



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA

Trabajo de Graduación

Protocolos de sincronización de celo (Ovsynch modificado vs DIV-B®) en vaquillas de la finca la Esperanza, Matiguas-Matagalpa en el periodo enero-mayo, 2020

Autoras

Br. Mónica Alejandra Olivares Abarca

Br. Tania Belén Videa Torres

Asesores

Julio Omar López Flores. MSc.

MVZ. Víctor Arroyo Benavides

Managua, Nicaragua

Enero, 2021



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA

Trabajo de Graduación

Protocolos de sincronización de celo (Ovsynch modificado vs DIV-B®) en vaquillas de la finca la Esperanza, Matiguas-Matagalpa en el periodo enero-mayo, 2020

Autoras

Br. Mónica Alejandra Olivares Abarca

Br. Tania Belén Videá Torres

Asesores

Julio Omar López Flores. MSc.

MVZ. Víctor Arroyo Benavides

Managua, Nicaragua

Enero, 2021

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito parcial para optar al título profesional de:

Médico Veterinario
En el grado de Licenciatura

Miembros del Honorable Comité evaluador:

M.V. José Miguel Collado Flores

Presidente

Ing. Luis Arturo Toribio Sequeira, MSc.

Secretario

Ing. Rosa Argentina Rodríguez Saldaña, MSc.

Vocal

Viernes, 29 de enero, 2021

Auditorio CECAP

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por estar presente en todos los momentos de mi vida, por regalarme salud y sabiduría para cumplir uno de mis anhelados sueños.

Especialmente le dedico esta tesis a mi madre Reyna Elizabeth Abarca Ramírez, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo, entre los que se incluye este.

A mi padre Leonel Antonio Olivares, a mis hermanas Valeria Olivares Abarca y Laura Marcela Olivares Abarca, por su cariño y apoyo incondicional.

Con todo mi amor a mi amado novio, amigo y gran confidente Dexter Connolly Juárez, que siempre estuvo para mí en la elaboración de esta tesis, por estar en aquellos momentos en que el estudio y trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo. Gracias por toda tu ayuda.

A mi institución y a todos los docentes que formaron parte de mi educación profesional y han compartido conmigo sus valiosos conocimientos.

A todos, gracias por su apoyo

Mónica Alejandra Olivares Abarca

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, permitiéndome haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas.

A mis padres Timoteo Videa y María Teresa Tórres, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, quienes con paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más.

A mi hermana gemela Frania Videa, quien me anima siempre a ser mejor, que con su ejemplo me inspira y en los momentos difíciles ha sido mi apoyo.

Al amor de mi vida va dedicado este esfuerzo, Pastor Ulises Gutiérrez que con su apoyo, amor y paciencia me ayudó a concluir esta meta, a pesar de las adversidades, siempre supo esperarme.

Tania Belén Videa Torres

AGRADECIMIENTOS

A Dios padre, por habernos guiado en todo momento, porque gracias a él encontramos a las personas idóneas para poder llevar a cabo este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria, por habernos acogido y brindado la oportunidad de formar parte de esta comunidad Universitaria y por todo el apoyo que nos brindaron durante nuestra formación.

Al proyecto JARC, por abrirnos las puertas de su finca, sugerir este tema de tesis y brindarnos asesoramiento y disposición de tiempo.

A nuestros asesores, Dr. Julio López Flores y Dr. Víctor Arroyo Benavides, por su colaboración y orientación en la realización de nuestra tesis, que, de no ser por su ayuda incondicional, no sería posible la culminación de este estudio en tiempo y forma.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Antecedentes	4
3.2. Ciclo estral de la hembra bovina	5
3.3. Fases del ciclo estral	6
3.4. Etapas del ciclo estral	6
3.4.1. Proestro	6
3.4.2. Estro	7
3.4.3. Metaestro	8
3.4.4. Diestro	8

3.5.	Dinámica Folicular	9
3.5.1.	Reclutamiento	9
3.5.2.	Selección	10
3.5.3.	Dominancia	10
3.6.	Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)	12
3.6.1.	Beneficios de IATF	12
3.6.2.	Puntos importantes al establecer un programa de sincronización	12
3.7.	Protocolos para controlar el ciclo estral e implementar una IATF	13
3.7.1.	Método Ovsynch	13
3.7.2.	Uso de dispositivos intravaginales con progesterona	15
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1.	Ubicación del área de estudio	16
4.2.	Diseño de la investigación	17
4.3.	VARIABLES EVALUADAS	19
4.4.	Análisis de datos	20
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1.	Porcentaje de preñez con relación al celo detectado antes de la IATF	21
5.2.	Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)	22
5.3.	Porcentaje de Preñez Acumulada Sincronización más Toro (PAST)	23
5.4.	Porcentaje de retorno a ciclicidad	24
5.5.	Análisis de costos	26
VI.	CONCLUSIONES	28
VII.	RECOMENDACIONES	29
VIII.	LITERATURA CITADA	30
IX.	ANEXOS	35

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Aplicación de productos hormonales, método A	18
2. Aplicación de productos hormonales, método B	18
3. Costo unitario por animal tratado con Ovsynch	26
4. Costo unitario por animal tratado con DIV-B®	27
5. Comparación de los costos de los dos tratamientos por lote	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Interacciones hormonales del eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario	6
2. Ondas de crecimiento folicular	11
3. Protocolo Ovsynch convencional	14
4. Ubicación de Matagalpa en el país	16
5. Resultados obtenidos del porcentaje de preñez en relación al celo detectado antes de la IATF para ambos protocolos.	22
6. Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)	23
7. Porcentaje preñez acumulada	24
8. Porcentaje de retorno a ciclicidad (PRC)	25
9. Número de vaquillas que retornaron a ciclicidad y vaquillas aciclicas.	25

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PAGINA
1. Hoja de expediente por cada animal.	36
2. Aplicación de hormonas	37
3. Inserción de dispositivo DIV-B	37
4. Retiro de dispositivo DIV-B	38
5. Selección del semen	38
6. Preparación de pistola para inseminar	39
7. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)	39

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la finca La Esperanza del municipio de Matiguas. En el periodo enero – mayo 2020. Los objetivos fueron evaluar dos protocolos de sincronización de celo, en vaquillas; valorando la efectividad, de acuerdo a la inducción a la ciclicidad y porcentaje de preñez. Se compararon los protocolos hormonales Ovsynch modificado vs DIV-B®, para la sincronización de vaquillas. Para el experimento se conformaron 2 grupos de 16 vaquillas cada uno, entre las edades de 22 a 24 meses, con condición corporal (CC) de 3 a 3.5, se examinaron a través de palpación transrectal para definir su estado ginecológico, ciclicidad y descartar patologías reproductivas. Se consideraron las siguientes variables: 1- Porcentaje de preñez con relación al celo detectado antes de la IATF, 2- Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS), 3- Porcentaje de preñez acumulada sincronización más toro (PAST), 4- Porcentaje de retorno a ciclicidad (PRC); se realizó un análisis de costos por protocolo. Los resultados obtenidos para el tratamiento DIV-B® demostraron un PPPS de 37.5%, el de PAST un 62.5% y un porcentaje de retorno a ciclicidad de 68.75%, mientras que los resultados para Ovsynch mostraron un PPPS de 25%, un PAST de 50% y un porcentaje de retorno a ciclicidad de 81.25%, lo que se traduce en que se logró mayor concepción a primer servicio con DIV-B® que con Ovsynch, sin embargo, los resultados indicaron que hubo mayor inducción a ciclicidad con el método Ovsynch en comparación al DIV- B®.

Palabras claves: DIV, Ovsynch, IATF, Condición corporal, PAST, PPPS.

ABSTRACT

This research was carried out at the La Esperanza farm in the municipality of Matiguas. In the period January - May 2020. The objectives were to evaluate two heat synchronization protocols, in heifers; assessing the effectiveness, according to the induction of cyclicity and percentage of pregnancy. Modified Ovsynch vs DIV-B® hormonal protocols were compared for heifer synchronization. For the experiment, 2 groups of 16 heifers each were formed, between the ages of 22 to 24 months, with body condition (CC) of 3 to 3.5, they were examined through transrectal palpation to define their gynecological status, cyclicity and rule out pathologies reproductive. The following variables were considered: 1- Percentage of pregnancy in relation to heat detected before the IATF, 2- Percentage of pregnancy at first service (PPPS), 3- Percentage of cumulative pregnancy synchronization plus bull (PAST), 4- Percentage of return to cyclicity (PRC); a cost analysis per protocol was performed. The results obtained for the DIV-B® treatment showed a PPPS of 37.5%, that of PAST 62.5% and a percentage of return to cyclicity of 68.75%, while the results for Ovsynch showed a PPPS of 25%, a PAST of 50% and a percentage of return to cyclicity of 81.25%, which translates into greater first-service conception with DIV-B® than with Ovsynch, however, the results indicated that there was greater induction of cyclicity with the method Ovsynch compared to DIV-B®.

