

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Protocolos de inseminación a tiempo fijo, su importancia en la fertilidad**

**POR**

**MAXIMILIANO LUGO PEÑA**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**NOVIEMBRE DE 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Protocolos de inseminación a tiempo fijo, su importancia en la fertilidad

POR  
MAXIMILIANO LUGO PEÑA

MONOGRAFÍA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

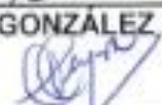
PRESIDENTE:

  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

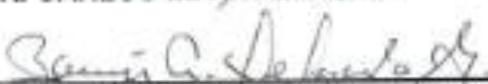
VOCAL:

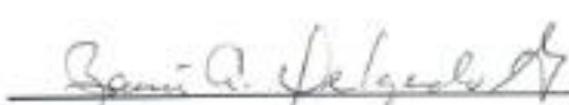
  
DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL:

  
DR. CARLOS LEYVA ORASMA

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

  
DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Protocolos de inseminación a tiempo fijo, su importancia en la fertilidad

POR

MAXIMILIANO LUGO PEÑA

MONOGRAFÍA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

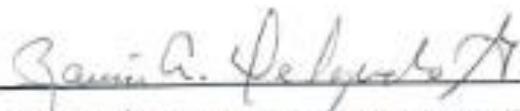


DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

ASESOR:



DR. CARLOS LEYVA ORASMA



DR. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2017

## AGRADECIMIENTOS

Me resulta difícil tener a alguien en específico a quien agradecer por el apoyo que me brindo en esta etapa de mi vida, pues fueron tantas personas en tantas ocasiones que no terminaría de nombrarlos, pero principalmente quiero agradecer a mis padres; Maximiliano Lugo D. y Juana Peña H. por el apoyo incondicional y sobre todo por la confianza en todos mis años de carrera, a mis hermanos y familia, a mi novia Rosalba Campanilla C. quien me escucho, a consejo y ayudo a superarme.

A mi alma mater y a mis maestros quienes con mucho sacrificio me inculcaron conocimientos, permitiéndome ser quien ahora soy, aunque me gustaría de la misma manera pedirles una disculpa porque lamentablemente yo sé que no di todo de mí y que a muchos de mis maestros decepcione; además agradecer a Tecnetica Animal y al Grupo García Lespron, por permitirme llevar a la práctica mis conocimientos además desarrollar mis habilidades.

*"Tu forjas la letras, las letras no te forjan a ti"*

*Martin Luther King, Jr.*

## RESUMEN

Uno de los componentes más importantes en un hato lechero es la reproducción, resulta en un gran desafío del día a día cumplir con los parámetros reproductivos establecidos, para lograr esto, las intervenciones hormonales han sido utilizadas para aumentar la probabilidad de detección de celo e inseminación y para aumentar las tasas de preñez en animales lecheros en diferentes sistemas de manejo. La inseminación artificial es sin duda la herramienta más antigua y utilizada para lograr el mejoramiento genético en los bovinos. Sin embargo, la ineficiencia en la detección y control de los celos ha sido la principal limitante para el uso masivo de esta biotecnología. Durante la década del 70, el descubrimiento de las prostaglandinas y su aplicación para controlar el ciclo estral significaron un gran avance en el control reproductivo de los bovinos. Sin embargo, años más tarde y después de algunas investigaciones, se hicieron evidentes las limitaciones de las prostaglandinas para lograr la eficiente sincronización de los celos. En los últimos años, gracias al conocimiento de la fisiología del ciclo estral, así como la incorporación de la ultrasonografía para comprender la dinámica folicular de los bovinos, se han desarrollado tratamientos de sincronización que permiten inseminar artificialmente a las hembras bovinas sin la detección de los celos y que se conocen como protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo. El objetivo del presente trabajo es conocer información sobre los protocolos de inseminación a tiempo fijo y su importancia en la fertilidad.

**Palabras clave:** bovinos, ciclo estral, hormonas, reproducción, sincronización.

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>RESUMEN</b> .....	ii
<b>INDICE</b> .....	iii
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	v
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>ABREVIATURAS</b> .....	vii
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>Objetivo</b> .....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
<b>2.1 Evolución de la sincronización y programas de IATF</b> .....	4
<b>2.2 Desarrollo</b> .....	7
<b>2.3 Ovsynch</b> .....	8
<b>2.4 Pre-ovsynch</b> .....	10
<b>2.5 Cosynch</b> .....	15
<b>2.6 Resynch</b> .....	16
<b>2.7 Double ovsynch</b> .....	19
<b>2.8 Otros factores</b> .....	21
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	23

<b>4. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>24</b>
-----------------------------------	-----------

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Cuadro 1. Efecto de la paridad en la preñez por IA en vacas lecheras lactantes después de la presincronización con Double-Ovsynch o Presynch-Ovsynch.	<b>21</b>
------------------	---	-----------

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Diagrama de los tratamientos utilizados en Presynch	<b>11</b>
<b>Figura 2.</b>	Efecto del tratamiento de vacas lecheras lactantes con tratamientos Pre-Ovsynch 4 (G4G), 5 (G5G) o 6 (G6G).	<b>13</b>
<b>Figura 3.</b>	Variación estacional de la tasa de detección de calor, tasa de concepción y tasa de preñez en vacas lecheras en respuesta al protocolo Presynch-Ovsynch de doce días.	<b>15</b>
<b>Figura 4.</b>	Protocolos de sincronización Ovsynch y Cosynch	<b>16</b>
<b>Figura 5.</b>	Resincronización temprana	<b>18</b>
<b>Figura 6.</b>	Resincronización tardía	<b>19</b>
<b>Figura 7.</b>	Protocolo Double-Ovsynch	<b>20</b>

## ABREVIATURAS

**IATF:** Inseminación Artificial a Tiempo Fijo

**BCS:** (*Body Condition Score*) Puntuación de condición corporal

**IA:** Inseminación Artificial.

**GnRH:** (*Gonadotropin Releasing Hormone*) Hormona Liberadora de Gonadotropinas

**PGF2 $\alpha$ :** Prostaglandina F2 $\alpha$ .

**LH:** (*Luteinizing hormone*) Hormona Luteinizante

**E2:** Estradiol

**P4:** Progesterona

**Ovsynch:** (*Ovulation Synchronization*) Sincronización de la ovulación

**IEI:** (*Inter-Estrus Interval*) Intervalo Inter-Estro

**FICR:** (*Conception Rate to the first service or First Insemination*) Tasa de Concepción al Primer Servicio o la Primera Inseminación

**HDR:** (*Heat Detection Rate*) Tasa de Detección de Calor

**PR:** (*Pregnancy Rate*) Tasa de Preñez

**ICD:** Inseminación a Celo Detectado

**ELISA:** (*Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*) Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas

**GAP:** Glicoproteína Asociada a la Preñez

**DIM:** (*Days In Milk*) Días En Leche

## 1. INTRODUCCION

La eficiencia reproductiva es uno de los componentes clave de un sistema lácteo rentable (Carabă y Velicevici, 2013). En las últimas décadas, se han logrado avances significativos en la comprensión y manipulación de los procesos reproductivos en la vaca lechera. Se han desarrollado métodos nuevos para sincronizar el estro y la ovulación en un intento por superar los efectos de la deficiente detección del estro en la eficiencia reproductiva (Jordan *et al.*, 2002).

