



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: PECUARIA

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO
VETERINARIO**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**MODIFICACIÓN DE UN PROTOCOLO J-SYNCH SOBRE LA
TASA DE PREÑEZ DE VACAS CEBÚ CON CRÍA AL PÍE**

AUTORES:

**JUNIOR JOSÉ VELIZ PATIÑO
RAFAEL DAVID BURGOS ZAMBRANO**

TUTOR:

M.V. JAVIER SOLÓRZANO MENDOZA. M.Sc.

CALCETA, MARZO 2022

DERECHOS DE AUTORÍA

JUNIOR JOSÉ VELIZ PATIÑO y **RAFAEL DAVID BURGOS ZAMBRANO**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes de este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad.



JUNIOR JOSÉ VELIZ PATIÑO
CC:1311389249



RAFAEL DAVID BURGOS ZAMBRANO
CC:1315438802

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

M.V. JAVIER SOLÓRZANO MENDOZA MG. SC. certifica haber tutelado el proyecto “**MODIFICACIÓN DE UN PROTOCOLO J-SYNCH SOBRE LA TASA DE PREÑEZ DE VACAS CEBÚ CON CRÍA AL PÍE**, que ha sido desarrollada por **RAFAEL DAVID BURGOS ZAMBRANO** y **JUNIOR JOSÉ VELIZ PATIÑO**, previo a la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

M.V. JAVIER SOLÓRZANO MENDOZA Mg. Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación **MODIFICACIÓN DE UN PROTOCOLO J-SYNCH SOBRE LA TASA DE PREÑEZ DE VACAS CEBÚ CON CRÍA AL PÍE** que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **RAFAEL DAVID BURGOS ZAMBRANO** y **JUNIOR JOSÉ VELÍZ PATIÑO**, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. CARLOS OCTAVIO LARREA IZURIETA, Mg.
MIEMBRO

MVZ. GUSTAVO ADOLFO CAMPOZANO MARCILLO, Mg. Sc.
MIEMBRO

DR. JORGE IGNACIO MACÍAS ANDRADE, Mg. Sc.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad en la cual han forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios por darme la vida y por guiarme a lo largo de mi vida universitaria.

A mis padres Jenny Patiño y Rubén Veliz, y a mi hermana Jennisita por el apoyo incondicional que día a día me brindan y sus sabios consejos que me guían por el camino del ser y superación.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad realizar mis estudios.

Al M.V. Andrés Vera Cedeño por transmitir sus conocimientos.

De igual manera al M.V.Z. Roberto Maingon y a la empresa agrícola el Naranja y muy especial a la Hacienda el Napo y a todo su personal que en ella labora por el tiempo y espacio cedido para poder realizar el trabajo de investigación.

JUNIOR JOSÉ VELIZ PATIÑO

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad en la cual han forjado mis conocimientos profesionales día a día.

Dios por haberme ayudado maravillosamente en cada paso de esta investigación, facilitando y abriendo caminos y sobre todo por haberme inspirado.

A mis padres Jorge Segundo Burgos Vera y Nancy María Zambrano Álvarez, en especial a ellos por su apoyo y sus sabios consejos que no desmayaron en ningún momento, que me supieron encaminar por el sendero del estudio, y así poder culminar mis estudios universitarios.

De igual manera a las personas que siempre estuvieron presente en el trayecto de esta etapa.

RAFAEL DAVID BURGOS ZAMBRANO

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Rubén Veliz Solórzano y Jenny Patiño Gómez a mi querida hermana Jennisita Veliz Patiño que siempre me apoyan incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional de la patria.

A mi abuelo José Patiño Gómez que desde el cielo me guía y me ilumina.

JUNIOR JOSÉ VELIZ PATIÑO

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino de haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Jorge Segundo Burgos Vera y Nancy María Zambrano Álvarez, las alegrías de mi vida, gracias porque son mi inspiración y fortaleza, una sonrisa de ustedes iluminan mi mundo y me da fuerzas necesarias para luchar y conseguir mis metas.

RAFAEL DAVID BURGOS ZAMBRANO

TABLA DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	6
2.2. DINÁMICA FOLICULAR EN EL CICLO ESTRAL BOVINO	6
2.3. SINCRONIZACIÓN DE CELOS	7
2.4. J-SYNCH COMO PROTOCOLO DE IATF EN GANADO BOVINO	7
2.5. TRATAMIENTO CON J-SYNCH	8
2.5.1. TRATAMIENTO CON PROESTRO PROLONGADO: J – SYNCH.....	8
2.5.2. EFECTO DE LAS HORMONAS EN LA IATF CON PROTOCOLO J-SYNCH.....	9
2.6. PROTOCOLO CONVENCIONAL.....	9
2.7. UTILIZACIÓN DE ESTRADIOL Y PROGESTERONA.....	10
2.8. PROSTAGLANDINA	10
2.9. GONADOTROFINA CORIÓNICA EQUINA (eCG)	10
2.10. CIPIONATO DE ESTRADIOL (ECP).....	11

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	12
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	12
3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	12
3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	12
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	12
3.5. FACTORES EN ESTUDIO.....	12
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	12
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.8. VARIABLES	13
3.9. PROCEDIMIENTO.....	13
3.9.1. ANIMALES E INSTALACIONES	13
3.9.2. APLICACIÓN DE PROTOCOLOS.....	14
3.9.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO	16
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. NIVELES DE PROGESTERONA EN EL DÍA 7 POSTERIOR AL CELO DE LOS ANIMALES POR GRUPO.....	18
4.2. NIVELES DE ESTRADIOL EN EL DÍA DEL CELO DE LOS ANIMALES POR GRUPO.....	19
4.3. TASA DE PRESENTACIÓN DE CELO EN LOS GRUPOS J-SYNCH DE 7 DÍAS Y CONVENCIONAL EN VACAS CEBÚ.....	20
4.4. TASA DE PREÑEZ EN LOS GRUPOS J-SYNCH DE 7 DÍAS Y CONVENCIONAL EN VACAS CEBÚ.	22
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS.....	33

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 4. 1. Niveles de progesterona 7 días posteriores al celo, niveles en sangre en función de los grupos de sincronización.	18
Cuadro 4. 2. Niveles de estradiol en sangre en función de los grupos de sincronización.	19
Cuadro 4. 3. Tasa de presentación de celo en función de los grupos bajo estudio.	21
Cuadro 4. 4. Tasa de presentación de preñez en función de los grupos bajo estudio.	22

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3. 1. Protocolos utilizados en la investigación.....	15
--	----

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la prolongación de proestro con un tratamiento J-Synch modificado a 7 días de progesterona sobre la tasa de preñez y niveles hormonales en vacas cebú con cría al píe. Se utilizaron vacas (n= 200) que representaron a las unidades experimentales. Para lo siguiente se realizaron dos grupos: el grupo 1 estuvo conformado con el protocolo J-synch (n=100) y en el grupo 2 con el protocolo convencional con cipionato de estradiol (n=100). Todos los datos de esta investigación fueron analizados mediante el procedimiento de los modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) para familia de datos binarios con enlace logit para determinar diferencias significativas ($p < 0,05$). El tratamiento J-Synch 7 días generó una mayor ($p = 0,04$) tasa de preñez (62,0%) que el convencional (40,0%). Los niveles de progesterona fueron mayores en las vacas J-Synch 7 días (4,4 ng/mL) mientras que los de estradiol fueron similares entre los grupos. El tratamiento J-Synch 7 días es una alternativa viable para la correcta sincronización de celo del ganado bovino cebú con cría al píe.

PALABRAS CLAVE

Celo, Preñez, Inseminación Artificial a Tiempo Fijo, Cría al píe.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of proestrus prolongation with a modified J-Synch treatment of 7 days of progesterone on pregnancy rate and hormone levels in Zebu cows with calves at foot. Cows (n= 200) were used to represent the experimental units. Two groups were formed for the following: group 1 was formed with the J-synch protocol (n=100) and group 2 with the conventional protocol with estradiol cypionate (n=100). All data from this research were analyzed using the Generalized Linear Mixed Models (MLGM) procedure for families of binary data with logit link to determine significant differences ($p<0.05$). The 7-day J-Synch treatment generated a higher pregnancy rate ($p=0.04$) (62.0%) than the conventional one (40.0%). Progesterone levels were higher in the 7-day J-Synch cows (4.4 ng/mL), while estradiol levels were similar between groups. The 7-day J-Synch treatment is a viable alternative for the correct synchronization of heat in zebu cattle with calves at the foot.

