

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INFLUENCIA DE LA PROSTAGLANDINA (PGF_{2a}) Y GONADOTROPINAS
(GnRH) EN LA SINCRONIZACION DE CELO EN GANADO LECHERO DE LA
RAZA PARDO SUIZO**

POR

OWIN JONATÁN MORAZÁN VARGAS

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRONÓMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

Diciembre, 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INFLUENCIA DE LA PROSTAGLANDINA (PGF_{2a}) Y GONADOTROPINAS
(GnRH) EN LA SINCRONIZACION DE CELO EN GANADO LECHERO DE LA
RAZA PARDO SUIZO**

POR:

OWIN JONATÁN MORAZÁN VARGAS

HÉCTOR LEONEL ALVARADO

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, CA.

Diciembre, 2013

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso que me ha dado fortaleza y sabiduría para poder seguir adelante en los retos propuestos en mi vida. (*Infinitum nihil*).

A mis abuelos: José Mateo Morazán y Gladis Celina Avilés por ese incondicional tiempo bridado, por los principios de bien forjados en mí, de los cuales obtengo mi fortaleza.

A mis padres: Mateo Morazán Avilés y Jessenia Julissa Alvarado por brindarme fuerza en los momentos necesarios, por los consejos y regaños que me forjar como hombre de bien y darme el apoyo para una formación profesional, que me encaminara en el trayecto de mi vida y ser bien en la sociedad.

A mis hermanos: Josué Mateo Morazán, Mario Robilio Morazán, José Francisco Morazán, Julissa Argentina Morazán y Gladis Alondra Morazán por ser parte de mi inspiración. Las palabras son pocas ante los sentimientos.

A mis familiares, primos y amigos: todos ellos que han estado pendientes, por sus consejos, su apoyo incondicional y sin recibir nada a cambio.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional de Agricultura** que me acogió y brindo su conocimiento durante mi estadía de formación. Al cátedra que brindo su conocimiento sin exigencia alguna, que compartió conocimientos dentro y fuera de los salones de clases.

Al **M.Sc. Héctor Leonel Alvarado** la **DMV. Dina Marlen Castro** y **DMV Lisandro Zelaya** por su apoyo, consejos y la confianza en cada momento como también en la colaboración para la realización de este trabajo, por brindarme sus conocimientos y aportes científicos en esta investigación.

Al gerente y propietario de la finca “**RANCHO EL PARDO**” el Ing. Antonio Douglas Lardizábal por su tiempo y conocimiento aportado y al personal por brindarme su espacio durante mi estadía.

A mis compañeros y amigos con quienes, compartí momentos inolvidables de lucha los que recordare siempre por su valiosa amistad forjada en el tiempo transcurrido.

CONTENIDO

	Pág.
HOJA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. La sincronización de celos	3
3.2. Métodos de sincronización de celo	4
IV. METODOLOGÍA	10
4.1. Ubicación De La Investigación	10
4.2. Materiales y equipo	10
4.3. Manejo de la investigación	10
4.4. Diseño experimental DCA	12
4.5. Variables a evaluar	13
V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	14
5.1. Porcentaje de vacas en celo.	14
5.2. Porcentaje de preñez	15
5.3. Costos de producción en vacas tratadas e inseminadas no gestantes.	16
VI. CONCLUSIONES	18
VII. RECOMENDACIONES	19
VIII. BIBLIOGRAFÍA	20
ANEXO	23

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados en la sincronización de celo en ganado productor de leche de la raza Pardo Suizo.....	13
Cuadro 2. Porcentajes animales que presentaron celo en intervalos de días post tratamiento con prostaglandina o progesterona-gonadotropina.....	15
Cuadro 3. Costos por uso hormonal en la técnica de sincronización de estro.....	18
Cuadro 4. Costos de producción en vaca tratada e inseminada no gestante.....	18

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Método de aplicación del protocolo Pre-Synch.....	25
Anexo 2. Protocolo Ovsynch.....	25
Anexo 3. Protocolo Ovsynch + CIRD.....	25
Anexo 4. Dispositivo intravaginal.....	26

Morazán Vargas, O. 2013. Evaluación técnica y económica de la sincronización de celo con hormonas y dispositivo intravaginal en ganado productor de leche. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 33 pag.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Rancho el Pardo ubicado en la aldea Monte Redondo perteneciente al municipio de Rio Hondo en el departamento de Francisco Morazán, en el Km 28 carretera que conduce al departamento de Olancho. El objetivo fue Determinar la efectividad del uso de prostaglandina y gonadotropinas en la sincronización de celo y preñez en ganado lechero Pardo Suizo en el trópico hondureño. Aplicando tres protocolos utilizando prostaglandina, gonadotropinas y/o progestágenos y su efecto sobre la tasa de celo y preñez. Se utilizaron 30 vacas de las razas Pardo Suizo con edades entre los tres y ocho años, distribuidas al azar en tres grupos: con los protocolos Pre-Synch, Ovsynch y con Ovsynch + CIRD. Los protocolos se desarrollaron de la siguiente manera utilizando Pre-Synch en el Día 0 5ml PGF-1; día 14 5ml PGF-1; día 24 5ml GnRH (poner CIRD); día 31 5ml PGF-1 (retirar CIRD) 48-56 horas 5ml GNRH, 16 horas post-estro I.A, en el protocolo Ovsynch en el día 0 5 ml GnRH, día 11 5 ml GnRH y en el protocolo Ovsynch + CIRD EN EL día 0 5ml GnRH + CIRD, día 7 5ml PGF-1(retirar CIRD), 48-56 horas 5ml GnRH, e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) 16 horas después (todas las hormonas vía intramuscular). El celo se presentó en el 100% de las vacas tratadas, la tasa de preñez fueron, 40% para Pre-Synch, 20% para Ovsynch y 50% para Ovsynch + CIRD. El tratamiento con protocolo Ovsynch representó un menor costo por vaca preñada, siendo este tratamiento el más rentable económicamente.

