



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

**“ANÁLISIS DE LOS AVANCES BIOTECNOLÓGICOS EN
PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO PARA
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GANADO BOS
INDICUS.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

CELSDAVID CARTAGENA YUMBILLO

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

**“ANÁLISIS DE LOS AVANCES BIOTECNOLÓGICOS EN
PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO PARA
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GANADO BOS
INDICUS.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: CELSO DAVID CARTAGENA YUMBILLO

DIRECTOR: Dr. ALEX ARTURO VILLAFUERTE GAVILÁNEZ MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, CELSO DAVID CARTAGENA YUMBILLO

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

Yo, **CELSO DAVID CARTAGENA YUMBILLO**, 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 autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de Diciembre 2021.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Celso David', enclosed within a large, loopy blue oval scribble.

Celso David Cartagena Yumbillo

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 Investigación “**ANÁLISIS DE LOS AVANCES BIOTECNOLÓGICOS EN PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO PARA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GANADO BOS INDICUS**”, realizado por el señor: **CELSO DAVID CARTAGENA YUMBILLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

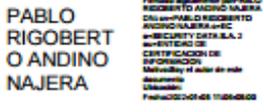
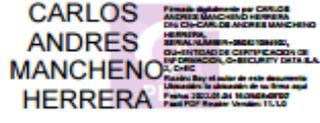
	FIRMA	FECHA
<p>Ing. Pablo Andino MsC. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</p>	 <p>PABLO RIGOBERTO O ANDINO NAJERA</p>	<p>2021-12-13</p>
<p>Dr. Alex Arturo Villafuerte Gavilánez MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</p>	 <p>ALEX ARTURO VILLAFUERTE GAVILÁNEZ</p>	<p>2021-12-13</p>
<p>Ing. Andrés Mancheno MsC. MIEMBRO DE TRIBUNAL</p>	 <p>CARLOS ANDRES MANCHENO HERRERA</p>	<p>2021-12-13</p>

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Generalidades del Ganado <i>Bos Indicus</i>	3
1.2. Parámetros reproductivos	4
1.2.1. Edad a la pubertad.....	4
1.2.2. Edad al primer servicio	5
1.2.3. Edad al primer parto.....	5
1.2.4. Intervalo parto concepción	6
1.2.5. Porcentaje de concepción.....	6
1.2.6. Servicios por concepción	7
1.3. Ciclo Estral.....	7
1.3.1. Duración del ciclo estral bovino	8
1.3.2. Fases y etapas del ciclo estral.....	9
1.3.3. Deficiencias en la detección del celo	12
1.3.4. Métodos para la detección de celo	12
1.4. Sincronización de Celos	13
1.4.1. Protocolos de Sincronización de Celo	13
1.5. Biotecnologías en la Reproducción	17
1.5.1. La inseminación artificial	17
1.5.2. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).....	18
CAPITULO II.....	19
2. MARCO METODOLÓGICO	19
2.1. Métodos para sistematización de la información	19
2.1.1. Criterios de selección	19

2.2.	Métodos para sistematización de la información.....	20
CAPITULO III.....		21
3.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN	21
3.1	Determinación de la efectividad de los protocolos de sincronización de celo para la inseminación artificial.....	21
3.2.	Eficiencia de tasa de concepciones mediante la aplicación de métodos de sincronización.....	25
3.3.	Beneficios de producción bovina con la aplicación de diferentes métodos de sincronización de estro.....	30
CONCLUSIONES		33
RECOMENDACIONES.....		35
BIBLIOGRAFÍA		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Escala zoológica.	4
Tabla 2-1: Fases del ciclo estral.	9
Tabla 3-1: Ventajas de la sincronización de celos.	17
Tabla 4-3: Métodos de sincronización de celo para inseminación artificial.	22
Tabla 5-3: Tasas de concepción con la aplicación de diferentes métodos de sincronización e inseminación artificial a tiempo fijo	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Representación esquemática de las fases folicular y lútea en un ciclo estral modelo	8
Figura 2-1: Conducta sexual típica durante el ciclo estral.....	11
Figura 3-1: Protocolo “Presynch – Ovsynch clásico”	15

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue, analizar los avances biotecnológicos en los protocolos de sincronización del celo para la inseminación artificial de ganado vacuno en comparación de diferentes razas con la aplicación de varios tratamientos. Mediante una investigación cualitativa y descriptiva se analiza de forma referencial varios estudios que determinaron las condiciones y aspectos que se deben considerar para aplicar estos tratamientos y obtener una eficiente presencia de celo. Se realizó una comparación de las condiciones y parámetros que se tomaron en cuenta en las investigaciones de los diferentes métodos de sincronización del celo, como el tamaño de la muestra, condiciones ambientales, razas, amamantamiento, períodos del celo, pisos climáticos, entre otros. Con esto se obtuvo los resultados de la eficiencia de cada método aplicado, junto a los aspectos técnicos, fármacos o dispositivos implementados en cada tratamiento evaluando cada investigación con su tamaño y método aplicado. Se determinó que existen varios avances en los métodos de sincronización del celo para la inseminación de las vacas, sin embargo, los que evidenciaron mejores resultados se obtuvieron de los métodos Ovsynch, de aplicación de benzoato de estradiol y con gonadotropina coriónica. La sincronización del celo permite a los productores crear una planificación en el ciclo reproductivo de su ganado mediante el apareamiento del celo de forma uniforme, con el fin de generar mayores beneficios económicos y controlar posibles atrasos o anomalías que presente su ganado en la intervención del celo. Se recomienda que se debe analizar el tipo de método de sincronización del celo en base a las condiciones físicas del animal, si se encuentra con cría en pie, el tipo de raza y las condiciones ambientales, que favorezcan el inicio de del celo.

Palabras clave: <ESTRO>, <PROGESTERONA>, <BOS INDICUS>, <INSEMINACIÓN BIVINA>, <FASE FOLICULAR>, <HATO>, <OVULACIÓN>.



Firmado electrónicamente por:
**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**



2256-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The aim of this research was to analyse biotechnological advances in protocols for Estrus Synchronization of artificial insemination in cattle, taking into account and comparing different breeds and various treatments. Through qualitative and descriptive research, many studies have been carried out and referential analysis has determined the aspects to be considered in the application of these treatments in order to induce the estrus cycle efficiently. Moreover, the comparison of the conditions and parameters under which the investigation was carried out, considered different methods to induce the estrus cycle, such as sample size, environmental conditions, breeds, breast-feeding times, estrus cycles, climatic floors, amongst other. The results are presented in relation to efficiency for each applied method, as well as the technical aspects involved, drugs and devices used for each treatment, evaluating each investigation with its size and method of application. It was found that many advancements in methods for Estrus Synchronization have been developed aiming cows' insemination, however, the evidence suggest that best results were obtained by the application of Ovsynch methods, with presence of estradiol and chorionic gonadotropin. Effective estrus synchronization allows producers to plan the reproductive cycle in their cattle through the uniform estrus cycle, with the objective of generating better profits and controlling potential problems in the intervention in cattle, delaying its estrus cycle's. An analysis of best methods to be applied is recommended, considering the animal's physical conditions such as if it has a calf, the type of breed and the environmental conditions that facilitate the start of the estrus cycle.

Key words: <ESTRUS>, <PROGESTERONE>, <BOS INDICUS>, < CATTLE INSEMINATION>, <FOLLICULAR PHASE>, <CATTLE>, <OVULATION>.



Firmado digitalmente por WASHINGTON
GUSTAVO MANCERO OROZCO
DN: cn=WASHINGTON GUSTAVO
MANCERO OROZCO c=EC l=QUITO
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE
Motivo: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2022-01-06 12:04:05:00

INTRODUCCIÓN

La producción del estro es una de las características que debe ser analizada para fomentar una adecuada fertilización en el ganado bovino, cuando este proceso se desarrolla de forma artificial, puede generarse una detección pobre del estro que ocasiona que los recursos implementados se pierdan; el ganadero busca generar mayor rentabilidad en la reproducción de *Bos Taurus-indicus*; a ello se suma la necesidad de climas tropicales y subtropicales para su desarrollo, sin embargo, estos ambientes pueden disminuir la eficiencia de la sincronización en IA en comparación de *Bos Taurus* (Lucio, et al, 2016 p. 18).

Las diferencias que producen por la ineficiente detección del celo en el animal, siendo que el comportamiento de vacas dominantes y subordinadas es uno de los aspectos más importantes a considerar en la manifestación del comportamiento sexual, creando dificultades en la integración de métodos que incluyen la detección del celo (Saavedra-Prada 2014 p.19).

(Lucio 2016 p. 61) menciona la propuesta diseñada para implementar un método capaz de manipular el ciclo estral del ganado, a partir del año 1948 se integra el uso de progesterona con la finalidad de bloquear la capacidad reproductiva, y se evidenció que en esta suspensión los animales evidenciaron un comportamiento de celo; para 1968 Wiltbank y Kasson comprobaron que al añadir Valerato de estradiol para comenzar el procedimiento haciendo uso del efecto luteolítico, incrementaba la incidencia del celo en los animales tratados, dando paso a la reducción del estado de bloqueo mediante progesterona.

Se han desarrollado diversos protocolos que permiten sincronizar la emergencia de onda folicular de IATF; donde destacan en efectividad aquellos que integran el uso de dispositivos para la liberación de progestágenos en combinación de estrógenos y hormonas las cuales dan paso a la liberación de gonadotropinas (GnRH). La inserción del dispositivo con P4 junto con la aplicación de estrógenos, detienen el crecimiento del folículo dominante presente e inducen la emergencia de una nueva onda folicular en forma sincrónica de las vacas, pero no sincroniza la ovulación de dichas vacas. Mientras la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) combinado con un dispositivo intravaginal de P4 (Controlled Internal Drug Release; CIDR) mejora la sincronización de celo y ovulación, e incrementa la tasa de preñez en vacas (Ramírez 2015 p. 271).

El éxito de una explotación de ganado *Bos indicus* inicia desde la detección del estro, la adecuada detección del estro es una práctica de gran valor en explotaciones que se manejan con

la utilización de biotecnologías de producción, como es la inseminación artificial o montas controladas, ya que cualquier error que se de en la detección de calor y/o en el momento del servicio, se nota la disminución de la tasa de concepción.

Los protocolos de inseminación adoptado por la mayoría de las explotaciones bovinas tienen en cuenta la regla de AM/PM, que se define, que los animales que son detectados el estro o calor en la mañana se Insemina en la tarde, mientras que los animales que se logran detectar en la tarde se los insemina al día siguiente en la mañana, generalmente esta regla se ha venido aplicando en ganados europeos.

Se puede evidenciar que el éxito de una explotación depende del manejo reproductivo y productivo utilizando adecuadamente los avances biotecnológicos en la sincronización del estro o calor, en explotaciones de ganado *Bos indicus*. Tomando en cuenta los aspectos mencionados. Se realiza el estudio para evaluar diferentes alternativas de manejo reproductivo en ganado *Bos indicus*, presentando los avances biotecnológicos más adecuados al productor.