KEY WORDS.

Heat, Pregnancy, Fixed Time Artificial Insemination, Rearing at the foot.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) adquirió renombre y empezó a ser usada de mayor forma desde la implementación de la Inseminación Artificial (IA) (Bó *et al.*, 2013); la cual no requiere la detección de celo en diferentes horarios en un día, mejorando así las horas de trabajo y las fallas en la eficiencia de la técnica. Por ello, en la actualidad existe una amplia gama de tratamientos de IATF disponibles para ser usados en ganaderías de carne o hatos lecheros (Villa *et al.*, 2007).

Bó (2015) ha demostrado que las biotecnologías como la IATF garantizan un retorno económico visible, además la genómica abre la puerta para que finalmente se alcancen mejoras concretas, tecnologías como la fertilización *in vitro* que nos permite multiplicar la buena genética en poco tiempo.

La utilización de protocolos de sincronización modernos que permitan a la industria ganadera obtener un eficiente progreso genético significativo, es hoy por hoy sustancial en este proceso (Saldarriaga, 2009). Desde el año 2012, el grupo de investigación, de la Mata y Bó, (2012) han descrito nuevos tratamientos que prolongan el proestro y aumentan la fertilidad en el ganado bovino. Estos tratamientos han sido usados para generar una correcta sincronía entre el embrión y la receptora.

Bó *et al.* (2016) reportan un nuevo protocolo basado en la aplicación de benzoato de estradiol (BE) y un dispositivo con progesterona (P4) (que son las hormonas más usadas en América del Sur) pero donde la extracción del dispositivo con P₄ es realizada 6 días después (en lugar de 8) y se alargó el proestro, y junto con la IATF se administra la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) como inductor de la ovulación a las 72 h en lugar de las 48 h.

Este nuevo protocolo ha sido denominado J-Synch (de la Mata y Bó, 2012) y ha dado lugar a tasas de preñez a la IATF donde han sido significativamente mayor que los logrados con el protocolo Convencional utilizado en América del Sur en animales de leche (Ré *et al.*, 2014; 2015) y carne y receptoras de embriones (Bó *et al.*, 2001; Menchaca *et al.*, 2016).

Las tasas de preñez obtenidas al utilizar los protocolos que prolongan el proestro no difieren de las obtenidas con el protocolo convencional; sin embargo, se destaca que, en todas las réplicas realizadas, el protocolo J-Synch obtiene valores absolutos superiores en tasas de preñez que el protocolo convencional (Ré, 2018).

Por otro lado, Benito *et al.*, (2018) reporta que en vaquillas Angus inseminadas a tiempo fijo, el tratamiento J-Synch tiende a mejorar la tasa de preñez que se obtiene con el tratamiento convencional.

Además, Yáñez *et al.*, (2018). menciona que el protocolo J-Synch produce un proestro prolongado a diferencia del protocolo convencional de siete días, generando un cuerpo lúteo de mayor tamaño y mayor producción de progesterona en la fase luteal siguiente

De la misma manera López (2017) argumenta que las vacas tratadas con el protocolo J-Synch tuvieron un folículo dominante ovulatorio de mayor tamaño en el momento de la inseminación artificial a tiempo fijo y un cuerpo lúteo de mayor tamaño, con mayores concentraciones séricas de progesterona en la fase luteal subsiguiente.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado con anterioridad se plantea la siguiente pregunta: ¿Con la modificación del tiempo de inserción del dispositivo de progesterona J-Synch a 7 días se aumentarán las tasas de preñez en vacas con cría al pie?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La inseminación artificial es una biotecnología reproductiva que nos da la oportunidad de incrementar los índices reproductivos de los hatos ganaderos, además de que nos permite mejorar la genética y rentabilidad de las pequeñas y grandes ganaderías, brindando también la opción de reducir los días abiertos del post parto en las ganaderías lo cual nos llevará a obtener mayores réditos económicas y mayor competitividad a nivel de mercado nacional (Giraldo, 2007).

Además, la mano humana gracias a la técnica de inseminación artificial y la amplia gama de protocolos de inseminación interfiere en la reproducción de los bovinos y durante este transcurso ocurren diversos problemas en la reproducción bovina (La Torre, 2001).

La inseminación artificial a tiempo fijo es una técnica que, mediante el uso de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones con lo cual es posible inseminar una gran cantidad de animales en un período corto de tiempo. Entre los beneficios en el empleo de esta técnica se encuentra: la no necesidad de la detección de celo, reducción del tiempo de inseminación, encierres y gastos de honorarios, disminución del período de anestro post-parto, mejoramiento de resultados en vacas con cría al pie entre el 75-80 % y aumento de la proporción de vientres que se preñan temprano (Raso, 2012).

El ganado *Bos Indicus* tienen características diferentes a la de otras razas *Bos Taurus*, en animales *Bos Indicus* no es fácil detectar el celo lo cual incrementa el intervalo de parto-concepción y esto disminuye las tasas de preñez de un hato ganadero. Los protocolos son de suma importancia ya que permiten inseminar las vacas de una manera más fácil sin la detección del celo, un protocolo exitoso para ganaderías de carne se basa en el control del desarrollo folicular y regresión del cuerpo lúteo (Villa *et al.*, 2007).

La importancia de un proestro prolongado derivó de una serie de estudios que evaluaron la influencia de la madurez folicular sobre la fecundidad en el ganado vacuno (Day, 2015). Por otro lado, en una investigación en el que las vacas fueron inducidas a ovular un folículo con un diámetro similar entre ellas, el

porcentaje de preñez fue mejor en las que recibieron GnRH 2,25 días más tarde de la administración de PGF (71%) (Bridges *et al.*, 2010).

Esta investigación tiene gran relevancia porque contribuye a aumentar la tasa de preñez de vacas cebú con cría al pie con un protocolo a 7 días de progesterona en comparación con las tratadas con el protocolo convencional. Binelli *et al.* (2017) en una investigación al comparar un protocolo largo y un protocolo corto colocando un dispositivo con progesterona por 7,5 u 8 días, y administrando GnRH a las 48 o 36 horas luego del retiro, obtuvieron como resultado que en las vacas que se utilizaron el proestro largo tienen un folículo más grande que induce un cuerpo lúteo de mayor tamaño, con mayor producción de progesterona y mayor tasa de preñez.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la modificación del protocolo J-Synch a 7 días de progesterona y enfrentarlo al Convencional con Cipionato de estradiol sobre la tasa de preñez de vacas cebú con cría al píe.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los niveles de progesterona en el día 7 días posterior al celo de los animales por grupo.

Determinar los niveles de estradiol en el día del celo de los animales por grupo

Comparar las tasas de preñez en los grupos J-Synch de 7 días y Convencional en vacas cebú.

1.4. HIPÓTESIS

La modificación del protocolo J-Synch a 7 días de progesterona aumenta la tasa de preñez de vacas cebú con cría al píe en comparación con las tratadas con el protocolo convencional.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO

La inseminación artificial a tiempo fijo tiene como objetivo aumentar la duración del proestro, e influir sobre la capacidad esteroidogénica del folículo y sobre el ambiente uterino, incrementando las concentraciones séricas de estrógenos al momento del estro y de progesterona durante la fase lútea posterior (Rodríguez, 2017).

Los beneficios que brinda la IA es el mejoramiento genético, al conocimiento de la paternidad y a la posibilidad de utilizar, en vaquillonas, toros de buen valor genético. Además de éstos, la IATF suma otros beneficios, para también así poder aprovechar: la reducción de tiempo de inseminación, encierres y gastos de honorarios, acortar el período de anestro post-parto, mejorar los resultados en vacas con cría al pie, categorización mayoritaria en el rodeo (75-80 %) y aumentar la proporción de vientres que se preñan temprano (Vallejo, 2016).

Actualmente el área reproductiva de bovinos para López (2020) depende de algunos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo que conjuntamente con un buen manejo nutricional y sanitario, sigue siendo el método más viable para el control de las tasas de fertilidad de los animales.

Para conseguir la producción deseada de leche y crías, el objetivo para cada vaca del hato es producir un ternero vivo y sano por vaca y año. Para conseguir dicho objetivo, el período más crítico es el postparto. En dicho período deben tener lugar la involución rápida y sin complicaciones del útero y la recuperación de la actividad ovárica normal (La Torre, 2001).