Por otro lado, la selección genética, para un mayor rendimiento de la leche en vacas lecheras ha comprometido los perfiles endocrinos para favorecer la lactancia a expensas del rendimiento reproductivo (Cornwell *et al.*, 2006), ya que, las vacas lecheras lactantes con alto mérito genético y con producción de leche sobresaliente probablemente están más vulnerables a problemas de fertilidad tales como; tasas de concepción inferior, débil expresión de estro y mayor pérdida embrionaria después de la inseminación que aquellas con baja producción (El-Zarkouny *et al.*, 2004).

Además, se han reconocido que las interacciones nutricionales con el rendimiento reproductivo en el período postparto temprano a través del alto consumo de alimento requerido para satisfacer las necesidades energéticas reducen la tasa de concepción a la primera IA. Los cambios en la fisiología reproductiva debido al metabolismo de los esteroides elevados y los cambios metabólicos en el fluido folicular del folículo dominante en la lactancia temprana han sido reportados como causas potenciales de reducción de la tasa de concepción a la primera IA en vacas lecheras lactantes sobresalientes (Yusuf *et al.*, 2011).

**Objetivo**

El objetivo del presente trabajo es conocer información sobre los protocolos de inseminación a tiempo fijo y su importancia en la fertilidad.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

Se ha documentado una relación inversa entre el rendimiento de la leche y el rendimiento reproductivo (Cornwell *et al.*, 2006). La disminución en el rendimiento reproductivo de vacas Holstein de alto mérito genético para el rendimiento de la leche ha sido ampliamente reconocida en la última década y se ha reportado en muchas industrias lácteas. Sin embargo, las razones específicas de la disminución no han sido documentadas aparte de demostrar asociaciones con altos rendimientos de leche en lactancias temprana, la movilización rápida de las reservas corporales como se refleja en la disminución de la puntuación de la condición corporal (BCS) y problemas de salud relacionados como condiciones patológicas del tracto reproductivo, cojera y mastitis. Sin embargo, parece probable que algunos de los cambios hormonales que se ha demostrado que influyen en la división de energía resultante en el aumento de la síntesis de lactosa también pueden haber alterado indirectamente algunos aspectos de la endocrinología reproductiva. Estas asociaciones pueden estar directamente relacionadas o exacerbadas por las condiciones ambientales y de manejo (Macmillan, 2010).

A medida que se ha recopilado una investigación sobre la fisiología reproductiva y la endocrinología en torno al ciclo estral en el ganado lechero, se han desarrollado varios programas de sincronización del celo para su uso con vacas lecheras. Estos incluyen varios programas que facilitan la cría en masa de todos los animales en un tiempo predeterminado (AITF) en lugar de la detección de estro (Carabă y Velicevici, 2013).

La razón principal para sincronizar el estro en vacas lecheras es facilitar uso de la IA. Anteriormente la eficacia de las estrategias de sincronización estral de vacas fue limitada porque los productores lecheros debían confiar en la detección visual del celo, que es ineficiente en la mayoría de las explotaciones lecheras (Rivera *et al.*, 2004).

Los requisitos para alcanzar el objetivo de la alta eficiencia reproductiva en un hato lechero son un período de transición libre de enfermedad, altas tasas de sumisión a IA y un alto índice de concepción por servicio. Sin embargo, muchos hatos lecheros actuales tienen dificultad para criar y lograr una alta tasa de concepción de IA en un tiempo óptimo (Yusuf *et al.*, 2011).

## **2.1 Evolución de la sincronización y programas de IATF**

Las hormonas utilizadas para controlar farmacológicamente el ciclo estral son idénticas a las hormonas reproductivas encontradas en el hipotálamo (GnRH), el ovario (estradiol y progesterona) y el útero (PGF<sub>2</sub>) de los bovinos. La actividad biológica de las hormonas exógenas recapitula la actividad biológica de las hormonas endógenas en la vaca normal (Lucy *et al.*, 2004).

El primer método de sincronización del celo (desarrollado en la década de 1960) bloqueó la ovulación mediante la administración de progestágenos exógenos (Lucy *et al.*, 2004). Los tratamientos iniciales se centraron en la sincronización del celo conductual como preludeo a la inseminación. Los potentes progestágenos sintéticos se administraron oralmente o mediante implantes subcutáneos a vaquillas o vacas de carne, pero no pudieron usarse con vacas lecheras lactantes debido a residuos hormonales en la leche. El principio implicado en estas formas de tratamiento era extender el ciclo estral normal extendiendo el período del

diestro. La luteólisis inducida se intentó inyectando dosis altas de ésteres de estradiol de acción prolongada (Macmillan, 2010). Aunque el método proporcionó sincronía aceptable, las tasas de concepción se deprimieron (Lucy *et al.*, 2004).