Los diversos factores que influyen en la sincronización del estro de bovinos *Bos indicus* depende de los métodos aplicados por los ganaderos; buscando el desarrollo de mejores características genéticas para brindar alternativas adecuadas al consumidor; para generar los cuidados, la alimentación y procesos de la crianza que producirán que el ganado se encuentre en condiciones idóneas e incremente la rentabilidad de la venta de este. La eficiencia reproductiva del ganado es una temática que se ha analizado durante las últimas décadas dejando el empirismo e integrando técnicas más seguras.

Acorde a ello se tiene como objetivos evidenciar la fertilidad en vacas en base a los protocolos de sincronización de celo para la inseminación artificial.

Con el fin de identificar las ventajas productivas que se obtiene al utilizar la biotecnología de sincronización de celo.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades del Ganado *Bos Indicus*

El ganado vacuno se encuentra dividido en dos especies: *Bos taurus* el cual es originario de Europa, en la actualidad este incluye la mayor variedad en cuanto a ganado lechero y producción de carne se refiere; por otra parte, tenemos a la especie *Bos Indicus* su origen se radica en India, su característica principal es la joroba entre los hombros, este ha sido importado a África, Asia y en menor proporción a América.

El ganado *Bos Indicus* es un herbívoro del género *Bos*, el cual pertenece a la familia de Bóvidos y subfamilia Bovinos en el orden de Artiodáctilos con suborden de Rumiantes. Actualmente incluye dos especies, *Bos taurus*, nombre científico del toro y de la vaca, y la raza *Bos indicus*, nombre científico del Cebú, de origen indio (G., 2012 p. 61). En climas tropicales estos han sido totalmente domesticados, lo cual dificulta encontrar antecesores en estado salvaje; incluso desde tiempos históricos; se estima que su domesticación se dio entre 4000 y 2100 años antes de Cristo; debido a su adaptación al clima y enfermedades de climas trópicos se fomenta la crianza de los mismos (Martínez 2019 párr. 8).

En Asia Menor y Central, Corea, Balcanes y Sur y Este de África se ha determinado una extensa gama de especies intermedias entre cebú y europeo, siendo las especies con mayor diferenciación entre sí, por miles de años de evolución, considerando las características reproductiva que aún existe con el cebú y las razas vacunas europeas, sumado a la adaptación que las razas indicas muestran en temperatura tropicales, se han desarrollado proyectos cuya finalidad radica para cruzar las mismas generar una combinación genética que mejore las características de cada subespecie y dar paso a una nueva raza, como la Santa Gertrudis, Brangus, Bradford, Charbray, etc. (Martínez 2019 párr. 11).

A continuación, se presenta la escala zoológica de la especie *Bos Indicus* en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Escala zoológica.

Reino:	Animal
Subreino:	Vertebrados
Clase:	Mamíferos
Orden:	Ungulados
Suborden:	Rumiantes
Familia:	Bóvidos
Género:	Bos
Especie:	Indicus

Fuente: (G. 2012).

Realizado por: Cartagena, 2021

1.2. Parámetros reproductivos

Como propósito para mejorar las características genéticas en bovinos se han desarrollado técnicas que permiten el manejo reproductivo, permitiendo identificar los eventos y parámetros que permitan conocer y predecir la eficiencia reproductiva y determinar los causales de la infertilidad individual como colectiva con la finalidad de obtener la mayor efectividad en la reproducción de la vida de un individuo (Bustillo Parrado et al 2020 p. 2).

1.2.1. Edad a la pubertad

Al iniciar la pubertad se toma en consideración el peso y edad mínima necesaria para que una determinada raza sea susceptible de alcanzar la Pubertad, y se considera que esta se obtiene cuando cumple con el 65 % del peso adulto (Araujo Guerrero 2014 p. 7).

En vaquillas para la producción de carne, la aparición precoz de la pubertad presenta una especial importancia económica, ya que se ha demostrado que las vaquillas que tienen su primer becerro alrededor de los dos años producen más becerros en su vida que aquellas que tienen su primera cría a los tres o más años. Una ventaja adicional es que se acorta el intervalo entre generaciones propiciado un mayor avance genético (Gonzales Padilla 2017 p. 290).

1.2.2. Edad al primer servicio

Hinojosa y Segura (2015 p. 15) Indican que luego del destete las novillas eran trasladadas a potreros con zacate Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*) y gramas del género *Paspalum*. Las novillas se inseminaban con semen congelado a partir de los 24 meses de edad. Las hembras se llevaban a un corral central dos veces al día para la detección de calores con la ayuda de toros marcadores. Se proporcionaban un máximo de tres servicios y posteriormente la monta natural. Las cubriciones se hacían todo el año y los animales tenían agua y una premezcla de sales minerales a libertad.

González-Stagnaro et al (2007 p. 235), Demuestran que el primer servicio depende del peso corporal y se relaciona con el peso adulto de las vacas. Las novillas son usualmente incorporadas al servicio al alcanzar entre 70 y 75% de su peso adulto, lo que significa un peso umbral de 300; 320 y 340 kg en hembras criollas y mestizas bajo sistemas tradicionales, y mejorados, respectivamente. Tanto la edad como el peso de incorporación analizadas en 47 explotaciones del medio mostraron medias de 30.9 ± 5.9 meses y 353.3 ± 31.9 kg. No obstante, se utilizan estos datos como referencia, debido a que no en todos los casos se cumple en forma habitual como de primer servicio, aun en el caso de un lapso prolongado entre la incorporación y el propio servicio. Esa tardía edad de incorporación a los 31 meses está algo alejada de los 24 - 26 meses sugeridos como aceptables en animales mestizos.

1.2.3. Edad al primer parto

El primer alumbramiento es uno de los factores determinantes para estimar el número de partos una vaca durante su vida útil en el hato, debido a que la mayor precocidad sexual conduce a una vida productiva más larga (Segura-Correa et al 2012, p. 43).

En consecuencia, la edad de la pubertad es un factor clave en la determinación de la tasa de preñez en novillas. Es recomendable que para el manejo de la reproducción en las novillas de Brahmán deben ser criadas en entornos adecuados y ser apareadas a los 2 años, para parir por primera vez a los 3 años. Sin embargo, estas metas no se logran en la mayoría de las explotaciones cebuinas en condiciones tropicales, siendo las causas muy diversas y fuera de esta discusión (Vásquez-Loaiza et al 2021 p. 33).

1.2.4. Intervalo parto concepción

Este es uno de los parámetros que se debe tener mayor consideración para la evaluación de la fertilidad del ganado; tomando en consideración un periodo de gestación similar entre partos, a su vez, por el tiempo transcurrido desde el parto hasta el primer servicio y por el intervalo entre el primer servicio y la concepción (FAO 1981 párr. 5).

El intervalo se encuentra considerado entre los días que transcurren desde el parto hasta la siguiente gestación, en esta etapa ocurren dos ciclos reproductivos (aproximadamente 280 días de gestación), y los denominados días abiertos que se constituye como el periodo entre el parto y la nueva concepción. Casi de forma simultánea se da inicio al ciclo reproductivo en combinación con el periodo de lactancia y los días secos.

El lapso entre partos se debe a diversas interacciones de factores como la edad al primer parto (EPP), grupo racial, nutrición, peso al servicio, año y época de parto (condiciones ambientales) y condiciones sanitarias, entre otras. El IEP es considerado el indicador más importante en la eficiencia reproductiva individualmente de las vacas del hato, y que una duración corta de este parámetro, da idea de la buena adaptación al ambiente donde se desempeña (Montenegro et al 2015, p. 15)

1.2.5. Porcentaje de concepción

La mayoría de los autores citan como fertilidad a primer servicio, debido a que la fertilidad de las vacas se va reduciendo conforme han recibido varios servicios sin quedar gestantes, se puede calcular el porcentaje de concepción a primer servicio para evaluar la fertilidad de los animales en condiciones más homogéneas, la cual se lleva a cabo, dividiendo el número de vacas en estado de gestación entre aquellas que recibieron dicho servicio, ya sea por inseminación natural o artificial, generalmente el PCPS es más elevado que el porcentaje de concepción del hato, el porcentaje de PCPS en el trópico húmedo Mexicano es del 52% en promedio (Sanchez-Sanchez 2010 p. 23).

1.2.6. Servicios por concepción

El adecuado manejo reproductivo en el ámbito de la ganadería asegura un nivel de rentabilidad idóneo; las características reproductivas se pueden analizar con parámetros como el porcentaje de detección de celos cuyo valor óptimo se encuentra entre el 50 y 70%, el porcentaje de gestación debe situarse entre el 45 y 55% y los servicios por concepción deben ser entre 1.7 - 2.2 (Gómez et al, 2013 p. 8).

Al porcentaje de concepción al primer servicio también se le conoce como fertilidad al primer servicio, debido a que ésta se va reduciendo conforme las vacas han sido servidas sin preñarse. Este indicador permite evaluar la fertilidad del ganado en condiciones homogéneas. Generalmente el porcentaje de concepción al primer servicio (CPS) es más elevado que el porcentaje concepción del hato (Análisis técnico-económico de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (OVSYNCH®) en comparación con celo detectado en vacas Holstein, 2010 p. 195).

1.3. Ciclo Estral

Se clasifica para las vacas como poliéstricas continuas; es decir, que se caracterizan por tener ciclos estrales (CE) durante el año, a sus 12 meses presenta su primer ciclo, no obstante, la misma no constituye una regla, ya que esto depende de factores como peso, manejo, raza y sobre todo alimentación.

Se considera como un proceso cíclico al que tiene un tiempo estimado de duración de 17-25 días. Se determina que un CE inicia con el estro o celo en el día cero, y concluye con el siguiente estro. Comprende una serie de eventos predecibles de índole ovárico, endocrino y conductual recurrentes con la finalidad de que ocurra la ovulación, el apareamiento y la gestación (Jiménez 2016 párrs. 6-10).

Luego de la monta o aplicación de inseminación artificial (IA) se logra la fertilización, se determina la gestación y CE, los cuales se ven detenidos por un anestro fisiológico (lapso que cierra el ciclo), otro de los factores que induce el anestro es la crianza o lactancia. Por otro lado, eventos patológicos como infecciones reproductivas, persistencia del cuerpo lúteo (CL), malnutrición y estrés, pueden causar la inhibición de los CE (anestro patológico) (Jiménez 2016 párrs. 6-10);

En la Figura 1-1 se puede visualizar la esquematización de proceso folicular y lútea.