Key words: DIV, Ovsynch, IATF, Body condition, PAST, PPPS

I. INTRODUCCIÓN

Entre los mayores problemas que pueden presentarse en una explotación ganadera, está la baja eficiencia reproductiva caracterizada por bajos porcentajes de fertilidad, y es uno de los principales problemas que se presenta en el trópico, que repercuten negativamente en la producción. (Vásquez y Figueroa, 2014)

Los beneficios de un manejo reproductivo planificado en bovinos, incluyen la predeterminación de la fecha de parto. Esta planificación provoca una mejora en la eficiencia reproductiva. El comportamiento reproductivo de las novillas de reemplazo como futuras productoras significa el resultado del proceso de mejora genética a la vez que el de mejora del manejo del hato, y ello debe reflejarse en la eficiencia reproductiva. (Castillo y García, 2014)

La sincronización de celo se ha convertido en una herramienta para aumentar la eficiencia reproductiva de un hato ganadero. Consiste en el proceso de manipulación y control del ciclo estral, de manera que las hembras de un hato queden preñadas en un determinado tiempo. También es considerada una técnica que permite un manejo uniforme del hato a la hora de la inseminación y en la época de parto, logrando que ésta suceda en la época de mayor cantidad y calidad de pasturas, garantizando un mejor manejo de los animales. (Avaroma y Chérigo, 2010)

El conocimiento del efecto de diversas hormonas en el ciclo reproductivo de la vaca ha permitido manipularlo y así sincronizarlo. Para inducir el celo se pueden usar progestágenos, prostaglandinas u hormonas liberadoras de gonadotropinas (Avaroma y Chérigo, 2010)

El control del ciclo estral mediante el uso de dispositivos intravaginales permite implementar programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) con resultados satisfactorios. El uso de la Inseminación Artificial (IA), tiene la ventaja de incorporar genética de animales superiores y que se adapten a las condiciones del sistema productivo. (Novoa, Preisseiger, Zangrilli, & Callejas, 2013)

El Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B ®) es un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona, utilizado para la regulación del ciclo estral en bovinos. Libera progesterona a partir de la colocación del dispositivo, y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica (Vásquez y Figueroa, 2014)

Ovsynch, se basa en el uso de GnRH más prostaglandinas, que permiten la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) sin la necesidad de la detección de celo. Este protocolo se ha diseñado para realizar la inseminación en el momento más apropiado en relación a la ovulación, generando mejoras en la fertilidad. (Rodríguez, Chavarría, Meza, Alvarado, Morales, González, Calderón, Velis, García, 2018)

Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el porcentaje de preñez en 16 vaquillas sincronizadas con Dispositivo Intravaginal Bovino DIV-B® vs 16 vaquillas sincronizadas con protocolo Ovsynch.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Evaluar la inducción a ciclicidad en vaquillas y porcentaje de concepción, mediante dos protocolos hormonales: “Ovsynch modificado vs DIV-B®”, en la finca La Esperanza, Matiguas, Matagalpa en el periodo de enero-mayo 2020.

2.2. Específicos

- Valorar la efectividad de los métodos Ovsynch modificado vs DIV-B® con base en los resultados del porcentaje de preñez en vaquillas.
- Evaluar el retorno a la ciclicidad después de la sincronización de los protocolos hormonales Ovsynch modificado vs DIV-B®.
- Estimar los costos parciales de ambos protocolos de sincronización.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Antecedentes

López (2014) evaluó la efectividad del método de sincronización Ovsynch (BAYER) vs Dispositivo Intravaginal bovino (SYNTEX) en vacas lecheras, comprobando que con el método Ovsynch los resultados de preñez obtenidos fueron del 50%, y con Dispositivo intravaginal se obtuvieron resultados de preñez en vacas al primer servicio de 66.66%, respondiendo con éxito a los tratamientos aplicados.

Bueno y Dunn (2008) determinaron el porcentaje de preñez, porcentaje de inducción y sincronización de celo, en vaquillas anestrícas que fueron tratadas con CIDR (Dispositivo Intravaginal con Progesterona), observando que el 100% de las vaquillas manifestaron comportamiento de celo al aplicar 0.5 o 1.0 mg de BE 24 horas después de retirado el CIDR, Los tratamientos que obtuvieron una mejor respuesta en el primer servicio fueron CIDR+ BE y CIDR+ GnRH con resultados de 88.88% de preñez.

Paredes (2013) realizó una investigación para determinar la eficiencia de dos implantes (DIB – CIDRS) en la sincronización de la ovulación en bovinos Holstein. Se evaluó la sincronización de la ovulación, con base al implante de dos tipos de dispositivos hormonales (DIB y CIDRS), e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), utilizándose 10 vacas Holstein (5 por tratamiento). Los resultados experimentales determinaron con la aplicación del DIB, el 100 % de las vacas presentaron celo entre las 49-56 horas de retirado el dispositivo, mientras con el CIDRS el porcentaje fue del 80 % de los animales y en un tiempo menor (31-61 horas), el porcentaje de concepción con el DIB fue del 80 % y con el CIDRS 40 %.

Serrano (2012) evaluó el efecto de la presincronización con prostaglandina (PGF 2α) sobre la tasa de preñez en vacas Holstein en distintos estadios posparto. Se sincronizaron 182 vacas divididas en dos grupos en distintas etapas posparto 68-687 días. Al grupo uno con 90 vacas pre sincronizadas se les aplicó un Presynch seguido de Ovsynch 56, Grupo dos con 92 vacas se le aplicó Ovsynch 56. El resultado general de preñez en 182 vacas tratadas fue de 50.55%, en cuanto al resultado de preñez por protocolo, en el grupo uno se preñó el 42.39% y en el grupo dos el 58.89%, el protocolo Ovsynch para este tipo de animales obtuvo mejores resultados.

Lumbí y Vargas (2014) evaluarón la efectividad de tres protocolos de sincronización en vaquillas (DIB, Prostaglandina + Prostaglandina y una sola dosis de Prostaglandina) para el experimento se conformaron tres grupos de 20 vaquillas.

Los resultados del tratamiento 1 (DIB) en cuanto al porcentaje de preñez al primer servicio fue del 80 % y al segundo servicio fue del 50 %, para una preñez acumulada del 90%, con el tratamiento 2 (PGF2 α + PGF2 α) el resultado de preñez al primer servicio fue del 50% y al segundo servicio fue del 33.33 %, con una preñez acumulada del 60 %, con el tratamiento 3 (una sola aplicación de PGF2 α) el resultado de preñez al primer servicio fue del 40 % y al segundo servicio fue del 7.70 %, para una preñez acumulada del 40 %.

3.2. Ciclo estral de la hembra bovina

Una mejor comprensión de la fisiología del ciclo estral y la función ovárica, ha resultado en una mayor capacidad para manipular su control.

Pérez (2013) sostiene que el ciclo estral constituye un complejo proceso que se desarrolla por repetición a partir de la pubertad y durante la vida reproductiva de las hembras domésticas, regulado por el eje hipotálamo hipófisis ovario, en el que se producen cambios conductuales, morfofisiológicos, histológicos y bioquímicos del aparato genital, que permiten la aceptación del macho. La fase más significativa la constituye el estro, único momento en el que la hembra muestra receptividad sexual a consecuencia del incremento mantenido de los estrógenos.

Los bovinos son animales poliéstricos con ciclos estrales cada 21 días (rango 17-24 días) en promedio. El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos, entre ellos están el eje hipotálamo, hipófisis, el ovario y el útero.

La figura 1, muestra un esquema simplificado de cómo los órganos y hormonas actúan durante el ciclo estral.

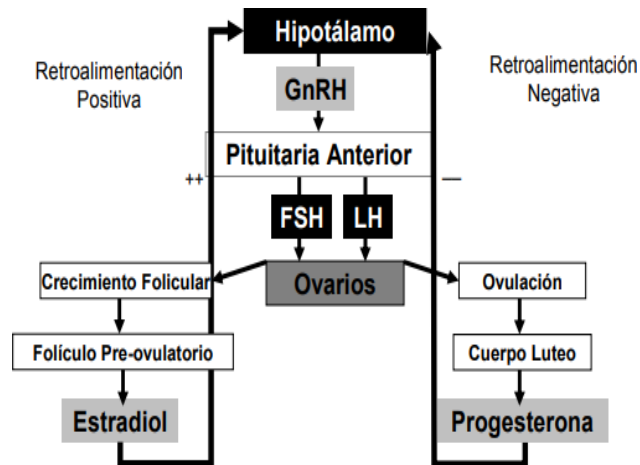


Figura 1. Interacciones hormonales del eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario

Fuente: Rippe (2009)

Las hormonas sirven como mensajeros químicos que viajan por la sangre hacia órganos y tejidos específicos que contienen receptores para hormonas específicas y que regulan las fases del ciclo estral (Rippe, 2009)

3.3. Fases del ciclo estral

El ciclo estral se puede dividir en tres fases:

- Fase Folicular o de regresión del cuerpo lúteo (proestro)
- Fase Preovulatoria (Estro y Metaestro)
- Fase Luteal (Diestro)

3.4. Etapas del ciclo estral

3.4.1. Proestro

El proestro se caracteriza por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional y por el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio.

El proestro en la vaca dura en promedio de 2 a 3 días. Un evento hormonal característico de esta etapa es el incremento de la frecuencia de los pulsos de secreción de LH que conducen a la maduración final del folículo ovulatorio, que se refleja en un incremento de las concentraciones de estradiol. Cuando los niveles de estradiol alcanzan su nivel máximo provocan el estro y desencadenan el pico preovulatorio de LH, completándose así el ciclo estral. (Hernández, 2013)

3.4.2. Estro

En esta etapa la hembra acepta la cópula y se muestra receptiva a la monta. Esta conducta es determinada por un incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por un folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. (Hernández, 2013)

La conducta estral tiene como fin llamar la atención del macho para el apareamiento. Por efecto de los estrógenos, la hembra está inquieta, camina más, interactúa con sus compañeras y acepta la monta de otra hembra (conducta homosexual). También los estrógenos provocan turgencia del útero, edema en los genitales externos y producción de moco cervical. La duración del estro es de 12 a 18 h y es afectada por el tipo de ganado y por las condiciones ambientales. (Hernández, 2013)

El inicio del estro guarda una relación temporal con la secreción ovulatoria de LH (pico de LH), puesto que los estrógenos al mismo tiempo que provocan la conducta estral también desencadenan el pico de LH. Entre el inicio del estro y el pico de LH transcurren de 2 a 6 horas, y en algunos casos estos dos eventos ocurren simultáneamente.

