



Evaluación de la tasa de concepción al primer servicio en bovinos luego de un protocolo de sincronización de celo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I

Arias Abarca, Fernando Nicolas

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vela Tormen, Diego Alonso, Mgtr.

30 de agosto del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Evaluación de la tasa de concepción al primer servicio en bovinos luego de un protocolo de sincronización de celo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I**, fue realizado por el señor: **Arias Abarca, Fernando Nicolas**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 30 de agosto del 2023



Firmado electrónicamente por:
**DIEGO ALONSO VELA
TORMEN**

Ing. Vela Tormen, Diego Alonso, Mgtr.

C. C: 1707754535

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos



ARIAS ABARCA FERNANDO NICOLAS ...

Scan details

Scan time:
August 30th, 2023 at 21:12 UTC

Total Pages:
35

Total Words:
8606

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	3.3%	286
Minor Changes	0%	0
Paraphrased	0%	0
Omitted Words	1.8%	152

AI Content Detection



Text coverage
● AI text
○ Human text



Ing. Vela Tormen, Diego Alonso, Mgtr.

C. C: 1707754535



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Arias Abarca, Fernando Nicolas**, con cédula de ciudadanía No.1726635483, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación de la tasa de concepción al primer servicio en bovinos luego de un protocolo de sincronización de celo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 30 de agosto del 2023

Arias Abarca, Fernando Nicolas

C.C.: 1726635483



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Arias Abarca, Fernando Nicolas**, con cédula de ciudadanía No. 1726635483 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Evaluación de la tasa de concepción al primer servicio en bovinos luego de un protocolo de sincronización de celo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 30 de agosto del 2023

Arias Abarca, Fernando Nicolas

C.C.: 1726635483

Dedicatoria

A la vida, por darme la dicha de tener la mejor madre del mundo, a su esfuerzo, dedicación y su ayuda por verme alcanzar mis objetivos mientras crezco profesional y personalmente; a mi padre y mis abuelitos por su amor y apoyo incondicional.

A mi hermano que es mi mejor amigo, por estar siempre juntos en los momentos más difíciles de nuestra vida y alcanzar nuestros metas juntos, a mis primos que también son mis hermanos, a mi novia por estar siempre, y toda mi familia y amigos que han formado parte de mi recorrido en esta vida.

Fernando Nicolas Arias Abarca

Agradecimientos

Agradezco al IASA – I, la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por ser mi segundo hogar en todos estos años, por acogerme en sus instalaciones y formarme como profesional, gracias a sus profesores, trabajadores y personas especiales que conocí en toda mi carrera.

Quiero agradecer infinitamente al Ingeniero Diego Vela por su apoyo, su enseñanza, por la confianza depositada y su amistad. A la Ingeniera Jennifer Cuenca, a los trabajadores Don Marco y a Don Fosforo por su ayuda, dedicación y su predisposición para la realización de este estudio.

A mis padres, abuelitos, primos, tíos y hermano por el apoyo infinito en esta bella etapa de mi vida, por siempre guiarme y aconsejarme.

A mis mejores amigos Paul y Sam, que juntos recorrimos toda nuestra travesía en el IASA y juntos logramos llevar a cabo nuestra investigación.

A todo mi grupo de amigos que conocí durante mis años en la carrera, en especial a las personas que me ayudaron a crecer como humano y como amigo; a Mai, Vané, Mela, Amy, Liz, Santi, David, Adrián y Douglas por formar no solo un grupo de amigos sino una familia.

A Belén Chiriboga, la persona más especial e importante para mí, por su amor sincero, su apoyo incondicional, su criterio, sus consejos y por ser el lugar en el cual me siento seguro, gracias por ser mi acompañante en esta y más hermosas etapas en nuestras vidas.

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación:.....	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría:.....	4
Autorización de Publicación:.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Índice de contenidos	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
CAPITULO I.....	16
INTRODUCCIÓN.....	16
Antecedentes	16
Justificación.....	17
Objetivos	18
<i>Objetivo General.....</i>	<i>18</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>18</i>
Hipótesis	18
CAPITULO II.....	19
MARCO REFERENCIAL.....	19
Ciclo estral bovino	19
Fases del ciclo estral bovino	19
<i>Fase folicular:.....</i>	<i>19</i>

Proestro	19
Estro	20
<i>Fase Lútea:</i>	20
Metaestro.....	20
Diestro	21
Eje hipotalámico – hipofisario – gonadal – uterino	22
Hormonas del ciclo estral	24
Hormonas hipotalámicas.....	25
<i>La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)</i>	25
Hormonas adenohipofisarias	26
<i>La hormona folículo estimulante (FSH)</i>	26
<i>La hormona luteinizante (LH)</i>	26
Hormonas neurohipofisarias.....	26
<i>Oxitocina</i>	26
Hormonas gonadales	26
<i>Hormona Estrógeno (17β-Estradiol):</i>	26
<i>Hormona Progesterona:</i>	26
Hormonas Uterinas	27
<i>Hormona Prostaglandina PGF2α</i>	27
Dinámica Folicular	27
Factores que inciden en la eficiencia reproductiva:.....	27
<i>Estrés</i>	27
<i>Nutrición</i>	28
<i>Condición corporal</i>	28
Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF):	28
<i>Protocolo de sincronización Ovsynch</i>	29

Prueba de progesterona	30
Tasas de concepción	31
CAPITULO III	32
METODOLOGÍA.....	32
Ubicación del lugar de investigación	32
Ubicación Política	32
Ubicación Geográfica.....	32
Ubicación Ecológica.....	33
Materiales y equipos	33
<i>Material Biológico</i>	33
<i>Materiales de Campo</i>	33
<i>Equipos e insumos de Campo</i>	34
<i>Reactivos</i>	34
<i>Materiales de oficina</i>	34
Métodos específicos de manejo del experimento en campo:	35
<i>Selección de animales</i>	35
<i>Preparación de animales</i>	35
Aplicación del protocolo Ovsynch e IATF:	35
<i>Protocolo OVSYNCH</i>	35
<i>Protocolo de Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)</i>	36
Chequeos ginecológicos y ecografías.....	38
Variables analizadas	38
<i>Manifestación de signos de celo</i>	38
<i>Determinación de la concentración de progesterona en sangre</i>	39
<i>Determinación de la tasa de concepción</i>	39
Análisis económico	39

<i>Costo hormonal por ható</i>	39
<i>Costo por animal preñado</i>	39
<i>Costo total de la aplicación protocolo OVSYNCH e IATF con diagnóstico de preñez</i> ...	40
Análisis estadístico	40
<i>Diseño no experimental</i>	40
Análisis de datos	41
CAPITULO IV	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
Manifestación y detección de los signos de celo (MDC)	42
Concentración de progesterona en sangre (CP).....	43
Tasa de concepción (TC)	45
Análisis económico.....	47
<i>Costo hormonal por ható:</i>	47
<i>Costo por animal preñado:</i>	48
<i>Costo total de la aplicación protocolo Ovsynch e IATF con diagnóstico de preñez:</i>	49
<i>Comparación de la tasa de concepción y costos con diferentes protocolos</i>	50
CAPITULO V	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
Conclusiones.....	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	55

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Hormonas implicadas en la reproducción, su origen y función principal.....</i>	24
Tabla 2 <i>Descripción ecológica del IASA.....</i>	33
Tabla 3 <i>Actividades realizadas con el protocolo OVSYNCH e IATF en campo.....</i>	37
Tabla 4 <i>Numero de vacas con su arete, c.c, peso, pajueta, tamaño y forma ovárica</i>	37
Tabla 5 <i>Efecto de la sincronización sobre la manifestación de signos de celo.</i>	42
Tabla 6 <i>Análisis estadístico de la proporción muestral de la manifestación de celo.....</i>	43
Tabla 7 <i>Resultados del examen de niveles séricos de progesterona en sangre.....</i>	43
Tabla 8 <i>Análisis estadístico de la proporción muestral de la tasa de concepción</i>	47
Tabla 9 <i>Cuadro de costos totales para la implementación del protocolo OVSYNCH en concepto hormonal por ható y por vaca en la Hacienda el Prado IASA – I.....</i>	47
Tabla 10 <i>Cuadro de costos totales para preñar una vaca dentro de en un lote de 13 hembras sometidas al protocolo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I.....</i>	48
Tabla 11 <i>Cuadro de costos totales para la implementación y realización del protocolo OVSYNCH e IATF con diagnóstico de preñez en un ható de 13 cabezas de ganado en la Hacienda el Prado.....</i>	49
Tabla 12 <i>Comparación de costos y tasa de concepción con otros protocolos aplicados durante el mismo periodo en la Hacienda el Prado IASA - I.....</i>	51

Índice de figuras

Figura 1 <i>Etapas del ciclo estral</i>	21
Figura 2 <i>Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra.</i>	22
Figura 3 <i>Niveles de hormonas durante el ciclo estral de la vaca.</i>	25
Figura 4 <i>Esquema del protocolo de Ovsynch e IATF de 16 a 24 horas.</i>	30
Figura 5 <i>Niveles normales de progesterona en las diferentes etapas del ciclo estral de diferentes razas.</i>	30
Figura 6 <i>Vista satelital del Laboratorio de Ganadería de la Hacienda el Prado, IASA</i>	32
Figura 7 <i>Descripción del protocolo OVSYNCH</i>	36
Figura 8 <i>Diseño transaccional descriptivo</i>	40
Figura 9 <i>Evaluación de los niveles de progesterona en sangre en ng/ml</i>	44
Figura 10 <i>Tasa de concepción en vacas y vaconas sincronizadas con Ovsynch e IATF aplicado en la Hacienda el Prado IASA – I.</i>	46
Figura 11 <i>Tasa de concepción de tres diferentes protocolos de sincronización de celo aplicados en la Hacienda el Prado IASA – I.</i>	51

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la tasa de concepción al primer servicio en bovinos luego de un protocolo de sincronización de celo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I. El trabajo consistió en el acondicionamiento de bovinos hembra para la aplicación del protocolo e IATF. Se empezó realizando un chequeo ginecológico definiendo el estado de sus estructuras internas, seleccionando 13 animales: 8 vacas (dos o más servicios) y 5 vaconas (primer servicio), el acondicionamiento se realizó con lavados uterinos y suplementos vitamínicos, aplicamos el protocolo OVSYNCH (dos dosis de GnRH, una de PGF2 α) e IATF, al cabo de 12 días se tomó muestras de sangre de todos los animales y se midieron los niveles séricos de progesterona, se analizaron en el laboratorio “INMUNOLAB”; el protocolo OVSYNCH se evaluó a través de las siguientes subvariables: manifestación y detección de signos de celo (MDC), concentración de progesterona en sangre (CP), tasa de concepción (TC) y el análisis económico de su implementación. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: MDC: 76,92%, vacas 75%, vaconas 80%; CP: preñadas rango de 4,38 – 11,29 (ng/ml), vacías rango de 2,33 – 3,16 (ng/ml); TC: 61,45%, vacas 80%, vaconas 50%. El costo por vaca del protocolo OVSYNCH fue de \$32,37, mientras que el costo por vaca preñada fue de \$52,61. Concluyendo que las vacas sometidas al estudio respondieron exitosamente evidenciando los mejores resultados en la Hacienda el Prado IASA – I comparado a otros protocolos.