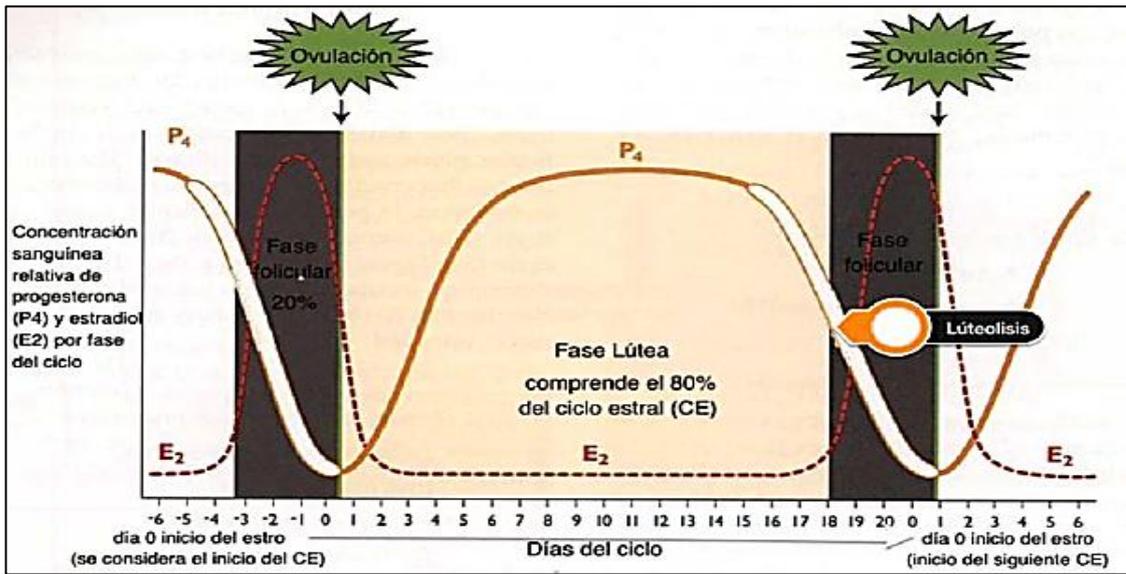


Figura 1-1. Representación esquemática de las fases folicular y lútea en un ciclo estral modelo.

Fuente: Modificado de Senger P.L. Pathways to pregnancy and parturition. 3ra edición, 2005.

1.3.1. Duración del ciclo estral bovino

La vaca tiene un ciclo estral con un promedio de más o menos 21 días, sin embargo, esto depende de la cantidad de oleadas foliculares que se evidencien en el individuo, considerando ello, los ciclos de 3 oleadas se han analizado que en promedio pueden durar en un promedio de 22 y 23 días, mientras que los ciclos de 2 oleadas se dan en un tiempo estimado de 19 y 20 días; de allí el promedio de 21. Se determina como una oleada folicular al inicio del proceso mediante el cual se desarrolla un nuevo grupo de folículos en el interior de los ovarios.

En comparación con otras especies en el caso del bovino se puede dar el crecimiento de varios folículos (oleadas) a medio ciclo, siendo más específicos en el Diestro, considerando que las condiciones hormonales no sean las adecuadas para dar paso a la ovulación, esto provocado por la falta del desarrollo de folículos los cuales nunca llegan a ser ovulados provocando lo que se denomina atresia o muerte folicular. Siendo en este caso los folículos crecientes que contengan las condiciones hormonales dadas durante el proestro permitirán el desarrollo del folículo de tal forma que se produzca la ovulación (Alzate 2017 párr. 5).

1.3.2. Fases y etapas del ciclo estral

Jiménez (2016 p. 19), indica que, consta de dos fases dependientes de las estructuras ováricas y del ambiente hormonal que éstas generan: la fase folicular o estrogénica y la fase lútea o progestacional.

1.3.2.1. La fase folicular.

Se desarrolla entre las etapas de regresión o luteolisis en el CL, esta termina con la ovulación. Se establece un periodo de duración corto, siendo alrededor del 20% de todo el ciclo. En esta se desarrolla la maduración folicular, siendo que, el esteroide gonadal es el estradiol (E2).

1.3.2.2. La fase lútea.

Comienza en la fase de ovulación en conjunto con la formación de CL funcional hasta su luteosis o regresión, denotando a la hormona progesterona como dominante (P4). Sin embargo, los folículos continúan su desarrollo, pero sin producir altas concentraciones de E2. Esta fase comprende alrededor del 80% del ciclo, las diferentes fases se especifican en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Fases del ciclo Estral.

Fase	Día	Duración	Evento
Estro	0	10 – 12 horas	Maduración folicular, altos niveles de Estrógeno y pico LH.
Metaestro	1 - 3	5 – 7 días	Ovulación (dentro de las 12-18 horas), formación del cuerpo hemorrágico que no responde a la PGF 2a.
Diestro	5 - 18	10 – 15 días	Maduración del cuerpo lúteo – altos niveles de progesterona.
Proestro	19 - 21	3 días	Regresión del cuerpo lúteo, maduración del folículo e incremento de estrógenos.

Fuente: Shearer, 2003

Realizado por: Cartagena, 2021

1.3.2.3. *Estro.*

Se caracteriza debido nivel alto de estradiol, mismo que se incrementa en el proestro, estos son secretados en mayor cantidad por los folículos dominantes, esta hormona es la encargada de fomentar los signos de celo o calor, entre los cuales se pueden mencionar receptividad sexual del macho, moco, vulva hipertérmica, inquietud, dejarse montar, entre otros (Alzate, 2017 párr. 10).

En el caso del estradiol también produce estimulación para liberar LH, conforme a ello, el creciente incremento de esta, hasta el punto de alcanzar su pico da paso a la ovulación, este proceso se favorece cuando existen bajas concentraciones de progesterona (P4). Siendo una de las principales causas de un cuerpo lúteo destruido en el ciclo de Diestro que provoco que deje de producirla. Considerando que la progesterona se encuentra disminuida no provoca inhibición sobre la GnRh y así el Estradiol (E2) tiene libertad de estimular la producción en especial de LH, siendo que la FSH da paso a la Inhibina lo cual produce que no crezcan los folículos (Alzate 2017 párr. 12).

1.3.2.4. *Metaestro.*

Jiménez (2016 párr. 18) Establece que, esta etapa principia cuando ha terminado la receptividad sexual y concluye en el momento que hay un CL funcional bien establecido. En esta las concentraciones de E2, así como de P4 se muestran relativamente baja. Dura de 3-5 días y en ella ocurre la ovulación 28-30 h después del día 0. Dando como resultado la formación del cuerpo hemorrágico y la evolución en el folículo denominado luteinización en donde se da pasó al desarrollo de CL.

Por otra parte, los niveles de P4 inician su aumento con la intención de llegar a una proporción mayor a 1ng/ml de suero sanguíneo, fundamentalmente cuando se encuentran bajo la influencia de LH. Conforme a ello, esta fase se considera como el periodo de transición entre la predominancia de E2 en comparación con el incremento de P4. No obstante, aunque los niveles de E2 disminuyan de forma súbita esta cuenta con la intensidad necesaria para dar pasó a que los folículos sigan su proceso de desarrollo, con concentraciones bajas de E2.

En la Figura 2-1 se observa la Conducta sexual de la especie.



Figura 2-1. Conducta sexual típica durante el ciclo estral.

Fuente: (Análisis técnico- (OVSYNCH®) 2010)

1.3.2.5. 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 mayor de 1 ng/ml. Además, en esta fase se observan las ondas de desarrollo folicular, por lo cual se pueden observar folículos de diferente tamaño (Gonzalez 2018 párr. 8).

Al pasar un intervalo de 12 a 14 días expuesto a progesterona el endometrio inicia la secreción de $PGF2\alpha$ siguiendo un patrón pulsátil; siendo en esta donde se termina con la vida del diestro y cuerpo lúteo. Haciendo uso de terminología endocrina se determina que el cuerpo lúteo ha perdido su funcionalidad cuando el nivel de progesterona ha disminuido a menos de 1ng/ml, dando fin al diestro e iniciando el proestro. Es necesario recalcar que en esta fase la LH muestra una secreción muy baja, mientras que la FSH aumenta, suceso que coincide con el desarrollo folicular (Gonzalez 2018 párr. 9-10).

1.3.2.6. Proestro.

Alzate (2017 párr. 15) Manifiesta que, es la etapa del ciclo estral donde los folículos (ovocitos) del ovario comienzan a crecer por estímulo de la FSH. Estos folículos comienzan a producir Estradiol (E2), Comprende los días 17, 20 y 21 del ciclo.

- Hormonas predominantes: FSH
- Hormonas que están bajas: La Progesterona (P4) comienza a disminuir.

1.3.3. Deficiencias en la detección del celo

Las falencias en la detección del celo generan problemáticas en el desarrollo de la fertilidad del hato. Es un inconveniente que enfrentan todas las explotaciones que practican inseminación artificial a nivel mundial. Las deficientes condiciones en que se desarrolla la observación del estro provoca confusiones en cuanto a los lapsos de tiempo, ya que no se define si el animal se encuentra al final o inicio del periodo de aceptación, incrementando las posibilidades de encontrar un ovulo viejo, lo cual provoca que se desarrolle un embrión que perece en alrededor de 36 días; constituyéndose los errores que se repiten con mayor frecuencia en los hatos y derivando en la baja fertilidad. Los diferentes factores que influyen en la ineficiente gestión de la detección del celo se deben a un accionar inadecuado en cuanto al seguimiento se refiere, así como la carencia de capacitación del personal y la falta de motivación (Revelo-López, 2013 pág. 49). Se torna fundamental observar al ganado al amanecer y atardecer, considerando que en estos periodos se muestran mayores signos de celo, en verano se debe recalcar que las vacas no muestran signos de celo y las fases son más cortas.

1.3.4. Métodos para la detección de celo

1.3.4.1. Animales marcadores.

Aquellos que no pueden llevar a cabo la cópula. Se destaca las ventajas de que en este tipo de animales el celo puede ser detectado e incrementado, permite disminuir el riesgo de que adquieran enfermedades venéreas (Pueyo 2017 pág. 27).

1.3.4.2. Pintura.

La utilización de pintura en la grupa es una técnica muy promisoría por sus altos niveles de eficiencia y bajo costo. Estudios realizados en Argentina, mostraron que la eficiencia en la detección de celos en vacas Holstein fue del 86,1 y 93%, respectivamente (Pueyo 2017 pág. 28).

1.3.4.3. Cápsula detectora.

En este se coloca un tubo de plástico sobre la grupa, a ello se le agrega colorante embebido dentro de una bolsa pequeña y transparente, el conjunto se lo adosa a una tela adhesiva, cuando la vaca es montada el recipiente es roto esparciendo sobre su grupa el colorante (Pueyo 2017 pág. 28).

