

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación del protocolo de sincronización de celos y ovulación J-Synch  
en ganado lechero**

Estudiante

Elias Gildemeister Franco

Asesores

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Marielena Moncada, Ph.D.

Honduras, julio 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	13
Localización.....	13
Animales.....	13
Criterios de inclusión .....	13
Manejo y alimentación .....	14
Variables analizadas.....	14
Porcentaje de presentación de celo .....	14
Porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS) y segundo servicio (PPSS) .....	14
Porcentaje de preñez acumulada (PA).....	15
Tasa de concepcion (TC) .....	15
Servicios por concepción .....	16
Servicios por concepción de todas las vacas (SCTV).....	16
Costo por tratamiento y por vaca preñada.....	16
Materiales .....	16
DIV® (Laboratorios Syntex, Argentina Ind.) .....	16
Gonadyol® .....	17
Ciclase® .....	17
Cipiosyn® .....	17
Gonasyn® .....	17

	4
Novormón® .....	17
Diseño experimental y análisis estadístico .....	18
Resultados y discusión .....	19
Porcentaje de presentación de celo .....	19
Conclusiones .....	28
Recomendaciones .....	29
Referencias.....	30
Anexos.....	34

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Distribución de los tratamientos.....	18
Cuadro 3 Valores medios de la Condición corporal y porcentaje de presentación de celo para las vacas en los protocolos convencional y J-Synch.....	19
Cuadro 4 Valores medios para los días entre primer servicio post retiro y días entre 1 <sup>er</sup> y 2 <sup>do</sup> servicio para los protocolos convencional y J-Synch .....	21
Cuadro 5 Valores porcentuales para las variables porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS), Porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) y Preñez acumulada (PA) para los protocolos convencional y J-Synch. ....	22
Cuadro 6 Valores medios para las variables Servicios por concepción (SC), Servicios por concepción de todas las vacas (SCTV) y Tasa de concepción (TC) para los protocolos convencional y J-Synch. ....	24
Cuadro 7 Costos del protocolo total, por vaca y por vaca preñada.....	27

**Índice de Anexo**

Anexo A Costos por producto ..... 34

## Resumen

Una de las labores más importantes en un hato lechero, es la detección de celos. Esta labor se ha convertido en uno de los factores que llegan a reducir en grandes cantidades la eficiencia reproductiva. El estudio tuvo por objetivos: evaluar el porcentaje de presentación de celo, el porcentaje de preñez al primer y segundo servicio, preñez acumulada, tasa de preñez, servicios de concepción y servicios por concepción de todas las vacas, además de la relación costo-beneficio por protocolo y por vaca preñada. Un total de 74 vacas fueron distribuidas según un diseño completamente al azar durante ocho meses en dos tratamientos con 38 repeticiones para el protocolo J-Synch y 36 para el Convencional, donde cada vaca fue una unidad experimental. Para las variables numéricas, se realizó una prueba t-student para muestras independientes y las variables porcentuales se analizaron utilizando la prueba de distribución de frecuencias Chi cuadrado, el valor de significancia exigido fue de  $P \leq 0.05$ . Se utilizaron dos protocolos de sincronización, comparados y evaluados en vacas lactantes. Estos protocolos fueron el convencional utilizado en la unidad, el cual consiste en insertar un DIV + 2 mL de BE en el día 0 y retirar el DIV al día 8 agregando 1 mL de CPE + 0.3 mL de prostaglandinas + 400 ui de eCG. Además del protocolo J-Synch que fue evaluado. El protocolo convencional fue el que logró los mejores resultados, tanto en porcentaje de presentación de celo, como en preñez acumulada y costo-beneficio por tratamiento y por vaca preñada.

*Palabras claves:* Concepción, detección de celo, inseminación artificial (IA), inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), preñez.

### Abstract

One of the most important tasks in a dairy cattle is heat detection. The study had the following objectives: to evaluate the percentage of heat detection, the percentage of pregnancy at the first and second service, accumulated pregnancy, pregnancy rate, conception services and services per conception of all cows, in addition to the cost-benefit ratio per protocol and per pregnant cow. A total of 74 cows were distributed according to a completely randomized design for eight months in two treatments with 38 repetitions for the J-Synch protocol and 36 for the Conventional protocol, where each cow was an experimental unit. For numerical variables, a t-student test was performed for independent samples and the percentage variables were analyzed using the Chi square frequency distribution test, the required significance value was  $P \leq 0.05$ . Two insemination protocols were used, compared and evaluated in lactating cows. These protocols were the conventional ones used in the unit, which consist of inserting an IVD + 2 mL of BE on day 0 and withdrawing the IVD on day 8 by adding 1 mL of CPE + 0.3 mL of prostaglandins + 400 IU of eCG. In addition to the J-Synch protocol that was evaluated. The conventional protocol achieved the best results, both in percentage of heat presentation, as in accumulated pregnancy and cost-benefit per treatment and per pregnant cow.

*Keywords:* Artificial insemination (AI), conception, detection, fixed-time artificial insemination (FTAI), pregnancy.

## Introducción

En los hatos lecheros una de las labores más importantes es la detección de celos. Esta se ha convertido en uno de los factores que llegan a reducir en grandes cantidades la eficiencia reproductiva. Existen diferentes métodos complementarios para mejorar la detección de celo, la sincronización de ovulaciones y la inseminación sistemática de todos los animales en el establo sin detectar celos, las cuales, se han convertido en las alternativas más viables y fáciles de implementar. Con un buen manejo de estas se puede llegar a obtener una fertilidad del 35 al 40% (Guiraldo Guiraldo 2008). Para realizar la sincronización de celos y ovulación en ganado lechero, en los últimos años se ha comenzado a trabajar de una manera más frecuente, con un nuevo protocolo denominado J-Synch. Dicho protocolo ha sufrido un sin número de variaciones, sin alterar su forma inicial: una dosis intramuscular de benzoato de estradiol (BE) y administración de progesterona por medio de un DIV-B (Yáñez-Avalos et al. 2021). Hoy en día este protocolo está basado en un proestro prolongado e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF).

La IATF es una técnica que permite una sincronización de celos y ovulaciones de los bovinos, mediante el uso de hormonas, lo cual logra hacer posible la inseminación de una gran cantidad de animales en un corto periodo de tiempo (Raso 2012). Gracias a este tipo de inseminación, se aumenta el número de animales inseminados, debido a que permite inseminar sin necesidad de la detección plena del celo en el animal (Cutaia 2006). Con la IATF se puede llegar a obtener un 50% de preñez, para superar ese porcentaje se está profundizando en el estudio de estrategias preovulatorias, para así mejorar las condiciones post ovulatorias. Lo que estas estrategias buscan, es mejorar la función del folículo ovulatorio, estimulando el crecimiento y actividad desde el retiro del dispositivo intravaginal (DIV) hasta la ovulación. Se pretende así mejorar la actividad del cuerpo lúteo y el medio ambiente uterino luego de la ovulación, y favorecer así el desarrollo embrionario y el reconocimiento materno de la gestación (Menchaca et al. 2019).