El descubrimiento e identificación de la prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) como la “luteolisina uterina” condujo al desarrollo de nuevos métodos de sincronización en los años setenta (Lucy *et al.*, 2004; Macmillan, 2010). Fue seguida rápidamente por la comercialización de una forma natural sintética (Lutalyse) y potentes análogos (Estrumate). Su uso se basó en acortar la fase lútea inyectando PGF2 $\alpha$  para inducir la luteólisis. Esto significó que un tratamiento sólo fue efectivo en presencia de un cuerpo lúteo funcional del día 7 al día 17 de un ciclo estral normal (Estrus = Día 0). Aunque la luteólisis podría sincronizarse satisfactoriamente cuando se administró una PGF2 $\alpha$  durante este período, el intervalo hasta el inicio del estro conductual podría variar de 2 a 5 días. Esta variación se debió a diferencias en el tamaño del folículo ovárico dominante en el momento de la inyección y se demostró que estaba estrechamente relacionado con el patrón ondulatorio del desarrollo folicular normal. Por ejemplo, cuando las vacas lecheras fueron inyectadas con PGF2 $\alpha$  en el día 6 de sus ciclos, el intervalo medio de estro e inseminación fue de 3 a 7 días, aumentando a 4 a 9 días para las inyecciones en el día 10 y luego disminuyendo a 3 a 4 días en el día 16. El porcentaje detectado en el estro de 3 a 10 días después de la inyección aumentó del 81 al 98% con la etapa de avance del diestro en el momento de la inyección de PGF2 $\alpha$ . Estos resultados mostraron claramente que la sincronización de la luteólisis no dio como resultado el inicio sincronizado del estro y la ovulación. La detección del estro conductual tuvo que ser un componente necesario para sincronizar el estro dentro

de un sistema de prostaglandinas. Sin embargo, cuando las vacas fueron inseminadas siguiendo el estro asociado con una única inyección de PGF $2\alpha$ , sus tasas de preñez fueron significativamente mayores que en los contemporáneos no tratados (70.5 vs 58.5%) (Macmillan, 2010).

Al igual que con la prostaglandina PGF $2\alpha$ , la identificación de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) como el "agente de liberación de LH" fue seguida rápidamente por la forma natural y análogos potentes de GnRH que se sintetizaba. Inicialmente se utilizaron para tratar los folículos quísticos (Cystorelin) y el retrasó de la ovulación en vacas lecheras (Macmillan, 2010).

Progestógenos exógenos y PGF $2\alpha$  se combinaron posteriormente para mejorar los resultados de ambos métodos (Lucy *et al.*, 2004). Una vez que se demostró que retrasar el intervalo entre una inyección de PGF $2\alpha$  hasta 7 días después de una inyección inicial de GnRH no comprometería la luteólisis inducida por PGF $\alpha$ , se hizo posible producir un estro sincronizado. Esto se debía a que la GnRH inyectada había terminado sincrónicamente la mayoría de las etapas del desarrollo del folículo ovárico para ser seguido por una emergencia sincronizada de una nueva onda folicular que condujo a la presencia de un folículo dominante maduro 7 días después de la inyección. Estos estudios iniciales utilizaron vacas lecheras en lactación que estaban en ciclando, así como en anestro y vaquillas. Se informó de que el protocolo básico GnRH-PGF $2\alpha$ -GnRH era igualmente eficaz con cada clasificación de mujeres (Macmillan, 2010).

Aunque los estudios originales utilizando combinaciones de GnRH y PGF $2\alpha$  fueron conducidos y revisados por Thatcher *et al.*, 1991, Fueron los

estudios exhaustivos de Pursley *et al.* 1997, que demostraron la idoneidad del protocolo básico denominado como “Ovsynch” (Macmillan, 2010).

La serie de acontecimientos históricos descritos en el párrafo anterior definir los componentes esenciales de los sistemas de sincronización estral de hoy en día. Específicamente, la mayoría de los sistemas de sincronización de celo emplean un método para:

1. Controlar el desarrollo de ondas foliculares;
2. Prevenir la ovulación prematura en vacas cíclicas y promover la ovulación en vacas anestrales (logradas mediante suplementos de progesterona);
3. La regresión del cuerpo lúteo en vacas cíclicas;
4. Lincronización del estro y (o) ovulación al final del tratamiento (Lucy *et al.*, 2004).

## **2.2 Desarrollo**

Con la incorporación de la sincronización de la ovulación en los programas de manejo reproductivo del ganado lechero permite a los productores minimizar los requerimientos de mano de obra para la detección de celo mientras mejora el desempeño reproductivo general (Rabiee *et al.*, 2005), ya que todas las vacas son inseminadas en un momento específico en relación con la inyección de hormonas (Cornwell *et al.*, 2006). Además, proporciona una manera efectiva de manejar la reproducción en vacas lecheras lactantes eliminando la necesidad de detección de celo (Carabă y Velicevici, 2013). La disminución de la eficiencia de la detección de celo, en particular, puede explicar el creciente interés en el uso de programas de reproducción controlada (Colazo y Mapletoft, 2014).

Para que un programa de este tipo reciba una adopción generalizada, debe ser costo y mano de obra eficiente. También debe sincronizar eficazmente la ovulación de modo que los ovocitos fértiles se ovulen en un tiempo definible (Jordan *et al.*, 2002).

El control coordinado de desarrollo folicular y función lútea son requisitos críticos para sincronizar la ovulación en vacas lecheras lactantes (Bello, *et al.*, 2006). Ovsynch fue el primer protocolo desarrollado para sincronizar con éxito la ovulación en vacas lecheras lactantes, lo que permitió establecer inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Rivera *et al.*, 2004).

### **2.3 Ovsynch**

Un protocolo de inseminación a tiempo fijo (Ovsynch / IATF) fue ideado para que las vacas puedan ser inseminadas sin detección del estro. Este protocolo utiliza GnRH y prostaglandinas con el fin de estimular e inducir la ovulación. Al día 0, se administra una inyección de GnRH para estimular la hormona luteinizante endógena (LH). La liberación de LH provoca la ovulación de un folículo y, por tanto, la formación de un cuerpo lúteo en el ovario. Después de la ovulación de un folículo, el ovario comienza a madurar otro folículo dominante. A los 7 días siguientes a la inyección de GnRH, una inyección de prostaglandina F<sub>2</sub>α (PGF<sub>2</sub>α) induce la regresión del cuerpo lúteo (CL) y permite la maduración final del folículo dominante sincronizado. A las 48 horas después de la inyección de PGF<sub>2</sub>α, una segunda inyección de GnRH sincroniza la ovulación del folículo dominante, que se produce aproximadamente 28 horas después (Moreira *et al.*, 2000; Carabă y Velicevici., 2013).

A pesar del impacto positivo total de Ovsynch, 10 a 30% de las vacas tratadas no lograron sincronizar la ovulación en respuesta a la GnRH final (Bello *et al.*, 2006) por desgracia, las vacas respondieron mal a la ITF, obteniéndose tasas de concepción del 20 al 40% más bajo que las vacas que reciben IA a estro detectado (tradicional) (Rivera *et al.*, 2004).