Palabras claves: Hormonas, sincronización, celo, preñez, parámetros reproductivos.

I. INTRODUCCIÓN

La biotecnología ha jugado un papel muy importante en la producción animal, desde que el hombre comenzó a domesticar a las especies animales, muchas de las herramientas antes utilizadas para la reproducción animal, ahora unidas por la biotecnología, tienen y seguirán teniendo un papel muy importante en la selección y propagación de características deseables e importantes a nivel económico en el ganado. Desde este punto de vista, las prácticas de producción animal han sido un éxito biotecnológico desde hace ya mucho tiempo (Sepúlveda *et al* 2003).

En Honduras la ganadería se caracteriza por presentar bajos índices reproductivos lo que conlleva a producciones muy por debajo de los niveles establecidos como aceptables por lo que es prioritario introducir métodos reproductivos como alternativas, utilizados de manera estratégica para contribuir con los productores, entre esos métodos se menciona el programa de sincronización de celo que podría contribuir a mejorar la reproducción, producción y la relación beneficio costo.

En la intensificación de la producción ganadera nacional destinada a producir leche, la presentación de celos naturales es insuficiente por los inconvenientes que representan obligando a recurrir a métodos auxiliares para la detección y sincronización de celos, ya sea, mediante el empleo de Implantes, Dispositivos intravaginal y tratamientos hormonales (Campaña y Gamboa 2012), es por ello que este trabajo visualiza cual es la efectividad de los protocolos que utilizan prostaglandina y gonadotropinas en la sincronización de celo y preñez.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la efectividad del uso de prostaglandina y gonadotropinas en la sincronización de celo y preñez en ganado lechero Pardo Suizo en el trópico hondureño.

2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la eficiencia de los tratamientos mediante la evaluación del porcentaje de celo y preñez en las vacas tratadas.
- b) Determinar la relación costo-productivo en las vacas tratadas e inseminadas no gestantes

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. La sincronización de celos

Consiste en reducir el ciclo estral a través de la utilización de hormonas que induzcan la luteólisis del cuerpo lúteo, de manera que las vacas entren en estro y/o ovulen durante un corto periodo de tiempo o en un mismo día. Las estrategias de programación de la ovulación en el control de la vida del cuerpo lúteo con prostaglandinas, en la inducción de la ovulación con GnRH o en el impedimento del estro con tratamientos de progestágenos (Thatcher 2004).

La sincronización de celos provoca la presentación de calores en muchos animales simultáneamente permitiendo programar, planificar y controlar tareas (Ensminger 1973). Es posible impedir la maduración de los folículos de Graaf y la consiguiente rotura y descarga de los óvulos, lo cual anula los periodos de celo; al suspender la droga, se produce el funcionamiento normal de los ovarios, seguido de celo (Ensminger 1973).

El objetivo de un buen programa de sincronización es el control preciso del celo, que posibilite la inseminación artificial en tiempo fijo (IATF) sin detección de celo, además necesita estar aliado a altos índices de fertilidad con ovulación sincronizada, las poblaciones blanco son generalmente, los rebaños de bovinos de leche, cuyas tasas de preñez son generalmente pésimas debido al bajo índice de detección de celos y de concepción además de la ocurrencia de anestro (Campaña y Gamboa 2012).

3.2. Métodos de sincronización de celo.

Actualmente existen dos grupos de preparaciones hormonales disponibles en el mercado que pueden ser utilizadas para sincronizar celos en los bovinos; el primer grupo lo constituyen los progestágenos que tienen como efecto principal un bloqueo hipotálamo-hipofisiario simulando una fase lútea; el segundo grupo las prostaglandinas y sus análogos que actúan como agente luteolítico sobre el cuerpo lúteo (Campaña y Gamboa 2012).

Los progestágenos

Esta hormona es capaz de inhibir la aparición del pico de LH al impedir que se desencadene el mecanismo de retroalimentación positivo GnRH-LH- estrógenos. De acuerdo con Becaluba (2006) en el mercado existen diferentes dispositivos intravaginal los cuales contienen concentraciones variadas de progesterona, se pueden encontrar CIDR-B (1,9 g de progesterona), PRID (1,55 g de progesterona), DIB (1 g de progesterona), DISPOCEL (1 g de progesterona).

El CIDR es un dispositivo intravaginal que contiene progesterona natural que se libera por difusión desde una cápsula de silicón sobre una espina de nylon, la cual está adaptada para retener el dispositivo dentro de la vagina. La progesterona del dispositivo de CIDR, se absorbe a través de la mucosa vaginal, dando como resultando niveles en plasma suficientes para suprimir la liberación de LH y FSH del hipotálamo, previniendo el estro y la ovulación. Al remover el CIDR la LH aumenta, lo que resulta en estro y ovulación del folículo dominante (Pfizer 2008). Las ventajas de los dispositivos intravaginal CIDR es la reutilización de los mismos, como un método para la detección de preñez (Becaluba 2006).