Palabras clave: OVSYNCH, CELO, PROGESTERONA, CONCEPCIÓN.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the conception rate at first service in bovines after an OVSYNCH and IATF heat synchronization protocol at the Hacienda el Prado IASA - I. The work consisted of conditioning female bovines for the application of the protocol and IATF. A gynecological check-up began, defining the state of their internal structures, selecting 13 animals: 8 cows (two or more services) and 5 cows (first service), conditioning was carried out with uterine washings and vitamin supplements, we applied the OVSYNCH protocol (two doses of GnRH, one of PGF2 α) and IATF, after 12 days blood samples were taken from all the animals and the serum levels of progesterone were measured, they were analyzed in the "IMMUNOLAB" laboratory; The OVSYNCH protocol was evaluated through the following subvariables: manifestation and detection of signs of heat (MDC), blood progesterone concentration (CP), conception rate (TC) and the economic analysis of its implementation. The results obtained were the following: MDC: 76,92%, cows 75%, heifers 80%; CP: pregnant range of 4,38 – 11,29 (ng/ml), empty range of 2,33 – 3,16 (ng/ml); TC: 61,45%, cows 80%, heifers 50%. The cost per cow of the OVSYNCH protocol was \$32,37, while the cost per pregnant cow was \$52,61. Concluding that the cows submitted to the study responded successfully, evidencing the best results in the Hacienda el Prado IASA - I compared to other protocols.

Keywords: OVSYNCH, HEAT, PROGESTERONE, CONCEPTION.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La ganadería es una actividad que consiste en la cría de animales domesticables para el aprovechamiento de los mismos con fines productivos. Desde sus inicios el hombre ya fue ganadero antes que agricultor; en la actualidad la demanda y la producción mundial de alimentos de origen ganadero se encuentra en un rápido acenso, producto del crecimiento poblacional, los cambios de estilo de vida y las dietas (Dondini *et al.*, 2023).

Los sistemas de producción agropecuarios son uno de los sectores que obtuvieron un mayor crecimiento durante las últimas décadas, siendo estos quienes aportan la mayor fuente de empleo en el sector rural del país, aportando con el 30,8% del empleo total a nivel nacional Prado *et al.* (2023), el sector ganadero de cría y productos de origen animal llegó a registrar \$522.54 millones de dólares, lo que representa una participación del 0.76% sobre el PIB total durante el año 2022 (Corporación Financiera Nacional [CFN], 2023).

En Ecuador gracias al avance de la tecnología y con el fin de alcanzar una mejor eficiencia en el desempeño productivo y reproductivo del sector ganadero se ha sustituido la monta natural por la práctica de “Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)”, sin embargo, la utilización de la misma dentro del país se ha visto afectada directamente por el bajo porcentaje de preñez al primer servicio que demuestran actualmente las haciendas ganaderas (Vera *et al.*, 2022).

Se ha buscado minimizar la deficiencia reproductiva de las haciendas mediante la sincronización de celos reduciendo el intervalo entre partos, esta es fundamental para el adecuado manejo reproductivo del hato donde se practica la IATF; combinada al uso de técnicas hormonales se han establecido diversos protocolos que proponen mejorar las tasas de preñez al primer servicio, entre estos está el OVSYNCH (Barzallo, 2013).

Justificación

El principal problema que se evidencia en las haciendas de bovinos de producción lechera en el país, es obtener una baja tasa de concepción y preñez al primer servicio, aumentando así los días abiertos por una actividad ovárica anormal, que tiene como consecuencia el incremento de animales problema dentro de la hacienda. El lugar donde fue realizado el estudio es la Hacienda “El Prado” IASA – I en cuyo caso en particular se ha detectado tasas de concepción y preñez en torno al 35% al primer servicio Ruiz (2017) por el cual uno de los factores responsables del problema es la rotación constante de trabajadores no totalmente capacitados para la detección del estro, el cual es el periodo más importante en el ámbito reproductivo, siendo este el momento de aceptación de la cópula que permite que la vaca entre en celo y pueda ser montada o inseminada, generando una fertilización exitosa (Guáqueta H, 2009).

Con el fin de mejorar la baja eficiencia del personal en campo sobre la detección de estros dentro de las haciendas ganaderas se ha sustituido la monta natural por el desarrollado programa de inseminación artificial sin la necesidad de observar o detectar síntomas característicos del estro. Uno de los programas validados con estas características se conoce como Ovsynch que ha servido como base para crear otro tipo de esquemas como son: Presynch y el CIDR (Pérez, 2008).

El protocolo Ovsynch comienza con la inyección de GnRH (día cero) que induce la ovulación o la luteinización de los folículos lo cual sincroniza la oleada folicular, seguida de la inyección de PGF2 α (día siete) continuando con el diestro y manteniendo un folículo preovulatorio en el mismo estado de desarrollo; 48 horas posteriormente se administra la segunda dosis de GnRH (día nueve) induciendo a la ovulación la cual está ya sincronizada facilitando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), que se realiza en torno a las 16h – 24h después (día diez) (Domínguez *et al.*, 2015).

Por lo tanto, el desarrollo de este trabajo pretende evaluar el protocolo de sincronización OVSYNCH e IATF en la hacienda “El Prado” IASA – I, para conocer si el efecto de dos dosis de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y una dosis de prostaglandina (PGF2 α) sobre la tasa de concepción al primer servicio en vacas, es mayor que la tasa de concepción de vacas, dando así una vista general del funcionamiento y comportamiento que tendrá el protocolo dentro de la hacienda.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la tasa de concepción al primer servicio en bovinos luego de un protocolo de sincronización de celo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de la sincronización sobre la manifestación de signos de celo en vacas y vaconas.

Evaluación de los niveles de progesterona en sangre en laboratorio a los 12 días post inseminación.

Determinar la tasa de concepción en Vacas y Vaconas sincronizadas con el protocolo de sincronización OVSYNCH e IATF.

Estimar el costo de preñez por vaca/vacona al usar el protocolo de sincronización OVSYNCH e inseminación artificial.

Hipótesis

H1: La implementación de un protocolo de sincronización OVSYNCH con IATF en vacas y vaconas de la Hacienda el Prado IASA – I, mejora la tasa de concepción al primer servicio.

H0: La implementación del protocolo de sincronización OVSYNCH con IATF en vacas y vaconas de la Hacienda el Prado IASA – I, no mejora la tasa de concepción al primer servicio.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

Ciclo estral bovino

El ciclo estral bovino se define como el espacio de tiempo comprendido desde la aparición de un estro hasta el comienzo del siguiente, el estro es la etapa donde la hembra se encuentra receptiva a la monta o cópula Atuesta (2011), en el ganado bovino, la duración del ciclo estral tiene un rango aproximado de subsistencia entre 17 y 24 días con una media de 21 días totales para que se complete el ciclo (Senger, 2005).

Fases del ciclo estral bovino

Senger (2005) esquematiza el ciclo estral en 2 fases, cada una con 2 etapas respectivamente: fase folicular (Proestro y estro) y fase lútea (Metaestro y diestro).

Atuesta (2011) describe las fases del ciclo estral siendo de la siguiente manera:

Fase folicular:

El inicio de esta fase se da después de la luteólisis, por lo que existe una reducción de la progesterona, por ende, la retroalimentación negativa de la progesterona hacia el hipotálamo es suspendida y la GnRH es liberada en amplias magnitudes y frecuencias (Senger, 2005).

Proestro

Se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. Etapa donde existe una disminución de los niveles de progesterona debido a la liberación de la prostaglandina $PGF2\alpha$, esto permite que el folículo ovulatorio crezca y secrete el estradiol que es captado por los receptores específicos del hipotálamo disparando el mecanismo neural causando cambios en el comportamiento que se asocia al inicio del celo y culmina con la aparición del estro (Atuesta, 2011).

Estro

Es la etapa más reconocible del ciclo estral, el estro es provocado por el incremento significativo de las concentraciones de estradiol, esta hormona es la dominante durante toda esta etapa, el estradiol es producido por el folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo, induciendo la descarga preovulatoria de LH y a la ovulación e iniciando el proceso de luteinización de las células de la teca y la granulosa, esto se manifiesta con una hembra receptiva al macho lo que permite la cópula. El periodo del estro es corto, dura entre 6 y 33 horas que tiene una media aproximada de 20 horas Senger (2005). Además Roelofs *et al.* (2005) indica que en este periodo la tasa de detección de estros es apenas del 38%, atribuyendo al 90% de este fallo al encargado de la detección y el 10% a las vacas.

Fase Lútea:

La duración de la fase lútea va desde la ovulación hasta la regresión (luteólisis) del cuerpo lúteo cerca del fin del ciclo estral, la hormona que predomina durante esta fase es la progesterona (Senger, 2005).

Metaestro

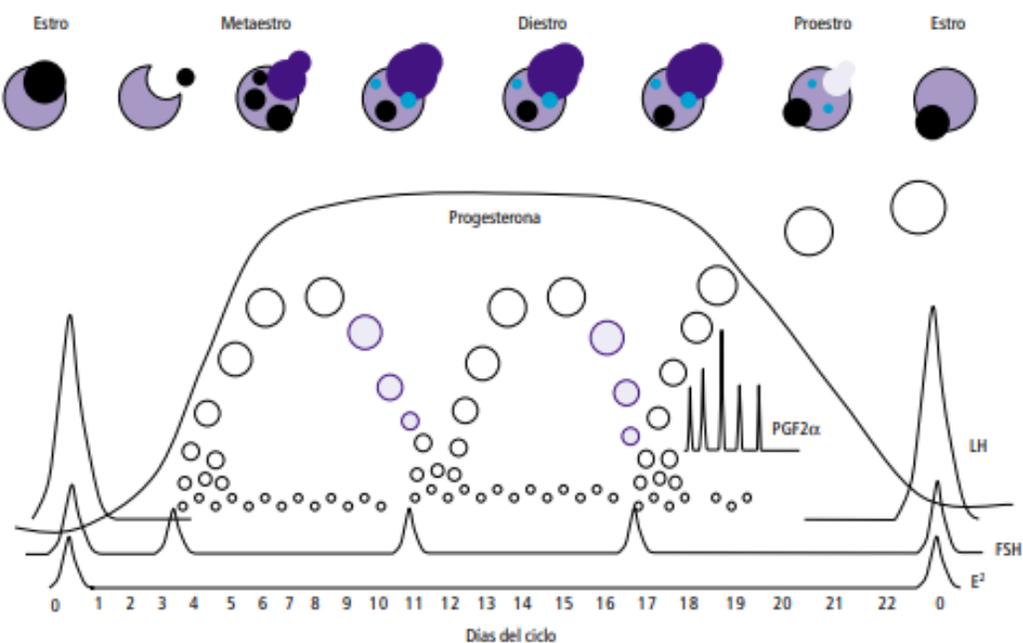
Esta etapa ocurre posterior al estro, tiene una duración de 4 a 5 días, es la fase donde ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo, este es el periodo entre la ovulación y la formación de un cuerpo lúteo funcional, las células de la granulosa que están alrededor del folículo colapsado se vuelven sensibles a LH formando el CL o cuerpo lúteo Senger (2005) durante el Metaestro las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles entre 1 y 2 ng/ml, momento en cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral (Hernández, 2016).