La respuesta ovulatoria a la primera GnRH de Ovsynch fue el determinante clave para un resultado de sincronización exitoso. La ovulación a la primera GnRH de Ovsynch sincronizó la aparición de ondas foliculares dentro de 1.6 a 2.5 días después de la inyección. Este evento fue clave para la coordinación de un folículo funcional dominante en el momento de PGF2 $\alpha$  y posterior GnRH final de Ovsynch. Se propusieron varias características a saber cómo indicadores potenciales del estado de maduración folicular antes de la ovulación; el tamaño del folículo, vida folicular y duración de la dominancia y las concentraciones circulantes de hormonas reproductivas, como la progesterona (P4) y el estradiol (E2). Sin embargo, no se han aclarado los conceptos de estado maduración de folículo preovulatorio y su impacto sobre la fertilidad (Bello *et al.*, 2006).

Se ha demostrado que la inseminación artificial a tiempo fijo a las 16 horas después de la segunda inyección de GnRH produce las mejores tasas de preñez (Carabã y Velicevici, 2013).

Las modificaciones en el programa Ovsynch como Pre-sincronización y la inseminación a tiempo fijo en el momento de la segunda inyección de GnRH (Cosynch) puede ser una alternativa para el manejo reproductivo de ganado vacuno lechero donde la detección del estro es inferior a la óptima (Rabiee *et al.*, 2005).

## 2.4 Pre-ovsynch

Bello *et al.* Desarrolló un nuevo protocolo de presincronización que combina PGF2 $\alpha$  y GnRH. El objetivo de este protocolo fue aumentar el porcentaje de animales que responden a la primera inyección de GnRH del protocolo de Ovsynch aumentando la probabilidad de un folículo de tamaño ovulatorio en ese momento (Colazo y Mapletoft, 2014).

Pre-Ovsynch es el resultado de la reestructuración de Ovsynch para inducir la ovulación de los folículos con mayor potencial de fertilidad, esto con el objetivo de desarrollar una estrategia hormonal que aumentara el porcentaje de vacas que ovulaban en respuesta a la primera inyección de GnRH de Ovsynch (Bello *et al.*, 2006).

Tratamientos:

Las vacas asignadas a los tratamientos recibieron 100  $\mu$  g. de GnRH (PreG, Ovacyst, IVX Animal Health, Inc., St. Joseph, MO) otras 4 d (G4G, n = 33), 5d (G5G, n = 31) 6 d (G6G, n = 32) antes de la primera inyección de GnRH de Ovsynch, luego completó el programa Ovsynch. Las vacas en cada uno de estos grupos recibieron 25 mg de PGF2 $\alpha$  (PreP; Prostamate, IVX Animal Health, Inc.) 2 días antes de PreG. Nos referimos a estas 2 inyecciones (PreP y PreG) como tratamientos pre-Ovsynch. (Figura 1). Los controles (n = 34) fueron tratados sólo con el protocolo Ovsynch. Todas las vacas recibieron IA a TF16 h después del GnRH final de Ovsynch. Los diagnósticos de preñez se realizaron mediante palpación por el recto del contenido uterino 35 días después de la IA (Bello *et al.*, 2006).

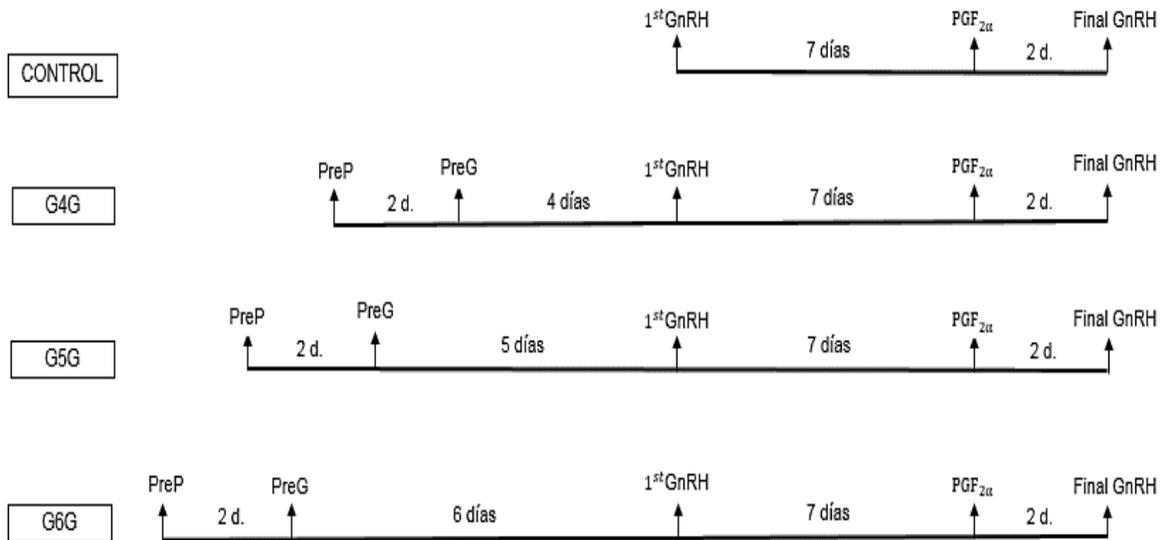
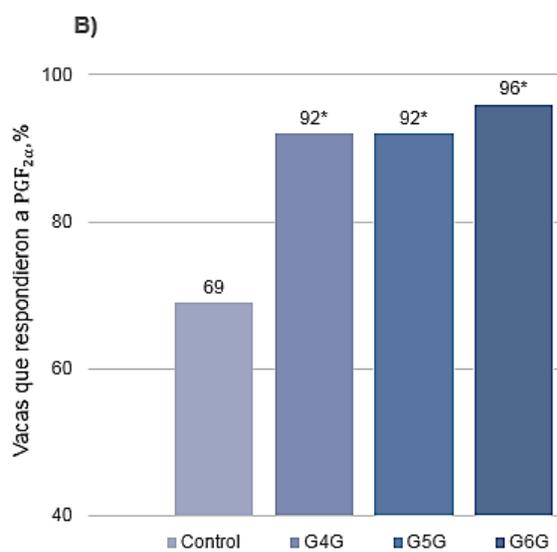
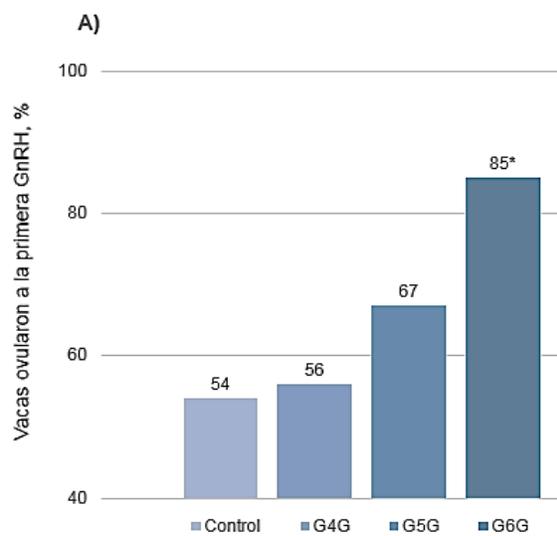


Figura 1: Diagrama de los tratamientos utilizados (tomado de Bello *et al.*, 2006).