Inseminar a tiempo fijo trae consigo muchas ventajas, en especial las que van unidas a la sincronización y detección de celo, ya que este tipo de inseminación elimina la necesidad de observación de celos gracias a las hormonas utilizadas al momento de sincronizar. Concentra el retorno del celo en las hembras que no se preñaron en la primera inseminación, así se logra facilitar el diagnóstico de celo en el reposo. Una ventaja la cual es de mucha importancia tanto en la crianza de ganado lechero como de carne es que disminuye el periodo entre partos, aumentando así el número de terneros nacidos a largo plazo (Yanzaguano Romero 2013).

Con los protocolos convencionales de la IATF, el periodo de intervalo entre la luteólisis y la ovulación, es de tres días, comprendiendo desde el retiro del DIV hasta la ovulación. Esto ocurre debido a que el folículo preovulatorio ya ha alcanzado un buen desarrollo al retirar el dispositivo con progesterona al día 7 u 8, y principalmente porque la administración de Cipionato de estradiol (CPE) al retiro del dispositivo ó Benzoato de estradiol BE a las 24 horas, o GnRH a las 48 horas más tarde, induce el pico de la hormona luteinizante (LH) y la ovulación en un intervalo más corto de lo que ocurriría de manera espontánea en un ciclo fisiológico.

El proestro en los bovinos, es la etapa del ciclo estral donde los folículos del ovario inician a crecer gracias a un estímulo por parte de la Hormona foliculoestimulante (FSH). Es en este momento cuando estos folículos comienzan a producir Estradiol, esta etapa comprende los días 19, 20 y 21 del ciclo estral de los bovinos (Alzate 2017). Durante esta etapa del ciclo estral, la vaca se encuentra bajo la influencia de dos hormonas hipofisarias: La FSH y LH. Aquí es donde sigue creciendo y madura un folículo de un grupo (cohorte) de folículos en crecimiento, el cual secretará estrógenos. La función de los estrógenos es actuar sobre el sistema nervioso central de la vaca provocando cambios en el comportamiento del estro. Al mismo tiempo actúan sobre el tracto reproductivo causando cambios como inflamación de la vulva, hiperemia de la vagina, salida del característico moco cervical y por último el incremento del tono uterino. Se ha demostrado que las vacas con proestro largo tienen un folículo más grande que induce un cuerpo lúteo de mayor tamaño, con mayor producción de

progesterona y mayor tasa de preñez. Esta fase puede llegar a afectar la funcionalidad uterina y el desarrollo embrionario. En bovinos de carne y leche hay una gran incidencia de muerte embrionaria durante las primeras tres semanas luego de la fertilización. En este periodo el embrión es responsable de su propia sobrevivencia, ya que debe inducir el reconocimiento materno de la gestación. El pasaje de los primeros estadios embrionarios hasta la etapa de "*conceptus*" depende de las secreciones oviductales y uterinas (Menchaca et al. 2019).

El tratamiento convencional consiste básicamente en colocar un dispositivo intravaginal (DIV-B) durante un promedio de 7 u 8 días aproximadamente. Esto se combina con la administración de algunas hormonas y sales de estrógenos en el inicio del tratamiento para sincronizar la onda de crecimiento folicular y al final para sincronizar la ovulación. Un agente luteolítico es lo que se aplica al final, cuando se procede a retirar el dispositivo (Dominicis et al. 2019). En el día 0 se coloca el DIV-B con 1 g de progesterona impregnada y además de eso se suministran 2 mg de Benzoato de Estradiol. Ocho días después se retiran los dispositivos DIV-B y se aplica 1 mg de Cipionato de Estradiol, 0.300 mg de Cloprostenol y 400 UI de eCG o Gonadotropina Coriónica Equina. Para este protocolo en este estudio la IA fue al celo detectado y en ese momento se aplicaron los 200 µg de Gonadorelina y en el caso de las vacas que repitieron el celo, se volvieron a IA y nuevamente se les coloca 200 µg de Gonadorelina al momento de inseminar.

En la actualidad se está utilizando cada vez a más escala un tratamiento denominado J-Synch, el cual está basado en un proestro prolongado y una IATF. En dicho tratamiento el DIV-B con 1 g de progesterona se deja colocado durante seis días (no ocho como en el convencional) en conjunto a una administración de 2 mg de Benzoato de Estradiol (BE) y el proestro es prolongado a 72 horas. Al realizar la IATF ya habiendo retirado el DIV-B y ya pasadas las 72 horas post retiro, se suministra la Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) (Dominicis et al. 2019).

Desde el 2013 se han realizado estudios tanto de laboratorio como de campo para desarrollar y validar este tratamiento. Gran parte de estos estudios e investigaciones, han sido publicados en

diferentes congresos y revistas a nivel internacional (De la Mata et al. 2015). Se sabe que el protocolo convencional para sincronización de celo en bovinos, validado y utilizado en la mayoría de los hatos en Sudamérica, es el tratamiento de 7 u 8 días con progesterona y BE. Toda nueva propuesta que surja debe compararse con este protocolo, al ser este el más utilizado.

De la Mata et al. (2015) realizaron una investigación en la Pampa Argentina durante la estación de primavera, se utilizaron vaquillonas con una CC de 6 a 7 y ganando peso después del inicio del tratamiento; este experimento fue realizado en cuatro localidades que incluían 583 vaquillonas de cruce Angus y Hereford. En tres de ellos se comparó la tasa de preñez (TP) entre ambos protocolos con IATF, en uno de ellos la IATF fue asociada a la detección de celo utilizando pintura en la base de la cola al retirar el DIV-B. La tasa de preñez sumando todas las réplicas favorecieron al protocolo J-Synch comparado al protocolo convencional, que fue 60.6% (157/259) y 47.9% (12/263), respectivamente ( $P \leq 0.05$ ). Cuando se analizaron por separado las tres réplicas sin detección de celo y por otra parte la réplica con detección de celo, la diferencia no alcanzó a ser estadísticamente significativa en las tres réplicas con IATF (55.7%, 87/156 para J-Synch vs. 49.3%, 78/158 para convencional, respectivamente;  $P = 0.3$ ), y sí lo fue en la réplica con IATF asociado al uso de pintura (68.0%, 70 /103 vs. 46.6%, 49/105 respectivamente;  $P \leq 0.05$ ).