La ovulación mantiene una relación temporal constante con el pico de LH, en general, la ovulación ocurre de 28 a 30 h después del pico de LH, o, visto de otra manera, de 30 a 36 h después del inicio del estro. Para un mejor entendimiento y manejo de la nomenclatura del ciclo estral, el estro se considera como el día cero del ciclo.

3.4.3. Metaestro

Hernández (2016) expresa que el metaestro es la etapa posterior al estro, tiene una duración de cuatro a cinco días. Durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente se desarrolla el cuerpo hemorrágico (cuerpo lúteo en proceso de formación).

Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/mL, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. El momento en que las concentraciones de progesterona son superiores a 1 ng/mL se toma como criterio fisiológico para determinar el final del metaestro y el inicio del diestro. Un evento hormonal que se destaca en este periodo consiste en la presentación del pico pos ovulatorio de FSH, que desencadena la primera oleada de desarrollo folicular.

Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral.

3.4.4. Diestro

El diestro es la etapa de mayor duración del ciclo estral, de 12 a 14 días. Durante esta etapa el cuerpo lúteo mantiene su plena funcionalidad, lo que se refleja en concentraciones sanguíneas de progesterona, mayores de 1 ng/ml. (Hernández, 2016)

Además, en esta etapa se pueden encontrar folículos de diferente tamaño debido a las oleadas foliculares. Después de 12-14 días de exposición a la progesterona, el endometrio comienza a secretar PGF2a en un patrón pulsátil, el cual termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En términos endocrinos cuando el cuerpo lúteo pierde su funcionalidad, es decir, cuando las concentraciones de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/ml, termina el diestro y comienza el Proestro. (Hernández, 2016)

Cabe mencionar que, durante esta etapa, la LH se secreta con una frecuencia muy baja y la FSH tiene incrementos responsables de las oleadas foliculares.

3.5. Dinámica Folicular

Los ciclos estrales en bovinos están compuestos de 2 ó 3 ondas foliculares, tanto en ciclos de 2 ondas como en los de 3, la emergencia de la primera onda folicular ocurre el día de la ovulación, en ciclos de 2 ondas, la segunda onda emerge los días 9 ó 10, en ciclos de 3 ondas, la segunda onda emerge los días 8 ó 9, la tercera onda emerge los días 15 ó 16. El ciclo estral tiene una duración entre 20 y 23 días en ciclos de 2 y 3 ondas respectivamente (Colazo, Mapletoft, Martínez, Kastelic, 2007)

El reclutamiento de ondas foliculares y la selección de un folículo dominante se realiza sobre la base de la respuesta diferencial a la FSH y la LH. Los picos en las concentraciones de FSH en plasma son seguidas, 1 ó 2 días más tarde, con la emergencia de una nueva onda folicular. Luego la FSH es suprimida por productos de los folículos en crecimiento (Ej. estradiol e inhibina). En cada onda, el folículo que primero adquiere receptores de LH se convierte en el folículo dominante, mientras que los subordinados (que siguen dependiendo de la FSH) sufren atresia. (Colazo, *et al* 2007)

La supresión de la LH, como consecuencia de la secreción de progesterona del cuerpo lúteo (CL) termina causando que el folículo dominante interrumpa sus actividades metabólicas, lo cual lleva a la regresión, a un nuevo pico de FSH y a la emergencia de una nueva onda folicular. La regresión luteal permite que aumente la frecuencia de pulsos de LH. El crecimiento del folículo dominante aumenta y se eleva la concentración de estradiol, lo que resulta en una retroalimentación positiva del eje hipotalámico hipofisiario, un pico de LH y la ovulación (Colazo, *et al* 2007)

Una oleada de crecimiento folicular se caracteriza por:

3.5.1. Reclutamiento

Sagbay (2012) expresa que el reclutamiento es la fase inicial del crecimiento folicular, originada a partir de los folículos primordiales, presumiblemente es independiente de las gonadotropinas hipofisiarias y se caracterizan por un desarrollo lento de los folículos, que dura cuatro a seis

meses hasta su conversión en folículo antral pequeño. En contraste con ésta, la etapa final denominada fase folicular que se desarrolla en forma de ondas, tiene crecimiento rápido influenciado por las hormonas gonadotrópicas, hasta convertirse en folículo maduro

Sagbay (2012) cita a Acuña (2007) “En esta etapa, los folículos en crecimiento no disponen de un número suficiente de receptores de LH para responder a una estimulación de tipo LH, razón por la cual esta fase del crecimiento recibe a veces el nombre de FSH dependiente”.

3.5.2. Selección

Pfño (2017) expresa que la selección de un folículo dominante se refiere al mecanismo que determina cual folículo de la cohorte es seleccionado para continuar creciendo y convertirse en dominante. El principal evento morfológico en el proceso de selección es la divergencia. La divergencia corresponde al tiempo durante el cual el folículo dominante y el subordinado más desarrollado crecen a tasas diferentes, antes de que el subordinado manifieste atresia.

Sagbay (2012) cita a Samuel (2001) exponiendo que: La FSH estimula la actividad de la aromatasa de las células de la granulosa, lo que produce altas concentraciones intrafoliculares de estrógenos, la síntesis de estrógenos por parte de este folículo dominante, es responsable de la diferencia en las concentraciones de estrógenos observadas en la vena ovárica entre los días 5 y 7 de la fase folicular, se anticipa la formación del antro y la adquisición de receptores de LH.

El folículo dominante pasa entonces por una secuencia ordenada de eventos en los que la FSH y los estrógenos estimulan el crecimiento, formación del antro folicular y la aparición de receptores de LH.

3.5.3. Dominancia

Una vez seleccionado, el folículo tiene un papel activo en la inhibición del crecimiento de los demás folículos de la misma ola, a este efecto se le llama dominancia. Dependiendo si el cuerpo

lúteo regresa o no, el folículo ovulará o regresará (Folículo dominante anovulatorio) (Fernández, 2008)

Durante esta etapa llegan al folículo dominante estímulos hormonales que colaboran para el aumento de su irrigación sanguínea. La maduración de este folículo se relaciona con los niveles altos de proteína reguladora esteroideogénica aguda (StAR), síntesis de receptores para FSH y LH (principalmente de receptores para la hormona LH-LHR), así como la elaboración de proteínas y enzimas aromatasas necesarias para la síntesis y secreción de andrógenos y progestágenos. (Tovio y Duica, 2012)

El folículo dominante alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás (diámetro mayor a 10 mm) y es responsable de la secreción de estradiol (Tovio y Duica, 2012) adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos. La causa de regresión del folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas), sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular. (Chalacán, 2015)

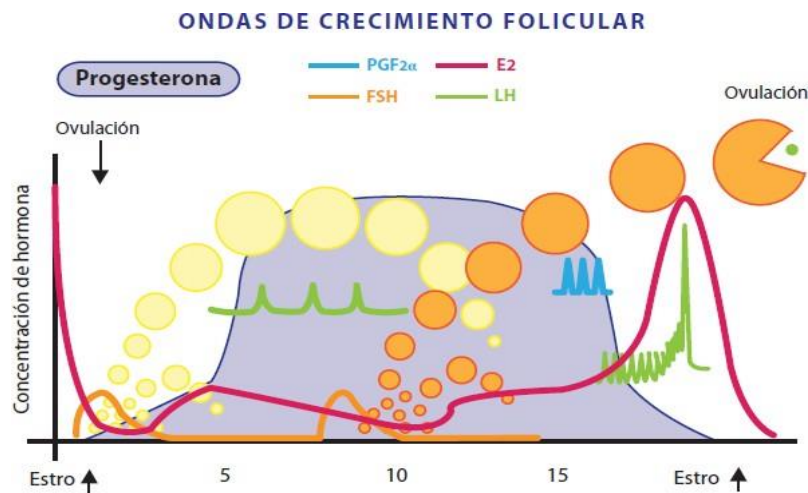


Figura 2. Ondas de crecimiento folicular

Fuente: Cría y salud (2011)

3.6. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

García, Rabaglino, Torretta, (2017) aducen que la inseminación artificial (IA) es la técnica de manejo reproductivo más apropiada para acelerar el avance genético y el retorno económico. Es una biotecnología que se usa de rutina en los rodeos lecheros.

La sincronización de la ovulación permitió desarrollar un método de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), que no necesita de la detección de celos, y permite sincronizar los celos y ovulaciones, haciendo posible inseminar una gran cantidad de animales en un período corto de tiempo. Raso (2012)

3.6.1. Beneficios de IATF

- Evitar la detección de celo, que constituía el principal factor de error y de bajos resultados.
- Acortar el período de anestro post-parto.
- Aumentar la proporción de vientres que se preñan temprano.
- Mejor atención de los partos.
- Mejor implementación del destete precoz, al lograr lotes de terneros más homogéneos.
- Mejor utilización de los recursos forrajeros.