El efecto de los tratamientos sobre el resultado de cada inyección hormonal de Ovsynch y sobre la proporción de vacas preñadas se ilustra en la Figura 2. El porcentaje de vacas que ovularon en respuesta a la primera inyección de Ovsynch GnRH fue mayor ( $P < 0,03$ ) en G6G en comparación con Control, mientras que ni G4G ni G5G difieren de los controles. El porcentaje de vacas que respondieron a PGF<sub>2α</sub> de Ovsynch fue mayor en G4G, G5G y G6G en comparación con los controles ( $P < 0,05$  para cada comparación). La tasa de sincronización en respuesta a ovsynch se incrementó ( $P = 0,05$ ) en G6G en comparación con los controles.



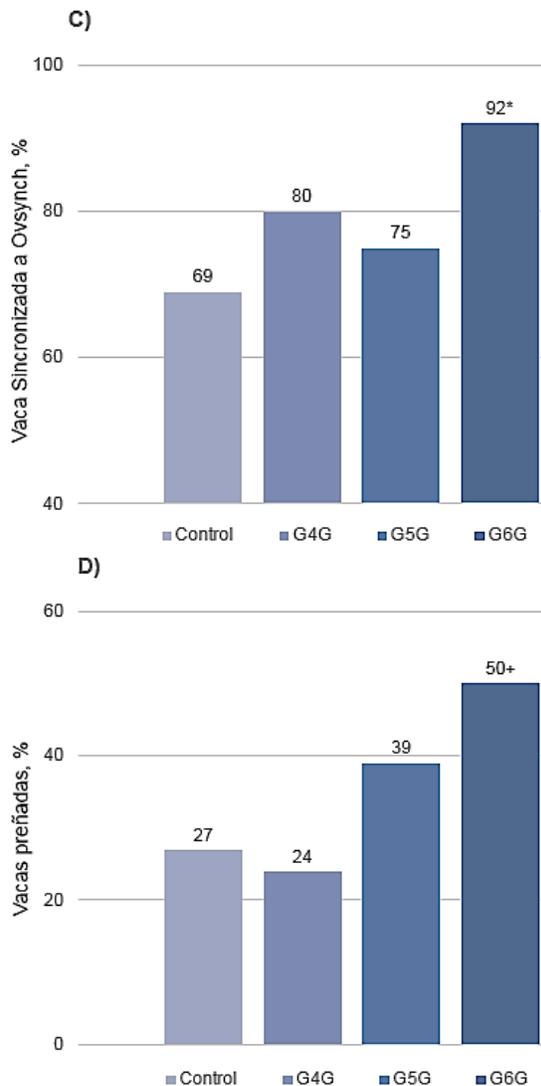


Figura 2: Efecto del tratamiento de vacas lecheras lactantes con tratamientos Pre-Ovsynch 4 (G4G), 5 (G5G) o 6 (G6G).

La respuesta ovulatoria de las vacas lecheras lactantes a la primera inyección de Ovnynch de GnRH se incrementó mediante el uso de una estrategia basada en PGF2 $\alpha$  y GnRH anterior a Ovsynch. Esta estrategia consistió en una inyección PreP seguida 2 días después por PreG, que a su vez, se administró 6 d antes de la primera GnRH de Ovsynch. Esta estrategia también mejoró la respuesta a PGF2 $\alpha$  de Ovsynch y el aumento de la tasa de sincronización de Ovsynch en comparación con los controles.

La administración y el monitoreo de la fertilidad en las granjas lecheras requiere una buena comprensión del intervalo inter-estro (IEI, *Inter-Estrus Interval*)

en vacas lecheras. Se sabe que el IEI promedio de vacas lecheras es de 21 días, variando de 18 a 24 días. El IEI es utilizado frecuentemente por los profesionales de los productos lácteos para calcular varios parámetros importantes de la fertilidad, como la tasa de presentación, la tasa de detección de calor (HDR, *Heat Detection Rate*), la tasa de concepción al primer servicio o la primera inseminación (FICR, *Conception Rate to the first service or First Insemination*) y la tasa de peñez (PR, *Pregnancy Rate*) (Abdel Aziz y Abdel-Wahab, 2017).

Hay poca literatura disponible sobre la distribución de IEI, FICR, HDR y PR en vacas lecheras sometidas al protocolo de presynch-Ovsynch de 12 días. Además, a nuestro leal saber y entender, sólo hay un estudio reciente que elucidó el rendimiento de las vacas Holstein sometidas a este protocolo bajo las circunstancias egipcias (Abdel Aziz y Abdel-Wahab, 2017).

Los patrones de HDR, CR y PR en diferentes estaciones del año se muestran en la Fig. 3. No se registraron variaciones significativas en el RDH entre las diferentes estaciones del año. Sin embargo, la tasa de concepción CR (*Conception Rate*) fue significativamente mayor en vacas inseminadas durante primavera (36,36%) e invierno (35,37%), en comparación con las inseminadas durante otoño (21,59%) y verano (10%). Se observó una tendencia similar en el PR, donde se observaron valores significativamente más altos en invierno (24,9%) y primavera (24,68%), en comparación con 15,63 y 6,6% en otoño y verano, respectivamente (Abdel Aziz y Abdel-Wahab, 2017).