Con base en lo anterior, se desarrollaron tres objetivos principales: Determinar el porcentaje de presentación de celo, el porcentaje de preñez al primer y segundo servicio y preñez acumulada; Determinar la Tasa de preñez, servicios de concepción y servicios por concepción de todas las vacas, y Determinar el costo por tratamiento y por vaca preñada.

## **Materiales y Métodos**

### **Localización**

Este estudio se desarrolló en la Unidad de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano en el km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí Valle del Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. A una altitud de 800 msnm con temperatura promedio de 26 °C y precipitación de 1,100 mm anuales. El experimento fue desarrollado de junio 2021 a mayo del 2022.

### **Animales**

Se seleccionaron 74 vacas las cuales fueron divididas en dos lotes: 36 vacas para el protocolo convencional y 38 para el J-Synch, distribuidas de acuerdo con la raza /o encaste (Holstein, Jersey, Pardo y sus encastes), y grupos de producción (élite, alta y medias). Se realizaron lotes alternados: un lote con un protocolo convencional, el siguiente J-Synch y así sucesivamente.

Para este estudio se evaluó hasta el segundo servicio (las inseminaciones fueron realizadas por la misma persona a fin de evitar el efecto inseminador), las vacas que presentaron tres o más servicios fueron tomadas como vacas vacías para efecto de esta investigación; el diagnóstico de preñez se realizó por palpación rectal a los 45 días después del servicio.

### **Criterios de Inclusión**

Se utilizó una condición corporal  $>2.5$  y menor de 4 en la escala de 1-5 (tomada por la misma persona), debido a que vacas muy flacas y gordas tienen problemas en la producción de hormonas. La edad en número de partos utilizada fue de entre dos y seis partos, debido a que una primeriza no ha terminado la etapa de crecimiento y le falta desarrollar. Por último un mínimo de 60 días posparto y no haber presentado alteraciones periparto (retención de placenta, piómetra, entre otros).

## Manejo y Alimentación

Todas las vacas son ordeñadas dos veces al día, el primer turno de ordeño inicia a las 4:00 am y el segundo a las 2:00 pm. Cada grupo de animales esta alimentado con una Ración Totalmente Mezclada (RTM) que comprende ensilaje de maíz (*Zea mays*), concentrado (a razón de 0.9 libras por litro de leche producido) y heno.

En la unidad hay dos sistemas, la estabulación completa, en la cual se les proporciona 60 libras de ensilaje/animal y el segundo sistema el de semi - estabulado. Este estudio fue realizado de junio 2021 a mayo del 2022, en esta parte del año el sistema utilizado en la unidad fue el de semi – estabulado, esto quiere decir que solo se les suministró 30 libras de ensilaje y las otras 30 libras restantes fueron consumidas en el potrero.

## Variables Analizadas

### ***Porcentaje de Presentación de Celo***

Esta variable se calcula dividiendo el número total de celos observados o reportados de un grupo de vacas en servicio durante el período de tratamiento (De la Sota 2000).

$$\%PC = \frac{\# \text{ de celos vistos}}{\# \text{ de vacas sincronizadas}} \times 100 \quad [1]$$

### ***Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS) y Segundo Servicio (PPSS)***

En el caso del PPPS, el parámetro relaciona el número de vacas las cuales quedaron preñadas al primer servicio / monta en un periodo determinado con el número de vacas las cuales fueron expuestas al primer servicio / monta en el mismo periodo. En el caso del PPSS, se relaciona el número de vacas preñadas al segundo servicio / monta en cierto periodo determinado con el número de vacas las cuales fueron expuestas al segundo servicio / monta en el mismo periodo (Velásquez Mejía y Vélez Bravo 2011).

$$PPPS = \frac{\# \text{ de vacas preñadas al 1 servicio}}{\text{Total de vacas IA por 1 vez}} \times 100 \quad [2]$$

$$PPSS = \frac{\# \text{ de vacas preñadas al 1 servicio}}{\text{Total de vacas IA por 2 vez}} \times 100 \quad [3]$$

### **Porcentaje de Preñez Acumulada (PA)**

Esta variable analiza el total de las preñeces obtenidas en cierto periodo de tiempo. Se calcula dividiendo el total de vacas que aparecen preñadas en el diagnóstico de gestación sobre el total de vacas inseminadas.

$$\% \text{ PA} = \frac{\# \text{ de vacas preñadas}}{\# \text{ de vacas IA}} \times 100 \quad [4]$$

### **Tasa de Concepción (TC)**

TC es el porcentaje de vacas elegibles (VE) las cuales fueron detectadas en celo multiplicado por la fertilidad al primer servicio. Esto quiere decir que según la formula 1 el TC es igual al número de vacas en celo aptas para ser servidas en un periodo, esto es dividido entre el número total de VE en ese periodo y multiplicado por el número de vacas preñadas en un periodo dividido entre el número de vacas inseminadas en total (PROAGRO 2009)

$$TC = \frac{100}{\text{Servicios por concepcion}} \quad [5]$$

### ***Servicios por Concepción***

Esta variable se define como el porcentaje de apareamientos que dan lugar a la exitosa fusión del óvulo y el espermatozoide para producir un cigoto. Esta tasa dice el nivel de fertilidad de las vacas.

$$SC = \frac{\# \text{ de servicios realizados en las vacas preñadas}}{\text{Total de vacas preñadas}} \quad [6]$$

### ***Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV)***

Este parámetro reproductivo relaciona la eficiencia de todos los servicios, así como la fertilidad del hato. Esto incluye todos los animales, ya sean fértiles como infértiles y además las vacas que fueron eliminadas en un periodo de tiempo (Velásquez Mejía y Vélez Bravo 2011).

$$SCTV = \frac{\# \text{ de servicios realizados en todas las vacas}}{\text{Total de vacas preñadas}} \quad [7]$$

### ***Costo por Tratamiento y por Vaca Preñada***

Se analizó el costo de cada uno de los tratamientos, así como el costo de cada vaca preñada por tratamiento

#### **Materiales**

#### ***DIV® (Laboratorios Syntex, Argentina Ind.)***

Los dispositivos intravaginales están impregnados con 1 g de progesterona y estos son utilizados para la regulación del ciclo estral en bovinos.

***Gonadyol®***

Derivado sintético del 17  $\beta$ -Estradiol, el benzoato de estradiol es una hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, la cual es desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos. Induce la ovulación y mejora el porcentaje de preñez a la inseminación en bovinos.