Para lograr implementar la IATF, se realizan tratamientos que permiten controlar el ciclo estral.

3.6.2. Puntos importantes al establecer un programa de sincronización

Paredes (2013), indica que los puntos importantes al establecer un programa de sincronización son:

- Confirmar la actividad cíclica por palpaciónrectal
- Estado nutricional y salud del hato
- Registros individuales
- Programa de inseminación artificial

3.7. Protocolos para controlar el ciclo estral e implementar una IATF

Para evitar los inconvenientes de la detección de celos, se desarrollaron protocolos de control y sincronización del ciclo estral; provocando luteólisis, supresión de la actividad ovárica o induciendo y sincronizando el desarrollo folicular y la ovulación. García *et al.*, (2017)

Podemos dividir los protocolos para controlar el ciclo estral en aquellos que utilizan combinaciones de GnRH y prostaglandina F2 α (PGF) y los que utilizan dispositivos con progesterona (P4) y estradiol. De los primeros mencionados, el más utilizado es el llamado Ovsynch, que existe desde hace más de 10 años y se ha utilizado ampliamente alrededor del mundo.

Los métodos mencionados son muy utilizados porque permiten tanto sincronizar la ovulación de los animales que se encuentran ciclando, como inducir actividad ovárica en aquellos que están en anestro. (Cuevas, 2015)

3.7.1. Método Ovsynch

La propuesta básica de este método consiste en lograr sincronizar eficientemente una onda folicular para llevarla a la ovulación en un momento esperado, permitiendo inseminar los animales aún sin presencia de celo evidente, puesto que lo que interesa es tener un óvulo en el útero y no un celo en el animal.

En el protocolo Ovsynch clásico, se administra una primera dosis de GnRH para inducir la ovulación, promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular. La PGF2a administrada 7 días después, se utiliza para inducir la luteólisis del nuevo CL y la última GnRH se administra 48 horas después, para inducir la ovulación del nuevo folículo. La IATF se lleva a cabo de 16 a 24 horas. (Cuevas, 2015)

El tratamiento con un agonista de Gn-RH al día 0 e iniciado en cualquier momento del ciclo, induce la liberación de LH y FSH, en respuesta a la LH, desaparece el folículo dominante de la onda folicular en curso (dependiendo de su etapa de desarrollo) ya sea por ovulación y formación de un nuevo cuerpo lúteo o por atresia.

En ambos casos desciende el nivel de estradiol y se inhibe la posibilidad de un celo espontáneo entre los días 0 y 7 del tratamiento, si existe un CL al momento de la inyección de GnRH, la LH liberada incrementa el número de las células luteales grandes. (Fernandez, 2003)

La FSH induce el pasaje de folículos Clase 1 a Clase 2 pero también aumenta la posibilidad de atresia en la población folicular Clase 2. A los dos días del tratamiento con GnRH se inicia una nueva onda folicular y dos días más tarde ya existe un nuevo folículo dominante de la onda folicular inducida. Fernández (2003)

La inyección de PGF2 α ; en el día 6-7 provoca la luteólisis, consecuentemente aumenta la concentración de estradiol (E2), así como las pulsaciones de LH, ocurriendo un estro sincronizado que desencadena el pico preovulatorio de LH, permitiendo que el folículo dominante se transforme en folículo ovulatorio. Sin embargo, existe un porcentaje bajo de animales que no presentan estro debido a una luteólisis incompleta, por lo que el folículo dominante se transforma en folículo dominante persistente. La segunda y última inyección de GnRH a las 48 horas después de la inyección de la prostaglandina asegura la ovulación del nuevo folículo dominante. Fernández (2003)

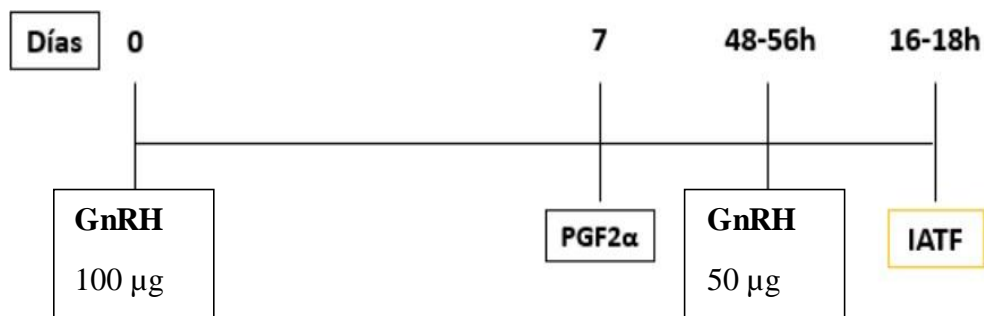


Figura 3. Protocolo Ovsynch convencional

Fuente: Obando (2020)

3.7.2. Uso de dispositivos intravaginales con progesterona

Desde que se crearon estos dispositivos han sido desarrollados una gran cantidad de protocolos. Los primeros tratamientos evaluados tuvieron una duración de 14 a 21 días y resultaron en una buena sincronía de celos, pero baja fertilidad, principalmente debido a la formación de folículos persistentes. (Bó *et al.*, 2002)

Bó *et al.*, (2002) expresan que para inducir la regresión luteal, se combinaron estos dispositivos con una cápsula que contenía 10 mg de benzoato de estradiol, que se administraba en el momento de la inserción del dispositivo, posteriormente, con el aumento del conocimiento y el desarrollo de nuevos tratamientos, se optó por recomendar la administración de PGF2a al final del tratamiento.

Estos tratamientos tuvieron un resultado variable, debido a que si eran iniciados en la fase luteal tardía (después del día 14), resultaban en una baja fertilidad. Para evitar el desarrollo de folículos persistentes y a partir de trabajos que demostraron que la administración de BE por vía IM indujo el crecimiento de una nueva onda folicular 4 días después, se desarrollaron protocolos de 7 u 8 días de duración. (Bó *et al.*, 2002)

El tratamiento más utilizado consiste en administrar 2 mg de BE al momento de la inserción del dispositivo en el Día 0, remover el dispositivo en el Día 7 u 8 y administrar PGF2a. Veinticuatro horas después se administra 1 mg de BE para sincronizar la ovulación y la IATF se realiza entre las 48 y 56 horas pos-remoción. (Cuevas, 2015)

La colocación de un dispositivo intravaginal con progesterona imita la presencia de un cuerpo lúteo o una fase luteal de corta duración (7-8 días), suprimiendo la manifestación de celo. En los animales en anestro inducen la actividad sexual impregnando al eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario con progesterona. La combinación de estos dispositivos con una dosis de BE al inicio del tratamiento, produce la regresión del folículo dominante y el inicio de una nueva onda de crecimiento folicular, alrededor del día 4 de aplicada la dosis de BE, generando un folículo dominante joven al momento del retiro. (Carosso, 2016)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del área de estudio

La presente investigación se realizó en la finca La Esperanza, propiedad del proyecto JARC, llamado así por las iniciales de los propietarios (Jaime, Arroyo, Raquel, Cindy), un proyecto en crecimiento dedicado a la producción lechera, ubicado en Matiguas, Matagalpa, en el periodo 2020.

El departamento de Matagalpa se encuentra ubicado, entre los 12° 31' y 13° 20' de latitud norte, y los 84° 45' y 86° 15' de longitud oeste. Limita al norte con Jinotega, al este con las dos Regiones Autónomas, al sur con los departamentos de Managua y Boaco, al oeste con Estelí y León. El departamento posee una superficie de 6,803.86 km² y está dividido política y administrativamente en 13 municipios, siendo éstos los siguientes: Rancho Grande, Río Blanco, El Tuma-La Dalia, San Isidro, Sébaco, Matagalpa, San Ramón, Matiguás, Muy Muy, Esquipulas, San Dionisio, Terrabona y Ciudad Darío. (INEC, 2001)

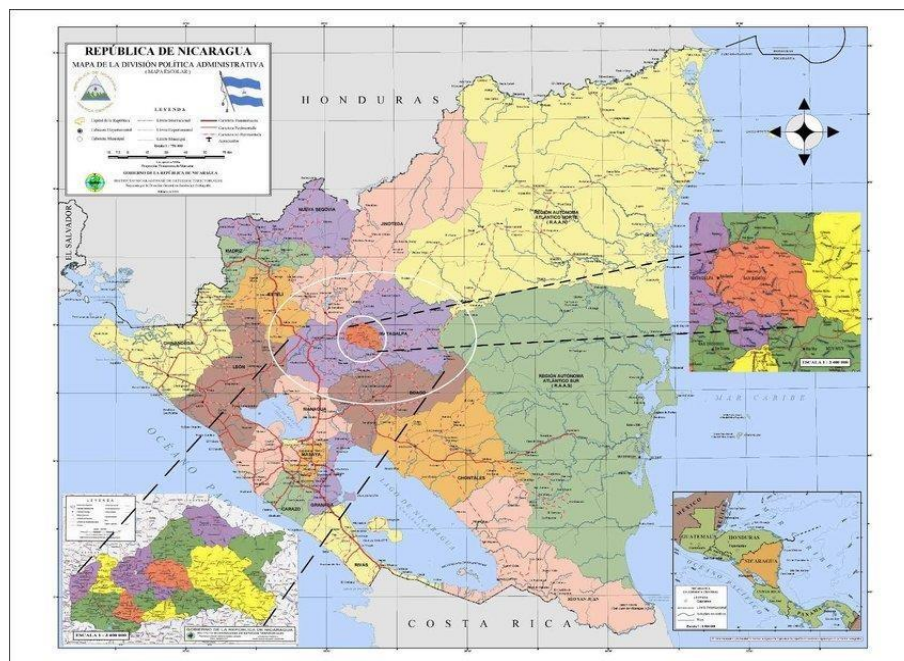


Figura 4. Ubicación de Matagalpa en el país

Fuente: INETER (2001)

Matiguas, es el municipio de mayor extensión territorial del departamento de Matagalpa, situado en el epicentro del país, también es una de las cuencas lecheras más grandes del país. Está ubicado entre las coordenadas 12° latitud norte, 85° 27' longitud oeste. Con una altitud de 297.08 msnm, La cabecera municipal está ubicada a 265 kilómetros de la capital de Managua. Instituto Nacional de Información y Desarrollo (2005)

La finca La Esperanza se encuentra ubicada en el municipio de Matiguas Matagalpa en la comarca La Esperanza, posee una extensión de 70 mz, que cuentan con pastos mejorados como Brizantha, Toledo, Mombaza.