1.4. Sincronización de Celos

Este método es una de los más aplicados para incrementar los rangos de parámetros reproductivos de un hato; con el propósito de la mayor cantidad de vacas presenten celo en las mismas fechas; es decir que, al iniciar la destrucción del lúteo todos los vientres del hato se encuentren en su ciclo estral de manera simultánea (luteólisis). Más de la mitad del ciclo estral se encuentra presente el cuerpo lúteo siendo el responsable de que se produzca progesterona entre los días 14.17, cuando el cuerpo lúteo alcanza su máximo desarrollo da paso a su destrucción fisiológica, en la cual secreta prostaglandina F2 α que se produce en el útero; siendo esta la que causa la lisis del cuerpo lúteo (Gómez et al 2013 pág. 32).

Con la intención de maximizar los resultados del celo en bovinos de carne es necesario llevar un control exhaustivo del ciclo estral, lo cual se puede lograr al integrar hormonas exógenas entre las que se pueden mencionar el benzoato de estradiol, este actúa de dos formas, en primer lugar, cuando es suministrado de manera simultánea provoca que se genere una nueva onda de crecimiento folicular, por otra parte, puede producir luteosis cuando la misma es suministrada en un lapso de 24 horas posterior a la extracción de una fuente exógena de progesterona o progestágenos (Syntex S.A. 2005 pág. 3)

1.4.1. Protocolos de Sincronización de Celo

Los protocolos de sincronización para controlar el manejo de celo implementado en la actualidad de vacas para leche y carne con la intención de manipular el ciclo estral. Haciendo uso de herramientas tecnológicas como el ecógrafo, mediante el cual se puede observar el tracto reproductivo; por otra parte, resalta el uso de hormonas e inseminación artificial en tiempos específicos (Ojeda Bohm, 2018 párr. 3).

Ojeda Böhm (2018 párr. 6) Menciona que, existen muchos protocolos de sincronización que incluyen el uso de ciertas hormonas y algunos además incluyen la aplicación de un dispositivo intrauterino (DIB). Cada médico veterinario usa el protocolo que se ajusta mejor a la realidad del predio, considerando costos y otros factores. Ejemplo del uso de algunas hormonas: benzoato de estradiol (BE), GnRH (Gonasyl) prostaglandinas (PGF2 α : Lutalyse.), cipionato de estradiol (E.C.P), etc.

1.4.1.1. Protocolo 1 DIB.

El siguiente protocolo pone a consideración el uso de DIB que puede tener diferentes concentraciones de progesterona, en el mercado se puede encontrar presentaciones comerciales de 0.5 – 1 y hasta de 1,38 gramos, se ha demostrado que es posible reutilizar DIB que contengan 1 o 1,38 gr de progesterona. El uso de dispositivos muestra diversas ventajas dentro del protocolo de sincronización ya que incrementa las posibilidades de preñez y disminuye el tiempo parto-concepción. Dentro de los protocolos que usan DIB existen muchos, usando diferentes hormonas (Ojeda Böhm 2018).

1.4.1.2. Con progestágenos.

Se trata de un bloqueo mediante el uso de MGA (Acetato de Melengestrol); en torno a ello, se dan variaciones de administración dependiendo de los protocolos; en el año de 1994 Anderson y Day plantearon la dosificación diaria en un periodo de 14 días; no obstante, con estudios posteriores se pudo deducir que el tratamiento reducido produce un mayor nivel de fertilidad, llegando al punto que en la actualidad se recomienda una dosificación diaria de 0,5mg de MA por individuo en un tiempo de 7 días en mestura con una ración. Luego de la administración de MGA se suministra prostaglandina (según las indicaciones del fabricante) dando paso a la lisis del cuerpo lúteo, las cuales se encontraban ciclando al inicio del tratamiento.

Al pasar cuatro días de administrada la prostaglandina cuyo propósito radica en inducir el proceso de ovulación o luteinización folicular, se procede a suministrar GnRH. Luego de ello, se procede a determinar el celo para proceder a la inseminación artificial, alrededor de 48 a 96 horas posterior a aplicar prostaglandina. Este protocolo está indicado principalmente para vaquillonas próximas al inicio de la pubertad o ya púberes y en vacas acíclicas posparto (Lucio et al 2016, pág. 63).

1.4.1.3. Protocolo en base a hormonas.

Este es un protocolo sencillo y clásico, usado por varios años en nuestro país llamado también “Presynch – Ovsynch clásico”. Este protocolo considera el uso de hormonas como **GnRH + PGF2** (Ojeda Böhm 2018)

En la Figura 3-1 se esquematiza el protocolo.

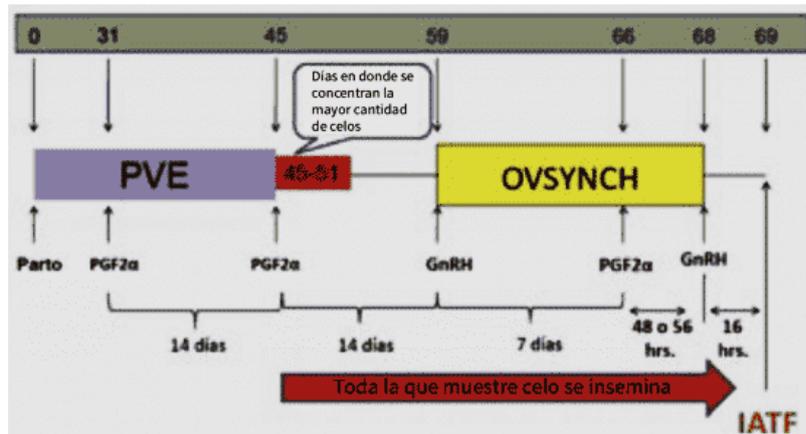


Figura 3-1. Protocolo “Presynch – Ovsynch clásico”.
Fuente: (Ojeda Böhm 2018)

1.4.1.4. Dispositivos Intravaginales.

Existen una amplia gama de dispositivos intravaginales y dependiendo del tipo su concentración de progesterona es variada; como muestra de ello se puede mencionar al CIDR-B cuya característica es su forma de T y su material es silicona con molde de nylon el cual tiene un 1,9 g de progesterona impregnado. De 0,5 a 0,6 mg de progesterona es absorbido por la mucosa vaginal, a este bloque se lo denomina hipotalámico-hipofisario. El dispositivo es introducido en la cavidad vaginal a través de un aplicador semejante a un espejo que mantiene las extremidades de la T a manera de facilitar su introducción.

EL CIDR en su extremidad distal contiene un filamento de nylon mediante el cual se puede extraer el dispositivo al finalizar el periodo, el protocolo indica que se debe preconizar el dispositivo durante un periodo de 9 días. El día de aplicación es recomendable suministrar 2mg de Benzoato de Estradiol cuyo objetivo se encuentra en sincronizar y fomentar el crecimiento folicular; de forma simultánea se administran 50mg de progesterona de forma intramuscular con la intención de auxiliar a la fase inicial del bloqueo. Considerando un grupo de especies cíclicas para el tratamiento se torna la necesidad de aplicar prostaglandina luego de retirar los dispositivos.

Debido a que el benzoato de estradiol funciona como auxiliar en el proceso de ovulación se debe suministrar 1mg de este exactamente al décimo día de haber realizado la inseminación artificial, es decir, alrededor de 50hs posterior a retiro del dispositivo.

Se han establecido protocolos alternativos que sustituyen el uso de Benzoato de Estradiol con la administración de 100mcg de GnRH, la segunda de este se aplica en el momento de inseminación artificial. En el caso de que las vacas se encuentren en la etapa de lactancia se tiene una alta probabilidad de que se encuentran en el estado de acíclica, cuando se dispone al retiro de CIDR en lugar de suministrar prostaglandina es recomendable la administración de 400 a 70 UI de eCG, en conjunto con la motivación del destete temporario de terneros con lapsos de 48hs. En el décimo día del protocolo se inyecta por vía intramuscular 1 mg de Benzoato de Estradiol, realizando la inseminación artificial a tiempo fijo 24 horas después (Sincronizacion de celos utilizando GnRH Y PGF2 α para inseminacion artificial a tiempo fijo en bovinos productores de leche, 2016 pág. 3).

1.4.1.5. Protocolo de IATF.

Si bien existen varias opciones de control del ciclo estral, se hará referencia, en particular, al más utilizado en la región por su practicidad (Vásquez-Loaiza, y otros, 2021 pág. 21).

- Día 0: Evaluación pre-servicio, implantación de dispositivos con progesterona e inyección de 2 c.c. de benzoato de estradiol.
- Día 7: Retiro de los dispositivos y colocación de 2 c.c. de prostaglandina F2a.
- Día 8: Aplicar 1 c.c. de benzoato de estradiol.
- Día 9: Inseminación artificial a entre las 52 y 56 horas de retirados los dispositivos.

La sincronización de los celos en las diversas especies de bovinos con la experiencia y practica adecuada ha evidenciado diversas ventajas, considerando que, se delimitan tiempo y condiciones en que pueden mejorar las mismas, con el paso del tiempo estas técnicas se han ido perfeccionando, llegando a los actuales procedimientos que disminuyen los rangos de error.

En la Tabla 3-1 se puede visualizar las ventajas emanadas del cumplimiento de los objetivos de este proceso.

Tabla 3-1: Ventajas de la sincronización de celos.

Objetivos de la Sincronización de Celos	Ventajas
<ul style="list-style-type: none">• Acortar el periodo de servicios y de pariciones.• Realizar IA sin detección de celos. Provocar el desarrollo sexual en animales en anestro.• Realizar transferencia de embriones. Identificación de las hembras que inician estro.• Mejorar el porcentaje de concepción y la tasa de gestación.	<ul style="list-style-type: none">• Reduce el tiempo de trabajo y la detección de celo.• Facilita la implementación de la IA. Incrementa el porcentaje de parición y de destete.• Da como resultado grupos de terneros con pesos similares.• Reduce el intervalo entre partos. Aumenta la cantidad de terneros por periodo y la producción de leche y carne.• Estimula la reanudación de la actividad cíclica en las vacas en anestro post parto.

Elaborado por: INTAGRI, 2018

1.5. Biotecnologías en la Reproducción

1.5.1. La inseminación artificial

Se denomina como al método de reproducción que no requiere de una monta natural y cuyo propósito se centra en incrementar las posibilidades de fertilización y natalidad con el valor genético de un hato, existen diversos factores que influyen para el desarrollo de una fecundación exitosa, entre los cuales se encuentra ciclo estral, tiempo de ovulación, vida fértil del ovulo y espermatozoides, transporte del ovulo y estado del aparato reproductivo de la hembra. Para garantizar una inseminación artificial exitosa se debe llevar un protocolo hormonal de sincronización de celo cuyos compuestos fundamentales son: los progestágenos, progesterona, prostaglandina F2 α y sus análogos, estos son utilizados para modificar los procesos hormonales y fisiológicos, de esta manera un número determinado de animales presentarán celo y ovulación en forma simultánea, en un periodo corto, para ser servidos en pocos días (Gómez et al, 2013, pág. 10).