Diestro

Etapa de mayor duración del ciclo estral, va de 12 a 14 días Figura 1, durante esta etapa el cuerpo lúteo termina su proceso de maduración y mantiene su plena funcionalidad, lo que se refleja en concentraciones sanguíneas de progesterona mayores a 2 ng/ml, la duración de este está relacionado con el tiempo en el cual el cuerpo lúteo permanece funcional Senger (2005), durante esta etapa podemos encontrar distintos tamaños de folículos debido a las oleadas foliculares, si existe un embrión viable en el útero se enviarán señales de reconocimiento materno que frenara el proceso de luteólisis, evitando que el animal entre en un nuevo ciclo estral y mantenga así la vida del cuerpo lúteo durante el periodo de gestación (Hernández, 2016).

Figura 1

Etapas del ciclo estral



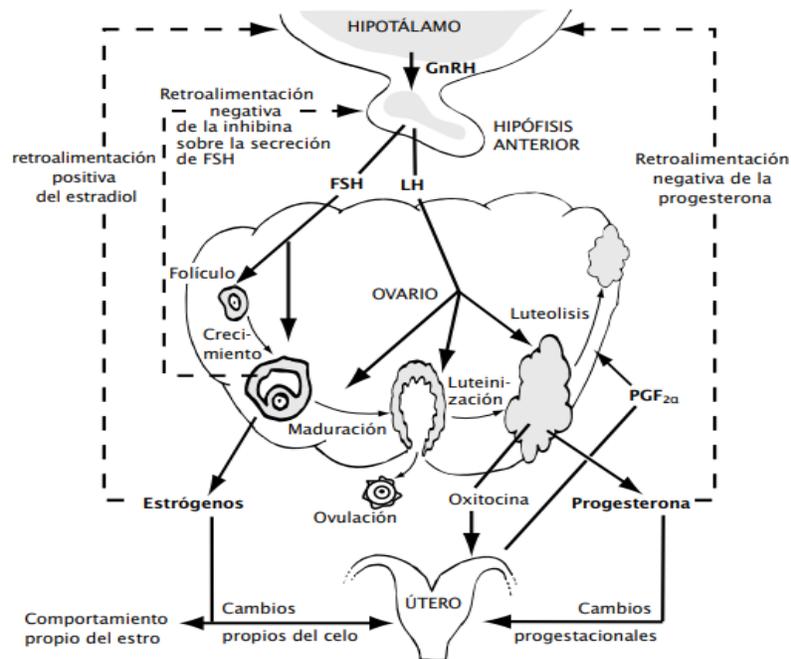
Nota. Representación gráfica de las 4 etapas del ciclo estral: Estro, Metaestro, Diestro y Proestro. Recuperado de (Hernández, 2016).

Eje hipotalámico – hipofisiario – gonadal – uterino

Cuando el sistema nervioso central (SNC) recibe información de su entorno como estímulo visual, auditivos, olfativos y táctiles envía toda aquella información importante en el ámbito reproductivo hacia las gónadas mediante el eje hipotalámico – hipofisiario – gonadal – uterino. Entre el hipotálamo y la hipófisis existe una fuerte relación debido a que se encuentran unidos al cerebro por su parte ventral, estos no son solo productores de hormonas, sino son los encargados de construir un sofisticado sistema homeostático de retroalimentación en el cual una hormona puede estimular la síntesis y la liberación de una mayor cantidad de otra hormona o producto hormonal por medio de la retroalimentación positiva o inhibir su secreción en una retroalimentación negativa como se observa en la Figura 2 (Ptaszynska, 2007).

Figura 2

Interrelaciones en el control de la función reproductora de la hembra.



Nota. Representación esquemática de los órganos y hormonas implicadas en la reproducción. Recuperado de: (Ptaszynska, 2007)

Cuando se produce un estímulo reproductivo del SNC, las neuronas endocrinas del hipotálamo producen una de sus hormonas liberadoras en este caso producen la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), esta que es transportada vía hipotálamo - hipófisis estimula la hipófisis para que secreta la hormona folículoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) (Ptaszynska, 2007).

La GnRH, la FSH y la LH son hormonas que no se secretan constantemente, sino mediante una serie de pulsos, la FSH está encargada de estimular el desarrollo de los folículos ováricos, y la LH estimular la síntesis de androstenediona a partir de colesterol, la androstenediona se transforma en la testosterona que sufre procesos de aromatización para dar lugar al 17β -estradiol, que ejerce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo Figura 2 y la hipófisis logrando el incremento de la frecuencia de los pulsos de GnRH; cuando se alcanza ciertos niveles de estradiol el hipotálamo responde con un pico de GnRH que, a su vez, induce a un pico de LH desencadenando la ovulación y tras esta, los restos foliculares se organizan bajo la influencia de la LH, dando como lugar a un cuerpo lúteo que es un órgano endocrino que produce progesterona y oxitocina (Ptaszynska, 2007).

La progesterona es una hormona esencial para la ciclicidad normal y sin problemas de una vaca, y tras la concepción de una cría es la principal hormona responsable del mantenimiento de la gestación, pues esta prepara al endometrio para la implantación de un embrión, si el ovulo liberado por el folículo durante la ovulación no es fertilizado, la señal de gestación no es recibida, alrededor del día 16 después de la ovulación el endometrio del útero no gestante secretara prostaglandina $PGF2\alpha$ (Ptaszynska, 2007).

La $PGF2\alpha$ es la que provoca el inicio de la regresión del cuerpo lúteo, lo que se llama luteólisis, y como resultado de esta, las concentraciones en progesterona en sangre disminuyen y eliminan el bloqueo sobre la secreción de GnRH por parte del hipotálamo, iniciando una fase folicular y el desarrollo del folículo preovulatorio (Ptaszynska, 2007).

Hormonas del ciclo estral

Hormonas implicadas en la reproducción, su origen, función principal, estructura química

Tabla 1, y sus niveles hormonales durante todo el ciclo estral Figura 3.

Tabla 1

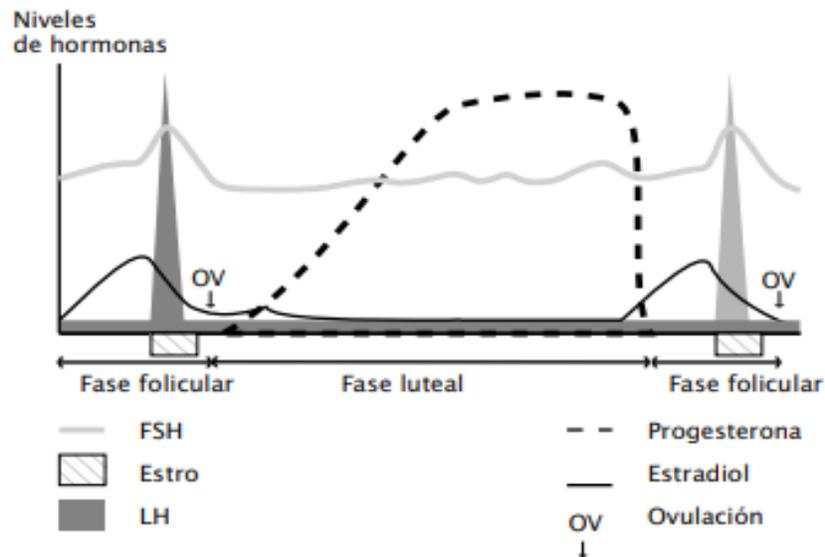
Hormonas implicadas en la reproducción, su origen y función principal.

Hormona	Origen	Función principal	Estructura química
Melatonina	Glándula pinea	Indicador de la duración día/noche	Indolamina
GnRH	Hipotálamo	Estimula la liberación de FSH y LH por parte de la hipófisis.	Péptido (10 aminoácidos)
FSH	Hipófisis anterior	Hembra: estimula el desarrollo y la maduración de los folículos. Macho: estimula la espermatogénesis	Glicoproteína (>200 aminoácidos)
LH	Hipófisis anterior	Hembra: estimula la maduración de los folículos. Induce la formación y el mantenimiento del cuerpo lúteo en el ovario Macho: estimula la producción de testosterona	Glicoproteína (>200 aminoácidos)
Estrógenos (17 β estradiol)	Ovario (granulosa del folículo)	Induce el comportamiento propio del celo. Estimula la descarga preovulatoria de LH	Esteroide
Inhibina	Hembra: ovario (granulosa)	Inhibe la secreción hipofisaria de FSH (efecto de retroalimentación)	Péptido
Progesterona	Ovario (cuerpo lúteo)	Prepara al endometrio para la nidación de un embrión. Mantiene la gestación. Disminuye la secreción de GnRH, impidiendo así nuevas ovulaciones	Esteroide
Prostaglandina F2 α	Útero	Regresión del cuerpo lúteo	Ácido liposoluble

Nota. Se incluyen todas las acciones endocrinas conocidas, aunque se han hecho muchos progresos en las últimas décadas, todavía falta mucho para comprender la totalidad y la enorme complejidad del proceso reproductivo. Recuperado de: (Ptaszynska, 2007)

Figura 3

Niveles de hormonas durante el ciclo estral de la vaca.



Nota. Representación gráfica del comportamiento de los niveles hormonales durante el ciclo estral Recuperado de: (Ptaszynska, 2007)

Hormonas hipotalámicas

Son todas aquellas hormonas producidas por el hipotálamo.

La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH): se almacena a nivel del hipotálamo basal medio, esta es un decapeptido que actúa como puente entre el sistema endocrino y neurológico. Cuando el SNC recibe estímulos o señales neuronales relacionadas a la reproducción se liberan impulsos de GnRH en el sistema porta hipofisario, accionando la hipófisis anterior o adenohipófisis induciendo a la liberación tanto como la FSH y la LH (Gutiérrez, 2008).