La finca es parte del proyecto JARC, dedicado a la explotación lechera, este proyecto cuenta con tres fincas, distribuidas en diferentes áreas, conformando un solo nicho donde el ganado es rotado. La finca La Esperanza se dedica a brindar el seguimiento y la preparación de las vaquillas que serán las próximas reproductoras.

Las vaquillas presentes en la finca La Esperanza, son mestizas con encaste en pardo suizo, brahmán y holstein. Actualmente en la finca se está trabajando con sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).

Se inició con la aplicación de los tratamientos el 22 de enero 2020 y finalizó con la obtención de resultados el 22 de mayo de 2020.

4.2 Diseño de la investigación

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo experimental, con análisis descriptivo en el cual se evaluaron dos protocolos de sincronización de celo, Ovsynch modificado vs DIV-B® en vaquillas, evaluando así el porcentaje de concepción en vaquillas y respuesta a la inducción de ciclicidad de ambos protocolos de sincronización de celo.

Para el experimento se conformaron dos grupos de 16 vaquillas mestizas con encaste en brahmán, pardo suizo, holstein. Estas fueron seleccionadas entre las edades 22 a 24 meses para lo cual se revisaron los registros de control de ganado, que poseía el encargado, con un peso de 320kg a 350kg, y una condición corporal entre 3 a 3.5, que fue evaluada en base al sistema actualizado de Coleen Jones (2004), se realizó examen fisiopatológico a las 32 vaquillas, previo a la terapia hormonal, para descartar patologías reproductivas.

Las 32 vaquillas mestizas seleccionadas, fueron inseminadas con semen convencional de girolando. Las vaquillas a estudio fueron sometidas a las mismas condiciones ambientales, y mismo manejo, en las cuales fueron evaluados los siguientes métodos hormonales:

Método A: Ovsynch modificado

Método B: DIV-B®

Antes de la aplicación de ambos tratamientos, se llevó a cabo un proceso de preparación de las vaquillas por parte del propietario de la finca, que consistió en la aplicación de desparasitante, minerales y vitaminas para maximizar la eficacia reproductiva de las vaquillas.

Productos comerciales utilizados: ivomec, acuprin, selevit, vigantol, vitalfos.

En el cuadro 1, se detalla el protocolo de sincronización del método A

Cuadro 1. Aplicación de productos hormonales, método A

Ovsynch modificado				
Día	0	7	48 horas	16 a 18 H
Fecha	22 enero	29 enero	31 enero	1 febrero
Hora	5:00 pm	5:00 pm	5:00 pm	9:00 am
Productos aplicados	2 ml de Gonavet	2 ml ciclase	2 ml Gonavet 1 ml cipiosyn	IATF

Cuadro 2. Aplicación de productos hormonales, método B

DIV- B®			
Día	0	8	48 H
Fecha	22 enero	30 enero	01 febrero
Hora	10:00 Am	10:00Am	10:00 Am
Productos aplicados	Inserción del DIB 2 ml gonadiol	Retiro DIB 2ml ciclase 1 ml cipiosyn 1.5 ml novormon	IATF

4.3. Variables evaluadas

Los datos evaluados corresponden a la medición de las siguientes variables:

- *Porcentaje de preñez con relación al celo detectado antes de la IATF*

El uso de cipionato de estradiol como inductor de la ovulación y la posibilidad que algunas vacas mostraran celo antes que otras en los protocolos de IATF con cipionato de estradiol, despertó la posibilidad de introducir la pintura en la cola u otros elementos de ayuda para determinar si las vacas habían estado en celo o no antes de la IATF. Eso permitió determinar que las vacas que tenían la pintura borrada o el parche activado en el momento de la IATF, tenían un mayor porcentaje de preñez que las que no presentaron el parche activado (Bó *et al.*, 2014)

Lo ideal sería un porcentaje de detección de celo superior al 70%, aunque en la gran mayoría de las granjas no se logra una eficiencia en la detección de celo superior al 50%, si se utiliza algún sistema o dispositivo auxiliar que ayude a mejorar la eficiencia de detección de celo (Kamar, marcadores, podómetros, etc.) ese porcentaje debe estar por encima del 85%. (Casanovas, 2014)

- *Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS)*

Se lleva a cabo, dividiendo el número de vacas que quedaron gestantes entre las que recibieron dicho servicio, ya sea por monta natural o por inseminación artificial. (Lumbí *et al.*, 2014, P5)

Fórmula:

$$PPPS = \frac{\text{NVP al 1er servicio}}{\text{NVS}} * 100$$

Dónde: NVP: Numero de vacas preñadas, NVS: Numero de vacas servidas

- *Porcentaje de Preñez Acumulada Sincronización más Toro (PAST)*

Se calculó con el número total vacas preñadas con inseminación artificial más las preñadas con el servicio del toro dividido para el número total de vacas en estudio. (Lumbí *et al.*, 2014, P5)

$$PAST = \frac{\text{Vacas preñadas IATF} + \text{Repaso Toro}}{\text{total de vacas servidas}} * 100$$

- *Porcentaje de retorno a ciclicidad*

Se calcula con las hembras que mostraron celos fértiles después de la inseminación artificial y que se preñaron con el servicio del toro repasador. (Lumbí *et al.*, 2014, P5)

$$RC = \frac{\text{Vacas preñadas + vacas que presentaron cuerpos Lúteos}}{\text{Numero de vacas sometidas al tratamiento}} * 100$$

- Costos por tratamientos

El costo de cada tratamiento (protocolo) se determinó analizando el valor por animales preñados (estos costos asumen los gastos generados en el tratamiento hormonal, más el semen y la mano de obra) y de manera global por la inversión del tratamiento de todo el lote.

4.4. Análisis de datos

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, haciendo uso del programa Excel.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Porcentaje de preñez con relación al celo detectado antes de la IATF

Se aprecia en la figura 5. La diferencia en el porcentaje de preñez con respecto a las vaquillas que mostraron mayor número de celo, el 62.5% de las vaquillas del método DIV mostraron celo y es el 37.5% de estas que se preñaron a primer servicio. No siendo así con el método Ovsynch modificado, puesto que solo el 12.5% mostraron celo, obteniendo así una tasa de preñez inferior.

Estos resultados tienen similitud a los obtenidos por Bó *et al.*, (2014) donde las vacas que mostraron celo tenían una mayor tasa de preñez 58,5%, que las vacas que no mostraron celo 32,1%.

En un segundo experimento Bó *et al.*, (2014) evaluaron la respuesta ovárica de vacas que tuvieron celo o no, encontraron que las vacas que presentaban celo tenían mayor diámetro folicular en el momento de la retirada del dispositivo intravaginal, y en la IATF. Además, tuvieron una mayor tasa de ovulación y una mayor concentración de progesterona en el ciclo posterior.

El inicio del estro guarda una relación temporal con el pico preovulatorio de LH. Entre el inicio del estro y el pico de LH transcurren de dos a seis horas, y en algunos casos estos dos eventos ocurren simultáneamente. La ovulación mantiene una relación temporal constante con el pico de LH. En general, la ovulación ocurre de 28 a 30 horas después del pico de LH; o, visto de otra manera, de 30 a 36 horas después del inicio del estro. (Hernández, 2016)

La fertilidad del estro sincronizado es influida por la longitud del periodo de dominancia del folículo ovulatorio, de esta forma la ovulación de un folículo joven (fresco) tendrá mayor probabilidad de producir una gestación que la ovulación de un folículo que permaneció más de seis días como dominante (folículos viejos). (Hernández, 2016)

Carosso (2016) evaluó el porcentaje de preñez en vaquillas tratadas con el protocolo J-Synch y eCG, en cuanto a los resultados obtenidos al efecto de la eCG, sobre la manifestación de celo, encontró un efecto positivo (83.6%) comparado con el 60,3% del grupo control. Un porcentaje similar (79%) fue obtenido por Stahringer *et al.* (2012) cuando utilizó en vacas, un protocolo de sincronización de ovulación, 300 UI de eCG al momento del retiro del dispositivo.