2.2. DINÁMICA FOLICULAR EN EL CICLO ESTRAL BOVINO

El desarrollo folicular es un proceso complejo, que comienza en etapas tempranas de la vida, antes del nacimiento, aproximadamente a los 80 días de gestación en bovinos y que continúa durante la vida postnatal y hasta la pubertad (Filipiak *et al.*, 2016).

La onda folicular es la activación y el crecimiento simultáneo de un grupo de folículos terciarios que emergen, continuando uno de ellos su crecimiento y

diferenciación folículos dominantes, mientras que los folículos subordinados se atresian (Gigli *et al.* 2006).

Mientras que, para Santos (2013) el ciclo de los bovinos consiste en que las mayores porciones de las hembras presentan dos o tres ondas y el folículo preovulatorio deriva de la última onda.

2.3. SINCRONIZACIÓN DE CELOS

El objetivo de conseguir un ternero por vaca por año se encuentra con que la gestación dura en promedio 280 días, hasta el parto, el período de recuperación fisiológica de la vaca para estar en condiciones de ser gestada (Poodts, 2017).

La administración de prostaglandina es el método más comúnmente utilizado para la sincronización de celos. Más recientemente el uso de la GnRH y estradiol han sido incorporados a los tratamientos con progestágenos resultando en aceptables porcentajes de preñez. Estas combinaciones hormonales que aseguran concentraciones circulantes elevadas de progesterona y una nueva onda folicular para su posterior ovulación son los denominados protocolos para la IATF (Colazo *et al.*, 2007).

Para Ruiz (2016) es el proceso que se aplica a una hembra para inducirla al celo en un momento determinado, permite la IATF y favorece el uso de otras biotecnologías como la IA a gran escala.

En la actualidad existe un sinnúmero de protocolos que se utilizan en los programas de IATF. Según de la Mata *et al.* (2012), citado por López (2017) Un protocolo a base de estradiol (llamado J-Synch) ha sido desarrollado en los últimos tiempos que tiene como objetivo prolongar la etapa de proestro, favoreciendo el desarrollo del folículo dominante antes de la ovulación y aumentando la tasa de preñez posterior a la IATF en vaquillonas.

2.4. J-SYNCH COMO PROTOCOLO DE IATF EN GANADO BOVINO

El protocolo denomina “J-synch” creado en el año 2012 de la Mata y Bó que utilizan benzoato de estradiol (BE) y progesterona (P4) por un periodo reducido de tiempo (6 días) reduciendo a el periodo de dominancia, además del uso de

GnRH como inductor de la ovulación a las 72 horas; logrando prolongar el proestro (de la Mata, 2016).

El uso de un protocolo con proestro prolongado (J-Synch), mejora la tasa de preñez ($p \leq 0,05$) en vacas doble propósito de la Amazonia Ecuatoriana, cuando se insemina a las 60 horas (61%) de retirado el dispositivo con progesterona, en comparación con la inseminación a las 72 horas (47%) (Yáñez *et al.*, 2018).

Atreves del J-Synch se han consiguiendo resultados cercanos al 60% de preñez en vaquillonas, que demuestran una mejora en la tasa de concepción en programas de IATF (Ré *et al.*, 2014; de la Mata *et al.*, 2016; Bó *et al.*, 2016).

2.5. TRATAMIENTO CON J-SYNCH

de la Mata *et al.*, (2012) reporta que el método J-Synch es un protocolo a base de estradiol que estimula el desarrollo del folículo dominante antes de la ovulación. Además, la IATF con J-Synch hace uso de benzoato de estradiol (BE) y progesterona para lograr sincronizar el inicio de una nueva onda folicular, reduciendo la inserción del dispositivo de progesterona de 6 días en lugar de 7 u 8 días y aplicando GnRH como inductor de la ovulación a las 72 horas después de la remoción del dispositivo intravaginal bovino (DIB) junto con la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) tratando de prolongar el proestro.

de la Mata *et al.*, (2015) menciona que se han desarrollado nuevos tratamientos usando BE y progesterona para lograr sincronizar el inicio de una nueva onda folicular con un período reducido de inserción de dispositivo con progesterona de 6 días en lugar de 7 u 8 días.

2.5.1. TRATAMIENTO CON PROESTRO PROLONGADO: J – SYNCH

Los programas de inseminación artificial a tiempo fijo que buscan incrementar la duración del proestro, influyen sobre la capacidad esteroidogénica del folículo y sobre el ambiente uterino, aumentando las concentraciones séricas de estrógenos (Rodríguez, 2017).

En el Día 0 se aplica 2 mg de BE intramuscular (IM), junto con un dispositivo intravaginal bovino (DIB) de 0,5 g. el día 6 se retira el DIB junto con la administración de PGF (IM) y se aplica en la base de la cola un marcador de

pintura. Al día 9 se aplica 100 µg de GnRH (Gonasyn GDR, Gonadorelina Acetato, Zoetis, Argentina) al momento de realizar la IATF la cual se desarrolla a las 72 horas de removido el dispositivo (López, 2017).

Por su parte, Menchaca *et al.* (2017) reporta que este protocolo aumenta la tasa de preñez comparado con el protocolo convencional de siete u ocho días con estradiol, especialmente cuando se utiliza hormona coriónica equina (eCG) al retirar el dispositivo.

2.5.2. EFECTO DE LAS HORMONAS EN LA IATF CON PROTOCOLO J-SYNCH

El uso del dispositivo intravaginal bovino con progesterona imita la presencia del cuerpo lúteo, suprimiendo la manifestación de celo; en animales en anestro inducen la actividad sexual; la combinación de estos dispositivos con una dosis de benzoato de estradiol al inicio del tratamiento, produce la regresión del folículo dominante y el inicio de una nueva onda folicular, 4 días después de la aplicación de BE se genera un folículo dominante joven (Carosso, 2016).

En el protocolo J-Synch la aplicación de GnRH es otra opción al momento de realizar la IATF, se la utiliza con la finalidad de sincronizar las ovulaciones (de la Mata *et al.*, 2015).

2.6. PROTOCOLO CONVENCIONAL

Vega, (2011) reprotta que es una sal de estradiol con mayor vida que el BE, además se adecua a un esquema de aplicación para la inducción de la ovulación de muy buena manera en el momento del retiro de los dispositivos intravaginales de (P4)

El tratamiento convencional consiste en la aplicación en el Día 0 de un DIB que contiene 0,5 g de P4 más 2 mg de benzoato de estradiol, al Día 8 se lleva a cabo el retiro del DIB y se aplicaron 0,150 mg de PGF2α más 300 ui de gonadotrofina coriónica equina y 0,5 mg de cipionato de estradiol, al Día 10 se realiza la IATF a las 48 a 50 horas desde el retiro del DIB (Riveiro *et al.*, 2018).

Este protocolo inicia en el día 0 se realiza la aplicación del dispositivo junto con la administración de BE, 8 luego se retira el dispositivo y se aplica una dosis de prostaglandina (Ruiz, 2017).

2.7. UTILIZACIÓN DE ESTRADIOL Y PROGESTERONA

Los protocolos que emplean estradiol 17 β o benzoato de estradiol junto con progesterona comúnmente administrada vía dispositivos intravaginales, han sido empleados para manipular la atresia folicular y emergencia de onda foliculares y sincronización de la ovulación (Bó *et al.*, 2002).

En la cuanto a la P4 es una hormona esteroide secretada por el cuerpo lúteo y por la placenta que tiene una función principal en el establecimiento y mantenimiento de la gestación, la concentración de progesterona en la circulación (Ferreira De Souza, 2016).

La mezcla de estas hormonas estradiol y progesterona elimina la hormona foliculoestimulante (FSH) y la liberación de la hormona elaborada en la hipófisis (LH) y el crecimiento de folículos antrales (Bó *et al.*, 2000).

2.8. PROSTAGLANDINA

La prostaglandina dos Alfa (PGF2 α) es usada en la sincronización del celo para bovinos, estudios mostraron que la madurez del cuerpo lúteo en el del tratamiento con PGF2 α afectaba la respuesta luteolítica, además la PGF2 α no inducía la luteólisis de manera eficaz durante los primeros 5 a 6 días después del celo (Bó *et al.*, 2009).