Romero et al (2009) utilizando CIDR-B por siete días y aplicando 1.0 mg de cipionato de estradiol al día 0 (protocolo 1) con dos tratamientos, en T1 se aplicó 0.30 mg de dinoprost trometamina al retiro del CIDR-B y en T2: 0.52 mg de cloprostenol. El protocolo 2 consistió en la aplicación de dos inyecciones de PGF2 α con intervalo de 11 días (T1: 0.30 mg de dinoprost trometamina y T2: 0.52 mg de cloprostenol). El porcentaje de estros para

Protocolo 1 fue 100 % en ambos grupos y para Protocolo 2 fue 92 y 88 % para T1 y T2 respectivamente. Los porcentajes de preñez para P1 16.67 y 38.46 %; P2 52 y 44 % para T1 y T2 respectivamente.

Hormona liberadora de gonadotrofinas

Las hormonas segregadas por el hipotálamo que controlan la liberación de las hormonas hipofisiarias o gonadotrofinas (FSH y LH) por parte de glándula hipófisis se conocen como GnRH y tienen un importante papel en el proestro. La GnRH se secreta en pulsos cuya frecuencia cambia según el estadio del ciclo estral y está en relación a los cambios de las concentraciones de los esteroides ováricos. Se han sintetizado dos tipos básicos de análogos de GnRH (Navil 2007).

Los análogos antagonistas parecen unirse al receptor en la hipófisis, pero no induce la liberación de LH o FSH y bloquean la acción de la hormona natural. Los análogos estimuladores inducen la liberación de LH y FSH, al igual que la GnRH natural. La razón del aumento en la actividad biológica de los agonistas GnRH se debe a su capacidad de permanecer unidos al receptor en la hipófisis por más tiempo que la hormona natural (Navil 2007).

En la hembra la FSH actúa sobre el ovario e induce el crecimiento folicular y el desarrollo de un folículo maduro que produce estradiol; los estrógenos actúan en el hipotálamo y en la hipófisis. En el hipotálamo, estimulándolo y aumentando la descarga de GnRH; en la adenohipófisis aumentan la sensibilidad de los gonadotropos a la GnRH, lo que resulta en un aumento importante en la descarga de LH (López 2009).

A cada pulso de GnRH la hipófisis responde con un pulso de LH y el folículo responde a la LH secretando estrógenos. Los estrógenos determinan que se produzca nuevamente un nuevo pulso de LH, el que inducirá un nuevo incremento de estrógenos. A su vez, el estradiol incrementa la sensibilidad de la hipófisis a la GnRH, de forma que finalmente se produce una descarga masiva de LH (pico de LH); Finalmente, el pico de LH determina la

ruptura y luteinización del folículo, de forma que caen los niveles de estrógeno. El propio folículo es el que desencadena los mecanismos que lo destruirán o sea la ovulación. Es importante mencionar que se produce un segundo incremento en los niveles de FSH alrededor de 24 hs. luego del pico de LH, el cual se ha vinculado con el crecimiento de los primeros folículos del ciclo siguiente (Saltiel 1995).

De acuerdo con Rubio (2005), cuando se administran dosis de GnRH de 0.1 a 0.5 mg para el tratamiento de quistes foliculares, ocurre la luteinización sin ovulación, y cuando la dosis oscila entre 0.5 y 1.5 mg se produce ovulación y luteinización, con un 90% de vacas que responden presentando un celo fértil después de 18 a 24 días.

La prostaglandina F2 α

La prostaglandina F2 α (PGF2 α) es una “hormona” natural que es producida por el miometrio del útero no gestante y es la responsable de regular la duración del cuerpo lúteo (CL), ya que, induce la luteólisis del mismo, además de intervenir en la liberación de oxitócina y en la regulación de la secreción de gonadotropinas (Campaña y Gamboa 2012).

La PGF2 α es secretada de forma pulsátil; durante el período de la luteólisis el CL responde a cada pulso de PGF2 α secretando oxitócina, a su vez aproximadamente la mitad de los pulsos de oxitócina generan una respuesta del endometrio, secretando un pulso de PGF2 α . Una vez pasado el período en que la progesterona es capaz de ejercer el efecto inhibitor, el aumento de estrógenos proveniente del folículo en crecimiento induce un incremento en los receptores uterinos de oxitócina, de forma de permitir que se desencadene el mecanismo de retroalimentación positivo oxitócina lúteo-prostaglandina endometrial (Saltiel 1995).

En el ovario, la concentración de PGF2 α dentro de los folículos aumenta a medida que éstos maduran. Particularmente, la PGF2 α genera contracciones en la musculatura lisa uterina al mismo tiempo que provoca la apertura del cuello (Campaña y Gamboa 2012). Las concentraciones sanguíneas de la PGF2 α son bajas pero se elevan en ciertas

condiciones como en el parto; esta hormona actúa de manera autocrinas y paracrinas (Salverson *et al* 2002).