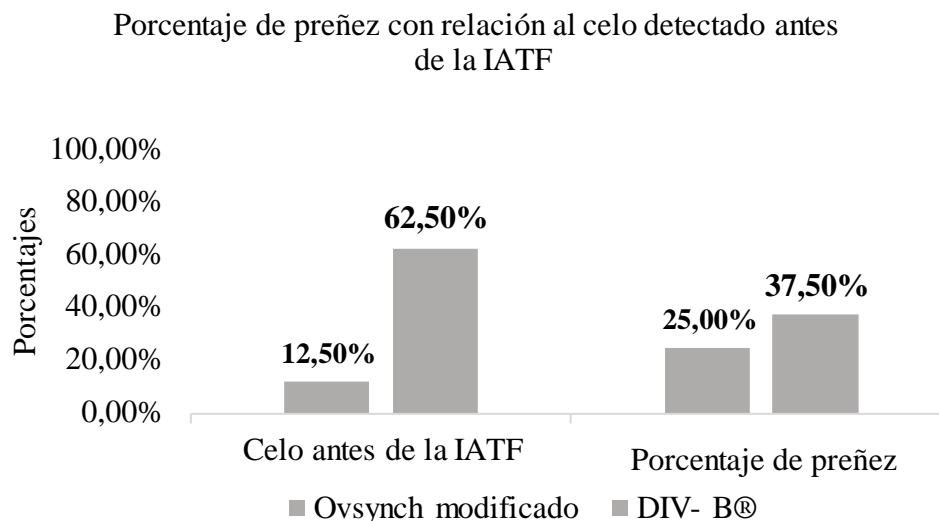


Figura 5. Resultados obtenidos del porcentaje de preñez en relación al celo detectado antes de la IATF para ambos protocolos.

5.2. Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)

Se detectó diferencia en los tratamientos, siendo el método B el que tuvo los mejores porcentajes superando al tratamiento A, donde con el método DIV se logra un porcentaje preñez de primer servicio de 37.5%, equivalente a 6 preñeces de 16 vaquillas en estudio. Con el método Ovsynch modificado se obtuvo 25%, equivalente a 4 preñeces.

Los datos obtenidos en este estudio tienen similitud a los reportados por Velásquez *et al.*, (2011) donde el mayor porcentaje de preñez a primer servicio fue de 75% con 400 UI de eCG sobre vacas con baja condición corporal, sincronizadas con dispositivos intravaginal DIV- B®.

El estudio de López (2014), en el cual evaluó la efectividad del protocolo Ovsynch clásico vs DIV, reportó un 66.6% de PPPS para DIV; En cambio el porcentaje para Ovsynch fue de 50% PPPS.

La inducción de la ovulación o luteinización de los folículos dominantes con la GnRH o con la hCG, provoca el inicio sincronizado de una oleada folicular, tal y como ocurre después de la ovulación espontánea. También se puede provocar el recambio folicular mediante la administración de estradiol o progesterona; hormonas que disminuyen la frecuencia de los pulsos de LH, lo cual induce la atresia del folículo y el inicio de una nueva oleada folicular (Hernández, 2016)

A través del método Ovsynch modificado se logra que la primera inyección de GnRH ocasione una secreción de LH parecida a la preovulatoria, que induce la ovulación o la luteinización de los folículos ≥ 8 mm de diámetro, iniciándose una nueva oleada folicular, condición similar a la observada después de la ovulación espontánea. Dado que la primera inyección de GnRH se

realiza en el diestro temprano, al momento de la inyección de $PGF2\alpha$, las vacas continúan en diestro y la mayoría de ellas tiene un folículo con un grado de desarrollo similar, el cual ovula en respuesta a la segunda inyección de GnRH. (Hernández, 2016)

Con el método DIV los progestágenos suprimen la secreción de LH, lo que resulta en la inhibición de la ovulación. Durante el periodo de administración, el cuerpo lúteo sufre regresión natural y al retirar el tratamiento el estro se presenta de 48 a 96 horas. (Hernández, 2016)

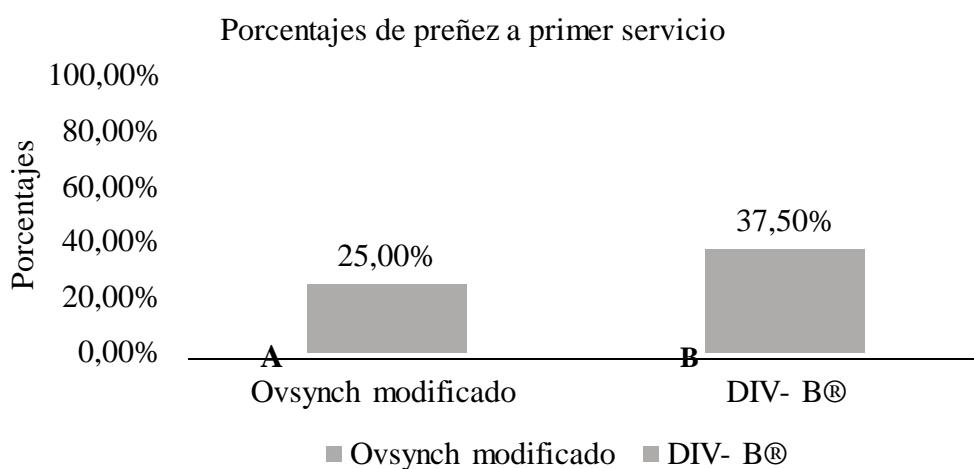


Figura 6. Porcentaje de preñez a primer servicio (PPPS)

5.3. Porcentaje de Preñez Acumulada Sincronización más Toro (PAST)

En los porcentajes de preñez acumulada, nos encontramos con mejores resultados con el método B (DIV- B®.) ya que obtuvo 6 preñeces en la IATF y 4 preñeces con el toro, lo que difiere considerablemente con el método A (Ovsynch) donde se obtuvo 4 preñeces en la IATF y 4 preñeces con el toro.

Los resultados obtenidos se asimilan a los reportados por López (2014) donde el porcentaje de preñez acumulada fue del 83.33%, para DIV- B®, en cambio los resultados para ovsynch fueron de 75%.

Lumbi y Vargas (2014) en su investigación evaluó tres métodos de sincronización de celo (DIB, Prostaglandina + Prostaglandina y una sola dosis de Prostaglandina) donde para el tratamiento 1 (DIB) los resultados fueron para preñez acumulada del 90%, con el tratamiento 2 ($PGF2\alpha$ + $PGF2\alpha$), con una preñez acumulada de 60 %, con el tratamiento 3 (una sola aplicación de $PGF2\alpha$) para una preñez acumulada del 40 %.

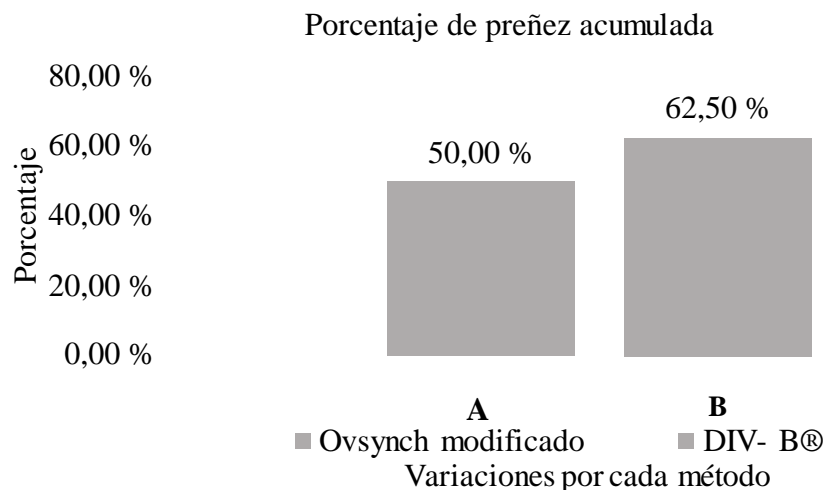


Figura 7. Porcentaje preñez acumulada

5.4. Porcentaje de retorno a ciclicidad

Al comparar cada método, es notable las diferencias que existen en cuanto a retorno de ciclicidad, refiriéndose no sólo a vaquillas que quedaron preñadas, sino también las que mostraron celos fértiles y se preñaron con el servicio del toro y las que tienen cuerpo lúteo.

La ciclicidad y condición corporal en hembras de cría en algunos países con condiciones climáticas de trópico, son generalmente bajas, por lo cual los protocolos empleados generalmente incluyen para la sincronización dispositivos con progesterona y la eCG, con el fin de minimizar el manejo de los animales y el efecto supresor de la progesterona sobre el crecimiento del folículo en las novillas, la PGF2 α , la eCG y el ECP se administra al momento de la extracción del dispositivo con progesterona, con IATF 48 horas después. (Obando, Suarez, 2020)

Pfño (2017) en su investigación evaluó el efecto de un protocolo de sincronización en vacunos sobre la dinámica folicular, ovulación, cuerpo lúteo y niveles séricos sanguíneos de progesterona administrada en vaquillas, realizó una valoración ecográfica de los ovarios y sincronización a base de dispositivo (CIDR), benzoato de estradiol, GnRH y eCG, donde encontró que el promedio del diámetro de los folículos el día 8 en vacas con cuerpo lúteo, fue de 8.75mm, y el diámetro de folículo preovulatorio fue de 12.53 mm, como promedio en animales ciclando 14.5mm.

pfño(2017) cita a Reyes (2011) determinan que los efectos de la eCG, pueden tener utilidad en vacas con ciclicidad normal, pero son de especial interés en vacas primíparas y hembras cuyas secreción endógena de LH y actividad ovárica se ha visto comprometida por anestro.