También (Revelo-López, 2013 pág. 38) menciona que, la inseminación artificial es una biotécnica que ha abierto la posibilidad de alcanzar grandes avances en la ganadería, especialmente en la de leche, esto derivado de que es la tecnología con mayor aplicación para fomentar la reproducción bovina en diferentes sistemas de producción, dado que se ha constituido una herramienta eficaz para maximizar las mejoras genéticas lo cual provoca que los niveles productivos se incrementen.

1.5.2. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

Raso (2012 pág. 204) hace énfasis en la sincronización del celo mediante la integración de hormonas en el procedimiento, a esto se le denomina Inseminación artificial a Tiempo Fijo con lo cual es posible inseminar una gran cantidad de animales en un período corto de tiempo. Los beneficios de la aplicación de IATF son reconocidos debido al mejoramiento genético, reconocimiento de paternidad y las probabilidades de implementarlo en vaquillonas, así como también en toros que derivan en bajo peso de nacimiento sumado a ello también se puede mencionar beneficios como:

- Evadir el proceso de reconocimiento de celo, lo cual constituye el principal factor de error y resultados ineficientes.
- Disminuye el tiempo de inseminación, confines y gastos de personal.
- Acortar el período de anestro postparto.
- Incrementar los factores para mejorar el cumplimiento de resultados en vacas con cría al pie, categoría mayoritaria (75-80 %).
- Acrecentar la proporción vacas que se preñan temprano.
- Incrementar el peso de terneros destetados.
- Atención de parto adecuada ya que los mismos se concentran en un lapso más cortó.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

Se realizó una investigación referencial con una recolección de información objetivo dentro del período académico de la “ESPOCH” octubre 2020 – marzo de 2021. La bibliografía fue expuesta en orden cronológico desde lo más antiguo hasta lo más actual en lo que respecta al tema. La investigación corresponde a un estudio de revisión bibliográfica exhaustiva, porque se basa en la exploración amplia y crítica de la información cuya finalidad es la comunicación de los resultados de investigaciones de una manera clara, concisa y real, para brindar la mayor veracidad al trabajo investigativo.

La sistematización de la información es un método utilizado en la gestión de conocimientos para acercarse a aprender de las experiencias, sea que estas se encuentren en proceso de ejecución o hayan culminado, de las cuales utilizaremos los resultados. La sistematización concibe a las experiencias proyectos, programas, ciclos de actividades como fuentes de aprendizaje, haciendo que sus resultados, sus logros, sus limitaciones, sus éxitos y sus errores, trasciendan la amplitud de su ejecución, con la intención de que sean compartidos con diferentes factores de desarrollo con la intención de socializar su planteamiento, a partir de lo cual se cree la posibilidad de promover el razonamiento y descubrimiento de aprendizajes.

2.1. Métodos para sistematización de la información

2.1.1. Criterios de selección

Para este apartado, nos enfocamos en la información más real y actualizada dentro de lo posible, sin embargo, cabe mencionar que existe literatura fundamental, clave y netamente básica que se ha publicado a partir de los años 2000 en adelante, esta información también fue tomada en cuenta dentro del presente trabajo investigativo para brindar mayor veracidad y sustento al mismo ya que es indispensable para realizar comparaciones con la literatura de años recientes.

La información utilizada para realizar la presente investigación fue obtenida de artículos científicos, tesis de repositorios universitarios y documentos en línea obtenidos de plataformas digitales como: Google académico, Wiley Online Library, Scopus.

Los distintos temas que se abordó en la búsqueda de la información fueron relacionados con reproducción animal, origen e historia de los bovinos *bos indicus*, parámetros reproductivos, ciclo estrual en bovinos, sincronización de estro. Y se utilizaron palabras clave como: ciclo estrual, celo, pubertad, estro, días abiertos; y cabe mencionar que como restricción tuvimos el idioma y los años de las publicaciones.

2.2. Métodos para sistematización de la información.

Para brindar un acertado entendimiento de la investigación por parte de los lectores la sistematización se enfocó en realizar una distribución organizada y ordenada cronológicamente, es decir, desde la información más antigua hasta la más actual, con el fin de poder realizar una comparación crítica y poder verificar y discutir sobre las semejanzas y diferencias que se han generado a lo largo del tiempo. De esta manera aseguramos el cumplimiento de los objetivos planteados y la correcta comprensión de los futuros lectores por medio de la redacción eficaz y real de los resultados de la investigación.

CAPITULO III

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN

3.1 Determinación de la efectividad de los protocolos de sincronización de celo para la inseminación artificial

Los estudios de las sincronizaciones de celo en bovinos fueron conducidos en dos direcciones principales, ambas fueron interfiriendo en la duración del ciclo estral. Los diferentes procedimientos que integran agentes luteolíticos que facilita anticipar la regresión del cuerpo lúteo y por ende, la disminución del ciclo, y el proceso de alargamiento del ciclo con una simulación de diestro (Arroyo 2018 pág. 28).

Existen varios estudios que nos demuestran y hacen énfasis en la importancia del método de sincronización de celo o estro para obtener una fertilidad óptima y deseada en las vacas, y como consecuencia a esto un alto porcentaje de concepción en el hato; en la cuantiosa búsqueda por encontrar la veracidad de este planteamiento se recopiló información de varios autores, en donde curiosamente existen similitudes unos con otros en el método de sincronización que se vienen utilizando en la actualidad, en la Tabla 3-1 se resumen los procesos en base al tipo de sincronización y las variaciones que han realizado los distintos autores con la eficiencia de los diferentes métodos a la presencia de estro.

Tabla 4-3: Métodos de sincronización de celo para inseminación artificial.

Autores	Métodos	Presencia de estro %	Tamaño de la muestra
<i>(Carrera 2017)</i>	Ovsynch.	93	29
<i>(Medina 2017)</i>	Ovsynch.	75	20
<i>(Arroyo 2018)</i>	Benzoato de estradiol.	95.83	24
<i>(Martínez 2009)</i>	Implante intravaginal. + Benzoato de estradiol.	95	20
<i>(Vallejo 2017)</i>	Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie.	76.6	60
<i>(Rodríguez 2016)</i>	Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie. + dispositivo intravaginal.	95.2	50
<i>(Parí 2018)</i>	CIDR	100	10
<i>(Narro 2011)</i>	CIDR + Cría al pie.	57,14	21

Elaborado por: Cartagena, 2021

El método de sincronización de celo Ovsynch, corresponde a las primeras investigaciones que se han realizando en los últimos tiempos sobre reproducción animal, en donde se comprueba la eficiencia del método de sincronización, con este método (Carrera, 2017; Medina, 2017) mencionan que se obtiene aproximadamente del 90 y 75% de presencia de celo respectivamente y se obtuvo una sincronización promedio de 82.5 %, debido a que se añadió en el tratamiento de la primera investigación un dispositivo intravaginal de progesterona y una inyección de PMSG, para favorecer el reinicio de la actividad ovárica, debido a que como todas las vacas del presente estudio se encontraban amamantando a sus terneros, de la misma manera en la segunda investigación del mismo método se aplicó una inyección de GnRH 100ug, también fue administrada PGF-2 α 25mg, y en la última fase se administró GnRH 100ug, 48 horas más tarde para inducir una nueva ovulación sincronizada 28–32 horas. La inseminación

artificial en tiempo fijo es realizada 12 horas después de la segunda inyección de GnRH; ambos autores utilizando el mismo método con diferentes tamaños de muestra, pero tomaron en cuenta los parámetros productivos de los animales en tratamiento, como son las identificaciones, el peso vivo (PV), el día del parto, la condición corporal (CC), el día de la inseminación, la ganancia media diaria (GMD) en los dos meses previos a la inseminación.

A diferencia del primer método, en el segundo corresponde a la sincronización utilizando el método con Benzoato de estradiol (BE), los resultados de la tasa de detección de celo del protocolo de sincronización IATF determinaron que con BE el porcentaje de celo fue de 95.83%, en vacas. Las tasas de presencia de celo para los tratamientos con protocolo de Benzoato de Estradiol (BE) fueron ligeramente superior a la del protocolo que se compararon en esa investigación que fue del 95% (Arroyo 2018 p. 25).

Esto se debe a algunos factores, debido a que en el primer método se procedió a realizar el implante del Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB) liberador de progesterona (P4 DIB Syntex) en la vagina con la ayuda de un aplicador especializado que colapsa las alas para su inserción, se aplicó también 2mg de Benzoato de Estradiol (Estrovet) por vía intramuscular (IM) provocando el inicio de una nueva honda folicular, todos los animales fueron inseminados a un tiempo fijo con la incubación del agente sexador HEIFERPLUS desde las 52 a 56 horas después de la remoción del Dispositivo DIB, de la misma manera en la investigación de (Martínez, 2009, pág. 18), se utilizó IMPLANTE Intra vaginal + 2 mg de benzoato de estradiol al inicio del protocolo, luego de los 8 días se procedió al retiro del implante y a la aplicación de 4 ml de Dinoprost trometamina (Prostaglandina f2 alfa) (I.M) y las 24 horas posteriores la última aplicación de 1 mg de benzoato de estradiol (I.M), culminando a los 10 días con la IATF.

Cabe mencionar que en la investigación de (Arroyo 2018 p. 25) todas las vacas han sido sometidas a las mismas condiciones de manejo, en un sistema de producción semi -estabulado, mientras tanto en la investigación de (Martínez 2009 p. 33) se seleccionaron al azar 80 vacas de las razas *Shaver x Cebú* y *Shabra*, paridas desde los 35 hasta los 60 días posparto, con cría al pie, de más de dos partos, con edad promedio de 48 meses, en condiciones corporales promedio de 3.5 unidades (escala 1 -5), el peso corporal promedio fue de 450 Kg, se organizaron en 4 grupos homogéneos sin importar el sexo de la cría, contando con 20 repeticiones cada uno. Se puede determinar que, aun siendo el mismo método entre los dos autores, existen factores mencionados anteriormente que podrían haber sido la procedencia del 0.38% de diferencia en presentar celo entre las dos investigaciones.

Con el método de Gonadotropina Coriónica equina (eCG) con cría a pie se puede obtener aproximadamente el 76.6 y 95.2 % de animales que entraron a celo respectivamente, el tamaño de la muestra que se pudo apreciar fue de 60 y 50 animales respectivamente, en el primer caso se implementó la siguiente técnica; Día 0: aplicación de dispositivo intravaginal bovino (BID) con 0,5 g de progesterona más la administración intramuscular de 2 mg de benzoato de estradiol. En el día 8 se retiró el BID más la administración intramuscular de 500 µg de cloprostenol sódico más la administración IM de 500 UI/vaca de eCG. En el día 9 se administró vía IM, 1 mg de benzoato de estradiol. En el día 10 IATF (54 horas después de retirado el dispositivo).