Bó *et al.* (2009) aseveran que, si se administra prostaglandina (PGF2 α) cuando el folículo dominante (FD) de una onda se encuentra en la última fase de crecimiento, la ovulación se producirá entre 3 y 4 días, el tratamiento con PGF2 α , el intervalo refleja el tiempo preciso para que el FD de la onda nueva progrese y se desarrolle con un tamaño preovulatorio, la detección eficaz del celo es esencial para lograr altas tasas de preñez.

2.9. GONADOTROFINA CORIÓICA EQUINA (eCG)

La eCG en combinación con el dispositivo intravaginal ayuda a estimular la actividad reproductiva bovina, esto significa que incrementa el nivel de ovulación, mejora la recepción de embrión y preñez. (Gamboa, 2020).

Para Núñez *et al.*, (2014) la mejora se produce como consecuencia del efecto que provoca la eCG a nivel ovárico (mayor crecimiento y diámetro del folículo dominante ovulatorio, incrementó de la tasa de ovulación y del área del cuerpo lúteo) y sanguíneo (aumento en los niveles de progesterona). Protocolos de sincronización con eCG han mostrado un incremento en el porcentaje de preñez en vacas con cría con alta incidencia de anestro (Callejas *et al.*, 2014).

La utilización de dispositivo intravaginal con progesterona en combinación con eCG ha sido muy difundida en vacas en anestro postparto. La eCG muestra altas actividades similares a la LH y FSH y tiene una alta afinidad por los receptores tanto de la FSH como de la LH en los ovarios (De Rensis y López, 2014).

Los protocolos de sincronización en bovinos es una técnica que han venido utilizando desde que las hormonas exógenas. Teniendo como meta incrementar la tasa de preñez, en los últimos años se han venido haciendo uso de la eCG, (Orellana, 2015).

2.10. CIPIONATO DE ESTRADIOL (ECP)

Es un estrógeno natural que se produce por esterificación del estradiol con ácido ciclopentanopropiónico. Denominándose como el más activo de los estrógenos endógenos ya que produce los mismos efectos que los otros estrógenos, (Calva y Cantos, 2014). Por otro lado, con el uso de cipionato de estradiol se evita ir un día al establecimiento incrementando gasto y tiempo además estrés descargado para el animal (Auzmendi *et al.*, 2015).

En los últimos años, se ha difundido el uso de cipionato de estradiol administrado en el momento de retirar el dispositivo, y los porcentajes de preñez son equivalentes al tratamiento de cuatro encierres (Vega *et al.*, 2011).

El cipionato de estradiol ha sido utilizado para reemplazar al benzoato de estradiol administrado vía intramuscular 24 horas después de retirado el dispositivo intravaginal con progesterona, (Ramos *et al.*, 2009; Uslenghi *et al.*, 2010; Peralta *et al.*, 2010).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo se realizó en la provincia de Manabí en el cantón San Vicente en la empresa “Agrícola El Naranjo” S.A, Hacienda “El Napo”, ubicada entre las coordenadas geográficas 000 33'29,8” de latitud sur y 0,800 25'36,8” de latitud oeste, la temperatura media va desde los 28 y 30 ° C.

3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Cuadro 3. 1. Condiciones climáticas del año 2020 en el cantón San Vicente.

Variables	Valor
Pluviosidad media anual (mm)	1350
Temperatura media anual (°C)	28
Humedad relativa anual (%)	80
Heliofanía anual (horas/sol)	4380
Evaporación anual (mm)	1652,3

Fuente: Instituto Nacional Meteorología e Hidrografía (2020).

3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración aproximada de tres meses a nivel de campo y tres meses de laboratorio.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Como técnica la observación y medición a través de ultrasonografía transrectal de tiempo real con transductor lineal 7.5 MHz (Mindray® DP-50 Vet, Shenzhen, China). Además, la investigación se realizó bajo el enfoque experimental, donde un conjunto de variables se mantiene constantes, mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento (Rodríguez y Pérez, 2017)

3.5. FACTORES EN ESTUDIO

Protocolos de sincronización (tratamiento J-Synch modificado de 7 días y tratamiento convencional con ECP).

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizaron vacas cruza cebú con cría al pie (n= 200) que representaron a las unidades experimentales. Para lo siguiente se realizaron dos grupos uno para cada tratamiento, en uno (1) fue aplicado el protocolo J-Synch de 7 días de

progesterona (n=100) y en el dos (2) aplicado el protocolo convencional con Cipionato de estradiol (n=100) también considerado como control.

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación fue de tipo experimental que incluye datos descriptivos y comparativos entre los tratamientos no incluyó diseños experimentales tradicionales.

3.8. VARIABLES

3.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Protocolos de sincronización (J-Synch modificado y convencional con ECP).

3.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Niveles circulantes de progesterona P4 (ng/mL)

Niveles circulantes de estradiol E2 (pg/ml)

Tasa de presentación de celos (%)

Tasa de preñez (%)

3.9. PROCEDIMIENTO

Para la investigación se llevó a cabo las siguientes actividades:

3.9.1. ANIMALES E INSTALACIONES

Para este trabajo se utilizó vacas cebú con cría al pío de razas para carne que fueron divididas en dos grupos también denominados tratamientos de sincronización. Para la selección de las vacas se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: condición corporal de 3 (en la escala del 1 al 5, donde 1 es emaciada y 5 es obesa) (Menchaca *et al.*, 2016); presencia de un CL y/o folículos mayores a 8 mm de diámetro en uno de los dos ovarios (Cedeño *et al.*, 2020). Los animales fueron manejados en instalaciones adecuadas (corrales, mangas y brete) que se encontraron en el establecimiento donde se realizó el experimento.

Los animales estuvieron bajo el sistema de pastoreo extensivo con pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*); además, suministro de sales minerales, en la época

lluviosa o considerada invierno. Todos los animales contaron con su plan de control de enfermedades sanitarias {rinotraqueítis infecciosa (IBR), diarrea viral (DVB), Leptospirosis}, desparasitaciones (externas e internas) y vitaminas A, D y E.

3.9.2. APLICACIÓN DE PROTOCOLOS

Para este experimento se utilizaron 200 vacas cebú con cría al píe las cuales fueron tratadas con los protocolos J-Synch modificado a 7 días de progesterona (cuando normalmente es de 6 días, de la Mata y Bó, 2012) y el protocolo Convencional con Cipionato de estradiol (Cedeño *et al.*, 2020). El registro de los datos fue efectuado cuando se realizaron los trabajos en campo con los animales. Los animales se asignaron al azar en dos grupos.

Los protocolos utilizados en la investigación se observan en la Figura 3.1. Para el grupo denominado J-Synch de 7 días, se le aplicó una dosis por animal en el Día 0: dispositivo de progesterona de 1 g usado (Sincrogest® 1 g, Ourofino, Brasil), y 2 mg de BE (Sincrodiol®, 2mL; Ourofino, Brasil) por vía IM. En el Día 7 todos los animales se les retiró el dispositivo de progesterona y en conjunto con una dosis por animal de cloprostenol sódico o análogo de prostaglandina (2mL de Sincrocio®, PGF2 α), más 400 UI de gonadotrofina coriónica equina (eCG, SincroeCG® 6,000 UI; 2mL, Ourofino, Brasil). Luego de 72 horas (Día 10) todas las vacas del tratamiento fueron inseminadas a tiempo fijo, las vacas sin celo fueron tratadas con GnRH (Gonasyn®; Gonadorelina, Zoetis) y fueron inseminadas 6 horas más tarde.

Las vacas del grupo Convencional con cipionato de estradiol recibieron en el Día 0 un dispositivo de progesterona similar al grupo anterior (Sincrogest® 1 g, Ourofino, Brasil), y 2 mg de BE (Sincrodiol®, 2mL; Ourofino, Brasil). En este grupo los dispositivos se retiraron los DIB en el Día 7 y fueron tratadas de manera similar que las vacas del tratamiento J-Synch 7 días, con la única diferencia que estas recibieron 1 mg estradiol como inductor de ovulación (ECP, SincroECP®; 1 mL, Ourofino, Brasil). Las vacas de este grupo fueron inseminadas 48 horas posterior a la remoción del dipostivio, y al igual que en el tratamiento J-Synch las

sin celo fueron tratadas con GnRH (Gonasyn®; Gonadorelina, Zoetis) y además inseminadas 6 horas más tarde.