García (2020) evaluó la efectividad del protocolo de sincronización ovsynch 56hrs vs 48hrs donde reporto un retorno a ciclicidad del 70% para Ovsynch 56 y 80% para ovsynch 48, donde expresa que los animales en estudio se reactivaron reproductivamente.

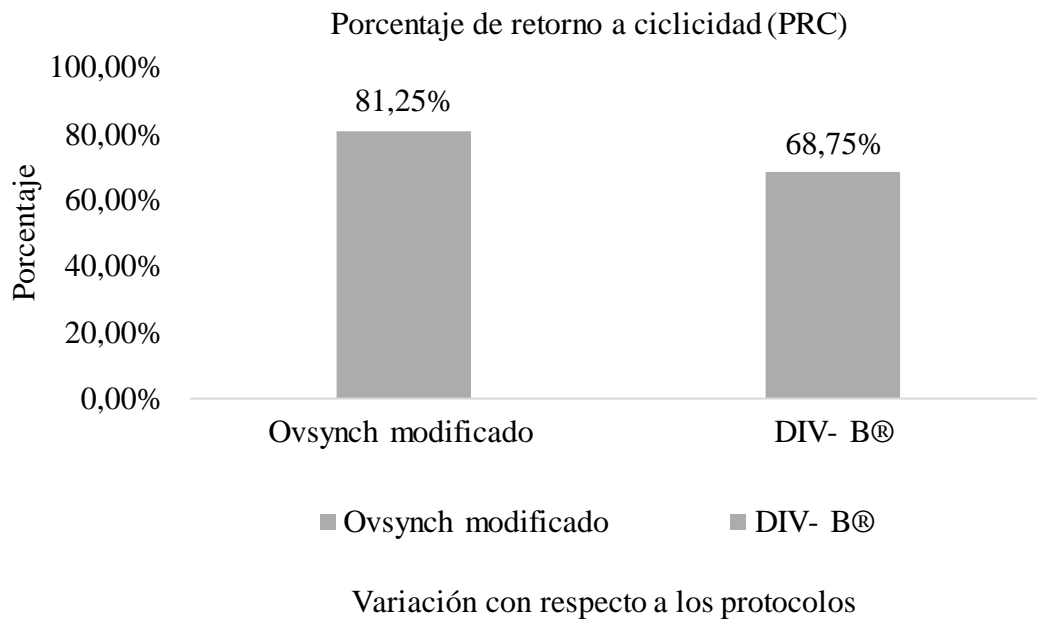


Figura 8. Porcentaje de retorno a ciclicidad (PRC)

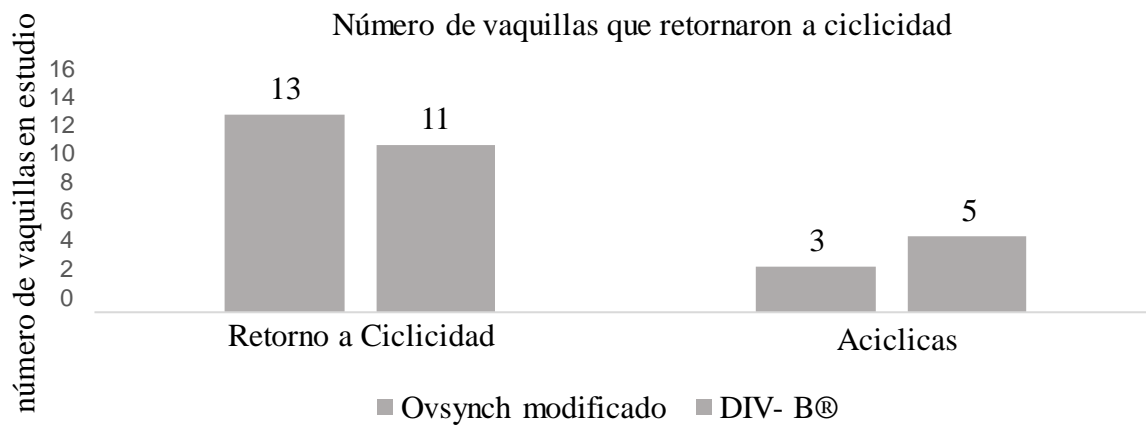


Figura 9. Número de vaquillas que retornaron a ciclicidad y vaquillas aciclicas.

5.5. Análisis de costos

La finalidad de estas técnicas o programas es incrementar los índices reproductivos mediante la inversión moderada en hormonas y de esta manera obtener un mayor beneficio económico.

El costo de cada protocolo hormonal se determinó analizando los costos por animales tratados y de manera global por todo el lote. El costo por vaquilla para el tratamiento Ovsynch modificado fue de C\$ 250 córdobas (U\$ 7.2) y para DIV-B® C\$ 552.54 córdobas (U\$ 15.87), lo que representa una diferencia de C\$ 302.54 córdobas (U\$ 8.7) siendo el tratamiento Ovsynch modificado más económico que el DIV-B®.

Si bien para el método DIV-B®, los resultados a primer servicio obtenidos presentan un mayor porcentaje (37,50%) que con el método Ovsynch modificado (25,00 %), lo que determina que para IATF es más rentable el método B (DIV-B®), porque se utiliza semen comprado.

Cuadro 3. Costo unitario por animal tratado con Ovsynch modificado

Producto	Cantidad	Presentación	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Gonavet Bayer	4	ml	80	160
Ciclase	2	ml	32	64
Cipiosyn	1	ml	12	12
Jeringas	3	Unidad	3	9
Agujas	3	Unidad	1	3
Guantes de palpación	1	Unidad	2	2
			Total C\$/ Vaca	250
			Total U\$/ Vaca	7.2

Tasa de cambio (BCN, enero 2020) 1U\$ = 34.80

Cuadro 4. Costo unitario por animal tratado con DIV-B®

Producto	Cantidad	Presentación	Costo unitario C\$	Costo total C\$
DIV-B®	1	Unidad	288.14	288.14
Gonadiol	2	ml	7.2	14.4
Cipiosyn	2	ml	12	24
Ciclase	2	ml	32	64
Novormon	1.5	ml	96	144
Jeringas	4	Unidad	3	12
Agujas	4	Unidad	1	4
Guantes de palpación	1	Unidad	2	2
			Total C\$/ Vaca	552.54
			Total U\$/ Vaca	15.87

Tasa de cambio (BCN, enero 2020) 1U\$ = 34.80

Cuadro 5. Comparación de los costos de los métodos hormonales por lote

Método	No vacas sincronizadas	Costo total por método hormonal C\$/U\$	Costo por vaca preñada C\$/U\$	Costo total C\$/U\$
A. Ovsynch modificado	16	C\$4,000 U\$ 114.9	C\$ 767.6 U\$ 22	C\$ 12,281.6 U\$ 352
B. DIV-B®	16	C\$8,840.64 U\$ 254	C\$ 1,070.14 U\$ 30.75	C\$ 17,122.2 U\$ 492

Tasa de cambio (BCN, Enero 2020) 1U\$ = 34.80

A los costos de una vaca preñada se le cargaron los costos de implementación del tratamiento hormonal, semen y mano de obra de todo el lote que se trató para que surgieran esas preñeces.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a través de estadística descriptiva y porcentajes, determinan que las vaquillas sometidas al método B (DIV- B®) obtuvieron mayor concepción a primer servicio (37.50%) que el método hormonal (Ovsynch modificado) (25.00%) presentando una diferencia de 12.5 %.

Los resultados para el método A (Ovsynch modificado) nos indican que hubo mayor inducción a ciclicidad (81.25%) con respecto al tratamiento B (DIV- B®) (68.75) de haber monta natural la preñez a primer, segundo y tercer servicio será exitosa.

El método más económico fue A (Ovsynch modificado) con un total de C\$ 767.6 córdobas (US\$ 22) por vaca preñada, vs C\$ 1,070.14 (US\$ 30.75) córdobas del método B (DIV - B®).

VII. RECOMENDACIONES

Recomendamos utilizar el método B (DIV - B®), si se trabaja con IATF y se busca mayor concepción, mientras que si se desea inducción a la ciclicidad para utilizar toro se recomienda el método A (Ovsynch modificado)

Tomar en cuenta el estado nutricional, condición corporal, peso, edad y el estado reproductivo de las vaquillas a tratar.

Terapia vitamínica y mineralizante antes de realizar estos protocolos hormonales, para obtener resultados satisfactorios.

Cumplir con las dosis adecuadas en las horas establecidas y comprar productos que garanticen calidad.

Tener en cuenta que estos programas de sincronización, son alternativas para lograr preñeces en el trópico, ningún protocolo hormonal hará efecto sin una buena condición corporal.