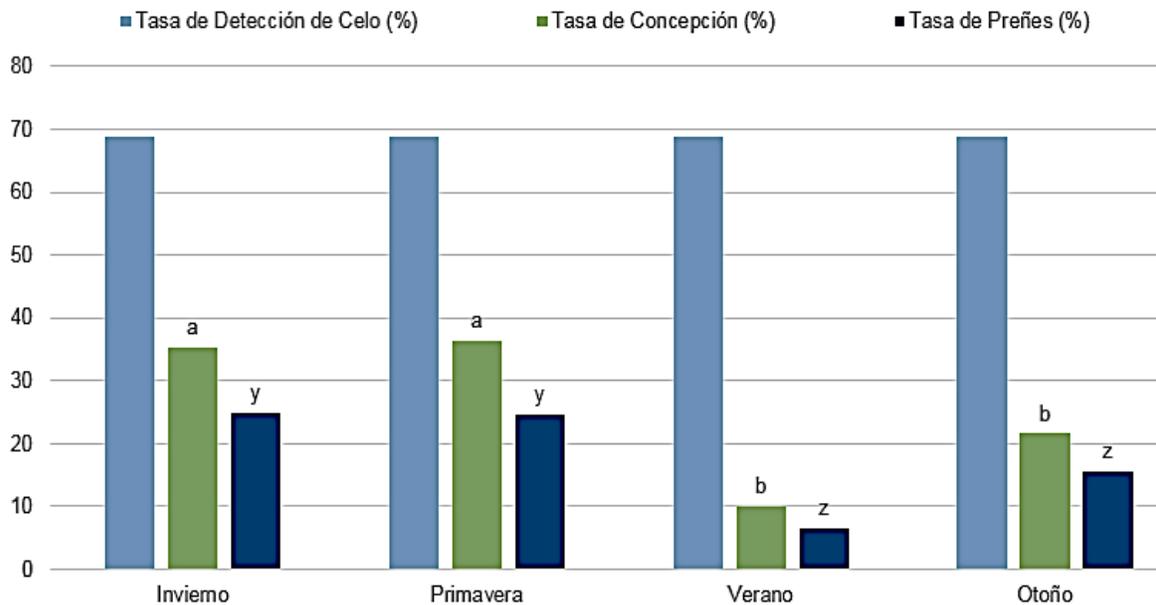


Figura 3: Variación estacional de la tasa de detección de calor, tasa de concepción y tasa de preñez en vacas lecheras en respuesta al protocolo Presynch-Ovsynch de doce días (tomado de Abdel Aziz y Abdel-Wahab, 2017).

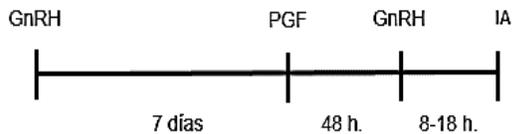
Basado en el patrón esperado de expresión del estro y la ovulación después de la segunda inyección de PGF $2\alpha$  (PGF) de Presynch, se ha propuesto que el momento ideal para iniciar Ovsynch para maximizar la fertilidad de los servicios de AI a tiempo fijo (TAI) es al menos 10 y no más de 12 días después de Presynch (Giordano *et al.*, 2016).

## 2.5 Cosynch

Es otro programa de inseminación a tiempo fijo, que sigue el mismo protocolo que Ovsynch, con una excepción, a saber, que la IA a tiempo fijo se realizó en el momento en que se administró la inyección final de GnRH.

"La lógica detrás de este protocolo fue reducir el número de viajes a través de la instalación de trabajo a tres"

## A. Ovsynch



## B. Cosynch

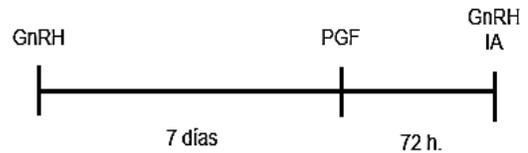


Figura 4: Protocolos de sincronización Ovsynch y Cosynch (tomado de Carabă y Velicevici, 2013).

Aunque no hay diferencias en las tasas de preñez entre Ovsynch y Cosynch, el objetivo fue contribuir al aumento de las tasas de concepción, en vacas con actividad ovárica, a la primera AI después del parto (Carabă y Velicevici, 2013).

## 2.6 Resynch

Como ya se a dicho; el desempeño reproductivo es un componente importante de la viabilidad económica de los rebaños lecheros y se acorta el intervalo de reinseminación de las vacas no preñadas para reducir el tiempo hasta la preñez y mejorar la tasa de preñez (Sinedino, *et al.*, 2014). La resincronización de los animales que retornan al celo entre los días 18-24 post IA o que son diagnosticados vacíos a los 35-42 días post IA es un área que ha recibido gran interés últimamente (Giraldo Giraldo, 2008).

La resincronización de las vacas no preñadas es necesaria si se quieren alcanzar las tasas óptimas de preñez. En cualquier IA, sólo del 30 al 45% de las vacas inseminadas están preñadas a los 40 días después de la inseminación, y el resto debe ser reinseminado lo más rápido posible (Santos, 2009).

En este protocolo se utilizó el diagnóstico de gestación mediante ultrasonografía al día 28 post inseminación para aumentar la sensibilidad, la especificidad y la precocidad del diagnóstico. Además se implementó una modificación al protocolo original de ICD o IATF para resincronizar los animales vacíos el mismo día del diagnóstico precoz de gestación. Este cambio se realizó bajo la hipótesis de que el día 28 post IA es aproximadamente el día 73 de un nuevo ciclo estral si el animal no concibió y que por lo tanto dicho animal se encontraría en la primera onda de crecimiento folicular. Por lo tanto en ambos protocolos de resincronización, se omite la primera dosis de GnRH y en el protocolo de ICD inyecta una dosis de PGF2a para producir la lisis del CL e inducir la ovulación del FD entre 24 y 72 horas más tarde. A dichos animales se les realiza la IA a celo detectado. En el protocolo de IATF se inyecta una dosis de PGF2a para producir la lisis del CL y 48 horas más tarde se administra una inyección de GnRH para inducir la ovulación; como se muestra en la figura 5 (Giraldo Giraldo, 2008).