***Ciclase®***

Este es un análogo de la prostaglandina  $F_2\alpha$  con una acción luteolítica y uterotónica. Se utiliza en el posparto temprano para mejorar la eficiencia reproductiva, se usa en vacas que ciclan normalmente con un celo no observado o no detectado.

***Cipiosyn®***

Derivado semisintético de acción prolongada del 17  $\beta$  Estradiol, el Cipionato de Estradiol (CPE) es una hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, desarrollada para optimizar los resultados de los tratamientos con progestágenos en bovinos.

***Gonasyn®***

Solución inyectable que contiene Gonadorelina, análogo sintético de la hormona hipotalámica GnRH. Es una mezcla de gonadotrofinas hipofisarias de cerdo para la inducción de la superovulación en bovinos.

***Novormón®***

Induce la ovulación y superovulación en los bovinos, facilita el manejo de la inseminación artificial y el trasplante de embriones.

**Cuadro 1***Distribución de los tratamientos.*

Tratamiento	n	Protocolo			
		día 0	día 6	día 8	IACD / IAFT días 9 - 10
Convencional	36	DIV-B <sup>®</sup> + BE 2 mg		Retirar DIV-B <sup>®</sup> + 0.5 mg de CPE + 500 ug de PGF <sub>2</sub> α + 400 ui de eCG	IACD + 150 ug GnRH
J-Synch	38	DIV-B <sup>®</sup> + BE 2 mg	Retirar DIV-B <sup>®</sup> + 0.3 mg de PGF <sub>2</sub> α + 400 ui de eCG		IACD + 150 ug GnRH IAFT 72 horas*

*Nota.* IAFT: Inseminación artificial a tiempo fijo; DIV - B: Dispositivo Intravaginal bovino; BE: Benzoato de Estradiol (Gonadiol<sup>®</sup>); CPE: Cipionato de Estradiol (Cipiosyn<sup>®</sup>); PGF<sub>2</sub>α: Prostaglandina F2 alfa (Ciclose<sup>®</sup>); GnRH: Hormona Liberadora de Gonadotropinas (Gonasyn<sup>®</sup>); eCG: Gonadotropina Coriónica Equina (Novormón<sup>®</sup>). La aplicación de los medicamentos fue por vía intramuscular profunda. \*Protocolo J-Synch: Las vacas que no entraron en celo a las 60 hrs. de retirado el DIV recibieron una dosis de 200 µg de GnRH y se IAFT a las 12 horas siguientes.

**Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con dos tratamientos de 36 y 38 repeticiones para el protocolo convencional utilizado en la unidad y el J-Synch respectivamente (cada vaca fue tomada como una unidad experimental). Para las variables numéricas, se realizó una prueba t-Student para muestras independientes y para las variables porcentuales se aplicó la prueba de distribución de frecuencias Chi cuadrado ( $\chi^2$ ), el valor de significancia exigido fue de  $P \leq 0.05$ . Se utilizó el paquete "Statistical Analysis System" (SAS Versión 2014).

## Resultados y Discusión

### Porcentaje de Presentación de Celo

El Cuadro 2 muestra la condición corporal y el porcentaje de presentación de celo de cada una de las vacas utilizadas en el experimento. Los grupos experimentales tuvieron una condición corporal similar. Los resultados en el porcentaje de presentación de celo fueron significativos siendo el protocolo convencional el que presentó el mayor porcentaje superando al J-Synch en 40.21%.

### Cuadro 2

*Valores medios de la Condición corporal y porcentaje de presentación de celo para las vacas en los protocolos convencional y J-Synch.*

Tratamiento	n	Condición corporal (Escala 1-5)	EE ±	Presentación de celo (%)
Convencional	36	2.7	0.0522	63.89
J-Synch	38	2.59	0.0306	23.68
Probabilidad			0.0754	0.0005
CV				41.2059

*Nota.* CV: Coeficiente de variación; EE: Error estándar.

Siendo una evaluación totalmente subjetiva, la condición corporal (CC) mide la cantidad de grasa o cantidad de energía almacenada que posee una vaca, esta cambia durante el ciclo productivo de una vaca. La cantidad de reservas que una vaca posee al momento del parto tiene una influencia muy fuerte en potenciales complicaciones inmediatamente después del mismo, en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia (Torres 2015).

Esta evaluación es altamente importante realizarla antes de un servicio o una sincronización, ya que una CC debajo de 2.5 en la escala de 1-5 podría generar complicaciones al momento del parto. Para efectos de esta investigación se tomó en cuenta una condición mínima de 2.5 y máxima de 4 tomada por la misma persona, esto debido a que como fue mencionado anteriormente, al ser una evaluación subjetiva, los resultados al ser diferentes evaluadores podrían tener una alta variabilidad.

De acuerdo con Bonaudi et al. (2004) la condición corporal es importante en la presentación de celos, ya que animales con una mejor CC tendrán una mayor incidencia en la presentación de celos.

Una baja CC afecta negativamente el peso del ovario, el tamaño del cuerpo lúteo y disminuye la liberación de LH por la hipófisis, disminuyendo con ello la tasa fertilidad (Rasby et al. 1991).

El porcentaje de presentación de celo si presentó una diferencia ( $P = 0.0005$ ) a favor del protocolo convencional utilizado en el establo. Para el caso del protocolo J-Synch de proestro prolongado a cada una de las vacas se les dio un menor tiempo de presentación de celo, ya que a las 60 horas después de retirar el implante se les aplicó una dosis de 200  $\mu\text{g}$  de GnRH a aquellas vacas que no presentaron celo, para posteriormente a las 12 horas inseminarlas a tiempo fijo (IATF).

Estas diferencias se pueden atribuir a fallas en la detección del estro, ya que son estudiantes los que realizan esta práctica. Esto coincide con Appleyard y Cook (1976) quienes recalcan que la causa fundamental de las fallas reproductivas es una inadecuada detección de los celos que lleva a que la IA no se realice en el momento adecuado. Una detección de celos poco eficiente disminuye la producción lechera total a lo largo de la vida productiva del animal y el número de terneros nacidos por vaca, aumenta el número de días abiertos y la tasa de reposición por problemas reproductivos (Sepulveda 2000).

Pennington et al. (1985) concluyen que generalmente el celo es más corto en el trópico y en las zonas subtropicales que en las templadas. En los climas templados o moderados la duración del estro puede ser de 20 a 30% más duradera que en vacas de ambientes muy calurosos o fríos.