La GnRH da soluciones para el control reproductivo del ciclo y en vacas con definidos problemas de baja fertilidad, teniendo una amplia aplicación clínica en casos como disfunción ovárica, control del desarrollo folicular, y en los programas de sincronización conjunto con la PGF2 α (Gutiérrez, 2008).

Hormonas adenohipofisarias

Las hormonas adenohipofisarias son tipos de hormonas producidas por la adenohipófisis.

La hormona folículo estimulante (FSH): promueve el crecimiento y la maduración del folículo ovárico o de Graff, esta no produce la secreción de estrógeno del ovario por sí sola, sino que para estimular la producción de estrógeno necesita de la presencia de LH (Gutiérrez, 2008).

La hormona luteinizante (LH): esta actúa en conjunto con la hormona FSH induciendo la secreción de estrógeno del folículo maduro, además se encarga de inducir la ovulación y mantener el cuerpo lúteo, que en conjunto a la FSH estimulan secreciones de esteroides ováricos siendo estrógenos en folículos y progesterona en el cuerpo lúteo (Gutiérrez, 2008).

Hormonas neurohipofisarias

Oxitocina: Romero (2013) manifiesta que la oxtócica es un nonapéptido sintetizado que se almacena en la neurohipófisis, y es secretada por el cuerpo lúteo, lo que la involucra en la luteólisis, también aparece durante el parto produciendo contracciones uterinas, pero se inhibe su secreción por parte de la progesterona.

Hormonas gonadales

Hormona Estrógeno (17β -Estradiol): es un esteroide elaborado por la teca interna del folículo ovárico, este es el responsable de los caracteres y signos característicos del celo, por lo que tiene un efecto anabólico y tiene una acción sobre otros órganos del aparato reproductivo. Los estrógenos tienen el efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo liberando GnRH que induce a la liberación de FSH y LH en la hipófisis anterior (Romero, 2013).

Hormona Progesterona: Es la encargada de mantener la preñez al inhibir la liberación de la GnRH y actuar como un limitante en la duración del ciclo estral de vacas cíclicas. Como la

progesterona natural tiene una vida corta de 3 a 4 minutos es necesario aplicar elevadas dosis en los protocolos de sincronización o IATFs (Gutiérrez, 2008).

Hormonas Uterinas

Hormona Prostaglandina PGF2 α : Es una sustancia química con gran actividad dentro de la regularización del ciclo estral, dado que es responsable de la luteólisis del cuerpo lúteo del ovario. Se origina en el endometrio a nivel uterino y se distribuye por el flujo sanguíneo desde las venas uterinas hasta las arterias ováricas. Además, cabe resaltar que es el responsable de inducir las contracciones uterinas necesarias para el parto (Gutiérrez, 2008).

Dinámica Folicular

Se le conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión que tienen los folículos antrales que son los que aparecen al comienzo del ciclo llevando al desarrollo del folículo preovulatorio o de Graaf que es un folículo totalmente desarrollado. En los rumiantes este proceso ocurre de forma continua y en forma de olas de crecimiento, cada ola se caracteriza por el reclutamiento inicial de un grupo de folículos en crecimiento (*Reclutamiento*), de los cuales uno es seleccionado para continuar su crecimiento (*Selección*), mientras que los otros sufren atresia folicular por la liberación de estradiol del folículo dominante (*Dominancia*). (Romero, 2013).

Factores que inciden en la eficiencia reproductiva:

Estrés

El estrés se hace presente cuando el bovino es incapaz de hacer frente a las condiciones de su entorno, desencadenando pérdidas significativas en la fecundación y gestación, la muerte embrionaria contribuye con un 40-60% de pérdidas gestacionales, las muertes embrionaria tardía con 10-15% y la muerte fetal entre 5 al 15%, todas estas están relacionadas con situaciones estresantes o de estrés, como son corrales sobrepoblados,

alimentación limitada o poco nutritiva, balance energético negativo, climas adversos, infecciones uterinas, manejo inadecuado y factores genéticos (Buestán, 2011).

Nutrición

La nutrición es un factor clave sobre las vacas problema, la nutrición deficiente durante los procesos reproductivos genera la inactividad ovárica en las hembras o anestro; la proteína es un nutriente que debe ser considerado tanto en cantidad como en calidad, en cuanto la deficiencia como un exceso de proteína impacta negativamente en la fertilidad del rebaño, esta suministra la que mayor cantidad de energía al organismo en niveles óptimos, influyendo directamente en la tasa de concepción, en el funcionamiento de hipófisis, es decir, en la síntesis y liberación de gonadotropinas (Ruiz, 2017).

Según Buestán (2011) las dietas con contenido de proteína cruda de 17-19% ocasionan disminución en la fertilidad y se han demostrado altas concentraciones urea y amoníaco en sangre y fluidos uterinos, afectando la viabilidad de los espermatozoides, ovulo y embrión.

Condición corporal

La condición corporal es un sistema que ayuda a clasificar a las vacas según la apreciación visual del técnico entrenado y por medio de palpación manual para determinar los niveles de reservas corporales, esto se realiza de 1 a 5 (1 = flaca, 2,5= moderada, 5= gorda), determinar la CC es importante en momentos como el secado, ingreso al parto, y picos de producción; el peso vivo no es un buen indicador de las reservas corporales o de la condición corporal, ya que una vaca de un mismo peso puede tener diferentes conformaciones y diferentes niveles de engrosamiento que otra (Grigera y Bargo, 2005).

Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF):

La inseminación artificial es una biotecnología que se desarrolló con el fin de obtener el semen de toros de gran importancia genética para ser introducidos en el tracto reproductivo de vacas saludables por medio de instrumentos específicos que ayudan a evitar el contacto entre

animales, presentando ventajas como: mejoramiento genético, conservación del material seminal, prevención y control de enfermedades (Robson *et al.*, 2004).

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) es una técnica biotecnológica que busca mediante el conocimiento del funcionamiento hormonal de las vacas, utilizar estas hormonas para sincronizar celos y ovulaciones en una gran cantidad de animales, permitiendo inseminarlos a todos ellos en cortos periodos de tiempo, con beneficios como la programación de la detección de celos, menor número de días abiertos, índices reproductivos y productivos elevados. Esta técnica eleva los índices de concepción en explotaciones tanto intensivas como extensivas facilitando el manejo del área reproductiva (Ruiz, 2017).

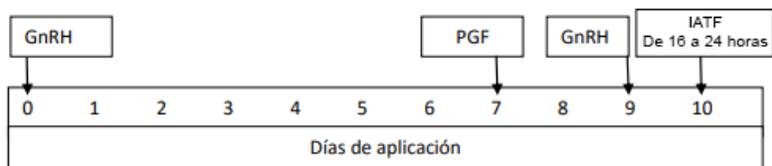
Protocolo de sincronización Ovsynch

El protocolo de sincronización Ovsynch es un método que consiste en aplicar una serie de tratamientos hormonales que en conjunto a la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y prostaglandina (PGF2 α) para sincronizar los celos y el momento de la ovulación de los bovinos permitiendo aplicar una inseminación a tiempo fijo (IATF) (Pursley *et al.*, 1997).

Para su implementación se administra al día 0 una inyección de GnRH para estimular la hormona luteinizante endógena (LH), la liberación de esta LH provoca la ovulación del folículo por ende la formación de un cuerpo lúteo en el ovario, después de esta ovulación del folículo comienza a madurar el folículo dominante. Al día 7 se administra una inyección de prostaglandina (PGF2 α) que induce a la regresión del cuerpo lúteo (CL) y permite la maduración final del folículo dominante sincronizado. Al día 9 se suministra una segunda dosis de GnRH que sincroniza la ovulación del folículo dominante que se producirá aproximadamente 28 horas después, para terminar el protocolo con la IATF en el día 10 Caraba y Velicevici (2013). Se ha demostrado que la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) después de las 16 horas de la segunda inyección de GnRH produce las mejores tasas de preñez. (Caraba y Velicevici, 2013)

Figura 4

Esquema del protocolo de Ovsynch e IATF de 16 a 24 horas.



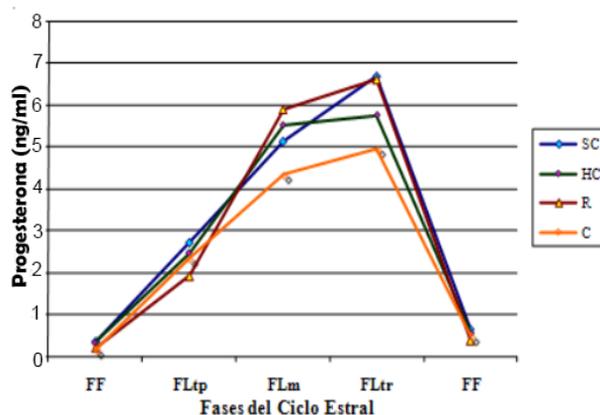
Nota. Representación gráfica del protocolo Ovsynch en días de aplicación. Adaptado de: (García, 2020)

Prueba de progesterona

La prueba de progesterona mide el nivel de progesterona en una muestra de sangre, la progesterona es la hormona producida principalmente por el ovario, al realizar la IATF si no se preña el animal sus niveles de progesterona caerán, al contrario de la preñez que eleva los niveles de progesterona evitando las contracciones uterinas. La obtención de estos niveles séricos de progesterona (ng/ml) se realizan en equipos especializados para analizarlas mediante la técnica de electroquimioluminiscencia.

Figura 5

Niveles normales de progesterona en las diferentes etapas del ciclo estral de diferentes razas.



Nota. Razas: SC =Simmental x Cebú; HC =Holstein x Cebú; R=Ramosinuano; C =Cebú. Tomado de: (Salgado, 2009)

Tasas de concepción

Según Revelo (2013) se refiere al número de animales que quedan preñados en relación al número de servicios para llegar hasta la preñez, esta refleja la respuesta de las hembras a los diversos servicios que se le han realizado, bajo excelentes condiciones se espera que la tasa sea del 60% y se considera niveles bajo el 30%. La tasa de concepción se calcula mediante la siguiente formula:

$$\%TC = \frac{\# \text{ Hembras preñadas}}{\# \text{ Hembras servidas}} \times 100$$

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Ubicación del lugar de investigación

El estudio fue realizado en el laboratorio de ganadería de la facultad de Agropecuaria IASA 1 – Hacienda el Prado, de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”.

Ubicación Política

La facultad de Agropecuaria IASA 1 – Hacienda el Prado se encuentra localizada en la parroquia Sangolquí del cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, en el sector de San Fernando (Arce, 2019).