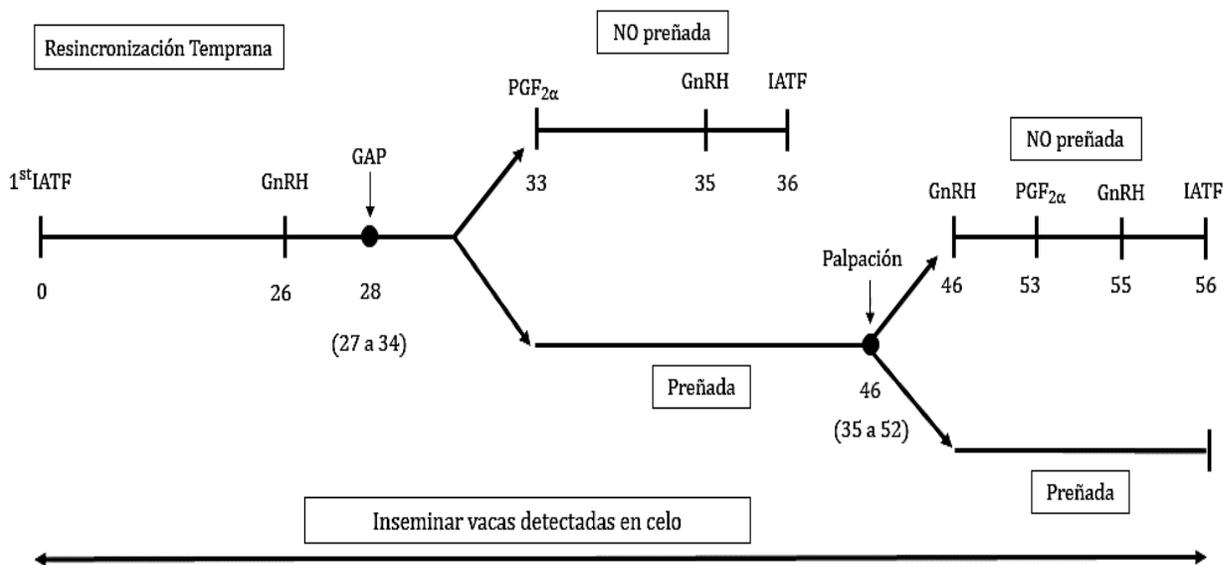


Figura 5: Resincronización temprana

Las vacas fueron sometidas a un diagnóstico precoz de preñez mediante ELISA de glicoproteína asociada al preñez (GAP) en día 28 después de la IA (27 a 34 días), y las vacas no preñadas continuaron con el protocolo de resincronización (Sinedino *et al.*, 2014).

El día de diagnóstico de preñez para vacas de resincronización tardía se define como día 46, que se refiere al día promedio para este tratamiento. Las vacas diagnosticadas como no preñadas se resincronizaron con el protocolo Ovsynch a partir del día del diagnóstico de no preñez. El estudio duró 72 días desde la primera IA. Una vaca se consideró preñada para el estudio en ambos tratamientos basándose en los resultados de la palpación transrectal realizada en día 46 después de la IA (Sinedino *et al.*, 2014). Figura 6.



Figura 6: Resincronización tardía

Las vacas fueron sometidas al diagnóstico de preñez tardío por palpación transrectal en día 46 después de la IA (35 a 52 días) y las vacas no preñadas recibieron el protocolo de resincronización a partir del día del diagnóstico del preñez (Sinedino *et al.*, 2014).

## 2.7 Double ovsynch

Una estrategia para maximizar el éxito de inseminación después del final del período de espera voluntaria y la fertilidad en la primera inseminación artificial (IA) en vacas lecheras lactantes es combinar un programa de presincronización del ciclo estral, como Presynch, con un programa de sincronización de la ovulación, tales como Ovsynch. Dependiendo del enfoque de manejo, los programas de presincronización se inician en días específicos en leche (DIM) postparto para permitir la terminación del programa y el primer servicio de AI, ya sea al final del período de espera voluntario o poco después. El propósito de la presincronización es iniciar el protocolo Ovsynch en el momento ideal en el ciclo estral para optimizar la fertilidad (Giordano *et al.*, 2013).

Recientemente, se ha desarrollado y probado un programa de presincronización, denominado Doble-Ovsynch (DO) (Giordano *et al.*, 2013) mejoró P/AI en comparación con el protocolo PO (Pre-Ovsynch) en vacas primíparas (65.2 % frente a 45.2%) (Dirandeh *et al.*, 2015). El protocolo de la DO consiste en un protocolo de Ovsynch modificado 7 días antes de un programa regular de inseminación artificial Ovsynch-56 horas (Pre - Ovsynch, GnRH - 7 días - prostaglandina F2a (PGF2a) - 3 días -GnRH y Reproducción-Ovsynch GnRH - 7 días - PGF2a - 56 horas - GnRH - 14 a 16 horas - TAI) Figura 7 (Giordano *et al.*, 2013). Además, Akbarabadi *et al.* informó que DO en comparación con PO aumentó el porcentaje de vacas con un CL en GnRH inicial y mejoró la mayoría de los aspectos de la sincronización durante un protocolo de Ovsynch (Dirandeh *et al.*, 2015).

#### Duoble-Ovsynch.

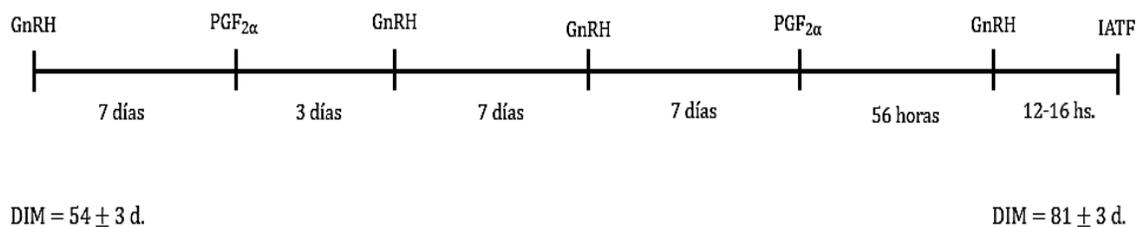


Figura 7: Protocolo Double-Ovsynch (tomado de Dirandeh *et al.*, 2015.)

Presincronización con DO aumentó P / AI (1,21 veces) en comparación con PS (46,3% vs 38,2%, DO vs PS, respectivamente). La paridad (Tabla 1) afectó P / AI al primer servicio postparto, con vacas primíparas con mayor P / AI (47,3%) que

vacas multíparas (37,3%). Las vacas primíparas tratadas con DO tuvieron P / AI mayor que las tratadas con PS (52,5% frente a 42,3%, DO primíparas vs. PS primíparas). Las vacas multíparas tendieron a tener una IA / P mayor con OD que con PS (40,3 frente a 34,3%, DO multíparas vs PS multíparas, Tabla 1) (Herlihy *et al.*, 2012).

Cuadro 2. Efecto de la paridad en la preñez por IA en vacas lecheras lactantes después de la presincronización con Double-Ovsynch o Presynch-Ovsynch.

Ítem	Herlihy <i>et al.</i> , 2012.		Dirandeh <i>et al.</i> , 2015	
	Primípara	Múltipara	Primípara	Múltipara
Double-Ovsynch	52.5	40.3	65.2	37.5
Presynch-Ovsynch	43.2	34.3	45.2	39.3

Tabla 1: Tomado de Herlihy *et al.*, 2012, modificado con datos Dirandeh *et al.*, 2015.