Mientras en la segunda investigación se procedió a colocar un dispositivo intravaginal el día 0, con 0,5 g de progesterona (DIB 0,5, Laboratorio Sintex.) seguido de una inyección intramuscular de 2 mg de benzoato de estradiol (Benzoato de estradiol, Laboratorio Sintex), el día 7 se les retiró el dispositivo y se les administró una dosis intramuscular de 150 µg de Cloprostenol (Ciclase DL, Laboratorio Sintex) seguida de una inyección intramuscular de 1 mg de cipionato de estradiol (Cipiosyn, Laboratorio Sintex).

A continuación, se dividieron los animales al azar en dos grupos teniendo en cuenta el estatus ovárico, en el caso de las vacas para recibir (Grupo eCG), se colocó una dosis de 400 UI en el caso de las vacas, de NOVORMON 5000, Sintex, la IATF se realizó entre las 52 y 56 horas luego de retirados los dispositivos con P4, se utilizó semen congelado/descongelado en pajuelas de 0,5 ml, (Vallejo Timarán et al. 2017) y (Hernán 2016). Al analizar la eficiencia del método se determina qué; la diferencia que se puede observar entre los dos autores, probablemente se deba a los productos utilizados en la preparación previa a la aplicación de eCG también cabe mencionar que se pudo evidenciar la diferencia de muestra y el piso climático que se realizó cada investigación, a esto incluye la diferencia de tamaño de muestra de cada autor, combinando entre los dos autores se puede evidenciar la eficiencia promedio de 85.95% de aparición de estro en los animales tratados.

Al utilizar el método de CIDR para la sincronización de estro en las investigaciones de (Parí, 2018; Narro, 2021) tenemos como resultado el 100 y 57.14% de animales que entraron en celo respectivamente, también se pudo observar que el tamaño de la muestra fue de 10 y 21 animales respectivamente que fueron tratadas con el método CIDR para la sincronización de estro, el primer autor utilizó la siguiente técnica; empieza con un grupo de 10 vacas mestizas bajo el tratamiento CIDR, al día 0 se aplicó vía intramuscular 2ml de Benzoato de Estradiol por vaca,

para luego introducir el dispositivo intravaginal con (CIDR), realizando una previa limpieza y secado de la vulva.

El dispositivo intravaginal se retiró el día 7 y paralelamente se aplicó GnRH gonadotropina coriónica equina (Novormon 5000), Cloprostenol sódico PGF 2α (ciclase DL) y Ciproionato de estradiol (Cipiosyn) con una dosis de 2ml respectivamente, una vez que las vacas de cada protocolo entraron en celo, se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo previa sincronización del grupo de vacas mestizas utilizando los métodos CIDR las vacas fueron inseminadas después de 52-56 horas. (Pari Ramos 2018) utilizó 10 vacas de razas mestizas (cruces entre razas criollas, Pardo Suizo, Holstein, Cebú, Brahman y Gyr) con edades que oscilan entre 2 a 6 años, multíparas (0 a 4 paridas)

De la misma manera la investigación de (Narro, 2011), menciona que el protocolo de sincronización de celo y ovulación de las vacas fue el siguiente; Día 1 se administró 2 mg de Benzoato de Estradiol intramuscular (IM), se aplicó un DIV CRONIPRES o CIDR y 10 ml de Selenio y vitamina E (IM). Al séptimo día se removió el dispositivo y se aplicó 2 ml de PgF 2α (IM) y se realizó un destete temporal por 48 horas. Al día siguiente es decir 24 horas después se aplicó 1 mg de Benzoato de Estradiol (IM). Y 54 horas después de la remoción del DIV se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), en esta investigación se utilizó 21 vacas con cría de la raza *Charolais* con una condición corporal de 2.5 a 3 en escala de 1 a 5, los animales del presente estudio se seleccionaron al azar.

Al analizar la eficiencia del método entre los dos autores se puede observar claramente una diferencia significativa del 42.86%, estos resultados con las diferencias numéricas significativas pueden generarse por la variedad de razas de animales utilizados en las dos investigaciones, la edad, la condición corporal, el tiempo de aplicación de los fármacos en el proceso de la sincronización e incluso se podría mencionar la diferencia de tamaño de la muestra, sin embargo tomando estos resultados de obtiene una eficiencia promedio de 78.57% de efectividad con el presente método.

3.2. Eficiencia de tasa de concepciones mediante la aplicación de métodos de sincronización

La mayoría de los mamíferos son vivíparos, por lo que el desarrollo embrionario y fetal se lleva a cabo en el útero. Este período de desarrollo uterino se denomina Gestación, en el tienen lugar diferentes cambios de adaptación del tracto reproductivo de la madre para el correspondiente mantenimiento nutricional y crecimiento del feto, así como la sincronización de los distintos mecanismos necesarios para que el feto llegue en buenas condiciones al parto.

Tabla 5-3: Tasas de concepción con la aplicación de diferentes métodos de sincronización e inseminación artificial a tiempo fijo.

Autores	Métodos	Porcentaje de concepción (%)	Técnica de I.A.T. F	Vacas gestantes
(Carrera 2017)	Ovsynch.	48	fijación cervical transrectal	14
(Medina 2017)	Ovsynch.	30	fijación cervical transrectal	6
(Arroyo 2018)	Benzoato de estradiol.	54	Intra cervical profunda	13
(Martínez 2009)	Implante intravaginal. + Benzoato de estradiol.	38.9	fijación cervical transrectal	8
(Vallejo 2017)	Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie.	63.1	fijación cervical transrectal	29
(Rodríguez 2016)	Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie. + dispositivo intravaginal.	46	fijación cervical transrectal	23
(Parí 2018)	CIDR	60	fijación cervical transrectal	6
(Narro 2011)	CIDR + Cría al pie.	57.14	fijación cervical transrectal	12

Elaborado por: CARTAGENA, 2021.

Del depósito de la eyaculación dentro del tracto reproductivo, solamente un pequeño grupo de espermatozoides capacitados alcanzan el ovocito después de pasar a través del “*cumulus oophorus*” formado principalmente por las células de la granulosa y ácido hialurónico (Fausto et al. 2017).

Existen diversas investigaciones que nos indican y hacen énfasis en la importancia del método de sincronización y principalmente en el porcentaje de concepción, para obtener una eficiencia reproductiva óptima y deseada en los hatos, y como consecuencia a esto un alto porcentaje de crías nacidos y destetados en el hato; en la notable búsqueda de la información de varios autores, con el objetivo de encontrar la veracidad posible de la realidad de los parámetros reproductivos de las vacas de carne, en donde curiosamente existen resultados similares entre unos con otros autores aplicando el método de sincronización que se vienen utilizando en la actualidad, en la Tabla 3-2 se resumen los procesos en base al tipo de sincronización y las variaciones que han realizado los distintos autores con la eficiencia de los diferentes métodos al porcentaje de concepción.

El método de sincronización de estro, Ovsynch corresponde a las primeras investigaciones que se han realizado en la actualidad sobre reproducción animal, en donde se quería comprobar su eficiencia de concepción al aplicar este método de sincronización, con este método los autores mencionan que se obtiene aproximadamente del 48 y 30% de concepción respectivamente, al aplicar el método antes mencionado y con relación a los dos autores utilizando este método se obtuvo una concepción promedio del 39%, el porcentaje de preñez es definido como el número de vacas preñadas sobre el número de vacas en el grupo en estudio, cabe mencionar que, el semen usado estaba congelado en pajuelas, todas las vacas fueron inseminadas con toros de su misma raza.

El diagnóstico de gestación se realizó el 31 de marzo, 49 días después de la inseminación, mediante ecografía transrectal (ecógrafo Aloka SSD-500V, equipado con una sonda lineal de 7.5 MHz; Aloka, Madrid, España), identificando la vesícula amniótica y el crecimiento fetal. Sin embargo, en la segunda investigación se determinó la preñez a través de exámenes con ultrasonografía a los 45 días de la inseminación artificial, en la cual ya se puede observar el embrión (Carrera 2017; Medina 2017 p. 23).

Como segundo método de sincronización de celo tenemos el Benzoato de estradiol, los resultados que se obtuvo en las dos investigaciones acerca del porcentaje de concepción al aplicar el método de sincronización del estro son; aplicando el presente método (Carrera 2017 pág. 15) obtuvo el 54% de concepción, de la misma manera en la segunda investigación (Medina, 2017p.17) obtuvo el 38.9% de concepción en vacas de carne, entre los dos autores que utilizaron el mismo método se puede determinar el porcentaje promedio de 46.45% .

Cabe mencionar que (Carrera 2017 p. 17) realizó su investigación bajo los siguientes parámetros, todas las vacas han sido sometidas a las mismas condiciones de manejo, en un sistema de producción semi - estabulado, para la inseminación artificial de todas las vacas se empleó semen congelado importado alemán, con pajilla de 0.25cc de la raza *Brown Swiss (Toro-point)*, para el trabajo de inseminación artificial fue previamente evaluado: la calidad de semen y la motilidad principalmente, se realizó la descongelación de la pajilla para luego ser observado en un microscopio a una resolución 100X y 200X, de la misma manera para el diagnóstico de preñez se realizó a los 50 a 75 días para determinar la tasa de preñez mediante la observación de imágenes ultrasonografías a tiempo real del útero por la vía transrectal.

Se utilizó el ecógrafo (AGROSCAN), con un transductor lineal de 5.0 MHz, por vía transrectal; el mismo se lubricó con gel en ultrasonido, para la realización de la técnica, se comenzó haciendo una revisión del útero con el transductor, ubicando el líquido amniótico y obteniendo una buena imagen, posteriormente si se observa la presencia del líquido amniótico, embrión y sexaje, dónde se determinó como positivo a la gestación o preñez (Arroyo 2018 pág. 39).

Otro de los métodos que se ha difundido en la actualidad en la mejora de los parámetros reproductivos específicamente en la sincronización de estro es con la utilización de Gonadotropina Coriónica equina (eCG) con cría a pie, en dónde se pudo observar resultados entre el 63.10% y 46% de concepción respectivamente (Arroyo 2018), se puede evidenciar que existe una significativa diferencia entre los valores de concepción, esto se debe a que (Carrera, 2017) menciona que se incluyeron vacas diagnosticadas en anestro (ausencia de cuerpo lúteo) mediante ultrasonografía; vacas con cría en pie; vacas con igual manejo nutricional y que no hayan recibido ningún tipo de suplementación adicional, con excepción de sal mineralizada a igual composición y suministrada en las mismas cantidades, se utilizó en el estudio pajillas del mismo reproductor (Bieber Steakhouse Y165-0200AR2081).

Se realizó la evaluación del semen congelado de las pajillas que se van a utilizar, con el propósito de garantizar la correcta interpretación de los resultados obtenidos, el diagnóstico de gestación se desarrolló a partir de ultrasonografía considerando un lapso de 35 días posteriores a la inseminación artificial. De la misma manera el (Medina, 2017) mencionan los parámetros que se cumplió en su investigación, se utilizaron vacas con cría al pie, pertenecientes a la raza *Aberdeen Angus negro y colorado*, se estima un mínimo de 45 días después del parto para que las vacas inicien el protocolo de IATF y una CC promedio de $3,4 \pm 0,5$ (escala de 1 a 5).