#### **Días a Primer Servicio y Entre Primer y Segundo Servicio**

En el Cuadro 3 se observan las medias de los días entre primer servicio pos retiro y los días entre primer y segundo servicio en cada una de los tratamientos. En el caso del protocolo convencional el promedio de días al primer servicio pos retiro, fue de 2.95. Esto se atribuye a que eran los tres siguientes días al retiro del implante que se prestaba mayor atención a las vacas sincronizadas, ya que se les hacía una IACD. Para el caso del protocolo de proestro prolongado J-Synch fue un promedio casi similar, ya que la mayoría de vacas fueron IATF, debido a que se extraía el implante dos días antes que en el convencional. Estadísticamente no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ).

De igual manera los días entre el primer y segundo servicio no mostraron diferencias ( $P > 0.05$ ), sin embargo, valores entre 34 y 44 días entre el primero y segundo servicio indican la presencia de ciclos dobles y por lo tanto la pérdida de un ciclo/oportunidad de servicio de la vaca, lo cual infiere fallas en el programa de detección de celos (Gonzalez Stagnaro 2001).

### Cuadro 3

*Valores medios para los días entre primer servicio post retiro y días entre 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> servicio para los protocolos convencional y J-Synch.*

Tratamiento	Días a primer servicio post retiro	EE±	Días entre 1 <sup>er</sup> y 2 <sup>do</sup> Servicio	EE±
Convencional	2.95	0.8631	44.3	7.467
J-Synch	2.76	0.0699	34.64	2.872
Probabilidad		0.8253		0.251

*Nota.* EE: Error estándar.

Bosques (2017), en una publicación para la Universidad de Georgia concluye que el signo más confiable de una vaca en celo es el comportamiento de permitir la monta, que es el momento en que esta se deja montar por otro animal del rebaño. Cada episodio de comportamiento de monta puede durar de 4 a 6 segundos. Las vacas en promedio se montan 1.5 veces por hora y cada celo es visible por aproximadamente 6-8 horas, aunque su duración completa es aproximadamente 12 horas. De manera que las vacas están en celo un poco más de un tercio del día y solo pasan un total de 3 a 5 minutos montándose. Tomando en cuenta esta información, es fácil entender por qué las vacas deben ser observadas por signos de celo varias veces al día.

Es de mucha importancia tener una persona responsable y que conozca la detección de celos, ya que esta debe hacerse a diario y se debe hacer el trabajo correctamente. El tiempo visible del celo es mínimo y si el encargado no está atento se puede llegar a perder el ciclo.

El rendimiento reproductivo de un hato lechero, se limita principalmente en la detección de celos, ya que se disminuye la rentabilidad al aumentar los días abiertos y del ciclo estral, reduciendo el porcentaje de preñez (Sanabria. et al. 2021). Hay diferentes factores para la detección, una de ellas

es la visual, donde la temperatura y la situación climática influyen notoriamente. El estrés por calor y cambios bruscos de temperatura pueden afectar y obstaculizar la producción de hormonas en el ganado, logrando que las vacas no muestren signos visuales de celo. Esto es conocido como subestro, esto causa un aumento en la secreción de cortisol el cual bloqua el estradiol y reduce el comportamiento del estro (McBride 2021).

#### **Porcentaje de Preñez al Primero, Segundo Servicio y Preñez Acumulada**

Las diferencias no fueron significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos para las variables porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS), porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) y preñez acumulada (PA) (Cuadro 4).

#### **Cuadro 4**

*Valores porcentuales para las variables porcentaje de preñez al primer servicio (PPPS), Porcentaje de preñez al segundo servicio (PPSS) y Preñez acumulada (PA) para los protocolos convencional y J-Synch.*

Tratamiento	PPPS (%)	PPSS (%)	PA (%)
Convencional	34.78	60	60.87
J-Synch	31.58	35.71	44.74
Probabilidad	0.7962	0.2391	0.2219
CV	3.9159	22.7525	14.0991

*Nota.* CV: Coeficiente de variación.

Los resultados de esta investigación en el PPPS son inferiores a los reportados por Martínez Pittí y Sierra Sagastume (2010) de un 51.28% quienes trabajaron con 72 vacas Holstein y aplicando un protocolo a base de eCG al momento de retirar el implante; así mismo Diéguez Juárez y Escobar Cerrato (2009) reportan un 48% de PPPS en 81 vacas del cruce Holstein × Jersey importadas de Nueva Zelanda, con una CC promedio de 2.37 promedio menor al de esta investigación. Realizaron una sincronización a base de un DIV-B + 2 mg de Benzoato de estradiol al día 0, donde posteriormente al día 8 retiraron el implante y agregaron 25 mg de  $PGF_{2\alpha}$  + 400 UI eCG + 1 mg de ECP, 56 horas después del retiro IATF agregando  $1\mu\text{g}$  de GnRH. En la evaluación que realizaron con una CC de 2.5 lograron

resultados de un 75% específicamente en este nivel de CC. Gonzales (2001) recomienda que para el trópico los valores arriba de 45% son muy buenos, por lo tanto los valores obtenidos en esta investigación se encuentran por debajo de lo sugerido.

En caso del protocolo J – Synch de proestro prolongado, al utilizar una IATF podrían haber factores que influyan en la preñez tanto para el primer y segundo servicio como con la acumulada. Machado et al. (2017) hablan sobre los numerosos factores que pueden afectar la preñez después de una IATF, siendo los que más interfieren la condición corporal, el intervalo parto tratamiento, el número de partos y el grado de actividad ovárica.

La partición de nutrientes se orienta primero a mantener la vida del animal y luego, a otras funciones como la reproducción (Smith et al. 2011). La CC es un importante condicionante en la eficiencia reproductiva del hato debido a que esta relacionada en conjunto a la ovulación con la liberación de LH, hormona que controla la maduración folicular y la eventual ovulación (Stevenson 2009). Un análisis realizado sobre IATF en vacas con cría, se observó que los animales con una CC de 2.5 (escala de 1 a 5), lograron un porcentaje de preñez significativamente inferior a los que tenían una CC igual o mayor a 3 (Butler 2008).

A raíz de estos hallazgos con la CC sale la interrogante de que si una condición de 2.5 (la utilizada en esta investigación) es la correcta para efectuar cualquier tipo de protocolo de inseminación artificial. Un análisis efectuado con un total de 9668 IATF realizadas, dio como resultado que los animales deben tener una CC mínima de 2.5 o idealmente de 3 para obtener buenos resultados de preñez (Bó et al. 2013).