VIII. LITERATURA CITADA

- Astiz, S. Alcaide, M. Bach, A. Baucells, J. Calsamiglia, S. Cañón, J. (2011). *Fisiología de la reproducción bovina. Cria y salud*, Calle Dulcinea 42 (4º B) 28020 Madrid
- Avaroma, G., Mónica, M., Chérigo, S., & Melquiades, M. (2010). *Sincronización de celos en ganado Brahman con dispositivos intravaginales Cronipres® nuevos o recargados*. (Tesis de Pregrado) Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras Recuperado el día 05 de febrero de 2020 de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/629/1/T3025.pdf>
- Banco central de Nicaragua (2020) consultado 23 de octubre 2020 de https://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados_cambiarior/tipo_cambio/cordoba_dolar/index.php
- Bó, G. Cutaia, L. Tríbulo, R (2002) *Tratamientos Hormonales Para Inseminación Artificial A Tiempo Fijo En Bovinos Para Carne: Algunas Experiencias Realizadas En Argentina*. Recuperado 10 de febrero del 2020 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/26-tratamientos_hormonales_ia_tiempo_fijo.pdf
- Bó G, Huguenine E, Menchaca A, (2014) *Control farmacológico del ciclo estral para IATF en vacas de cría: estado del arte. Séptimas jornadas Taurus de reproducción bovina. Herramientas efectivas para los desafíos actuales de la profesión*. Revista argentina jornada taurus.
- Bueno, A. Dunn, R. (2008) *Tasa de preñez en vaquillas anéstricas tratadas con CIDR más Benzoato de Estradiol, Cipionato de Estradiol o GnRH e inseminadas a celo detectado*. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras.
- Carosso, M. S. (2016) *Porcentaje de preñez en vaquillonas tratadas con el protocolo J-Synch y eCG*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina Recuperado el 07 de febrero de 2020, de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1186/Carosso%20%20M%20Sebastian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Casanovas, D. (2014) *Mejora de la eficiencia reproductiva del ganado vacuno lechero a través del manejo*. Trabajo final de master en zootecnia y gestión sostenible, ganadería ecológica e integrada. Universidad de Córdoba España.
- Castillo, L; García, J. (2014). *Evaluación del desempeño reproductivo en vaquillas de ganado de carne sincronizadas y resincronizadas con dispositivo intravaginal bovino DIV-B® y tratadas con dos fuentes de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)*. (Tesis de Pregrado) Zamorano, Honduras. Recuperado el día 05 de febrero de 2020
- Chalacán Ramos, J. O. (2015). *Evaluación de la dinámica folicular administrando vitaminas y oligoelementos quelatados en el ganado lechero en la Hcda. Santa Ana de Pasochoa, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha* (Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Medicina Veterinaria Y Zootecnia).
- Colazo M., Mapletoft R., Martínez M., Kastelic J. (2007). *El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas*. In Vet. Investigación Veterinaria. 1515-1883
- Coleen, J. (1 de julio de 2004). *Aprenda a calificar la condición corporal paso a paso*. [diapositivas de PowerPoint]. SlideShare. <https://www.slideshare.net/jonescoleen/aprenda-a-calificar-la-condicion-corporal-paso-a-paso>
- Cuevas N, E (2015). *Preñez en vacas con cría con servicio artificial y/o natural* (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina
- Diéguez, A., Escobar, R., (2009) *Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B*. Proyecto especial para el título de Ingeniería Agronómica, escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Obando Suarez D.;(2020) *Bases farmacológicas y actualización de la sincronización del celo bovino. Seminario de Profundización de Reproducción Bovina*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio.
- Fernández, A. (2003) *Dinámica Folicular: Funcionamiento y Regulación*. Recuperado 9 de febrero del 2020 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/23-ondas_foliculares.pdf

- García Arjona, F.; Rabaglino, M. B.; Torretta, M. E (2017) *Re-sincronización de celos utilizando progestágenos y benzoato de estradiol, en vacas de carne (Bos Taurus) con cría al pie, manejadas en sistemas pastoriles de regiones áridas*. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 18, núm. 10.
- Hernández, J. (2013) *Manual de la práctica de profundización en reproducción animal (inseminación artificial en bovinos)* 8 de febrero de 2020, de http://www.fmz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Profundizacion%20en%20Reproduccion%20%28Inseminacion%20Artificial%29.pdf
- Hernández, J. (2016) *Fisiología clínica de la Reproducción de bovinos lecheros*, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México: DCVF
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INETER). (2001) *Características del departamento de Matagalpa*. Recuperado 11 de febrero de 2020 de <https://www.inide.gob.ni/docu/cenagro/perfiles/40%20Matagalpa.pdf>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo, ANUARIO ESTADÍSTICO (2005) Instituto nacional de información de desarrollo extensión territorial por departamentos y municipios, posición geográfica y altitud de sus cabeceras municipales año 2005. Recuperado el 11 de febrero de 2020 de <https://www.inide.gob.ni/docs/biblio/Anuario2005.pdf>
- López Borge, L (2014) *Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo (BAYER vs SYNTEX) en vacas lechera en la Finca Jalisco, Comalapa, Chontales, 2014*. Tesis de pregrado para optar al título de Médico Veterinario, Universidad Nacional Agraria, Cede Camoapa, Boaco, Nicaragua.
- Lumbí Duarte J. S., Vargas Reyes M. S. (2014) *Evaluación de la efectividad de tres protocolos de sincronización en vaquillas de la finca San Antonio, comarca Kurinwas, municipio de Santo Domingo Chontales enero-abril 2013*. Tesis de pregrado para optar al título de Médico Veterinario, Universidad Nacional Agraria, sede Camoapa, Boaco, Nicaragua.

- Novoa, F., Preisseiger, G., Zangrilli, G., & Callejas, S. S. (2013). *Efecto de la GnRH administrada en la IATF a vaquillonas sin celo sobre el porcentaje de preñez*. *Analecta Veterinaria*, 33. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/43443/Documento_completo.d.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Obando, D. (2020). *Bases farmacológicas y actualización de la sincronización del celo bovino*. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17467/1/2020_bases_farmacol%C3%B3gicas_actualizaci%C3%B3n.pdf
- Paredes Orozco, M. (2013). *“Eficiencia de Dos Implantes (DIB – CIDRS) En la Sincronización de la Ovulación en Bovinos Holstein”*. Tesis de Grado Magister en Producción Animal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Pérez Estaban, Héctor. (2013). *Fisiología II*. (1a ed). Managua, Nicaragua: UNA
- Pfño, M. L. (2017). *Efecto de un protocolo de sincronización de celo en vacunos sobre la dinámica folicular*. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Perú
- Revelo, G. (2013). *Evaluación del desempeño reproductivo del hato lechero de la Hacienda Sandial. Quito, Ecuador*. Tesis de pregrado presentada como requisito para la obtención del título de ingeniero en agroempresas.
- Rippe, C. A. (2009). *El ciclo estral*. In Dairy Cattle Reproduction Conference (pp. 111-116). Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/christian_rippe2/publication/265116863_el_ciclo_estral/links/55143dd70cf2eda0df308475/el-ciclo-estral.pdf
- Rodríguez-Martínez, Rafael, Chavarría Neri, Irene Concepción, Meza-Herrera, César A., Alvarado-Espino, Alan Sebastián, Morales Cruz, Juan Luis, González-Álvarez, Vicente Homero, Calderón-Leyva, Ma. Guadalupe, Véliz Deras, Francisco G., & Ángel-García, Oscar. (2018). *Eficiencia reproductiva de Ovsynch + CIDR en vacas Holstein bajo un esquema de inseminación artificial a tiempo fijo en el norte de México*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9 (3), 506-517. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4300>

- Sagbay, C. F (2012). “*Efecto de la gonadotropina corionica equina (ecg) aplicada al momento de retirar el dispositivo de progesterona (p4) sobre el porcentaje de preñez en vacas holstein post-parto*” (Tesis de Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador.
- Serrano Estrada, A. (2012) *Efecto de la presincronización con prostaglandina (PGF2α) sobre la tasa de preñez en vacas Holstein en distintos estadíos posparto*. Tesis de Grado Para optar al título de Especialista en Reproducción Bovina. Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC), Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Stahringer R, Vispo P, Prieto P, (2012) *Efecto de eCG y manifestaciones de celo sobre el porcentaje de preñez en protocolos de IATF*. Revista argentina de producción animal N 32 Pág. 237.
- Tovío-Luna, N. I., & Duica-Amaya, A. (2012). *Factores relacionados con la dinámica folicular en la hembra bovina*. Recuperado de <http://198.46.134.239/index.php/sp/article/view/95>
- Vásquez, F., & Figueroa, V. (2014). *Desempeño reproductivo de vacas y vaquillas cebuínas sincronizadas y resincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B® y tratadas con Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los 14 días posinseminación artificial utilizando un estimulante metabólico a base de fósforo orgánico*. (Tesis de Pregrado) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras Recuperado el día 05 de febrero de 2020 de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3515/1/CPA-2014-085.pdf>
- Velásquez, D. Vélez, G.J. (2011) *Porcentaje de preñez en vacas con baja condición corporal tratadas con dos dosis de eCG en el día ocho del tratamiento con dispositivos intravaginales (DIV-B)*. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de expediente por cada animal

Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo (Ovsynch modificado vs DIV-B®)

Recolección de datos

Nombre del productor:		Fecha:		
Nombre de la finca:		Comarca:		
Departamento:				
Numero individual:				
Raza:		Edad:		
Condición corporal				
1	2	3	4	5
Diagnóstico reproductivo previo a sincronización				
FOD	<input type="checkbox"/>			
FOI	<input type="checkbox"/>			
CLOD	<input type="checkbox"/>			
CLOI	<input type="checkbox"/>			
Anestro	<input type="checkbox"/>			
Otro:				
Nombre del toro:				
Código:				
Preñez Por IATF	<input type="checkbox"/>			
Preñez Por Toro	<input type="checkbox"/>			
Ovsynch modificado	<input type="checkbox"/>			
DIV-B®	<input type="checkbox"/>			
OBSERVACIONES				

Anexo 2. Aplicación de hormonas



Anexo 3. Inserción de dispositivo DIV-B



Anexo 4. Retiro de dispositivo DIV-B



Anexo 5. Selección del semen



Anexo 6. Preparación de pistola para inseminar



Anexo 7. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)