Figura 6

Vista satelital del Laboratorio de Ganadería de la Hacienda el Prado, IASA



Nota. Representación gráfica del Laboratorio de Ganadería IASA I. Recuperado de: Google Earth.

Ubicación Geográfica

La facultad de Agropecuaria IASA 1 geográficamente se localiza en las coordenadas UTM 78° 24' 44" E, 0° 23' 20" S (Arce, 2019).

Ubicación Ecológica

Las características ecológicas de la facultad Agropecuaria IASA I – Hacienda el Prado, según Arce (2019) se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Descripción ecológica del IASA

Longitud:	78° 24' 44" E
Latitud:	0° 23' 20" S
Altitud:	2748 m.s.n.m.
Piso altitudinal:	Montano bajo
Región latitudinal:	Templada
Zona de vida:	Bosque húmedo
Provincia de humedad:	Húmeda
Clasificación bioclimática:	Húmedo-Temperado
Formación vegetacional:	Bosque húmedo montano
Piso zoogeográfico:	Temperado – Alto andino
Precipitación media anual:	1200 mm
Temperatura media anual:	13,96°C
Humedad relativa media anual:	67,91%
Luminosidad:	12 horas luz

Nota. Descripción ecológica. Adaptado de: (Arce, 2019).

Materiales y equipos

Material Biológico

Se utilizó 8 vacas y 5 vaconas de cruce Holstein con Montbéliarde, un total de 13 animales utilizados para el estudio en condiciones corporales de 2 a 3,5.

Materiales de Campo

- Corrales y manga de manejo necesarios para la aplicación del protocolo.
- Ecógrafo portátil de uso veterinario marca minitube.
- Termo de nitrógeno líquido y pajuelas tipo Dribble, Efrain red, Fall, Harnay y Girolando.

- Tubos ensayo sin anticoagulante
- Libreta de registros.

Equipos e insumos de Campo

- Guante ginecológico
- Papel sanitario
- Pajuelas
- Pistola de inseminación (catéter)
- Jeringas
- Agujas de punción
- Tubos de recolección
- Capuchón de vacutainer

Reactivos

- Hormonas: GnRH (Gestar)
- Prostaglandina (PGF2a – Celoprost).
- Yodo
- Livanal
- Antiparasitario
- Complejo vitamínico

Materiales de oficina

- Hojas de papel bond
- Tablero
- Lápiz
- Esfero
- Libreta de campo
- Computadora

- Cámara digital
- Celular

Métodos específicos de manejo del experimento en campo:

Selección de animales

Se comenzó por observar la condición corporal de todos los animales de la hacienda, luego se les realizó un primer chequeo ginecológico para identificar posibles problemas de sus estructuras internas y el tamaño de sus ovarios Tabla 4, de las cuales se seleccionaron un total de 13 animales: 8 vacas y 5 vaconas abiertas, en buenas condiciones corporales para el estudio, que fueron marcadas para su identificación con collar y lazos amarillos.

Preparación de animales

Las 13 vacas y vaconas fueron sometidas a un acondicionamiento previo al estudio, para evitar posibles déficits que puedan intervenir; se comenzó con la tonificación con una solución de livanal y leche descremada (20ml/vaca) proporción 1:5 para estimular el desarrollo y correcto funcionamiento reproductivo de estas, se realizó el chequeo ginecológico, lavados uterinos con yodo y gel (15ml/vaca) proporción 1:4, aplicación de garrapaticidas e insecticida (Ectonil) y suplementos vitamínicos (8ml/vaca) Vitamic forte NF aplicación intramuscular, además, para su manejo las condiciones ambientales en este periodo fueron favorables a la investigación.

Aplicación del protocolo Ovsynch e IATF:

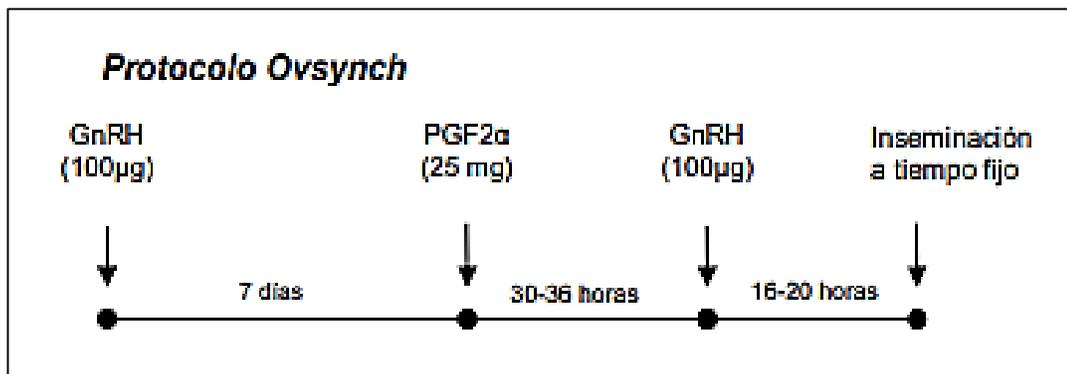
Protocolo OVSYNCH

El método OVSYNCH para la sincronización de la ovulación en ganado lechero tiene su fundamento en la iniciación de una nueva oleada folicular con la aplicación de GnRH antes de inducir la luteólisis mediante la aplicación de prostaglandina PGF2 α . De tal manera, que el folículo dominante sea obligado a ovular por un segundo tratamiento con GnRH, que permitirá controlar el tiempo para la inseminación artificial Pérez (2008) la aplicación del protocolo de

Ovsynch permitió realizar una sincronización del desarrollo folicular, regresión lútea y tiempo de ovulación con un mínimo en la detección del celo.

Figura 7

Descripción del protocolo OVSYNCH



Nota. Recuperado de (Pursley *et al.*, 1997)

Cabe resaltar que el programa de Inseminación a tiempo fijo establecido por Ovsynch reduce los días abiertos e incrementa las tasas de gestación al permitir el control de la primera inseminación y las subsiguientes. Además, de reconocer un efecto mayor sobre la fertilidad en vacas primíparas principalmente (Pursley *et al.*, 1997).

Protocolo de Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

El protocolo de IATF evaluado fue el siguiente:

- a) D0: Al día 0 se realizó una aplicación de una dosis de 2 ml de GnRH (Gestar).
- b) D7: Al cabo de 7 días se aplicó una dosis de 2 ml de prostaglandina (PGF2a – Celoprost).
- c) D9: Al cabo de 9 días se aplicó una segunda dosis de 2 ml de GnRH (Gestar).
- d) D10: Pasadas las 16 - 24 horas se realizará la IATF.
- e) Transcurrido los 12 días del IATF se realiza una prueba de progesterona en sangre.
- f) Transcurrido los 24 días del IATF se realizó un chequeo con ecógrafo.
- g) Finalmente, pasado los 30 días después del ecógrafo se finalizó con un chequeo por palpación para verificar preñez.

Tabla 3*Actividades realizadas con el protocolo OVSYNCH e IATF en campo*

	FECHAS	ACTIVIDAD	PRODUCTO UTILIZADO	DOSIS
Martes	14/03/2023	Lavado uterino y chequeo ginecológico.	-	-
Martes	16/03/2023	Selección y Tonificación.	-	-
Martes	02/05/2023	Inyección GnRH.	GnRH (Gestar)	2 ml
Martes	09/05/2023	Inyección de prostaglandina.	Prostaglandina (PGF2a – Celoprost)	2 ml
Jueves	11/05/2023	Inyección GnRH.	GnRH (Gestar)	2 ml
		Inseminación IATF 16 – 24 horas post Inyección de GnRH).	-	-
Viernes	12/05/2023	Prueba de progesterona en sangre.	-	-
Miércoles	24/05/2023	Chequeo con ecógrafo.	-	-
Viernes	16/06/2023	Chequeo por palpación.	-	-

Nota. Descripción del protocolo OVSYNCH en campo. *Autoría propia.*

Terminada las labores de sincronización empezó el IATF con el emparejamiento de los animales evitando la consanguineidad dentro del hato y con resultado del primer chequeo ginecológico fueron los siguientes:

Tabla 4*Numero de vacas con su arete, c.c, peso, pajuela, tamaño y forma ovárica*

#	ARETE	C.C	Peso	PAJUELA	Ovario D.	Ovario I.
1	V239	3	400	DRIBBLE	2x2x1	1x1x1
2	V234	3	350	DRIBBLE	2x1x1	2x1x1
3	V223	3,5	380	EFRAIN RED	3x2x2	2x1x1
4	1823	3	420	EFRAIN RED	2x1x1	3x2x1

#	ARETE	C.C	Peso	PAJUELA	Ovario D.	Ovario I.
5	2103	3	360	DRIBBLE	3x2x2	2x1x1
6	1420	2	400	GIROLANDO	3x2x1	3x2x1
7	1926	3	520	EFRAIN RED	3x2x1	2x1x1
8	1732	3	550	HARNAY	3x2x1	3x2x1
9	1403	3	520	HARNAY	2x2x1	2x2x1
10	V203	3	480	DRIBBLE	1x1x1	1x1x2
11	1744	2,5	500	FALL	2x1x2	2x2x1
12	1922	2,5	530	EFRAIN RED	3x2x1	2x1x1
13	1606	2,5	450	EFRAIN RED	3x2x2	2x1x1

Nota. Ninguna de las vacas seleccionadas presento vaginitis. *Autoría propia.*

Chequeos ginecológicos y ecografías

La ecografía transrectal fue realizada en 8 vacas y 5 vaconas post inseminación con la finalidad de verificar la concepción generada a partir del protocolo de inseminación Ovsynch. Además, los chequeos ginecológicos fueron ejecutados antes y después de la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), siendo el primer chequeo utilizado para constatar el estado reproductivo de los bovinos y de esta manera seleccionar aquellas vacas que se encontraban en estado óptimo para el experimento, es decir se seleccionaron vacas y vaconas con un tamaño de útero ideal, una buena condición corporal y peso adecuado, sin enfermedades. El segundo chequeo ginecológico fue utilizado con el fin de determinar pérdidas embrionarias.

Variables analizadas

Manifestación de signos de celo

Después de la colocación de la segunda dosis de GnRH se evaluó mediante observación si existía la presencia de celos dentro de los animales en estudio, el estímulo de monta, la presencia de moco cervical, vulvas dilatadas, frecuencia de mugidos e inquietud por parte del animal fueron los síntomas que se valoraron para determinar la manifestación del calor en los animales del experimento.

