intravaginal.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arthur, G., Noakes, D., y Pearson, H. (1991). *Reproducción y Obstetricia en Veterinaria*. Madrid: INTERAMERICANA- McGRAW-HILL.
- Avila, S., y Gutiérrez, A. (2010). *Producción de leche con ganado bovino* (2da ed.). México: Manual Moderno.
- Becaluba, F. (23 de Noviembre de 2008). *Métodos de sincronización de celos en bovinos*. Recuperado de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/metodos-sincronizacion-celos-bovinos-t27252.htm>
- Bespin, A., Rivero, I., y Morgado, A. (2007). HISTORIA Y USO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN LA AGROPECUARIA “LA FUNDACIÓN”, ESTADO GUÁRICO. *I Simposio: Tecnologías apropiadas para la ganadería de los llanos de Venezuela*, 149-171.
- Bewley, J., Palmer, R., y Jackson, D. (2001). An overview of experiences of Wisconsin dairy farmers who modernized their operations. *Journal of Dairy Science*, 84(3), 717-729.
- Bonilla, W. (1985). METODOS DE AYUDA EN LA DETECCION DE CELOS Y MANEJO REPRODUCTIVO POSTPARTO. *IPA, Oui!amapu*, 34(25), 46-49.
- Busch, W., y Waberski, D. (2007). *Manual de inseminación artificial de los animales domésticos y de explotación zootenica*. Zaragoza, España: ACRIBIA.
- Cavestany, D., y Méndez, J. (1993). *MANUAL DE INSEMINACION ARTIFICIAL EN BOVINOS*. Montevideo: INIA.
- Charles, W. (1990). The antigenic structure of the human glycoprotein hormone alpha subunit. Characterization of anti-alpha monoclonal antibodies. *Endocrinology*, 127(6), 2977-84.

- Colazo, M., Mapletoft, R., Martinez, M., y Kastelic, J. (2007). El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. *Ciencia Veterinaria*, 9(1), 4-19.
- Daughady, W. (1987). *Hormonas glicoproteicas*. En: Daughady WH. *Tratado de Endocrinología* (5ta ed.). La Habana: Científica- Técnica.
- Engelhart, W. (2004). *Fisiología veterinaria*. Zaragoza: ACRIBIA.
- FAO. (2008). *Capacitação para implementar boas práticas de bemestar animal*. Roma: FAO.
- Fraser, D., Weary, D., Pajor, E., y Milligan, B. (1997). A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*(6), 187-205.
- Galina , C., Salteil, A., y Valencia, J. (1986). *Reproducción Animales Domésticos*. México: Limusa S.A.
- Galina, C., y Valencia, J. (2012). *Reproducción de animales domésticos* (3ra ed.). México: LIMUSA.
- Gélvez, L. (12 de Noviembre de 2019). *Diagnostico de la preñes en los animales*. Recuperado de Mundo pecuario: https://mundo-pecuario.com/tema172/gestacion_animales/diagnostico_preñez-901.html">Diagnóstico de preñez en los animales
- Giraldo, J. (2007). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 4(1), 51-57.
- Gutiérrez, J. (11 de Mayo de 2008). *Hormonas de la Reproducción Bovina*. Recuperado de Scribb.com: <https://es.scribd.com/document/265404293/hormonoas-reproduccion-bovina-pdf>

- Hafez, E., y Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, J. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, J., y Ortega, Á. (2009). *MANUAL DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN BOVINOS*. México: UNAM.
- Illera, M. (1994). *Reproducción de los animales Domésticos*. Barcelona: AEDOS.
- Lucy, M., Savio, J., Badinga, L., De la Sota, R., y Thatcher, W. (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Animal Sci*, 70, 3615-3626.
- Manteca, X. (2009). *Etología veterinaria*. Barceona, España: Multimédica Ediciones Veterinarias.
- Marcantonio, S. (2007). INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO. *El Molino*, 1(1), 8-13.
- Mateo de Acosta, O. (1985). *Manual de diagnóstico y tratamiento en Endocrinología y Metabolismo*. La Habana: Científico- Técnica.
- Nebel, R., y Jobst, S. (1998). Evaluation of Systematic Breeding Programs for Lactating Dairy Cows: A Review. *Journal of Dairy Science*, 81(4), 1169-1174.
- OiE. (23 de Octubre de 2019). *Bienestar animal*. Recuperado de Organizacion Mundial de Sanidad Animal: <https://www.oie.int/es/bienestar-animal>
- Orozco, M. (2013). *EFICIENCIA DE DOS IMPLANTES (DIB – CIDRS) EN LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN EN BOVINOS HOLSTEIN*. (maestría). ESPOCH, Riobamba.