Las vacas en proceso de inseminación son revisadas previo al procedimiento de palpación transrectal a fin de determinar su estatus ovárico clasificándolas en: vacas con cuerpo lúteo (CL) (36%), con presencia de folículos grandes (FOL) (50%) y en anestro (AN) (14%). La alimentación se basó en campo natural y algunos rastrojos, el diagnóstico de gestación se realizó mediante ultrasonografía (Berger Lc-2010) Plus con transductor transrectal de 5.0 MHz) a los 35 días de haber iniciado el IATF en el caso de las vacas, con la intención de evaluar solo preñez de IATF mientras que en las vaquillonas se llevó a cabo a los 90 días para evaluar preñez de IATF y de repaso por toro (Vallejo-Timarán et al. 2017).

Al aplicar el método de CIDR en las dos investigaciones para la sincronización de estro y posteriormente para la evaluación del porcentaje de concepción, se puede observar que se obtuvo el 60% y 57.14% de vacas quedaron gestantes respectivamente al aplicar este método, obteniendo como promedio entre las dos investigaciones el 58.57% de concepción, se observa diferencias numéricas entre los dos autores, posiblemente esto debe a los factores diferentes que aplicaron en cada investigación, algunos de los factores que tomó (Vallejo et al, 2017) menciona que se utilizaron 30 vacas de razas mestizas (cruces entre razas criollas, Pardo Suizo, Holstein, Cebú, Brahman y Gyr) con edades que oscilan entre 2 a 6 años, multíparas (0 a 4 paridas).

Se utilizó 30 pajuelas de semen que pertenecen a la raza *Holstein y Pardo Suizo* con una viabilidad espermática de 82%, motilidad 86% y morfología espermática de 10% de anormalidad, el cual fue adquirido del Laboratorio de Crio-conservación en la Estación Experimental Choquenaira, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, una vez que las vacas de cada protocolo entraron en celo, se realizó la inseminación artificial a tiempo fijo previa sincronización del grupo de vacas mestizas utilizando los métodos CIDR, las gestación se evaluaron por medio del diagnóstico de gestación, es decir por el método de palpación rectal a los 45 después de la inseminación y observando que las vacas no presenten los síntomas de celo (Pari Ramos 2018).

De la misma manera (Medina, 2017) medina establece en su investigación que se utilizaron 21 vacas con cría, en las cuales se les asignó el dispositivo intravaginal (DIV) CIDR 1.9 g de progesterona, una vez sincronizadas y realizada la IATF en el lote de vacas con cría y vaquillas se procedió a realizar el diagnóstico de gestación por palpación vía rectal por un técnico calificado a los 180 días después de la IATF, también se observa los aspectos climáticos que se realizó la investigación, el presente trabajo se realizó en el Rancho Experimental Ganadero “Los Ángeles”, localizado en el municipio de Saltillo, Coahuila, aproximadamente a 34 km., al sur de la capital del Estado por la carretera Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas, en el km 318.5 entronca un camino de terracería con dirección oriente rumbo al ejido Hedionda Grande tiene una altitud que varía desde los 2100 msnm en los valles hasta 2400 msnm en la parte alta de la Sierra Los Ángeles. Cuenta con una superficie de 6704 ha constituidas aproximadamente por 35 % de sierra, 10 % de lomeríos y 55 % de valles (Narro 2011).

3.3. Beneficios de producción bovina con la aplicación de diferentes métodos de sincronización de estro

Los métodos de sincronización del celo emanan diversas ventajas de su aplicación correcta, conforme a ello los diferentes autores han definido las mismas acorde a su experiencia dentro de su investigación, por ende, al ser los contextos distintos estos deben analizarse con la finalidad de establecer las similitudes entre estas, logrando emanar un criterio centralizado de los beneficios de aplicación de los diferentes métodos.

Jauregui (2017), Indica que la sincronización de celo es hacer que un grupo de vacas o vaquillas entren en celo al mismo tiempo, o hacer que una vaca o vaquilla entre en celo en un momento predeterminado. Esto dado con la finalidad de obtener mejores resultados de la especie resaltando características que puedan generar mayores beneficios económicos para el Ganadero; conforme a ello en la Tabla 3-3 se detalla las ventajas que los diferentes autores han evidenciado de la aplicación de los métodos de sincronización del celo, de ello, se debe recalcar que, las mismas se encuentran definidas desde el punto de vista de los autores conforme a su experiencia, sin incidencia externa de determinaciones teóricas enfatizando los cambios en los procesos para mejorar la eficiencia de los resultados, además de la inervación de los recursos tecnológicos con el paso del tiempo.

Tabla 6-3: Beneficios de la Sincronización de Celos en Bovinos.

Autores	Métodos	Ventajas
(Carrera, 2017)	Ovsynch.	Mejora de la eficiencia en la detección del celo
(Medina, 2017)	Ovsynch.	Lograr que la inseminación se realice en el mejor momento según las demás. Actividades del establo. Preñar a los animales al comienzo de la temporada de inseminación
(Arroyo, 2018)	Benzoato de estradiol.	Mayor sincronía en la presentación de Celos. Organizar los partos en un tiempo determinado
(Martínez, 2009)	Implante intravaginal. + Benzoato de estradiol.	Mejorar la eficiencia en la detección de celo al poder dedicarse a un grupo de animales.
(Vallejo, 2017)	Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie.	Hacer uso eficiente de la mano de obra que insemina y controla los celos.
(Rodríguez, 2016)	Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie. + dispositivo intravaginal.	Permitir el manejo de un programa de transferencia de embriones.
(Parí, 2018)	CIDR	Facilitar el uso de inseminación artificial (IA).
(Narro, 2011)	CIDR + Cría al pie.	Hacer uso eficiente de la mano de obra que insemina y controla los celos.

Elaborado por: Cartagena, 2021.

Los diferentes autores emanan ventajas similares en cuanto al uso de los diferentes métodos de sincronización de celos en la producción bovina, considerando las especies *Bos Indicus* y *Bos Taurus* mismos que cumplen diferentes finalidades, de la eficiencia del proceso depende el margen de rendimiento en la inversión de los ganaderos, en cuanto a ello, se determina las siguientes ventajas generalizadas:

- Facilitar el uso de inseminación artificial (IA).
- Intensificar un programa de IA.
- Hacer uso eficiente de la mano de obra que insemina y controla los celos.
- Lograr que la inseminación se realice en el mejor momento según las demás actividades del establo.
- Mejorar la eficiencia en la detección de celo al poder dedicarse a un grupo de animales.
- Preñar los animales en un periodo más corto de tiempo
- Preñar a los animales al comienzo de la temporada de inseminación
- Organizar los partos en un tiempo determinado
- Permitir el manejo de un programa de transferencia de embriones.

Se debe recalcar que las mismas pueden variar dependiendo de la especie de bovino, enfatizando que la aplicación de los diferentes métodos puede variar en su efectividad derivado de la experiencia de la mano de obra, además existen falencias cuando al aplicar los procedimientos no se siguen las recomendaciones y consideraciones establecidas de forma previa.

Carrera (2017 pág. 38), menciona que al hacer uso del método Ovsynch para la sincronización del celo se emana un incremento de la tasa de embarazos en bovinos, no obstante, en el caso de *Bos Taurus* cuya finalidad es la comercialización de carne, la calidad de los productos disminuye, por ende, enfatiza que, si bien se obtiene mayor número de cabezas de ganado, solo se recomienda para la especie *Bos Indicus* quienes emana mejores resultados.

La sincronización del celo permite que los ganaderos puedan cruzar cabezas de ganados con características que desean mantener en la especie de tal forma que, los mismos les generen un mayor margen de ganancias en la inversión realizada, además con ello, pueden programar los gastos, inversiones y espacio en que se ubicaran los mismos.

Por otra parte, al hacer uso de métodos para sincronización del celo con la finalidad de realizar inseminación artificial, los gastos realizados en este pueden disminuirse y optimizarse, considerando que pueden estimar un rango adecuado para realizar el procedimiento disminuyendo de esta manera los rangos de error, lo cual, provoca pérdidas económicas debido a la inversión económica que se requiere.

CONCLUSIONES

La sincronización del celo en Bovinos se da mediante el seguimiento del ganado, de ello, diversos autores han analizada el porcentaje de eficacia con los métodos analizados se evidencia que con el método Ovsynch la detección de Estro tiene una variación entre 70% y 90%, por su parte, al hacer uso de Benzoato de estradiol solo se evidencia que obtuvo una tasa de 95%, al combinarlo con Implante intravaginal mantiene su porcentaje, sin embargo al utilizar Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie disminuye al 76%, de ello se concluye que existe una alta efectividad de la aplicación de los diferentes protocolos, enfatizando que para ello, es necesario adquirir los conocimientos y prácticas adecuadas por parte del ganadero, así como asistencia técnica en torno a procedimientos específicos se refiere.

La sincronización del estro permite a los productores crear una planificación en el ciclo reproductivo de su ganado mediante el apareamiento del celo de forma uniforme, con el fin de generar mayores beneficios económicos y controlar posibles atrasos o anomalías que presente su ganado en la intervención del estro.

Se identifico que el ciclo estral de las vacas tiene un tiempo de duración promedio de 20 días, sin embargo, varios factores pueden retrasar el inicio de la actividad ovárica, siendo algunos de ellos, los problemas fisiológicos de cada individuo, infecciones postparto, retrasos por malos cuidados o condiciones ambientales adversas para su desarrollo.

La eficiencia de la aplicación de los métodos de sincronización del celo ha obtenido diversas tasas de efectividad dependiendo del contexto y forma desarrollo, en su mayoría supera el 30% y la tasa más alta es del 63%, es decir, del total del objeto de estudio las vacas gestantes por inseminación artificial no superan una mayoría absoluta, evidenciando que se debe realizar correcciones en los procedimientos para aumentar el rendimiento.

El método de sincronización de celo que utiliza el benzoato de estradiol como tratamiento, tiene el mejor porcentaje de efectividad en la generación presencia de celo, sin embargo, también puede aplicarse en conjunto con implantes intravaginales que emitan progesterona, debido a que ambos tratamientos presentaron resultados eficientes, trabajando en condiciones diferentes.

Se determinó que el tratamiento de sincronización del estro por el método de aplicación de Gonadotropina Coriónica equina, con cría a pie más un dispositivo intravaginal de emisión de

progesterona, tiene mejores resultados en animales que entraron en celo a comparación del mismo método, pero sin la aplicación del dispositivo intravaginal que puede generarse por la diferencia en los tiempos de aplicación, pisos climáticos y la falta de hormonas que favorezcan el inicio de la actividad ovárica.