Determinación de la concentración de progesterona en sangre

La toma de las muestras sanguíneas fue ejecutada por vía coccígea 12 días después de la IATF, donde para ello se levantó la cola del animal por el tercer medio, hasta colocarla en posición vertical; utilizando la otra mano se palpó el área para localizar la vena en la línea media entre las vértebras coccígeas (Co 6-7), después se limpió el área aledaña con algodones yodados y se insertó la aguja extrayendo de 4 a 5 ml de sangre por cada animal en tubos de tapa roja para enviarlas al laboratorio "INMUNOLAB" donde se realizó la prueba de progesterona en sangre mediante el uso de la técnica de electroquimioluminiscencia, los análisis fueron obtenidos en las horas siguientes.

Determinación de la tasa de concepción

La tasa de concepción se obtuvo mediante imágenes ecográficas que confirmaron la preñez de las vacas a estudiar, una vez confirmados los resultados de preñez, y a los 30 días realizada la IATF, con el chequeo ginecológico final para determinar pérdidas embrionarias en el transcurso de la gestación, se determinó la tasa de concepción dentro del hato en vacas/vaconas en base a la siguiente fórmula: (Revelo, 2013)

$$\%TC = \frac{\# \text{ Hembras preñadas}}{\# \text{ Hembras servidas}} \times 100$$

El porcentaje resultante es de preñez, y da a conocer la efectividad del protocolo aplicado al grupo de animales en vacas y vaconas de la hacienda.

Análisis económico

Costo hormonal por hato

Son los gastos generados por la aplicación del protocolo OVSYNCH en un hato de 13 vacas, incluye el costo de las hormonas e insumos utilizados para su aplicación.

Costo por animal preñado

Estos costos asumen los gastos generados por la aplicación del tratamiento hormonal de las 13 vacas, más el semen o pajueta y la mano de obra para lograr obtener las preñeces.

Costo total de la aplicación protocolo OVSYNCH e IATF con diagnóstico de preñez

Es el costo total de la aplicación del protocolo OVSYNCH e IATF tomando en cuenta los valores generados por la tonificación, y prueba de progesterona para confirmar preñeces.

Análisis estadístico

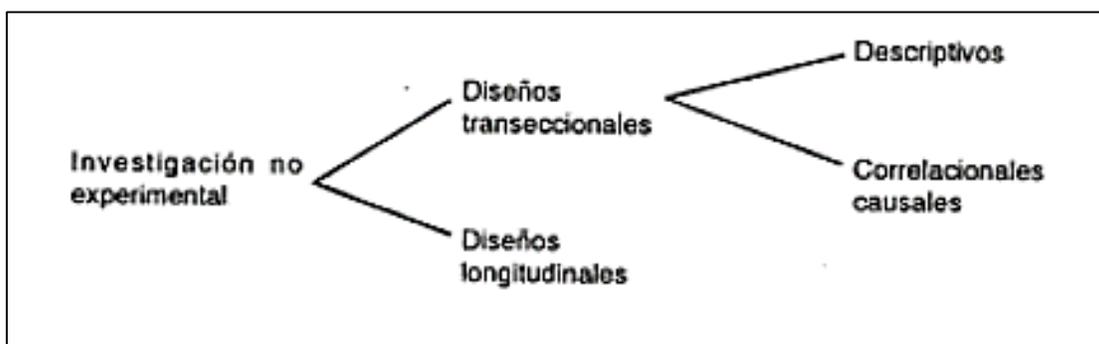
Diseño no experimental

Para el presente estudio se aplicó un diseño no experimental transaccional descriptivo Figura 8, dado que en el trabajo realizado no intervienen variables independientes que verifiquen sus efectos en las variables dependientes, es decir, el estudio únicamente se enfoca en registrar el comportamiento de los bovinos sin alterar o influir en las condiciones de su entorno (Hernández Sampieri *et al.*, 1991).

El diseño transaccional descriptivo busca indagar la incidencia y los valores con los cuales se manifiesta una o más variables. Donde se menciona que el procedimiento consiste en medir en un grupo establecido variables y proporcionar su descripción (Hernández Sampieri *et al.*, 1991).

Figura 8

Diseño transaccional descriptivo



Nota. Obtenido de (Hernández Sampieri *et al.*, 1991)

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó a través de la estadística descriptiva utilizando promedios y porcentajes reflejados en figuras, gráficos de barras, cuadros gracias a la utilización de la hoja de cálculo de EXCEL 2019, y el programa infostat.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Manifestación y detección de los signos de celo (MDC)

- Determinación del efecto de la sincronización sobre la manifestación de signos de celo (monta, inquietud, y mucosidad de la vulva) en vacas y vaconas:

Tabla 5

Efecto de la sincronización sobre la manifestación de signos de celo.

Etapa fisiológica	ARETE	Manifestación De celo	Monta	Mucosidad
Vacona	V239	SI	+	+
Vacona	V234	SI	+	+
Vacona	V223	SI	+	+
Vacona	1823	SI	+	+
Vacona	2103	NO	-	-
Vaca	1420	NO	-	-
Vaca	1926	SI	+	-
Vaca	1732	SI	+	+
Vaca	1403	SI	+	+
Vaca	V203	SI	+	+
Vaca	1744	NO	-	-
Vaca	1922	SI	+	+
Vaca	1606	SI	+	-

Nota. La manifestación positiva de signos de celo se establece a la monta, la mucosidad vulvar es un factor complementario. Positivo (+), Negativo (-). Autoría propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 5 La manifestación de signos de celo (monta, inquietud, enrojecimiento y mucosidad vulvar) por el efecto de la sincronización utilizando el protocolo OVSYNCH dentro del ható dio como resultado que 10 de 13 bovinos hembras manifestaran algún tipo o signos de celo, siendo así el 76,92% porcentaje de manifestación de

celo dentro de todo el hato, Perry (2021) menciona que para que un programa de inseminación artificial funcione exitosamente la tasa de detección de celos debe ser mayores al 55,9% ya que el efecto de la tasa de detección de celos aumenta la tasa de preñez, lo que se corrobora en este estudio. En el caso de vaconas 4 de 5 manifestaron signos de celo obteniendo 80% de manifestación, mientras que en las vacas 6 de 8 presentaron algún signo de celo sea un 75% de manifestación.

Tabla 6

Análisis estadístico de la proporción muestral de la manifestación de celo

N	p	E	L	U
25	80,00%	15,68%	64,32%	95,68%

Nota. Población muestral (N), proporción muestral (p), margen de error (E), límite inferior de confianza (L), límite superior de confianza (U). Autoría propia.

Para realizar un análisis estadístico se estimó una población de n=13 donde se añade la generación de 12 datos completamente aleatorios con la misma distribución discreta, como parámetros se utilizó el rango de entrada de valores con su probabilidad (1=0,7692; 0=0,2308), resultando en una población total de N=25.

El análisis estadístico se muestra en la Tabla 6.

Concentración de progesterona en sangre (CP)

- Evaluación de los niveles de progesterona en sangre realizados en laboratorio 12 días post inseminación:

Tabla 7

Resultados del examen de niveles séricos de progesterona en sangre.

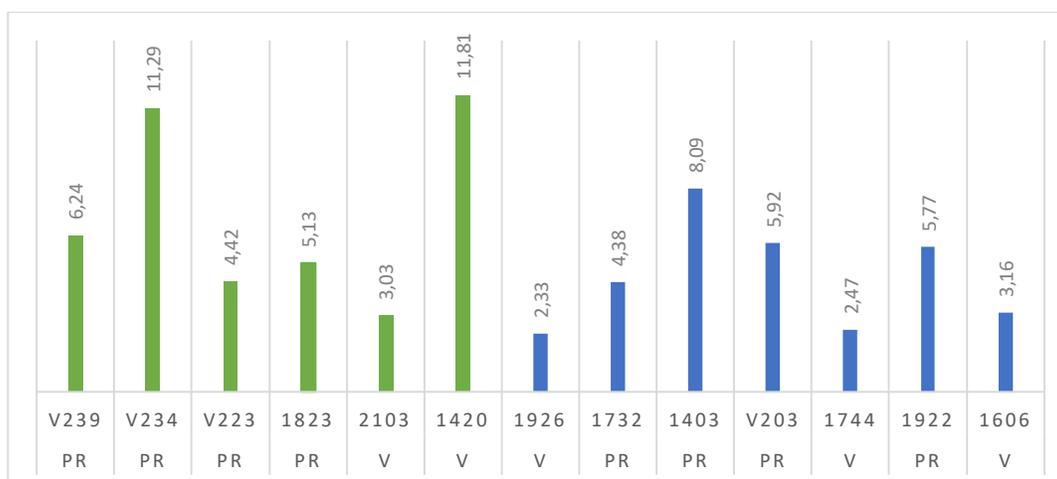
Etapa fisiológica	ARETE	NIVELES	MEDIDA
Vacona	V239	6,24	ng/ml
Vacona	V234	11,29	ng/ml

Etapa fisiológica	ARETE	NIVELES	MEDIDA
Vacona	V223	4,42	ng/ml
Vacona	1823	5,13	ng/ml
Vacona	2103	3,03	ng/ml
Vaca	1420	11,81	ng/ml
Vaca	1926	2,33	ng/ml
Vaca	1732	4,38	ng/ml
Vaca	1403	8,09	ng/ml
Vaca	V203	5,92	ng/ml
Vaca	1744	2,47	ng/ml
Vaca	1922	5,77	ng/ml
Vaca	1606	3,16	ng/ml

Nota. La medida de los niveles séricos de progesterona en sangre se realizó en nanogramo por mililitro (ng/ml), por el laboratorio INMUNOLAB mediante la técnica de electroquimioluminiscencia. Autoría propia.

Figura 9

Evaluación de los niveles de progesterona en sangre en ng/ml



Nota. Color verde = vaconas, color azul= vacas; PR = preñada, V= vacía. Autoría propia.

Como podemos observar en la Figura 9 se encuentra gráficamente un esquema del resultado obtenido a la prueba de niveles séricos de progesterona, sometido al protocolo de sincronización OVSYNCH e IATF. En ella podemos apreciar lo que menciona Salgado (2009)

que los niveles de progesterona varían y se relación de acuerdo a la fase del ciclo estral, por ende niveles de progesterona menores a 3,922 indica una baja actividad luteal bajando a 0,233 en regresión, mientras que valores entre 4,914 y 5.22 o superiores indican el correcto funcionamiento luteal, sin embargo Buestán (2011) menciona que diferentes tipos de estrés en los animales puede provocar alteraciones al nivel hormonal, siendo una de ellas la muerte embrionario temprana que se da cuando el embrión muere antes de que la madre reconozca la presencia de la gestación, dándose entre los días 13 y 15, en cuyo caso la hembra bovina volverá con el reinicio de su ciclo estral con intervalos normales, explicación a los resultados de la vaca 1420 con niveles séricos de progesterona altos en 11,81 ng/ml que resulto vacía, o por una posible reabsorción del cuerpo lúteo o debido a su raza Jersey con condición corporal de 2 siendo el estrés nutricional principal factor debido al balance energético negativo.