El mecanismo durante el cual la $\text{PGF2}\alpha$ llega del endometrio al ovario en los rumiantes es único, ya que, al ser liposoluble difunde de las paredes de la vena utero-ovarica a la arteria ovárica (Adams 2001). La $\text{PGF2}\alpha$ que sale del útero a través de la vena uterina pasa por difusión a la arteria ovárica en el plexo arterio-venoso existente en los rumiantes, permitiendo que altas concentraciones alcancen el ovario de lo contrario ingresarían a la circulación sistémica y el 90% se metabolizará en cada pasaje por los pulmones.

En la actualidad la $\text{PGF2}\alpha$ se utiliza para la sincronización del estro en grupos de vacas para que puedan ser inseminadas en un periodo corto o de manera individual (Gasque 2008).

Protocolos con GnRH y $\text{PGF2}\alpha$

Sepúlveda *et al* (2003) los nuevos esquemas es sincronizar la onda folicular con GnRH al inicio del tratamiento, lo cual provoca la luteinización del folículo dominante con independencia de la existencia del cuerpo lúteo, desarrollándose una nueva onda folicular 2 a 3 días más tarde. Luego, 7 a 9 días después se provoca la luteólisis mediante la aplicación de prostaglandinas $\text{F2}\alpha$ ($\text{PGF2}\alpha$), así el porcentaje de animales sincronizado aumenta y la variabilidad de los celos disminuye. Utilizando una segunda dosis de GnRH después de la aplicación de $\text{PGF2}\alpha$ se demostró una alta sincronización de la ovulación en un período de 8 horas (97%) al comparar con vacas a las que no se inyectaba nuevamente GnRH (77%).

Protocolos con prostaglandinas

Los protocolos de tratamiento con GnRH han sido utilizados en gran medida durante los últimos años para la IATF de bovinos de carne y leche en los Estados Unidos. Estos protocolos de tratamiento consisten de una inyección de GnRH seguida de PGF 7 d más tarde y una segunda inyección de GnRH 48 h después del tratamiento con PGF. En los protocolos Co-Synch, las vacas son inseminadas a tiempo fijo al momento de la segunda

GnRH, mientras que en los protocolos Ovsynch, las vacas son inseminadas a tiempo fijo 16 h después de la segunda GnRH (Pursley et al 1995). Varios reportes demostraron que los protocolos Ovsynch producen tasas de preñez similares a las que se obtienen en las vacas que fueron sincronizadas con PGF e inseminadas 12 h después de detectado el celo. Por lo tanto, esta técnica se utiliza en gran medida para inseminar vacas de leche.

La utilización del protocolo Pre-Synch en la sincronización de celo en bovinos mejora la tasa de concepción a primer servicio comparado con el Ovsynch, es una buena estrategia para programar a las vacas para recibir su primera IATF posparto (Fricke, 2001). En vacas lecheras lactantes Moreira *et al* (2000) reportaron tasa de concepción de 29% para el Ovsynch y 43% para el Pre-Synch. Moreira *et al.* (2001) reportaron que el protocolo Pre-Synch aumento las tasa de gestación 18% (25% a 43%) en vacas cíclicas lactantes.

Sin embargo en vacas primíparas y multíparas, según Pancarci *et al* (2001) se reportaron tasa de concepción de 43.5% y 30.6%, respectivamente, para Pre-Synch, comparadas con 50.7% y 19.45% para Heat-Synch, aunque no hubo diferencia entre ambos en la tasa de concepción general. Por su parte, Jordán et al. (2001) reportaron una tasa de concepción ara vacas que mostraron celo al momento de la IATF de 3.8% para Pre-Synch y 40.4% para Heat-Synch, y de 26.88% y 6.6% respectivamente, para vacas que no mostraron estro al momento de la IATF.

El método tradicional de utilización de las prostaglandinas con el objetivo de sincronización de celos, requiere la aplicación de dos dosis de hormona en intervalo de 12 a 14 días. Los animales son observados después de la primera aplicación por doce días, normalmente el efecto luteolítico se da aproximadamente en el 60% de las vacas. Los que no se detectaron en celo, reciben una segunda dosis de prostaglandina y son inseminados cuando demuestran el celo, que se da la mayoría de las veces entre las 48 y 96 hs (Becaluba 2006).

El protocolo de aplicación única de prostaglandina PGF2a después de un periodo se basa en la observación de celos de las vacas en un periodo de 7 días e inseminación de las verificadas en celo, siendo aplicada al séptimo día una dosis de prostaglandina en todas las vacas que no ciclaron. El periodo de observación de siete días debe dar tiempo para que todas las vacas en el momento del segundo tratamiento se encuentren en diestro (Becaluba 2006).

El protocolo tradicional de utilización de dispositivos intravaginal (CIDR) requiere la permanencia del mismo en la cavidad vaginal por un periodo de 9 días. En el día de aplicación del dispositivo se recomienda la aplicación intramuscular de 2 mg de Benzoato de Estradiol. En este mismo momento se administran 50 mg de progesterona vía intramuscular para auxiliar el inicio del bloqueo. Para grupo de animales cíclicos que serán tratados, se hace necesaria la aplicación de prostaglandina al momento de la retirada de los dispositivos. En el décimo día del protocolo, es de utilidad la administración de 1 mg de Benzoato de Estradiol intramuscular realizando la inseminación artificial a tiempo fijo a las 50 hs posteriores a la retirada del dispositivo.