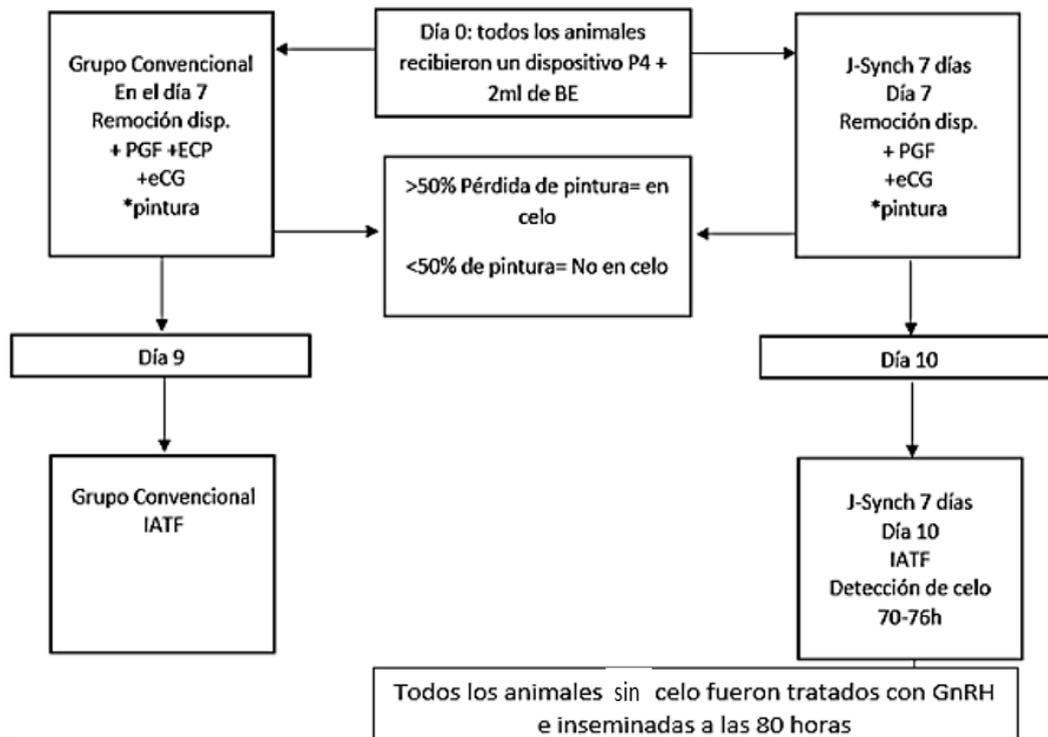


Figura 3. 1. Protocolos utilizados en la investigación.

En todos los animales se utilizó pintura en la base de la cola el día del retiro del dispositivo de progesterona, como método de ayuda visual para la detección de la manifestación de celo. La pintura utilizada fue CeloTest, Biotay S.A., Argentina. El grado para evaluar fue considerada por un mismo operador, considerando como manifestación de celo cuando la pintura fue borrada con más de 50% de pérdida de pintura o sin manifestación de celo cuando la pintura permaneció sin alteraciones (menos del 50% de pérdida de pintura o intacta) según los criterios reportados por Dick (2016).

Las dosis de semen utilizadas en todas las réplicas fueron de un toro de probada fertilidad previamente analizados y de centros de inseminación de referencia. Las dosis fueron evaluadas previamente a su utilización sobre la base de los valores mínimos referidos por Barth (1999). La tasa de preñez se determinó por ultrasonografía entre a los 30 días desde la IATF.

Para determinar los niveles hormonales, se tomó aproximadamente muestras de 9 mL de sangre por punción yugular. Para estos se utilizó tubos de marca Vacuette®, las muestras fueron centrifugadas a 4000 RPM durante 30 minutos para separar el suero, cuando se efectuó esto, se tomó las muestras para destinarlas a tubos *ependors*.

Las agujas con la que se tomó las muestras de sangre fueron solo usadas una vez; se fue colocando las muestras de sangre en una caja de espuma de poliuretano a más o menos <15 °C y después se centrifugó la sangre a medida que se completa los espacios de la centrifuga. Una vez finalizado la toma de muestra se almacenó en un congelador a una temperatura máxima de 8 °C como máximo.

Las muestras de plasma se determinaron en el Laboratorio de Endocrinología y Metabolismo Animal, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. Las concentraciones de Estradiol y progesterona fueron determinadas por un radioinmunoensayo (RIA) en fase líquida utilizando kits de MP (MP BIOMEDICALS, INC. Solon, OH 44139 USA).

3.9.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Del total de números de vacas que posee la ganadería se trataron 200 para el trabajo de campo, teniendo acentuadas características de los cruces; Brahman, Nelore, Angus y Senepol; siendo una ganadería de aptitudes cárnicas, dichas unidades experimentales se encontraron en pastoreo extensivo, principalmente con pasto Saboya (*Megathyrus maximus*), para el estudio de determinación de la tasa preñez se utilizó el ecógrafo trans rectal, para el estudio de los niveles de progesterona se tomaron muestras de sangre las cuales fueron llevadas al laboratorio de la universidad de la República Uruguay.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos por la presente investigación, cuando la variable fue la preñez los mismos fueron analizados mediante el procedimiento de modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) para familia de datos binarios (0 vacía y 1 preñada) y cuando la variable respuesta fue los niveles hormonales de

esteroides la familia de datos considerada fue normal (niveles hormonales en sangre).

Se usó enlace logit, para determinar la influencia de las variables y sus interacciones sobre la tasa de preñez, y a un alfa 0,05 para determinar diferencias significativas. Todos los datos se analizaron con el paquete estadístico de InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020) y se presentaron mediante elaboración de cuadros de Microsoft Office (2016).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NIVELES DE PROGESTERONA EN EL DÍA 7 POSTERIOR AL CELO DE LOS ANIMALES POR GRUPO

Los resultados de esta investigación en cuanto a los niveles de progesterona 7 días posteriores al celo (Cuadro 4.1), permitieron evidenciar mayor nivel de progesterona ($p < 0,05$) en el grupo J-Synch 7 días (4,4 ng/mL), en comparación al grupo convencional (3,4 ng/mL).

Cuadro 4. 1. Niveles de progesterona 7 días posteriores al celo, niveles en sangre en función de los grupos de sincronización.

Tratamientos	P ₄ (ng/mL)
J-Synch 7 días	4,4 ng/mL ^a
Convencional	3,4 ng/mL ^b

^{ab-} Superíndices distintos indican diferencias significativas, medias ajustadas LSD Fisher (Alfa=0.05).

Los resultados obtenidos en esta investigación de mayor nivel de progesterona, con el tratamiento J-Synch 7 días, esto puede estar atribuido a que en estos protocolos los folículos son de mayor tamaño, al igual que los cuerpos lúteos, y estos son más competentes por lo cual terminan produciendo mayor cantidad de P₄.

Además, proestros más largos existe un mejor desarrollo del folículo pre ovulatorio, mayor tamaño de este folículo, altos niveles de estradiol, mejor preparación del ambiente uterino y concentraciones superiores de progesterona por producción del cuerpo lúteo en el siguiente ciclo (Mendes, 2018).

Como reporta Menchaca *et al.* (2017) el éxito de este protocolo radica en una mayor producción de estradiol por parte del folículo ovulatorio, mayor tasa de crecimiento diaria de éste y un efecto beneficioso sobre la actividad luteal, en comparación con el protocolo convencional.

Los resultados de esta investigación concuerdan a los reportados por de la Mata (2016) en su investigación sobre la prolongación del proestro y reducción del periodo de inserción del dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne inseminadas a tiempo fijo, quien encontró mayor nivel de progesterona para el tratamiento J-synch 4,7 ng/ml en comparación al grupo Convencional 3,9 ng/ml.

Además, mayores concentraciones de P4 luego de la extensión del proestro, sugieren un ambiente uterino más propicio que puede apresurar el crecimiento y la elongación del embrión (Menchaca *et al.*, 2015; Bó *et al.*, 2016; de la Mata *et al.*, 2018).