Tasa de concepción (TC)

- Determinación de la tasa de concepción en vacas y vaconas sincronizadas con el protocolo de sincronización Ovsynch:

La tasa de concepción para todo el hato fue del 61,54%, calculado de la siguiente manera:

$$\%TC = \frac{\# \text{ Hembras preñadas}}{\# \text{ Hembras servidas}} \times 100$$

$$\%TC = \frac{8}{13} \times 100$$

$$\%TC = 61.54\%$$

La tasa de concepción para vaconas (primer servicio) fue del 80% calculado de la siguiente manera:

$$\%TC = \frac{\# \text{ Hembras preñadas}}{\# \text{ Hembras servidas}} \times 100$$

$$\%TC = \frac{4}{5} \times 100$$

$$\%TC = 80\%$$

La tasa de concepción para vacas (dos o más servicios) fue del 50% calculado de la siguiente manera:

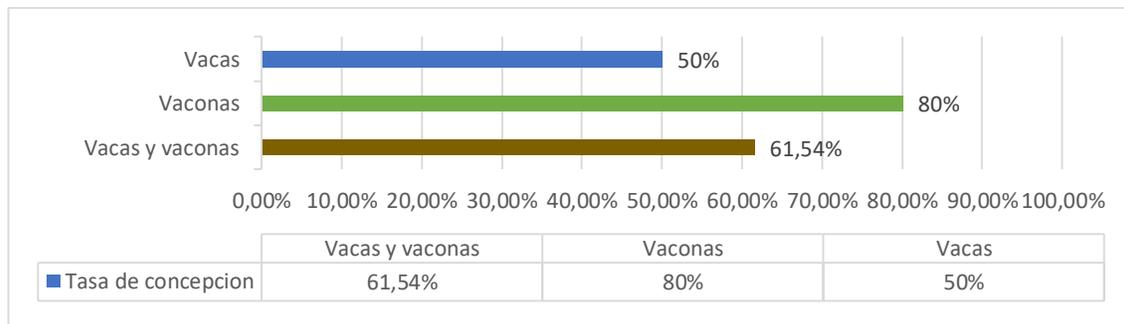
$$\%TC = \frac{\# \text{ Hembras preñadas}}{\# \text{ Hembras servidas}} \times 100$$

$$\%TC = \frac{4}{8} \times 100$$

$$\%TC = 50\%$$

Figura 10

Tasa de concepción en vacas y vaconas sincronizadas con Ovsynch e IATF aplicado en la Hacienda el Prado IASA – I.



Nota. Total 13 animales, (4/8) vacas y (4/5) vaconas. Autoría propia.

Como se puede apreciar en la Figura 10 como resultado de la aplicación de este protocolo en un hato de 13 bovinos tenemos la preñez de 8 de 13 animales del hato, representando una tasa de concepción (TC) de 61.54% preñez con la aplicación de este protocolo OVSYNCH, resultado que coincide con los recomendados por Ayala (2010) que sugiere que los valores, parámetros aceptables y buenos para la tasa de concepción (TC) con protocolos de sincronización son mayores o iguales al 55%TC lo que se corrobora para el caso de vaconas, 4 de 5 quedaron preñadas sea un 80% de TC en vaconas, para el caso de vacas 4 de 8 quedaron preñadas sea un 50% de TC en vacas.

Tabla 8*Análisis estadístico de la proporción muestral de la tasa de concepción*

N	p	E	L	U
25	52,00%	19,58%	32,42%	71,58%

Nota. Población muestral (N), proporción muestral (p), margen de error (E), límite inferior de confianza (L), límite superior de confianza (U). Autoría propia.

Para realizar un análisis estadístico se estimó una población de n=13 donde se añade la generación de 12 datos completamente aleatorios con la misma distribución discreta, como parámetros se utilizó el rango de entrada de valores con su probabilidad (1= 0,6154; 0= 0,3846), resultando en una población total de N=25; el análisis estadístico se muestra en la Tabla 8.

Análisis económico

- Estimación del costo de preñez al usar el protocolo de sincronización OVSYNCH e IATF.

Esta variable se midió a través de las siguientes subvariables:

Costo hormonal por hato:**Tabla 9**

Cuadro de costos totales para la implementación del protocolo OVSYNCH en concepto hormonal por hato y por vaca en la Hacienda el Prado IASA – I.

OVSYNCH	Unidad	Cantidad por vaca	Numero de vacas	Dosis total	Costo unitario	Costo total
MATERIALES DIRECTOS						
<u>Hormonas</u>						
GnRH (gestar)	ml	4	13	52	1,09	56,68
Prostaglandina (Celoprost)	ml	2	13	26	1,4	36,4
<u>Insumos</u>						

<i>OVSYNCH</i>	Unidad	Cantidad por vaca	Numero de vacas	Dosis total	Costo unitario	Costo total
Jeringas	Unidad	1	13	-	0,25	3,25
Agujas	Unidad	1	13	-	0,1	1,3
Guantes	Unidad	1	13	-	0,4	5,2
COSTO TOTAL POR HATO:						\$102,83
COSTO UNITARIO:						\$7,91
COSTO TOTAL POR VACA PREÑADA:						\$12,85

Nota. Autoría propia.

En la Tabla 9 Se encuentra el cuadro de costos totales de la realización del protocolo OVSYNCH por concepto hormonal para un hato de 13 hembras, donde el costo total por todo el hato es de \$102,83 y el costo unitario de \$7,91 y por vaca preñada es de \$12,85; estos valores fueron significativamente similares a los obtenidos por López (2014) en cuyo trabajo obtuvo el costo de \$11,25 en concepto unitario, considerando la utilización adicional de Catosal como estimulante metabólico en su estudio.

Costo por animal preñado:

Tabla 10

Cuadro de costos totales para preñar una vaca dentro de en un lote de 13 hembras sometidas al protocolo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I.

	Unidad	Cantidad por vaca	Numero de vacas	Costo unitario	Costo total
MATERIALES DIRECTOS					
<u>Protocolo</u>					
OVSYNCH	Unidad	1	13	7,91	102,83
<u>Inseminación</u>					
Pajuelas	Unidad	1	13	20	260
Mano de obra	Días	4	13	14,51	58,04
COSTO TOTAL POR HATO:					\$420,87
COSTO UNITARIO:					\$32,37
COSTO TOTAL POR VACA PREÑADA:					\$52,61

Nota. Autoría propia.

En la Tabla 10 Se encuentra el cuadro de costos totales de la realización del protocolo OVSYNCH e IATF para preñar una vaca dentro de en un lote de 13 hembras sometidas al protocolo; donde el costo por hato fue de \$420,87, costo por vaca preñada \$52,61 el costo unitario para alcanzar la preñez fue de \$32,37, estos resultados concuerdan con los de García (2020) que en concepto de la aplicación del tratamiento hormonal del protocolo OVSYNCH e IATF obtuvo el costo unitario 34,23\$ y no representa una diferencia significativa.

Costo total de la aplicación protocolo Ovsynch e IATF con diagnóstico de preñez:

Tabla 11

Cuadro de costos totales para la implementación y realización del protocolo OVSYNCH e IATF con diagnóstico de preñez en un hato de 13 cabezas de ganado en la Hacienda el Prado.

	Unidad	Cantidad por vaca	Numero de vacas	Dosis total	Costo unitario	Costo total
MATERIALES DIRECTOS						
<u>Hormonas</u>						
GnRH (gestar)	ml	4	13	52	1,09	56,68
Prostaglandina (Celoprost)	ml	2	13	26	1,4	36,4
<u>Insumos</u>						
Jeringas	Unidad	1	13	-	0,25	3,25
Agujas	Unidad	1	13	-	0,1	1,3
Guantes ginecológicos	Unidad	1	13	-	0,4	5,2
<u>Inseminación</u>						
Pajuelas	Unidad	1	13	-	20	260
Mano de obra	Días	9	13	-	14,51	130,59
<u>Acondicionamiento</u>						
Vitamic forte NF	ml	8	13	104	0,21	21,84
Yodo	ml	15,0	13	195	15	15
Livanal	ml	10	13	130	9	9
Antiparasitario	ml	10	13	130	0,52	0,52
<u>Laboratorio</u>						
Prueba de progesterona	Unidad	1	13	-	8	104

Unidad	Cantidad por vaca	Numero de vacas	Dosis total	Costo unitario	Costo total	Unidad
Ecógrafo	Días	1	13	-	30	30
Tubos de recolección	Unidad	1	13	-	0,15	1,95
					COSTO TOTAL POR HATO:	\$675,73
					COSTO UNITARIO:	\$51,98
					COSTO POR VACA PREÑADA:	\$84,47

Nota. Autoría Propia.

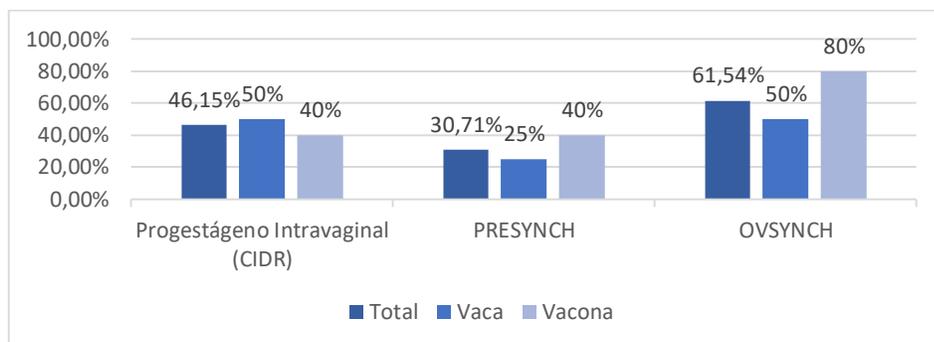
Como podemos observar en la Tabla 11. el costo total para la implementación y realización del protocolo OVSYNCH e IATF con diagnóstico de preñez en un Hato de 13 hembras fue \$675,73, el costo unitario de \$51,98, y por vaca preñada fue de \$84,47 datos que no presentan diferencias significativas a los de García (2020) que en su estudio sobre la evaluación del protocolo OVSYNCH en vacas lecheras anéstricas el costo fue de 172.78\$ con un mayor número de animales en su estudio.