Se determinó que el método CIDR tiene buenos resultados de entrada en celo de las vacas, y el método CIDR que adiciona la cría en pie, reduce significativamente la eficiencia del tratamiento, esto ocurrió por varias condiciones diferentes en el análisis como la edad, condición corporal, tiempo y forma de aplicación de fármacos. Sin embargo, en los estudios analizados se presentan muestras muy pequeñas, que no son significativas por lo que no se puede establecer si son datos confiables y su eficiencia es real.

RECOMENDACIONES

Analizar e implementar planes de sincronización del estro, debido a que permite generar uniformidad en el ciclo reproductivo de los animales, mejorar los beneficios económicos del productor y pronosticar mediante planes, los recursos y tiempos necesarios para cumplir las metas propuestas.

Se debe analizar el tipo de método de sincronización del estro en base a las condiciones físicas del animal, si se encuentra con cría en pie, el tipo de raza y las condiciones ambientales, que favorezcan el inicio de del celo.

Se sugiere aplicar los métodos de sincronización del estro cuando el animal no cuente con cría a pie, y de ser el caso, se debe suspender el amamantamiento con el fin de obtener mejores resultados y mayor eficiencia en la aparición del celo.

Se debe respetar las fases del estro para la aplicación de fármacos e implantes, ya que tiene fórmulas que actúan en tiempos determinados en función de las actividades fisiológicas de los animales, y una mínima variación puede reducir la eficiencia del tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

ALZATE, Diana. 2017. Hormonas Del Ciclo Estral De La Vaca. *Hormonas Del Ciclo Estral De La Vaca*. [En línea] MEDVETSITE, 21 de Octubre de 2017. [Citado el: 15 de Noviembre de 2020.] <https://medvetsite.com/ciclo-estral-de-la-vaca/>.

Análisis técnico-económico de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (OVSYNCH®) en comparación con celo detectado en vacas Holstein. **GAMARRA, Segundo Y CABRERA, Próspero. 2010.** 1, Colombia. : s.n., 2010, Revista La Molina, Vol. 75, págs. 191-201.

ARAUJO GUERRERA, Albaro. 2014. *PUBERTAD EN LA HEMBRA BOVINA*. Colombia : s.n., 2014.

ARROYO, M.M., 2018. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco Escuela De Postgrado. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*, pp. 230: Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/2874/253T20171097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BUSTILLO PARRADO, Juan Camilo Y MELO COLINA, Jaime Alberto. 2020. *PARÁMETROS REPRODUCTIVOS Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN GANADO*. Colombia : s.n., 2020.

CARRERA, D., 2017. Efectividad de cuatro métodos para la detección de celo en vacuno de carne. *Universidad Zaragoza*, pp. 76: Disponible en: https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3955/1/2017_493.pdf.

CORREA, Hector. 2004. Engormix. [En línea] 2004. [Citado el: 19 de Enero de 2019.] <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pasto-maralfalfa-t26119.htm>.

FAUSTO, F., APOLO, M., Alonso, C. Y PARRA, S., 2017. Efecto de la progesterona parenteral aplicada en el día 3 post inseminación artificial a tiempo fijo sobre la fertilidad de vacas de carne. (*Edular*), 1(1). 1-96.

FAO. 1981. *Recursos genéticos animales en américa latina*. ECUADOR : s.n., 1981.

G., Juan. 2012. Ganaderia bos indicus . *Ganaderia bos indicus* . [En línea] 17 de Septiembre de 2012. [Citado el: 18 de Noviembre de 2020.] <http://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2012/09/clasificacion-zoologica.html>.

GÓMEZ, Carlos Jairo, et al. 2013. *Porcentaje de preñez en vacas cebuínas sincronizadas y resincronizadas con dispositivos intravaginales y tratadas con dos fuentes comerciales de eCG a los 14 días post inseminación artificial.* Honduras : Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano , 2013.

GONZALES PADILLA , E. 2017. *LA APARICION DE LA PUBERTAD EN VAQUILLAS .* MEXICO : s.n., 2017.

GONZALEZ, Kevin . 2018. Zootecnia y veterinaria es mi pasión. *REPRODUCCIÓN BOVINA: El ciclo estral de la vaca.* [En línea] 24 de Octubre de 2018. [Citado el: 15 de Noviembre de 2020.] <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/el-ciclo-estral-de-la-vaca/>.

HERNÁN, R., 2016. Efecto de la eCG sobre la preñez en vacas y vaquillonas. Facultad de Ciencias Veterinarias (*AEDI*), 19-28.

HINOJOSA, Alfonso & SEGURA, José. 2015. *EDADES AL PRIMER SERVICIO Y PARTO EN HEMBRAS CEBU, CHAROLAIS Y SUS CRUCES CON RAZAS EUROPEAS BAJO CONDICIONES DE TROPICO HUMEDO.* MEXICO : s.n., 2015.

JIMÉNEZ, Alejandro. 2016. Entorno Ganadero. *Entorno Ganadero.* [En línea] BMeditores.max, 18 de Diciembre de 2016. [Citado el: 15 de Noviembre de 2020.] <https://bmeditores.mx/ganaderia/el-ciclo-estral-bovino-2163/>.

LUCIO, RODOLFO, SESENTO, LETICIA Y BEDOLLA, JOSÉ LUIS CARLOS. 2016. *Sincronización de celos utilizando GnRH Y PGF2α para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos productores de leche.* Bolivia : © ECFAN, 2016. Vol. 3.

LUIS, Balarezo, MONTENEGRO, Fausto Y MORA, Ramiro. 2015. *OBTENCIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS, REPRODUCTIVOS Y NUTRICIONALES EN EXPLOTACIONES LECHERAS DEL CARCHI.* CARCHI : s.n., 2015.

NARRO, A., 2011. Universidad Autónoma Agraria. "Antonio Narro". Facultad de Ingenierías. (1), 65-74.

MARTINEZ, C., 2009. Evaluación de cuatro protocolos de sincronización de celos a los 35 días posparto en vacas cruzadas Bos Taurus por Bos Indicus sobre el porcentaje de preñez y días abiertos con I.A.T.F: Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/>.

MARTÍNEZ, Juan Carlos. 2019. Todocarne. *Todocarne*. [En línea] 22 de Enero de 2019. [Citado el: 18 de Noviembre de 2020.] <https://todocarne.es/historia-del-ganado-vacuno-genero-boss/>.

MEDINA, R.E.A., 2017. Área : Reproducción animal Tema : Hormona en Bovinos. (*Terra*), 8(2), 106-111.

OJEDA Bohm, Daniela. 2018. PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN DE CELO E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN LA HEMBRA BOVINA (IATF). *PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN DE CELO E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN LA HEMBRA BOVINA (IATF)*. [En línea] Agrocolun, 01 de Junio de 2018. [Citado el: 19 de diciembre de 2020.] <https://agrocolun.cl/protocolo-de-sincronizacion-de-celo-e-inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-en-la-hembra-bovina-iatf-2/#:~:text=%C2%BFQU%C3%89%20ES%3F,e1%20tracto%20reproductivo%20de1%20animal>.

OJEDA Böhm, Daniela. 2018. AGROCOLUN. *AGROCOLUN*. [En línea] 01 de Junio de 2018. [Citado el: 18 de noviembre de 2020.] <https://agrocolun.cl/protocolo-de-sincronizacion-de-celo-e-inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-en-la-hembra-bovina-iatf-2/>.

Primer servicio en novillas de doble propósito. **GONZÁLEZ-STAGNARO, Carlos, et al. 2007.** Venezuela : s.n., 2007, Revista Ganadería.

PUEYO, David. 2017. *Efectividad de cuatro métodos para la detección del celo en Vacuno de Carne*. Argentina : Universidad de Saragoza, 2017.

RASO, Miguel . 2012. *Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F)*. Peru : INTA, 2012.

REV., Redvet. 2017. *Re-sincronización de celos utilizando progestágenos y benzoato de estradiol, en vacas de carne (Bos Taurus) con cría al pie, manejadas en sistemas pastoriles de regiones áridas*. España : Veterinaria Organización®, 2017. Vol. 18.

REVELO-LÓPEZ, Galo Andrés. 2013. *Evaluación del desempeño reproductivo del hato lechero de la Hacienda “Sandial” localizada en el cantón Montufar, provincia del Carchi en el período 2011 – 2013*. Quito : Universidad San Francisco de quito, 2013.

RISCO , C. 2005. *Eficiencia reproductiva del ganado lechero*. EEUU : Universidad de la Florida , 2005.

RONALD Juancho RAMIREZ, Carlos Enrique ALVARADO ATANACIO, Jorge Daniel JUÁREZ MORENO. 2015. *EFEECTO DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE*

CELO EN LA TASA DE PREÑEZ DE DOS GRUPOS RACIALES DE VACAS LACTANTES EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA . Perú : s.n., 2015.

SAAVEDRA-PRADA, Andrés. 2014. *Efecto de la sincronización de calores e inseminación artificial a tiempo fijo, sobre la fertilidad e intervalo entre partos en un sistema de pastoreo rotacional, con manejo integrado nutrición-reproducción.* Bogotá : Universidad la Salle, 2014.

SANCHEZ SANCHEZ, Andres . 2010. *Parametros Reproductivos de Bovinos.* Veracruz : s.n., 2010.

SEGURA CORREA, J C, et al. 2012. *Efecto de grupo racial y edad al primer parto sobre el número de partos.* Mexico : Arch. med. vet., 2012. Vol. 45.

Sincronización de celos utilizando GnRH Y PGF2a para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos productores de leche. **LUCIO, Rodolfo, SESENTO, Leticia & BEDOLLA, José. 2016.** 7, Argentina : s.n., 2016, Revista de Sistemas Experimentales, Vol. 3, págs. 60-64.

SYNTEX S.A. 2005. *Productos y programas para un manejo de reproducción planificado.* Argentina : Argentina. Syntex S.A., 2005.

VÁSQUEZ-Loaiza, Marilyn & MOLINA-COTO, Roger. 2021. Métodos de reproducción y parámetros reproductivos de cebuínos con registro genealógico en Costa Rica. 2021, Vol. 32, 1, págs. 19-33.

PARI RAMOS, E., 2018. Protocolo de Sincronización de Celo e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en la Hembra Bovina (IATF) - AGROCOLUN: Disponible en: <https://agrocolun.cl/protocolo-de-sincronizacion-de-celo-e-inseminacion-artificial-a-tiempo-fijo-en-la-hembra-bovina-iatf/>.

VALLEJO TIMARÁN, D.A., MUÑOZ RENGIFO, Y.A., CHAVES VELÁSQUEZ, C.A., ASTAÍZA MARTÍNEZ, J.M. & BENAVIDES MELO, C.J., 2017. Sincronización de la ovulación en bovinos utilizando gonadotropina coriónica equina con amamantamiento restringido y sin este. *Revista de Medicina Veterinaria*, no. 35, pp. 83-91. ISSN 0122-9354. DOI 10.19052/mv.4391.