Existen protocolos que realizan la sustitución de Benzoato de Estradiol por dos aplicaciones de 100 mg de GnRH, realizando la segunda aplicación en el momento de la inseminación artificial (Becaluba 2006).

IV. METODOLOGÍA

4.1. Ubicación De La Investigación

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Rancho el Pardo ubicado en la aldea Monte Redondo perteneciente al municipio de Río Hondo en el departamento de Francisco Morazán, en el Km 28 carretera que conduce al departamento de Olancho. La una altitud es de 837 msnm y una temperatura media de 28°C; geográficamente está situado en el valle de Ilamapa.

4.2. Materiales y equipo

En la realización del presente trabajo fue necesario contar con vacas de la raza Pardo Suizo, hormonas GnRH, PGF2a, Progesterona (dispositivo vaginal), aplicador de dispositivos, jeringas, agujas, guantes, desinfectante, agua, jabón, lubricante, cámara, reloj y equipo de inseminación artificial, entre otros.

4.3. Manejo de la investigación

Selección de los animales

Se utilizaron 30 vientres de la raza Pardo Suizo seleccionados al azar; vacas en producción con peso promedio de 630 kg con una producción de leche de 19.5 litros y una condición corporal semejante. Los animales fueron vitaminados y alojados por grupos de tratamiento, identificadas con fichas colgadas del cuello. Se alimentaron con pasto de corte, concentrado y sales minerales. Se les realizó palpación recto uterino ocho días antes de iniciar los tratamientos para evaluar el estado del útero y ovarios.

Uso hormonal

Los grupos fueron sometidos a los tratamientos mediante los protocolos conocidos como Pre-Synch, Ovsynch y Ovsynch + CIRD.

El tratamiento con el protocolo Pre-Synch inicio con la aplicación de 5 ml de prostaglandina en el día cero, una segunda dosis de 5 ml de prostaglandina se realizó 14 días después, los animales fueron observados después de cada aplicación hormonal, aquellos que mostraron celo en el intervalo entre dosis fueron inseminados. Las hembras que no presentaron celo 10 días después de la segunda dosis de prostaglandina se les aplico 5 ml de GnRH, e implante intravaginal siendo este retirado a los 7 días después más la aplicación de 5 ml de prostaglandina, luego de 48-56 horas se realizó una segunda aplicación de 5 ml de GnRH y 16 horas después se realizó la Inseminación de los animales a tiempo fijo (Anexo 1).

El Tratamiento Ovsynch comenzó con la aplicación de 5 ml de GnRH en el día cero, a los 11 días se aplicó una segunda dosis de GnRH, después de realizada cada aplicación se llevo el control del comportamiento de los animales tratados las hembras que mostraron celo después de cada dosis se procedió al servicio (Anexo 2).

Los animales tratados mediante el protocolo Ovsynch + CIRD se inició con la aplicación de 5 ml de hormona liberadora de gonadotropina e implante vaginal que contiene 1.38 g de progesterona, se retiro el implante a los siete días y se aplicaron 5 ml de prostaglandina, los animales que mostraron celo luego del retiro del implante y la aplicación hormonal fueron servidos mediante la inseminación artificial, 48-56 horas, se aplicó una segunda dosis de 5 ml de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) realizando a las 16 horas la inseminación artificial en los animales que presentaron celo (Anexo 3).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos a utilizados en la sincronización de celo en ganado productor de leche de la raza Pardo Suizo.

Identificación	Descripción
Pre-synch (PGF2a, CIRD, GnRH)	Día 0 5ml PGF-1; día 14 5ml PGF-1; día 24 5ml GnRH (poner CIRD); día 31 5ml PGF-1 (retirar CIRD) 48-56 horas 5ml GNRH, 16 horas post-estro I.A
Ovsynch (Gonadotropinas)	Día 0 5 ml GnRH, día 11 5 ml GnRH
Ovsynch + CIRD (GnRH, CIRD, PGF2a)	Día 0 5ml GnRH + CIRD, día 7 5ml PGF-1 (retirar CIRD), 48-56 horas 5ml GnRH, e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) 16 horas después

Las vacas luego de ser servidas se les realizó monitoreo mediante observación de señales de celo a los 21 y 42 días y se procedió a los 45 a 60 a palpación recto uterino para diagnosticar número de vacas gestantes o no de cada tratamiento.

4.4. Diseño experimental DCA

Se utilizó un diseño completo al azar (DCA); el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental

μ Efecto de la media general

t_i Efecto del i-esimo tratamiento

ε_{ij} Efecto del error experimental asociado a la i-esima unidad experimental Castillo (2001)

4.5. Variables a evaluar

Porcentaje de vacas en celo.