Por otro lado, Artagaveytia y Brochado (2016) reportan un nivel de progesterona superior al utilizar J-synch ($4,69 \pm 0,2$) con respecto al método Convencional ($3,90 \pm 0,1$). Aunque diferente a los resultados reportados por Núñez *et al.* (2020) al encontrar que las concentraciones séricas medias de progesterona pos ovulación no fueron diferentes entre los grupos de tratamiento (protocolo J-Synch vs Convencional con eCG ($p > 0,05$)).

González (2001) reporta que un alto nivel de concentración de progesterona indica la existencia de células lúteas relacionadas con el diestro durante el ciclo estral. Al contrario, los bajos niveles están asociados con las altas concentraciones de estrógenos en el proestro que permite el desarrollo final del folículo y estro.

Mientras que, Bridges *et al.* (2013); de la Mata *et al.* (2015) reportan, que la prolongación del proestro es un predictor constante de aumentar la tasa de preñez y se asocia con mayores concentraciones de progesterona después de la ovulación, resultados similares a los obtenidos en esta investigación.

4.2. NIVELES DE ESTRADIOL EN EL DÍA DEL CELO DE LOS ANIMALES POR GRUPO

Cuando se analizaron los datos correspondientes a los niveles de estradiol (Cuadro 4.2) en sangre de las vacas en estudio para esta variable, se encontró similares resultados la tasa de presentación de celo, que las vacas tratadas del grupo J-Synch 7 días tuvieron un nivel hormonal similar, que las vacas del grupo convencional ($p > 0,05$).

Cuadro 4. 2. Niveles de estradiol en sangre en función de los grupos de sincronización.

Tratamientos	E2 (Pg/mL)
J-Synch 7 días	18,8 pg/mL
Convencional	17,8 pg/mL

En el tratamiento J-Synch 7 días, se obtuvieron resultados similares que en tratamiento convencional con el suministro de Cipionato de estradiol, esto posiblemente esté relacionado con el crecimiento del folículo dominante, lo que ocasiona una mayor concentración de estrógenos, por consiguiente, el ciclo vuelve a repetirse y las vaquillas comienzan a tener un nuevo período estral; aunque se puede pensar que las vacas del grupo J-Synch 7 días tuvieron mayores concentraciones séricas de estradiol si no se hubiera inyectado CPE en las del tratamiento convencional.

Por otro lado, Menchaca *et al.* (2017) reportan que el folículo ovulatorio del protocolo J-Synch fue capaz de producir estradiol suficiente para alcanzar niveles en sangre similares a los inducidos por la administración exógena de ECP en el protocolo convencional.

Estos resultados son similares a los publicados por de la Mata (2016) donde las concentraciones séricas de estradiol no variaron en el experimento entre tratamientos. Al respecto Bridges *et al.* (2014) aluden que la prolongación del proestro contribuyen al incremento de los niveles de estrógenos derivado de folículo dominante, esto ayuda a que el folículo madure, por consiguiente, se presenta fertilidad en las vaquillas.

Además, Bridges *et al.* (2013) reportan que la prolongación del proestro genera mayores concentraciones séricas circulantes de estradiol producido por el folículo dominante, favorece la madurez folicular y mejora la fertilidad, resultados no obtenidos en esta investigación.

Mientras que, Perry *et al.* (2014) describen que las vacas que manifiestan celo tienen un aumento significativo de las concentraciones de estradiol después de la aplicación de PGF2 α que el de las vacas que no manifiestan celo.

4.3. TASA DE PRESENTACIÓN DE CELO EN LOS GRUPOS J-SYNCH DE 7 DÍAS Y CONVENCIONAL EN VACAS CEBÚ

En la investigación se encontró que el tratamiento J-Synch 7 días (82%) genera similar tasa de presentación de celo que el grupo convencional (81%) ($p>0,05$) (Cuadro 4.3). Estos resultados concuerdan a los reportados por Cedeño *et al.*

(2020), quienes no encontraron diferencias significativas para la tasa de presentación de celo de vacas tratadas con protocolos con estradiol.

En relación con el porcentaje de detección de celos y con el porcentaje de preñez a la IATF, no se observaron diferencias significativas entre los animales tratados con el protocolo tradicional y el protocolo J-Synch-m (Gómez *et al.*, 2021).

De igual manera Dominicis *et al.* (2019), evaluaron el protocolo J-Synch y el protocolo tradicional en vaquillonas meses, sin observar diferencias significativas en la respuesta reproductiva.

Cuadro 4. 3. Tasa de presentación de celo en función de los grupos bajo estudio.

Tratamientos	Tasa de presentación de celo %
J-Synch 7 días	82/100=82,0%
Convencional	81/100=81,0%

Pero López (2017) y de la Mata y Bó (2015), reportan que, los protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo, el que presenta una mayor tendencia en la presencia de celo es el tratamiento convencional.

Mientras que Yáñez *et al.* (2020), encontraron que 51% de presencia de celo del total de animales para ambos tratamientos. Además, con presencia de celo en el tratamiento J- Synch con eCG fue 52.1% y en el tratamiento J- Synch sin eCG fue 50%, resultados inferiores a los obtenidos en esta investigación superior al 80 % de tasa de presentación de celo.

Además, Pino (2017) al aplicar dos protocolos de inseminación (J-Synch vs Convencional) determinó que a través del protocolo convencional existe mayor presencia de celo; una de las razones para obtener estos resultados es por la aplicación de una dosis de cipionato de estradiol (uso de estradiol exógeno).

Sin embargo, son resultados que no se encontraron en esta investigación, ya que, se obtuvo similares tasas de presentación de celo con el tratamiento J-Synch 7 días, por lo que puede ser alternativa para sincronizar el celo sin la utilización de cipionato de estradiol.

4.4. TASA DE PREÑEZ EN LOS GRUPOS J-SYNCH DE 7 DÍAS Y CONVENCIONAL EN VACAS CEBÚ

El tratamiento J-Synch 7 días generó mayor tasa de preñez ($p < 0,05$) (62,0%) que el Convencional (42,0%) (Cuadro 4.4). Este protocolo J-Synch 7 d mejoró la tasa de preñez en comparación con el tradicional, probablemente a la obtención de un mayor diámetro del cuerpo lúteo (CL), así como un alto nivel de progesterona en la fase lútea, según lo reportado por (Ré, 2018; Benito *et al.*, 2018; Artagaveytia y Brochado 2016).

Además, Macmillan *et al.* (2020) reportan que el protocolo J-synch puede ser utilizado tanto en vaquillas como en vacas, con un aumento y tendencia al aumento, en la tasa de preñez sin utilizar cipionato de estradiol.

Por otro lado, Day (2015) y Bó *et al.* (2018) mencionan que los tratamientos prolongados basados en el proestro han llamado la atención entre los médicos y productores en América del Norte y del Sur, ya que se han reportado mayores tasas de preñez que los obtenidos con los protocolos más convencionales en el ganado de carne.

Cuadro 4. 4. Tasa de presentación de preñez en función de los grupos bajo estudio.

Tratamientos	Tasa de preñez %
J-Synch 7 días	62/100=62,0 % ^a
Convencional	42/100=42,0% ^b

^{ab-} Superíndices distintos indican diferencias significativas entre los grupos, medias ajustadas LSD Fisher (Alfa=0.05).

Los resultados de esta investigación son similares a los reportados por Mechaca *et al.* (2017) cuando utilizó el protocolo J-Synch y lo comparó con el protocolo convencional (56,1% 631/1.125 vs. 50,7% 620/1.124, respectivamente).

Además, de la Mata *et al.* (2016) reportó la totalidad de vacas ($n=791$) inseminadas con el protocolo J-Synch ($n=396$) vs. las inseminadas con el protocolo Convencional ($n=395$), reportó que la tasa de preñez total fue mayor ($p < 0,05$) en el protocolo J-Synch (61,9%) vs. el Convencional (51,4%).

De la misma forma concuerdan a los resultados obtenidos por Bó *et al.* (2016) sobre un total de 2.349 vaquillonas *Bos taurus* quienes encontraron una tasa de

preñez significativamente mayor ($p < 0,05$) a favor del tratamiento J-Synch (56,1%, 631/1.125) en comparación con el tratamiento Convencional (50,7%, 620/1.224). Otros investigadores, además concuerdan con los estudios realizados por Ré (2018), ya que los valores absolutos de la tasa de preñez en J-Synch son superiores a los del tratamiento convencional en vacas de leche.