En el caso del PPSS, del protocolo convencional es casi el doble en comparación al J-Synch, dando a este protocolo una mayor tasa de preñez y por consiguiente una mejor preñez acumulada. Sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias significativas, lo cual se atribuye posiblemente al reducido tamaño de la muestra, y/o a la actividad ovárica al iniciar el tratamiento, a las condiciones climáticas las cuales tuvieron mucha variabilidad y al confort de los animales. Algunos aspectos, como

el acceso a zonas de sombra, bebederos y refugios contribuyen eficazmente al control de estrés térmico, lo que favorece la concepción y mantenimiento de la gestación, sin embargo, en animales bajo condiciones estresantes ambientales, climáticas o sociales, hay una disminución en la manifestación del comportamiento estral y la ovulación (Carneiro et al. 2010).

El porcentaje de preñez acumulada esta influenciado por la eficiencia de la detección de celo y el anestro (Carneiro et al. 2010). Por lo que nuevamente se vuelve a confirmar que es de suma importancia la excelente detección de celos, ya que sin celos no hay servicios, sin servicios no hay preñez y sin preñez no hay producción. Los resultados en el protocolo Convencional entran en el rango reocomendado por Hincapié et al. (2008) quienes recomiendan que los índices para vacas en el trópico deberían estar entre 60 – 75% y de igual manera están por encima del nivel recomendado por Gonzales (2001) de 50%.

### **Servicios por Concepción (SC), Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC)**

Para la variable SC no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ), sin embargo, para las variables SCTV y TC si se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ; Cuadro 5).

#### **Cuadro 5**

*Valores medios para las variables Servicios por concepción (SC), Servicios por concepción de todas las vacas (SCTV) y Tasa de concepción (TC) para los protocolos convencional y J-Synch.*

Tratamiento	SC	EE±	SCTV	EE±	TC (%)	EE±
Convencional	1.42	0.1373	2.35	0.1329	42.42	2.2149
J-Synch	1.29	0.1139	3.05	0.0588	32.69	0.4902
Probabilidad		0.4575		0.0001		0.0002

*Nota.* EE: Error estándar.

Los servicios por concepción (SC) que se le dan a una vaca, son el porcentaje de apareamientos o servicios los cuales dan lugar a una fusión exitosa del óvulo con el espermatozoide para la próxima producción de un cigoto, esto es lo que declara el nivel de fertilidad de las vacas.

Los resultados en esta investigación difieren con los de Ayala Constante y Castillo Rosa (2010) quienes obtuvieron resultados de 1.1 SC en un tratamiento con GnRH en vacas lecheras al momento de realizar la IA, las cuales fueron implantadas con DIV-B. Sin embargo, tanto para el tratamiento Convencional como el J-Synch, ambos presentaron mejores valores comparados con el rango sugerido por Brito (1992) de 1.6 SC. Por otro lado, los valores de SC para ambos tratamientos se encuentran dentro del rango sugerido por Hincapié y Campo (2004) de < 1.7 SC para vacas en el trópico. Los resultados de este estudio son mejores a los obtenidos por Matamoros Hernández y Moreno Rajo (2009), quienes trabajaron con vacas lecheras y obtuvieron 1.53 SC.

Los servicios por concepción a todas las vacas (SCTV) es el parámetro reproductivo que relaciona la eficiencia de todos los servicios y la fertilidad del establo. Es un parámetro que incluye a todos los animales, ya sean fértiles o infértiles y también a cada una de las vacas que fueron eliminadas. Para este caso si hubo diferencia entre ambos tratamientos ( $P \leq 0.05$ ; Cuadro 5), siendo el protocolo Convencional el que obtuvo el menor valor, superando al J-Synch en 0.7 SCTV. Estos resultados superan los obtenidos por Flores (2005) quien en Jamastrán – Honduras, utilizó  $PGF_2\alpha$  en vacas acíclicas y obtuvo valores de 6.75 SCTV, estos valores superan por más del doble a cada uno de los tratamientos utilizados en esta investigación. Por otro lado, los resultados obtenidos con el protocolo Convencional son similares a los de Zambrano Solórzano (1998), quien utilizó el protocolo Crestar® + 200 UI y 300 UI de eCG (Foligón®) en vacas Brahman, obteniendo 2.3 SCTV. Madero Erazo (2000) a diferencia de esta investigación, trabajó con cinco razas cebuinas y obtuvo 2.4 SCTV siendo estos valores similares a los obtenidos en esta investigación. Los resultados obtenidos con el protocolo convencional son mejores que los valores recomendados por Gonzales (2001) de 2.5 a 2.7 SCTV para vacas en el trópico, a diferencia de los logrados en el protocolo J-Synch que se pasaron de lo recomendado.

Los resultados para la tasa de concepción (TC) fueron estadísticamente significativos (Cuadro 5), donde el protocolo Convencional superó en un 9.73% al protocolo J-Synch. Los porcentajes de TC

para ambos protocolos obtenidos en esta investigación son inferiores a los valores recomendados por Hincapié et al. (2008), quienes recomiendan para vacas en el trópico un 55% como el nivel aceptable. De igual manera estos valores de TC no logran un nivel aceptable de acuerdo a lo recomendado por Gonzales (2001) entre 60 y 70%. Posiblemente estos resultados se atribuyen a que la TC de está influenciada directamente por los valores de SCTV y estos a su vez por el porcentaje de detección de celos.

### **Costo del Protocolo Total, por Vaca y por Vaca Preñada**

Para emplear una técnica u otro tipo de tratamiento en una empresa o unidad productiva, es de alta importancia la relación económica que se debe tener con respecto a la nueva implementación con el costo/beneficio. Por lo que la inversión será justificada si se logran obtener índices reproductivos en incremento. Para el presente estudio los resultados en cuanto a las respuestas reproductivas fueron similares entre sí, por lo que es en este momento donde el factor económico toma protagonismo e importancia. Es acá donde es más rentable el protocolo donde los costos por preñar a una vaca son inferiores al otro protocolo a evaluar.

Con el protocolo Convencional el costo por preñar a una vaca es de US\$ 113.79 mientras que con el protocolo J-Synch de proestro prolongado el costo es de US\$ 133.12 (Cuadro 6). Gracias a estos resultados podemos definir que el protocolo utilizado en la unidad habitualmente o también llamado para efectos de esta investigación, el protocolo Convencional es US\$ 19.33 más económico que el tratamiento a evaluar en esta investigación. La inversión en los productos hormonales así como en el trabajo para su aplicación y detección posterior de celo deben de ser menores que la ganancia obtenida con el aumento en el número de vacas que conciben durante el periodo de sincronización (Gonzalez Stagnaro 2001).