Expresa el porcentaje de vacas mostrando celo en un periodo comprendido del día posterior al tratamiento hasta 42 días

$$\% \text{ Celo} = \frac{\text{Número de vacas en celo}}{\text{Numero de vacas tratadas}} \times 100$$

Porcentaje de preñez

Expresa el porcentaje de vacas gestantes confirmadas mediante palpación rectal entre 45 y 60 días post-IA

$$\% \text{ Preñes} = \frac{\text{Numero de vacas confirmadas}}{\text{Numero de vacas inseminadas}} \times 100$$

Relación costos productivos en vacas tratadas no gestantes

Se obtuvo tomando los costos de oportunidad de acuerdo a cada tratamiento mediante la siguiente formula

$$\text{Costo de oportunidad} = 28 \text{ días } ((Px) (\text{Lps. Litro}) + (\text{Dpr. Vaca}) + (\text{costo de alimento diario}))$$

Dónde:

Px=	Promedio de producción de leche
Lps. Litro=	Precio de litro de leche
Dpr=	Depreciación de la vaca

V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

5.1. Porcentaje de vacas en celo.

En el presente trabajo los resultados obtenidos de vacas presentando celo post tratamiento con el uso de prostaglandina, gonadotropinas y gonadotropinas más progesterona se muestran en la cuadro 2. El tratamiento Pre-Synch obtuvo una mayor precocidad en presentar celo en un intervalo de 0-7 días, los tratamientos Ovsynch y Ovsynch + CIRD presentaron sus mejores resultados en un intervalo de 8-21 días; todos los tratamientos obtuvieron resultados de celo en menor proporción después de los 22 días.

Cuadro 2. Porcentajes animales que presentaron celo en intervalos de días post tratamiento con prostaglandina, gonadotropinas o progesterona-gonadotropina.

Tratamientos	Celo (%)	Presencia de celo días post tratamiento				Preñez (%)
		0-7	8-14	15-21	22-28	
Pre-Synch	100	50	0	20	30	40
Ovsynch	100	0	0	60	40	20
Ovsynch + CIRD	100	0	50	30	20	50

El 100% de las vacas mostrando celos en esta investigación utilizando prostaglandina, gonadotropinas y gonadotropinas más progesterona demuestra que todos los tratamientos fueron efectivos en inducir el celo, resultados que se asemejan al 97% reportado por Sepúlveda et al (2003) y Becaluba (2006); entre tanto resultan ser mejores a valores entre 88 y 100% encontrados por Romero et al (2009).

El tratamiento Pre-Synch (prostaglandina) (CIRD, GnRH) o tratamiento largo permitió que un 50% de vacas mostrasen celo en la primera semana posterior a la primera aplicación, lo cual coincide con lo reportado por Becaluba (2006), para quien el 60% de los animales mostraron celo durante un periodo de 12 días posterior a la primera aplicación.

Las vacas que no mostraron celo en la primera semana posterior a la aplicación de prostaglandina recibieron una segunda dosis 14 días después, en donde 20% de las vacas mostraron celo entre 15 y 21 días y 30% posterior a 22 días, lo cual no coincide con Becaluba (2006) quien indica que las vacas recibiendo una segunda dosis de prostaglandina demuestran el celo en la mayoría de las veces entre las 48 y 96 horas.

El tratamiento Ovsynch utilizando gonadotropinas permitió que 60 y 40% de las vacas mostrasen celo en la tercera y cuarta semana respectivamente, coincidiendo de alguna manera con Rubio (2005), quien expresa que cuando se administran dosis de GnRH entre 0.5 y 1.5 mg se produce ovulación y luteinización en un 90% de las vacas que responden un celo fértil 18 a 24 días después.

El tratamiento Ovsynch + CIRD + PGF2a según la literatura (Becaluba 2006 y Pfizer 2008) tiene como propósito suprimir la liberación de LH y FSH del hipotálamo, previniendo el estro y la ovulación. Al remover el CIDR la LH aumenta, lo que resulta en estro y ovulación del folículo dominante lo cual debe permitir a las vacas entrar en celo, coincidiendo con lo encontrado en esta investigación en donde los animales mostraron un 50% de celo en la segunda semana, 30% en la tercera y 20% a partir de la cuarta, resultados similares a valores entre 88 y 92% reportados por Romero et al (2009).

5.2. Porcentaje de preñez

Los porcentajes de preñez obtenidos en esta investigación están entre 20 y 50 %; el valor más bajo corresponde al tratamiento Ovsynch, con periodo de duración medio (11 días) que utilizaba únicamente gonadotropinas y el valor más alto al tratamiento Ovsynch + CIRD +PGF2a con periodo corto (9 días) que utilizaba progesterona-gonadotropinas. El tratamiento con protocolo Pre-Synch o con periodo largo (33 días) obtuvo valores de 40% de preñez (cuadro 2), considerado bajo cuando comparado al 60% obtenido por Becaluba (2006), quien utilizó protocolo similar, sin embargo, coincide con lo reportado por Moreira *et al* (2000) y Pancarci et al (2001) quienes obtuvieron tasas de preñez de 43% y 43.5% respectivamente.

El tratamiento con protocolo Ovsynch utilizando gonadotropinas presento un 20% de vacas preñadas siendo el porcentaje más bajo de entre los protocolos evaluados, así mismo, son inferiores al 29% encontrado por Moreira et al. (2000) y a lo indicado por Pursley et al. (2001) para quien al usar este protocolo se espera una mejora significativa de 34.7%.

En el protocolo Ovsynch + CIRD + PGF2a los animales tratados mostraron un 50% de preñez confirmada, siendo este el protocolo que mejores resultados obtuvo dentro de la investigación, resultados similares a valores reportados por Pursley et al (2001) quien obtuvo un 49.1% en vacas cíclicas y un 55.2% en vacas anestrícas, además Fricke (2001) informa que el uso de CIRD junto con el protocolo Ovsynch aumenta la fertilidad en vacas anestrícas, pero no en vacas cíclicas, por lo que puede ser una buena estrategia para el tratamiento de vacas lecheras que al final del periodo de espera voluntario se encuentran en anestro.