Finalmente, el estudio realizado permite inferir sobre el uso de protocolos prolongando el proestro que conlleva al aumento de los niveles de hormonas y también la tasa de preñez con respecto al grupo convencional; debido a una mayor tasa de crecimiento del folículo ovulatorio dominante lo cual mejora las tasas de preñez.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Los niveles de progesterona fueron mayores en las vacas con el tratamiento J-Synch 7 días frente al tratamiento convencional con cipionato de estradiol.

Los niveles de estradiol son similares entre los grupos J-Synch 7 días y grupo convencional con cipionato de estradiol.

El tratamiento J-Synch 7 días generó mayor tasa de preñez (62%) frente al tratamiento convencional con cipionato de estradiol (42%) en bovino cruza cebú con cría al píe.

5.2. RECOMENDACIONES

Utilizar el método J-Synch (7 días) como alternativa para sincronización del celo en ganado bovina cebú con cría al píe e incrementar la tasa de preñez en esta categoría de animales.

Aplicar el tratamiento de sincronización con prolongación de proestro J-Synch 7 días para generar mayores niveles hormonales en vacas cruza cebú.

Repetir la investigación con diferentes razas de bovinos *Bos indicus* del Ecuador y condiciones de manejo similar a este trabajo de manera de tener la suficiente información para su generalización y aplicación en la producción ganadera nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Artagaveytia, R., y Brochado, C. (2016). *Tratamiento corto de 6 días (J-Synch) para IATF en vaquillonas de carne: efecto sobre el folículo ovulatorio y el cuerpo lúteo*. Montevideo: (Tesis de Doctorado) Universidad de la República. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/10321>
- Auzmendi, M., Cabodevila, J., Callejas, S., y Vater, A. (2015). *Tasas de concepción en rodeos lecheros utilizando progesterona y diferentes sales de estradiol*. (Tesis de pregrado). UNCPBA, p. 12-16. <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/726/1/TMV124.pdf>
- Barth, A. (1999). La filosofía de la evaluación de toros: ¿Es importante tomar una muestra de semen? En: Resúmenes 3er. Simposio Internacional de Reproducción Animal organizado por el Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC) :1-7
- Benito, J., Preisegger, G., Cabodevila, J., y Callejas, S. (2018). *Efecto de tratamientos cortos con progesterona sobre la preñez de vaquillonas inseminadas a tiempo fijo*. (Tesis de pregrado). Buenos Aires: UNCPBA Facultad de Ciencias Veterinarias. Repositorio Institucional <http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1843>
- Binelli, M., Pugliesi, G., de Oliveira, S., Batista, E., Martins T., Lopes, E., Sponchiado, M., Gonella-Diaza, A., Oliveira M., Rodrigues, M., de Oliveira Cardoso, B., Piffero, Mello, B., Souza, N., Latorraca, L., Cuellar, F. (2017). Programação da receptividade uterina e fertilidade em vacas de corte. *Rev Bras Reprod Anim*; 41:121-129.
- Bó, G. (2015). *Simposio Internacional de Reproducción Animal que el IRAC Lograr protocolos eficientes para IATF, pero con un proestro más prolongado*. (Simposio Internacional de Reproducción Animal) <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-11-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-2015.pdf>
- Bó, G., Baruselli, P. and Mapletoft, R. (2013). Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Anim. Reprod.* 10: 137-142.
- Bó, G., Baruselli, P., Moreno, D., Cutaia, L., Caccia, M., Tríbulo, R., Tríbulo, H., Mapletoft, R. (2002). The Control Of Follicular Wave Development For Self-Appointed Embryo Transfer Programs In Cattle. *Theriogenology*, 57, .53-72. <https://bit.ly/2TnLFOo>.
- Bó, G., Cutaia, L., Souza, A y Baruselli, E. (2009). Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche utilizando dispositivos con progesterona. *Taurus, Bs. As.*, 11(41):20-34.
- Bó, G., de la Mata J., Baruselli P., Menchaca A. (2016). Alternative programs for synchronizing and re-synchronizing ovulation in beef cattle. *Theriogenology* 86, 388-396.

- Bó, G., Huguenine, E., de la Mata, J., Núñez-Olivera, R., Baruselli, R. Menchaca, A. (2018). Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos de carne de América del Sur *Anim Reprod*, 15, págs. 952 - 962
- Bo, G; Caccia, M. (2000). Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino. *Rev. Taurus* 2(5): 23-39. *Ciencia Veterinaria* Vol. 9, N°1, 34-35. <https://bit.ly/2Ub2HiX>.
- Bridges, G., Day, M., Geary, T., and Cruppe, L. (2013). Deficiencies in the uterine environment and failure to support embryonic development. *Journal of Animal Science* 91: 3002-3013.
- Bridges, G., Mussard, M., Burke, C., Day ML. (2010). Influence of length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. *Anim Reprod Sci*; 117:208–15.
- Bridges, G., Mussard, M., Hesler, L., & Day, M. (2014). Comparison of follicular dynamics and hormone concentrations between the 7-day and 5-day CO-Synch + CIDR program in primiparous beef cows. *Theriogenology*, (4), 632-638.
- Callejas, S., Rodríguez, J., Álvarez, S., y Zarzoso, M. (2014). Uso de la eCG administrada en vacas con cría tratadas con un dispositivo intravaginal con progesterona e IATF. *Revista Producción Animal*, 34, (2).
- Calva, J y Cantos, E. (2014). *Determinación del porcentaje de preñez con protocolos IATF en vacas lecheras utilizando benzoato y cipionato de estradiol*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Cuenca EC. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21216>
- Carosso, M., Aguirregabiria, L., Cabodevila, J., Callejas, S. (2016). *Porcentaje de preñez en vaquillonas tratadas con el protocolo j-synch y eCG*. (¿Tesis de pregrado) <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1186/Carosso%2C%20Marcos%20Sebastian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colazo, M., Mapletoft, R, Martínez, M., Kastle, J. (2007). El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. *Ciencia Veterinaria*, 9. (1) ISSN: 1515-1883
- Day, M (2015). State of the art of GnRH-based timed AI in beef cattle. *Anim Reprod* 5;12:473–8.
- de la Mata J., Menchaca A., Bó G. (2015). Tratamientos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas para carne. (*Resúmenes del XI Simposio Internacional de Reproducción Animal*), IRAC, Córdoba, Argentina, pp. 143-157.
- de la Mata J .y Bó. G.A. (2012). Sincronización de celos y ovulación utilizando protocolos de benzoato de estradiol y GnRH en períodos reducidos de

inserción de un dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne. *Taurus* 55:17-23.

- de la Mata, J. (2016). *Prolongación del proestro y reducción del periodo de inserción del dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne inseminadas a tiempo fijo*. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Córdoba. <https://n9.cl/os75>.
- de la Mata J., Núñez R., Cuadro F., Bosolasco D., de Brun V., Meikle A., Bó G.A. and Menchaca A. (2018). Effects of extending the length of pro-oestrus in an oestradiol- and progesterone-based oestrus synchronisation program on ovarian function, uterine environment and pregnancy establishment in beef heifers. *Reprod. Fertil. Dev.* 30, 1541-1552. 2018, 30, 1541-1552. <https://doi.org/10.1071/RD17473>
- De Rensis, F., y López, F. (2014). Uso de gonadotropina coriónica equina para controlar la reproducción de la vaca lechera. *Revista Reproducción de Animales Domésticos*, 15, 177-182.
- Dick, A. (2016). Uso combinado de pinturas y prostaglandina en vacas lecheras cíclicas: propuesta para maximizar la eficiencia y precisión en la detección de celos. *Revista Latinoamericanos de Producción Animal*, ISSN-e 1022-1301, ISSN 1022-1301 24 (3): 149-153. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6802350>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, F.C.A., Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dominicis, O., Madero, S., Catalano, R., Cabodevila, J. y Callejas, S. (2019). Efecto del tratamiento J-Synch sobre el porcentaje de preñez en vaquillonas para cría inseminadas a tiempo fijo. *Rev. Vet.* 30: 31
- Ferreira De Souza, E. (2016). La importancia de la progesterona. Recuperado el 12 de septiembre de 2021, de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/249-importancia_progesterona.pdf
- Filipiak, Y., Viqueira, M., y Bielli, A. (2016). Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos. *Revista SMVU Veterinaria Montevideo*, 14-22.
- Gamboa, H. (2020). *Evaluación de tres protocolos de sincronización para inseminación artificial a tiempo fijo en la respuesta reproductiva de vaquillas Senepol*. (Tesis de maestría). Repositorio ESPAM MFL. <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1241>
- González, C. (2001). *Reproducción bovina* (Primera ed.). Maracaibo: Fundación Grupo de Investigación de la Reproducción Animal en la Región Zuliana.