La mejoría de la IA / P después de Ovsynch-56 se puede lograr en el primer servicio de vacas de primera paridad mediante el uso de Ovsynch para la presincronización (es decir, DO) en comparación con PS. Anteriormente se había demostrado que el programa de PS aumentaba la fertilidad en comparación con Ovsynch solo o simple, lo que puede ser la base de una parte de la mejora en la fertilidad (Herlihy *et al.*, 2012).

## 2.8 Otros factores

La fertilidad de los sementales puede influir en la tasa de preñez (PR) por las diferencias en la supervivencia de los espermatozoides en el sistema reproductivo femenino y el tiempo requerido para la capacitación y el transporte del esperma al

sitio de la fertilización ya que las investigaciones se han centrado en el aumento de PR a través de la gestión de vaca. Las investigaciones que relacionen a la fertilidad de los sementales y la IA en las tasas de concepción (CR) hasta el momento son escasos. Los toros de alta fertilidad pueden proporcionar un mayor número de espermatozoides competentes que compiten por la fertilización, resultando en mas espermatozoides disponibles por embrión y una mayor tasa de fertilización. Además, el momento de AI, con respecto al inicio del estro, afecta a los espermatozoides disponibles por embrión u óvulo. El mayor confinamiento de vacas y menos trabajo dedicado por vaca a medida que las explotaciones aumentan el número de vacas ha contribuido a la disminución de las tasas de detección de celo (Cornwell *et al.*, 2006).

### 3. CONCLUSIONES

Estos son programas de manejo realmente eficientes para IATF de vacas lecheras que son capaces de reducir tanto los costos de mano de obra y el manejo adicional a la detección de celo diaria y la IA en todas las unidades de producción altamente tecnificados.

Aunque se han realizado numerosos estudios utilizando estos protocolos, todavía falta mucho para entender totalmente la enorme complejidad de los procesos reproductivos además de una necesidad sustancial de investigación para mejorar la sincronización, la eficacia, la simplicidad y la aplicación práctica de estos protocolos.

#### 4. LITERATURA CITADA

- Abdel Aziz, R. L. y Abdel-Wahab, A., 2017. Reproductive responses of primiparous and multiparous Holstein cows submitted to presynch-ovsynch protocol. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 1-5.
- Bello, N. M., Steibel, J. P. y Pursley, J. R., 2006. Optimizing Ovulation to First GnRH Improved Outcomes to Each Hormonal Injection of Ovsynch in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3413–3424.
- Carabă, I. y Velicevici, S., 2013. Using Ovsynch Protocol versus Cosynch Protocol in Dairy Cows. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 46(2), 63-65.
- Colazo, M. G. y Mapletoft, R. J., 2014. A review of current timed-AI (TAI) programs for beef and dairy cattle. *Canadian Veterinary Journal*, 55, 772-780.
- Cornwell, J. M., McGilliard, M. L. y Kasimanicka, R., 2006. Effect of Sire Fertility and Timing of Artificial Insemination in a Presynch + Ovsynch Protocol on First-Service Pregnancy Rates. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2473–2478.
- Dirandeh, E., Roodbari, A. R. y Colazo, M. G., 2015. Double-Ovsynch, compared with presynch with or without GnRH, improves fertility in heat-stressed lactating dairy cows. *Theriogenology*, 83(3), 438-443..
- El-Zarkouny, S. Z., Cartmill, J. A. y Hensley, B. A., 2004. Pregnancy in Dairy Cows After Synchronized Ovulation Regimens With or Without Presynchronization and Progesterone. *Journal of Dairy Science*, 87(4), 1024–1037.
- Giordano, J. O., Thomas, M. J., Catucuamba, G., Curler, M. D., Wijma, R., Stangaferro, M. L y Masello, M., 2016. Effect of extending the interval from Presynch to initiation of Ovsynch in a Presynch-Ovsynch protocol on fertility of timed artificial insemination services in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 746–757.

- Giordano, J. O., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M., Bas, S., Pawlisch, R., Guenther, J. N. y Nascimento, A. B., 2013. Effect of increasing GnRH and PGF2 $\alpha$  dose during Double-Ovsynch on ovulatory response, luteal regression, and fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*, 80(7), 773-783..
- Giraldo Giraldo, J. J., 2008. Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 90-99.
- Herlihy, M. M., Giordano, J. O., Souza, H. A., Ayres, H., Ferreira, R. M., Keskin, A., Nascimento, A. B., Guenther, J. N., Gaska, J. M., Kacuba, S. J., Crowe, M. A., Butler, S. T. y Wiltbank, M. C., 2012. Presynchronization with Double-Ovsynch improves fertility at first postpartum artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7003–7014.
- Jordan, E. R., Schouten, M. J., Quast, J. W., Belschner, A. P. y Tomaszewski, M. A., 2002. Comparison of Two Timed Artificial Insemination (TAI) Protocols for Management of First Insemination Postpartum. *Journal of Dairy Science*, 85(4), 1002-1008.
- Lucy, M. C., McDougall, S. y Nation, D. P., 2004. The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems. *Animal Reproduction Science*, 82(83), 495–512.
- Macmillan, K. L., 2010. Recent Advances in the Synchronization of Estrus and Ovulation in Dairy Cows. *Journal of Reproduction and Development*, Volumen 54, S42–S47.
- Moreira, F., de la Sota, R. L., Diaz, T. y Thatcher, W. W., 2000. Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. *Journal of Animal Science*, Volumen 78, 1568–1576.

- Rabiee, A. R., Lean, I. J. y Stevenson, M. A., 2005. Efficacy of Ovsynch Program on Reproductive Performance in Dairy Cattle: A Meta-Analysis. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2754–2770.
- Rivera, H., Lopez, H. y Fricke, P., 2004. Fertility of Holstein Dairy Heifers after Synchronization of Ovulation and Timed AI or AI after Removed Tail Chalk. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2051-2061.
- Santos, J., 2009. Synchronization programs for reproductive management of dairy herds. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 56(3), 292-308.
- Sinedino, L. D. P., Lima, F. S., Bisinotto, R. S., Cerri, R. L. A. y Santos, J. E. P., 2014. Effect of early or late resynchronization based on different methods of pregnancy diagnosis on reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(8), 4932–4941.
- Yusuf, Muhammad., Nakao, Toshihiko., Yoshida, Chikako., Long, Su Thanh., Gautam, Gokarna., Ranasinghe, RMS Bimalka Kumari., Kokei, Kana y Hayashi, Aki,. 2011. Days in Milk at First AI in Dairy Cows; Its Effect on Subsequent Reproductive Performance and Some Factors Influencing It. *Journal of Reproduction and Development*, 57(5), 643–649.