Los bajos porcentajes de preñez obtenidos en los tres protocolos o tratamientos evaluados en esta investigación podrían estar relacionados con problemas inherentes al manejo reproductivo y/o sanitario del hato, sin embargo, no se puede emitir alguna aseveración o conclusión en ese sentido, ya que, no fueron propuestos como objetivos de estudio.

5.3. Costos de producción en vacas tratadas e inseminadas no gestantes.

Los datos obtenidos de costos por cada tratamiento reflejan grandes pérdidas por aquellos animales que no presentaron preñez (Cuadro 3 y Cuadro 4). El 60% de las vacas no gestantes en el tratamiento Pre-Synch representan una pérdida económica de Lps. 9,605.95/vaca tratada no gestante, el protocolo Ovsynch + CIRD + PGF2a 9,528.45 y el protocolo Ovsynch 9,130.95.

Cuadro 3. Costos por uso hormonal en la técnica de sincronización de estro.

Tratamiento	Producto	Dosis ml	Costo/Dosis /Lps	Costo/ tratamiento	Costo Lps /vaca
Pre-Synch	PGF2a	10	15.5	155	
	GNRH	10	12	120	
	CIRD	1	320	320	595
Ovsynch	GNRH	10	12	120	120
Ovsynch + CIRD	PGF2a	5	15.5	77.5	
	GnRH	10	12	120	
	CIRD	1	320	320	517.5

Cuadro 4. Costos de producción en vaca tratada e inseminada no gestante.

Tratamiento	Alimento	Costo de Inseminación			costo Hormonal	Valor/ leche	Depreciación	Costo total
		Mano de obra	Semen	Nitrógeno				
Pre-Synch (PGF2a)	2363.2	100	510	100	595	5733.00	204.75	9605.95
Ovsynch (GnRH)	2363.2	100	510	100	120	5733.00	204.75	9130.95
Ovsynch + CIRD (GnRH +CIRD+PGF2a)	2363.2	100	510	100	517.5	5733.00	204.75	9528.45

VI. CONCLUSIONES

La utilización de los protocolos hormonales en la sincronización es efectiva en inducir celo, el protocolo Pre-Synch que utiliza prostaglandina CIRD y GnRH es el que mostro mayor precocidad en inducir celo en el primer intervalo entre 0-7 días y los protocolos que utilizan gonadotropinas y gonadotropinas más progesterona muestran su mayor potencial en intervalos de 15 a 21 y 8 a 14 días, respectivamente.

El protocolo utilizando únicamente tratamiento con gonadotropinas permitió una preñez de 20% y por lo tanto, la más baja rentabilidad debido a la perdida asignada a la producción de leche no percibida.

VII. RECOMENDACIONES

La utilización del protocolos a base de gonadotropinas más progesterona en la sincronización de celo y porcentaje de preñez en hatos lecheros ofrece resultados aceptables para implementarlos en un plan reproductivo.

La utilización de la técnica de sincronización se deberá realizar de forma y tiempo adecuado, también siendo necesaria la actualización del personal encargado de realizar la técnica de inseminación artificial.

La presencia de vacas que retornan al celo cada 21 días posterior a la inseminación deberá ser diagnosticada por medio de la palpación para diferenciar posibles deficiencias hormonales o fallas en la aplicación de técnica de Inseminación artificial.

En el caso de vacas retornando al celo después de los 42 días pos inseminación, se deberá consultar al médico veterinarios en la sospecha de infecciones de carácter reproductivo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Adams, H. R. 2001. Prostaglandins, Related Factors, and Cytokines. Section 4.Chap 21st Pp. 420-432 En: Adams, H. R. Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 8th Edición. IowaStateUniversityPress/Ames.

Becaluba. 2006. Métodos de sincronización de celos en bovinos consultado (en línea) 25 mayo. 2013. Disponible www.produccion-animal.com.ar

Campaña J. M; Gamboa O.A. 2012. Evaluación De Dos Métodos De Inducción De Celo (Cidr Vs Presynch) Y Su Influencia En La Concepción De Vaconas De La Hacienda Prado Verde Del Cantón Píllaro.Universidad Estatal De Bolívar.

Ensminger. M. 1973. Reproducción Bovina Para Carne. 4ª Edition, Argentina.

Fricke, P M. 2001. Ovsynch, Pre-synch, the Kitchen-Synch: Whts up with synchronization protocols? Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, University of Wisconsin-Extension.

Gasque Gómez. R. Mvz Esp. 2008. Enciclopedia Bovina. Primera Edición. México.

Jordan, E.R; Pancarci, S.M; Schouten, M.J; Thatcher, WW. 2001. Use of ECP in a presynchronized timed artificial insemination protocol for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 84-248.

López E. 2009. La Hormona Liberadora De Gonadotropinas (Gnrh) Y Su Papel En La Reproducción Bovina.

Moreira, F; Orlandi, C; Risco,C., Lopez, F; Mattos, R; Thatcher, W.W. 2000. Pregnancy rates to a timed insemination in lactating dairy cows presynchronized and treated with bovine somatotropin: cyclic versus anestrus cows. J. Dairy Sci. 83(Supl 1): 134 (Abstr.).