**Cuadro 6***Costos del protocolo total, por vaca y por vaca preñada*

Tratamiento	Costo (\$)		Pajuelas utilizadas (unidad)	Costo total semen (\$)	Vacas preñadas	Costo total (\$)	
	protocolo/vaca	total protocolo				protocolo + semen (\$)	Costo/vaca preñada (\$)
Convencional	12.72	457.92	33	1,135.20	14	1,593.12	113.79
J-Synch	12.48	474.24	52	1,788.80	17	2,263.04	133.12

*Nota.* Costo por pajuela: USD 34.44

### **Conclusiones**

El mayor porcentaje de presentación de celo se obtuvo con el protocolo convencional. El porcentaje de preñez al primer servicio, segundo servicio y preñez acumulada fue similar para ambos protocolos.

Bajo las condiciones de este estudio los servicios por concepción fueron similares entre los protocolos convencional y J-Synch, sin embargo, los mejores valores en servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción se lograron con el protocolo convencional.

El menor costo por vaca preñada se obtuvo con el uso del protocolo convencional.

### **Recomendaciones**

Continuar utilizando el protocolo convencional en la unidad de ganado lechero.

Implementar el uso de parches para la detección de celos en el hato.

Realizar futuras investigaciones para determinar el efecto de la raza.

Realizar futuras investigaciones con un mayor número de animales.

## Referencias

- Alzate D. 2017. Hormonas Del Ciclo Estral De La Vaca: Proestro. Pereira, Colombia: [sin editorial]; [consultado el 7 de jun. de 2021]. <https://medvetsite.com/ciclo-estral-de-la-vaca/>.
- Appleyard WT, Cook B. 1976. The detection of oestrus in dairy cattle. *Veterinary Record*; [consultado el 10 de may. de 2022]. 99(13):253–256. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/982760/>. doi:10.1136/vr.99.13.253.
- Ayala Constante DC, Castillo Rosa OJ. 2010. Efecto de la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial en vacas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales [Pregrado]. Francisco Morazan - Honduras: Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano. 20 p; [consultado el 17 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/627/1/T3019.pdf>.
- Bó GA, Chesta P, Cutaia L. 2013. Simposio Internacional de Reproduccion animal: Claves para una IATF exitosa; [consultado el 14 de may. de 2022]. 10:14–39. <https://cutt.ly/7KZcHay>.
- Bonaudi S, Doti S, Garcia I. 2004. Efecto de la condicion corporal y la edad sobre la respuesta a la sincronizacion de celos luego de la aplicacion de una doble dosis de prostaglandinas en vaquillonas Holando [Tesis doctoral]. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República; [consultado el 9 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/dKZcXXT>.
- Bosques JHM. 2017. Estrategias de Detección de Celo para Ganado Lechero. UGA Extension; [consultado el 11 de may. de 2022]. (1212 -SP):1–2. <https://cutt.ly/mKZcNK4>.
- Brito B. 1992. Control de la reproducción e infecciones puerperales (Selección). La Habana: Editorial Félix Varela ISCAH, MES; [consultado el 17 de may. de 2022].
- Butler HM. 2008. Claves para una IATF exitosa en rodeos de cría. *Taurus*; [consultado el 14 de may. de 2022]. 4:34–47. <https://cutt.ly/jKZc2nc>.
- Carneiro MA, Bergamasch M, Machado R, Taveira Barbosa R. 2010. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. Embrapa, Circular Técnica; [consultado el 14 de may. de 2022]. (64). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880245/1/Circular642.pdf>.
- De la Mata J, Menchaca A, Bó G. 2015. Treatment with estradiol and progesterone that pronged the proestrus. 1ª ed. Córdoba-Argentina: Institute of Animal Reproduction Cordoba (IRAC). ISBN: 978-987-22915-; [consultado el 8 de jun. de 2021]. <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-11-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-2015.pdf>.
- De la Sota RL. 2000. Detección de celos: Como calcular su intensidad y exactitud. Sitio Argentino de Producción Animal; [consultado el 1 de jun. de 2021]. 7:19–27. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/08-deteccion\\_celos\\_como\\_calcular\\_intensidad\\_y\\_exactitud.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/08-deteccion_celos_como_calcular_intensidad_y_exactitud.pdf).
- Diéguez Juárez AJ, Escobar Cerrato RM. 2009. Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B<sup>®</sup> [Pregrado]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano. 21 p; [consultado el 12 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/431/1/T2885.pdf>.

- Dominicis O, Madero S, Catalano R, Cabodevila J, Callejas S. 2019. Efecto del tratamiento J-Synch sobre el porcentaje de preñez en vaquillonas para cría inseminadas a tiempo fijo. *Revista Veterinaria*; [consultado el 9 de jun. de 2021]. 30(2):31. doi:10.30972/vet.3024131.
- Flores PA. 2005. Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo en vaquillas acíclicas, utilizando PGF2 $\alpha$  (Lutalyse®) y un análogo de progesterona (Eazi Breed™) en Rancho ROSA, Jamastrán, Honduras [Pregrado]. Francisco Morazan - Honduras: Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano. 29 p; [consultado el 17 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5215/1/CPA-2005-T032.pdf>.
- Gonzales C. 2001. Reproducción Bovina. Fundación Giraz; [consultado el 17 de may. de 2022]. 437. [https://scholar.google.co.ve/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=aCjgacwAAAAJ&citation\\_for\\_view=aCjgacwAAAAJ:8k81kl-MbHgC](https://scholar.google.co.ve/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=aCjgacwAAAAJ&citation_for_view=aCjgacwAAAAJ:8k81kl-MbHgC).
- Gonzalez Stagnaro. 2001. Reproducción de Rumiantes. Venezuela: Fundación Giraz. 437 p. ; [consultado el 12 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/KKZvK8R>.
- Guiraldo Guiraldo JJ. 2008. Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne. Corporación Universitaria Lasallista; [consultado el 7 de jun. de 2021]. 5(2):90–99. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69550212.pdf>.
- Hincapié JJ, Campo EC. 2004. Técnicas para mejorar la eficiencia reproductiva en animales de granja. Honduras: Litocom. ISBN: 9992640863.
- Hincapié JJ, Pipaon E, Blanco G. 2008. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. Litocom; [consultado el 17 de may. de 2022]. 3:5–26. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3211/JOSE%20LUIS%20CASTRO%20AMADO.pdf?sequence=1>.
- Lucas Cutaia MV. 2006. Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF): Una herramienta para el mejoramiento genético. Sitio Argentino de Producción Animal; [consultado el 8 de jun. de 2021]. 9(2):1–4. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/60-ia\\_a\\_tiempo\\_fijo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/60-ia_a_tiempo_fijo.pdf).
- Machado LM, Larsen RM, Cabodevila J, Callejas SS. 2017. Descripción del porcentaje de preñez post IATF en vacas con cría (segundo servicio y adultas) [Pregrado]. Tandil: UNCPBA, UNCPBA; [consultado el 14 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/RKZvmfA>.
- Madero Erazo JG. 2000. Respuesta de cinco razas cebúíuas a la sincronización de celos con progestágeos y gonadotropiua sérica de yegua preñada. [Pregrado]. Francisco Morazan - Honduras: Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano. 50 p; [consultado el 17 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5143/1/CPA-2000-T037.pdf>.
- Martínez Pittí CB, Sierra Sagastume IF. 2010. Efecto de la aplicación de eCG al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B<sup>®</sup> sobre los porcentajes de inducción de celo y preñez en vacas lecheras con anestro pos parto [Pregrado]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano. 23 p; [consultado el 12 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/642/1/T3036.pdf>.
- Matamoros Hernández JE, Moreno Rajo JG. 2009. Efecto de la aplicación de Calfosvit<sup>®</sup> Se sobre el comportamiento reproductivo de vacas lecheras [Pregrado]. Francisco Morazan - Honduras: Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano. 23 p;