- Gigli, I., Russo, A., Agüero, A. (2006). Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. In. *Vet*, 8(1): 183-204. redalyc.org/pdf/1791/179114159018.pdf
- Giraldo. J. (2007). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. Medellín. CO. *Revista Lasallista de Investigación*. 4 (1).
- Gómez, F., Sarramone, C y Dick, A. (2021). *Comparación de la respuesta reproductiva de vaquillonas Angus que recibieron el protocolo J-Synch (modificado) vs. el protocolo tradicional*. (Tesis de pregrado). UNCPBA. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/2671>
- Instituto Nacional Meteorología e Hidrografía. (2020). Condiciones climáticas del cantón San Vicente. <https://www.inamhi.gob.ec/>
- La Torre. W. (2001). Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. Lima. PE. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. versión impresa ISSN 1609-9117. 12 (2).
- López, J. (2017). *Comparación de protocolos de IATF convencionales con un protocolo con proestro prolongado en vacas doble propósito en la Amazonía ecuatoriana*. (Tesis de maestría) Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. <https://n9.cl/ltge4>
- López, S. (2020). *Efecto de la gonadotropina coriónica equina (ECG) en la tasa de preñez en vacas Brahman con protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en condiciones de altitud*. (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19468>
- Macmillan, K., Gobikrushanth, M., Sanz, A., Bignell, D., Boender, G., Macrae, L., Mapletoft, R. J., & Colazo, M. G. (2020). Comparison of the effects of two shortened timed-AI protocols on pregnancy per AI in beef cattle. *Theriogenology*, 142, 85-91. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.09.038>
- Menchaca A., Dutra S., Carrau J.M., Sapriza F., Salazar J., de la Mata J.J., Bo G.A. (2015). Melhoria da taxa de prenhez com o protocolo de 6 dias J-Synch em vacas receptoras de embriões produzidos in vitro. SBTE 291. (Abstract).
- Menchaca, A., Dutra S., Carrau, J., Sapriza, F., Bo, G. (2016). Improvements of the new J-Synch protocol used for fixed time embryo transfer (FTET) in beef cattle recipients transferred with in vitro produced embryos. International Congress of Animal Reproduction (ICAR), Tours, Francia, P471.
- Menchaca, A., Núñez, R., García, C., y Cuadro, F. (2017). Efecto de la prolongación del proestro en la fertilidad de los programas de IATF. 12° Simposio de la Reproducción Animal. Universidad Nacional de Villa María.

- Mendes, G. (2018). *Comparación de dos protocolos de sincronización de celos con proestro prolongado utilizando distintos inductores de ovulación en vaquillonas Aberdeen Angus*. (Tesis de maestría). IRAC Universidad Nacional de Córdoba.
- Núñez, R., De Castro, T., García, C., Bó, G., Piaggio, J., Menchaca, y A. (2014). Respuesta ovulatoria y función lútea después de la administración de eCG al final de un tratamiento basado en progesterona y estradiol en el ganado vacuno de carne con anestro posparto. *Revista Ciencia de la Reproducción Animal*, 21, 111-116.
- Núñez, R., Cuadro, F., Bosolasco, B., de Brun, V., de la Mata, J., Brochado, C., Meikle, M., Bó, G., Menchaca, A. (2020). Effect of equine chorionic gonadotropin (eCG) administration and proestrus length on ovarian response, uterine functionality and pregnancy rate in beef heifers inseminated at a fixed-time. *Theriogenology*. Volumen 151:16-27. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.031>
- Orellana (2015). *Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG), en la tasa de preñez con protocolos de IATF en vacas Brown swis*. (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8129>.
- Perry G., Swanson L., Larimore L., Perry B., Djira G. (2014). Relationship of follicle size and concentrations of estradiol among cows exhibiting or not exhibiting estrus during a fixed-time AI protocol. *Domest. Anim. Endocrinol.* 48, 15-20.
- Pino, M. (2017). Manabí provincia pionera del Ecuador en tenencia de ganado, no destaca en producción de leche. *Revista Contribuciones a las Ciencias* 1-6. <http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/01/manabi.html>
- Poodts, G. (2017). Esquemas de sincronización de celo. Engormix. disponible en <https://bit.ly/2OST2KY>
- Raso, M. (2012). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_ganaderia46_inseminacion_ovina.pdf
- Ré, M. (2018). *Tratamientos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas de leche*. (Tesis de maestría) Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. <https://n9.cl/ligdf>
- Ré, M., de la Mata J.J. and Bó G.A. (2014). Synchronization of ovulation in dairy heifers using a shortened estradiol-based protocol that provides for a lengthened proestrus. *Reprod. Fertil. Dev.* 26:118 (abstract).
- Re, M., Curchod G., Alessio D., Caccia M., de la Mata J., Bó G.A. (2015). Tratamientos que prolongan el proestro usando estradiol y progesterona en vaquillonas de leche. (*Resúmenes XI Simposio Internacional de Reproducción Animal*). Cordoba, Argentina, pp. 159-167.

- Riveiro, D., Marín, L., Parra, J., Peña, M., Chacón, L., Gongora, A. (2018). Comparación de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas brahmán. Córdoba. ARG. *Revista MVZ Córdoba*. 23.
- Rodríguez, J. (2017). *Efecto de la prolongación del proestro en protocolos de iatf sobre la dinámica ovárica y la fertilidad en vaquillonas (Bos taurus)*. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5976/Rodr%C3%ADguez> <https://n9.cl/yjdwf>
- Rodríguez, A., y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 82, 10.
- Ruiz, E. 2017. *Efecto de la suplementación de minerales orgánico como complemento a la aplicación de dos protocolos para IATF sobre la tasa de concepción en vacas lecheras: Protocolo convencional* (Tesis de pregrado). ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14534>
- Ruiz, D. (2016). Protocolos de sincronización bovina prolongando la fase lútea, mediante la utilización de dispositivos de progesterona para IATF ó TETF. <https://bit.ly/2MiHJhs>.
- Saldarriaga, E. (2009). Análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo e inseminación artificial a celo detectado, con sus variables económicas y reproductivas. (Informe de prácticas profesionales). Corporación Universitaria Lasallista.
- Santos, O. (20 de Mayo de 2013). Dinámica folicular bovina. Recuperado el 26 de septiembre de 2021, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/dinamica-folicular-bovina-t30124.htm>
- Vallejo, D., Muñoz Y., Chaves C., Astaíza J., (2016). Benavides A., Sincronización de la ovulación en bovinos utilizando gonadotropina coriónica equina con amamantamiento restringido y sin este. *Rev Med Vet.* (35):83-91. <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4391>
- Vega, P., Montiel, J., Chayer, R., Callejas, S., Uslenghi, G. (2011). Efecto de diferentes ésteres de estradiol usados para sincronizar la ovulación sobre el porcentaje de preñez post IATF en vaquillonas Angus. Buenos Aires *AR. Scielo. In Vet.* 13. (2). p 39-45
- Villa, N., Morales. C., Granada. J., Mesa. H., Gómez. G., Molina. J. (2007). Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* Lactantes. Maracaibo. VE. *Revista Científica* 17 (5).
- Yáñez, D., Barbona, I., López, J., Marini, P. (2020). Protocolo J-Synch con y sin eCG en vacas Brown swiss y sus cruizas con *Bos indicus* en la Amazonía ecuatoriana. *Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1) pp. 8-20, <https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.01>

Yáñez, D., López, J., Moyano, J., Quinteros, R., y Marini, P. (2018). Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas con proestro prolongado de 60 y 72 horas. *Revista Agronomía Mesoamericana*. 14(2): 363-373.

ANEXOS

Anexo 1. Aplicación de detector de celo



Anexo 2. Toma de muestras de sangre



Anexo 3. Hormonas utilizadas en la Investigación



Anexo 4. Aplicación de hormonas



Anexo 5. Aplicación de dispositivo Intravaginal



Anexo 6. Retiro de dispositivo Intravaginal



Anexo 7. Chequeo de preñez