Moreira F; Orlandi C; Risco, CA; Mattos, R; Lopez, F; Thatcher, W.W. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 4:1646-1659.

Navil El Tabbakh, Mohamed. 2007. Inducción de la ovulación para fertilización in vitro. Obgyn. Egipto.

Pancarci, SM; Risco, CA; López, F.L; Moreira, F; Jordan, ER; Thatcher. 2001. Use of ECP in a timed insemination program. J. Dairy Sci. 84-460.

Pursley JR; Mee MO, Wiltbank MC. 2001. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 and GnRH. Theriogenology 44, 915-923, 2001.

Romero. Mariñelarena A. F., García, J. A., Garay, A. A., Muela, C. R., Durán, L. A., Castro, J. A., 2009 Sincronización de estros en bovinos con dos fuentes de prostaglandinas. Artículo arbitrado. Mayo. 2013.

Rubio, GJ. 2005. Quistes ováricos en la hembra bovina. Capitulo 15. En: Manual de Ganaderia Doble Proposito. Ed. Gonzalez-Stagnaro, C. y soto-Belloso, E. fundación GIRARZ (Grupo de Investigadores de la Reproducción Animal en la Región Zuliana). Ediciones Astro Data S.A. Pp. 483-486.

Salverson, R. R; Dejarnette, J. M; Marshall, C. E; Wallace, R. A. 2002.Sinchronization of Estrus InVirginbeef Heifers Using Melengestrol Acetate161and Pgf2a: An Efficacy Comparasion Of Cloprostenol And DinoprostTromethamine,Theriogenology 57, 853-858.

Saltiel. 1995. Ciclo Estral, Exploración Sistemática: Definición, Componentes Internos Y Externos, Importancia, Diagnóstico. Ciclo Estral En La Hembra Bovina

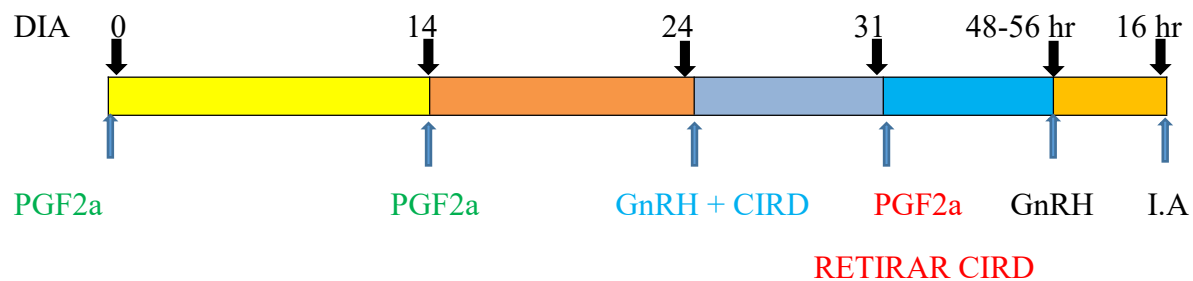
Sepúlveda, N; Risopatrón, J; Rodríguez, F; Rodero, E; 2003. Fertilidad En Vacas Lecheras Asociada A La Sincronización De Celos E Inseminación A Tiempo Fijo (IATF) Utilizando GnRH Y Pgf2. Revista Científica, Fcv-Luz. Vol. Xiii No. 3. Universidad De Córdoba. Córdoba.

Thatcher, W. W. 2004 Utilización De Inseminación Artificial En Tiempo Fijo (IATF) Como Estrategia Para Aumentar A Tasa De Preñez En Vacas. Viii Curso Nuevos Enfoques En Producción Y Reproducción De Bovinos, Uberlandia – Minas Gerais, Marco 18 – 20 De 2004.

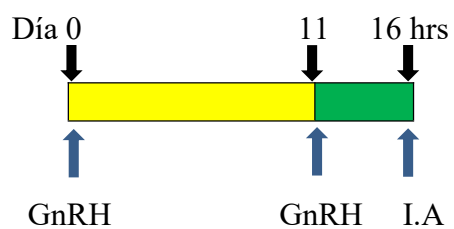
Pfizer. 2008; Sincronización de Celo en Vacas Lecheras Utilizando GnRH y PGF2a.

ANEXO

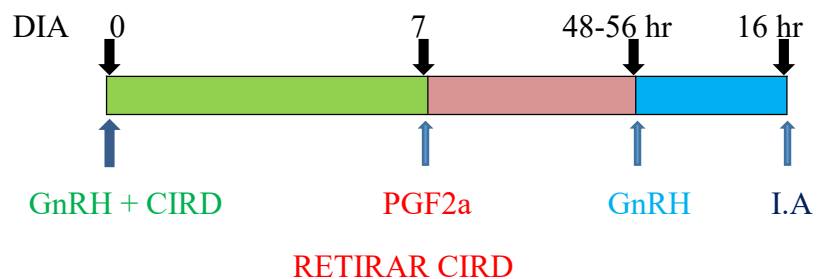
Anexo 1. Método de aplicación del protocolo Pre-Synch



Anexo 2. Protocolo Ovsynch



Anexo 3. Protocolo Ovsynch + CIRD



Anexo 4. Dispositivo intravaginal (CIRD)