- Pacheco, C., y Rajo, E. (2012). *Inducción del celo y porcentaje de preñez en vaquillas de razas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales y diferentes tiempos de aplicación de la PGF2 α* . (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Prieto, B., y Velázquez, M. (2002). Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotrofinas. *Rev Fac Med UNAM*, 45(6), 252-257.
- Raso, M. (2012). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). *Ganaderia*, 201-206.
- Robson, C., y Aguilar, D. (2004). Inseminación Artificial en Bovinos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-30.
- Saldarriaga, E. (2009). ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A CELO DETECTADO, CON SUS VARIABLES ECONÓMICAS Y REPRODUCTIVAS. *Informe de práctica profesional*. Caldas.
- Salverson, R., y Perry, G. (2007). Cómo funcionan los protocolos de sincronización del celo en vacas. *Albéitar*(111), 12-14.
- Savio, J., Boland, M., y Roche, J. (1990). Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fert.*, 88, 581-588.
- Ungerfeld, R. (2003). *Reproducción de los Animales Domésticos*. Montevideo: Melibea.
- Velásquez, D., y Vélez, G. (2011). *Porcentaje de preñez en vacas con baja condición corporal tratadas con dos dosis de eCG en el día ocho del tratamiento con dispositivos intravaginales DIV-B®*. (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Villa, N., Morales, C., Granada, J., Mesa, H., Gomez, G., y Molina, J. (2007). EVALUACIÓN DE CUATRO PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN PARA INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO EN VACAS Bos indicus LACTANTES. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 17(5), 501-507.

White, M. (1990). LH and FSH secretion and response to GnRH and patients with clinically functionless pituitary adenoma. *Clin. Endocrinology*, 32(6), 681-9.

9. ANEXOS



Foto 1. Lavado de la zona perineal

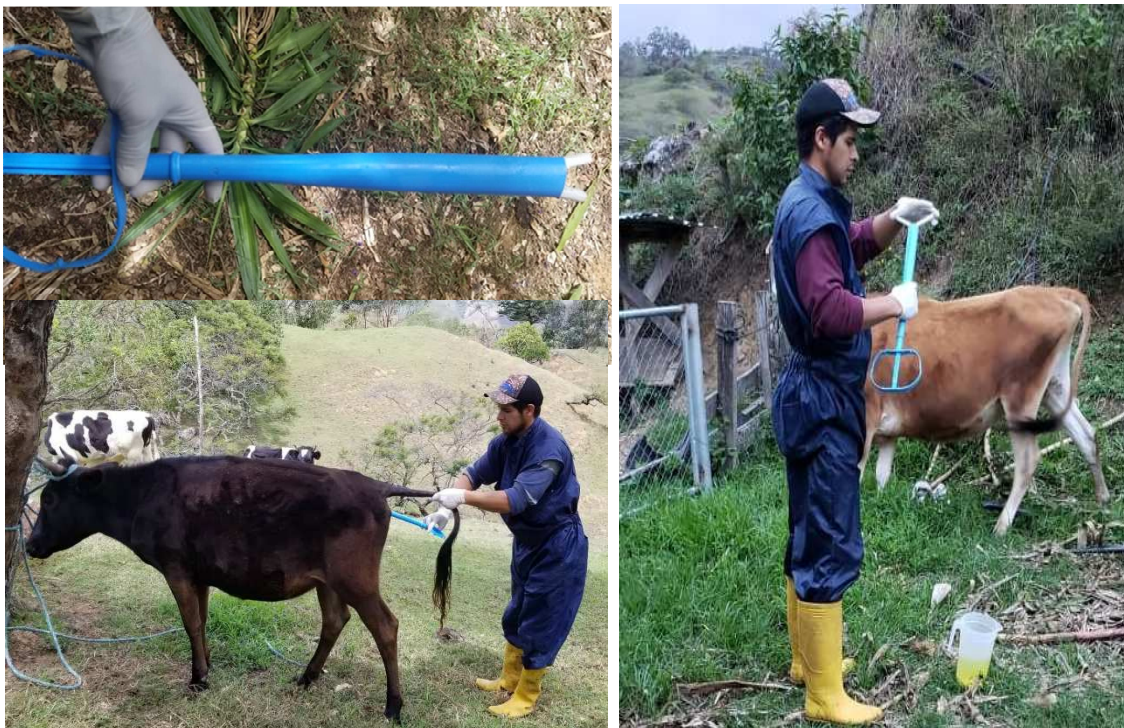


Foto 2. Preparación y aplicación del DIB



Foto 3. Retiro del dispositivo intravaginal DIB Día 6,7 y 8



Foto 4. Aplicación prostaglandina Día 6, 7 y 8



Foto 5. Aplicación de benzoato de Estradiol Día 6, 7 y 8



Foto 6. Manifestación del Celo



Foto 7. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)



Foto 8. Diagnóstico de la gestación mediante chequeo ecográfico



Foto 9. Equipo e insumos utilizados