Comparación de la tasa de concepción y costos con diferentes protocolos

Para la comparación de tres diferentes protocolos utilizados en el mismo periodo dentro de la Hacienda el Prado IASA – I en cual se sometieron a la prueba de Kruskal Wallis y no mostraron diferencias significativas ($p=0,2209$), sin embargo, en un estudio realizado por López (2014) en Nicaragua evidencia resultados significativos sobre “Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo en vacas lechera en la Finca Jalisco”, los resultados manifestados en este estudio se deben a la limitada cantidad de animales utilizados y disponibles en ese momento. El resultado de la tasa de concepción de los tres diferentes protocolos aplicados durante el mismo periodo en la Hacienda el Prado IASA – I se muestran en la Figura 11.

Figura 11

Tasa de concepción de tres diferentes protocolos de sincronización de celo aplicados en la Hacienda el Prado IASA – I.



Nota. Autoría propia.

Como podemos apreciar en la Figura 11 Se encuentra el resultado de la tasa de concepción por la aplicación del protocolo de sincronización OVSYNCH comparado a otros dos diferentes protocolos utilizados durante el mismo periodo en la Hacienda el Prado IASA – I. En ella podemos apreciar el total general, el valor por vaca y vacona de la tasa de concepción obtenida en los tres protocolos, siendo el protocolo OVSYNCH el cual presento mejores tasas de concepción total con un 61,54%, para vacas el 50% y vaconas el 80%, seguido del progestágeno intravaginal con el 46,15% total, y ultimo el PRESYNCH con 30,71% total.

Tabla 12

Comparación de costos y tasa de concepción con otros protocolos aplicados durante el mismo periodo en la Hacienda el Prado IASA - I.

	COSTO (\$)			
	V	VP	TOTAL	TC
Progestágeno Intravaginal	48,37	130,80	620,81	46,15%
OVSYNCH	32,37	52,61	420,87	61,54%
PRESYNCH	38,43	124,90	499,58	30,71%

Nota. (V) vaca, (VP) vacas preñadas, (TC) tasa de concepción. Autoría propia.

La tasa de concepción con la aplicación de los protocolos de sincronización e IATF, no están directamente relacionados con el precio de su implementación. Como podemos apreciar en la Tabla 12 El protocolo con el costo más alto para su implementación en un grupo de 13 animales es el Progestágeno Intravaginal que muestra un total de \$620,81 para una TC de 46,15%, mientras el Presynch presento un total de \$499,58 para una TC de 30,71%; por último el protocolo Ovsynch mostrando un costo tal de \$420,87 para una TC de 61,64%, señalando dentro de la comparación entre protocolos al Ovsynch como el protocolo que muestra mejor relación entre el costo de su implementación y la Tasa de concepción (TC).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El efecto de la sincronización utilizando el protocolo OVSYNCH sobre la manifestación de celo en vacas y vaconas fue del 76.92% (10/13), representado por el 80% (4/5) en vaconas, y el 75% (6/8) en vacas, en este último caso, dos vacas solo presentaron el reflejo de monta y dejarse montar, mas no presentaron mucosidad y enrojecimiento a nivel vulvar; estas mismas no presentaron la preñez luego de la técnica de IATF. Por lo que podemos concluir que la mucosidad y enrojecimiento vulvar es un signo significativo a tomar en cuenta al momento de servir vacas para incrementar el número de animales preñados.
- Los niveles séricos de progesterona encontrados en la sangre 12 días post inseminación fueron para hembras preñadas (ng/ml): 6,24; 11,29; 4,42; 5,13; 4,38; 8,09; 5,92; 5,77; para hembras vacías (ng/ml): 3,03; 11,81; 2,33; 2,47; 3,16. Concluyendo que las hembras confirmadas como preñadas sobrepasan el umbral de 4 ng/ml mientras que las vacías son menores a este rango, exceptuando una vaca que presento 11,81 ng/ml teniendo una baja condición corporal (2) resultando en chequeo como vacía por una posible quiste lútea o un cuerpo lúteo persistente y un balance energético negativo como factor principal.
- La tasa de concepción obtenida fue del 61,54% (8/13), representado por el 80% (4/5) en vaconas, y el 50% (4/8) en vacas, la tasa de concepción fue la misma a los 30 y 60 días, es decir, no se registró muerte embrionaria tardía, reflejando la correcta aplicación del protocolo OVSYNCH e IATF en la Hacienda el Prado IASA – I.
- El costo por vaca para la implementación del protocolo OVSYNCH fue de \$32,37, mientras que el costo por vaca preñada (IATF) fue de \$52,61.

Recomendaciones

- En la ganadería, bajo condiciones experimentales se recomienda implementar el protocolo OVSYNCH e IATF dado los resultados favorables en cuanto a tasa de concepción y costos.
- Para mejorar la eficiencia reproductiva del hato en estudio, se recomienda establecer un manejo nutricional que mejore la condición corporal y ciclicidad de los animales evitando problemas relacionados a este aspecto.
- Se recomienda replicar este experimento en una población de animales mayor a la existente, con condiciones ambientales diferentes a las de este trabajo, y poder entender mucho mejor el comportamiento del protocolo OVSYNCH en diferentes situaciones.

Bibliografía

- Arce, M. (2019). Normal climática y distribución de la precipitación de la hacienda El Prado-IASA. *Boletín Técnico Serie Zoológica*, 8(4–5), 126–128.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1422>
- Atuesta, J. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Revista Spei Domus*, 7(14), 15–25. <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/598>
- Ayala, D. (2010). *Efecto de la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial en vacas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales* [Proyecto especial, Universidad Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/627>
- Barzallo, M. V. (2013). *Evaluación de la gonadotropina coriónica humana (hcg) como reemplazo de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en el protocolo ovsynch de sincronización en la inseminación a tiempo fijo (IATF) en vacas Holstein Friesian*. [Tesis pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5325/1/UPS-CT002766.pdf>
- Buestán, D. P. (2011). *Fisiología del estrés y sus efectos sobre la reproducción de la hembra bovina* [Monografía de grado, Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3044>
- Caraba, I. V., y Velicevici, S. (2013). Using Ovsynch protocol versus Cosynch protocol in dairy cows. *Revista Directory of Open Access Journals*, 46(2), 63–65.
<https://www.ingentaconnect.com/content/doi/18419364/2013/00000046/00000002/art00014>
- Corporación Financiera Nacional. (2023). *Ficha Sectorial - cría y reproducción de ganado*. [Archivo PDF]. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Ganaderia.pdf>

- Domínguez, S. F., Muñoz, L. R., López, R., Aréchiga, C. F., Mapes, G., y Hernández, J. (2015). Gestación en vacas lecheras con dos protocolos de sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(4), 393–404. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242015000400393
- Dondini, M., Martin, M., De Camillis Camillo, Uwizeye, A., Soussana, J.-F., Robinson, T., y Steinfeld, H. (2023). Global assessment of soil carbon in grasslands. *Revista FAO Animal Production and Health Paper*, 1(187), 1–51. <https://doi.org/10.4060/CC3981EN>
- García, C. A. (2020). *Evaluación del protocolo de sincronización OVSYNCH (clásico vs. Variación 56 horas) en vacas lecheras anéstricas en la Finca El Arroyo, Comarca Wabule, Matagalpa, en el periodo diciembre 2019 – febrero 2020* [Trabajo de tesis, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4208/>
- Grigera, J., y Bargo, F. (2005). Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. *Revista Consultores Elanco Animal Health*, 1–9. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf
- Guáqueta H. (2009). Ciclo Estral: Fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 56(3), 163–183. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407639221003>
- Gutiérrez, C. J. (2008). Hormonas de la reproducción bovina. In C. González, N. Madrid, y E. Soto (Eds.), *Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble Propósito: Vol. XLII* (pp. 515–530). AstroData, S.A. http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_42.pdf
- Hernández, J. (2016). *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.fm.vz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf

- Hernández, Roberto., Fernández, Carlos., y Baptista, Pilar. (1991). *Metodología de la investigación*. (Ed.) McGraw-Hill.
- López, L. A. (2014). *Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo (BAYER vs SYNTEX) en vacas lechera en la finca Jalisco, Comalapa, Chontales, 2014* [Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria].
<https://repositorio.una.edu.ni/2794/1/tnl53l864.pdf>
- Pérez, J. (2008). *Evaluación del efecto de hCG y GnRH sobre la tasa de concepción en vacas Holstein de primer servicio en tres hatos lecheros localizados en el cantón Mejía* [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito].
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/690>
- Perry, G. (2021). Detección de Celos en el Ganado Bovino. *Revista South Dakota State University Extension*, 24(3), 1–5.
<https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2021-12/P-00168-S.pdf>
- Prado, J., Velasco, C., Bayas, C. I., Magda, R., y Yáñez, E. (2023). *Boletín de cifras del sector productivo - junio*. [Archivo PDF]. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2023/06/Boletin-Cifras-Productivas-JUN-2023.pdf>
- Ptaszynska, M. (2007). Compendio de Reproducción Animal. In *intervet*. Intervet Internacional bv. https://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/64-compendio_reproduccion.pdf
- Pursley, J. R., Wiltbank, M. C., Stevenson, J. S., Ottobre, J. S., Garverick, H. A., y Anderson, L. L. (1997). Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. *Revista Dairy Science*, 80(2), 295–300. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75937-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75937-X)
- Revelo, G. A. (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* [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito].
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2787>
- Robson, C., Aguilar, D., López, S. V., Calvi, M., Cerlser, R., Flores, F., y Gómez, M. (2004). Inseminación artificial en bovinos. *Revista Sitio Argentino de Producción Animal*, 1(1). https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/188-Inseminacion_2004.pdf
- Roelofs, J. B., Van Eerdenburg, F. J. C. M., Soede, N. M., y Kemp, B. (2005). Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Revista Theriogenology*, 63(5), 1366–1377.
<https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2004.07.009>
- Romero, A. C. (2013). *Evaluación de la tasa de preñez utilizando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a 0 - 10 - 20 horas post aplicar el protocolo de sincronización ovsynch* [Tesis pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5536>
- Ruiz, S. N. (2017). *Efecto de la suplementación de minerales orgánicos como complemento a la aplicación de dos protocolos para IATF sobre la tasa de concepción en vacas lecheras* [Tesis de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/14534>
- Salgado, L. (2009). Progesterone levels during the normal and silent cycle in cattle in the colombian tropic. *Revista MVZ CÓRDOBA*, 15(2), 2060–2069.
<http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v15n2/v15n2a04.pdf>
- Senger, P. L. (2005). *Pathways to pregnancy and parturition*. Current Conceptions.
<https://bookstore.uoguelph.ca/p-9766-pathways-to-pregnancy-parturition.aspx>
- Vera, R., Mendoza, D. A., Marini, P. R., y Zambrano, J. J. (2022). Vista de Gonadotropinas sintéticas en la sincronización de celo para inseminación artificial a tiempo fijo

(IATF) en vacas mestizas en las condiciones del subtrópico. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(3), 108–116.

<https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/146>