- [consultado el 17 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/419/1/T2870.pdf>.
- McBride R. 2021. Efectos del clima calido en la deteccion de celos. España: Moocall; [actualizado el 28 de oct. de 2021; consultado el 1 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/KKZvTFj>.
- Menchaca A, Nuñez-Olivera R, Garcia-Pintos C, La Mata Jd, Huguenine E, Bó G. 2019. Protocolos de IATF que alargan el proestro y su efecto en la preñez: Protocolo J-Synch. Simposio Internacional - Reproducción Bovina; [consultado el 4 de jul. de 2021]. 16(3):85–103.
- Pennington JA, Albright JL, Diekman MA, Callahan CJ. 1985. Sexual Activity of Holstein Cows: Seasonal Effects. *Journal of Dairy Science*. 68(11):3023–3030. doi:10.3168/jds.S0022-0302(85)81197-8.
- PROAGRO. 2009. Calcule los días en producción y la tasa de preñez. Argentina: [sin editorial]; [consultado el 1 de jun. de 2021]. <https://proagrolab.com.ar/calcule-los-dias-en-produccion-y-la-tasa-de-prenez/>.
- Rasby RJ, Wettemann RP, Geisert RD, Wagner JJ, Lusby KS. 1991. Influence of nutrition and body condition on pituitary, ovarian, and thyroid function of nonlactating beef cows. *Pubmed*; [consultado el 9 de may. de 2022]. 69(5):2073–2080. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2066317/>. doi:10.2527/1991.6952073x.
- Raso M. 2012. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). *Ganadería*; [consultado el 8 de jun. de 2021]. 46(4):203–206. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_ganaderia46\\_inseminacion\\_ovina.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia46_inseminacion_ovina.pdf).
- Sanabria. O, Dayanna S, Parra A, Yiney K. 2021. Fundamentos y métodos actuales de detección de celo en bovinos: Ciclo Estral [Sistema reproductor de la hembra bovina]. [sin lugar]: Engormix; [actualizado el 18 de nov. de 2021; consultado el 11 de may. de 2022]. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/fundamentos-metodos-actuales-deteccion-t48428.htm>.
- Sepulveda N. 2000. Factores que afectan a la tasa reproductiva de rebaños lecheros que utilizan la inseminacion artificial en el sur de chile [Posgrado]. España: Universidad de Cordoba, Universidad de Cordoba; [consultado el 10 de may. de 2022]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=65910>.
- Smith M, Perry G, Atkins J, Jinks E, Pohler K, Patterson D. 2011. Puntos clave para un programa exitoso de sincronización e inseminación artificial. *AbsMexico*; [consultado el 14 de may. de 2022]. 2. <https://docplayer.es/5134258-Puntos-clave-para-un-programa-exitoso-de-sincronizacion-e-inseminacion-artificial-introduccion.html>.
- Stevenson JS. 2009. Factores asociados al mejoramiento de las tasas de preñez en vacas lecheras en lactancia. *Sitio Argentino de Producción Animal*; [consultado el 14 de may. de 2022]. 11(42):4–19. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/171-mejoramiento\\_tasas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/171-mejoramiento_tasas.pdf).
- Torres SH. 2015. Condición corporal de las vacas lecheras: un método para conocer el estado nutricional de las vacas lecheras y como enfrentar en mejor forma los aspectos reproductivos. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 9 de may. de 2022]. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/condicion-corporal-vacas-lecheras-t32210.htm>.
- Velásquez Mejía D, Vélez Bravo GJ. 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® [Pregrado]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado el 5 de jun. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/94/1/T3193.pdf>.
- Yáñez-Avalos DO, Barbona I, López-Parra JC, Marini PR. 2021. Protocolo J.Synch con y sin ECG en vacas Brown Swiss y sus cruizas con Bos indicus en la amazonia Ecuatoriana. La granja: Revista de ciencias de la vida; [consultado el 8 de jun. de 2021]. 13. [https://lagranja.ups.edu.ec/pdf/granja/vacas\\_esp\\_in\\_press.pdf](https://lagranja.ups.edu.ec/pdf/granja/vacas_esp_in_press.pdf).
- Yanzaguano Romero CA. 2013. Evaluación de la tasa de preñez utilizando la Inseminación Artificial a Tiempo fijo (IATF) A 0 - 10 - 20 horas post aplicar el protocolo de sincronización Ovsynch [Pregrado]. Cuenca - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; [consultado el 8 de jun. de 2021]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5536/1/UPS-CT002769.pdf>.
- Zambrano Solórzano RA. 1998. Influencia de PGF2 $\alpha$  y FSH en la sincronización de celos con progestágenos en vaquillas [Pregrado]. Francisco Morazan - Honduras: Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana - Zamorano. 36 p; [consultado el 17 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2746/1/CPA-1998-T113.pdf>.

## Anexos

### Anexo A

#### *Costos por producto*

Producto	Cantidad	Valor en \$	Dosis	Costo (\$)/Dosis
Dispositivo intravaginal Bovino Syntex (DIV - B)	1 Paquetes de 10 unidades	85.55	1 DIV, tiene dos usos	4.28
Gonadiol	1 frascos × 100 mL	16.32	2 mL	0.33
Ciclase	1 frascos × 20 mL	22.45	2 mL	2.25
Cipiosyn	1 frasco × 100 mL	23.64	1 mL	0.24
Gonasyn	1 frascos × 20 mL	20.55	2 mL	2.05
Novormon	1 frascos × 20 mL	44.68	2 mL	3.57
<b>Total Dólares</b>				<b>12.72</b>