



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
Área Agropecuaria y de Recursos Naturales
Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO PARA IATF MEDIANTE LA UTILIZACION DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL BOVINO (DIB), EN VACAS MESTIZAS HOLSTEIN EN LA HACIENDA LA CRUZ SECTOR SALAPA, PROVINCIA DE LOJA”

**Tesis de Grado previa a la
obtención del Título de Médico
Veterinario Zootecnista**

Autor:

Néstor Armando Uchuari Pauta

Director:

Dr. Lenin Aguirre Riofrío Mg, Sc.

Loja – Ecuador

2013

APROBACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO
PARA IATF MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL DISPOSITIVO
INTRAVAGINAL BOVINO (DIB), EN VACAS MESTIZAS HOLSTEIN EN LA
HACIENDA LA CRUZ SECTOR SALAPA, PROVINCIA DE LOJA”

TESIS

Presentada al tribunal calificador como requisito básico para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista

Dr. Dubal Antonio Jumbo Jimbo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Héctor F. Castillo Castillo Mg, Sc.

VOCAL DEL TRIBUNAL

Dr. Hermógenes René Chamba O. Mg, Sc.

VOCAL DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

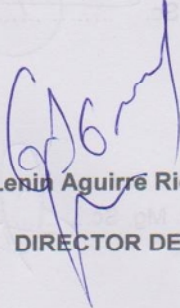
Dr. Lenin Aguirre Riofrío Mg. Sc

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que en calidad de Director del proyecto de Tesis Titulado "**EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO PARA IATF MEDIANTE LA UTILIZACION DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL BOVINO (DIB), EN VACAS MESTIZAS HOLSTEIN EN LA HACIENDA LA CRUZ SECTOR SALAPA, PROVINCIA DE LOJA**", de la autoría del señor **NÉSTOR ARMANDO UCHUARI PAUTA**, Egresado de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, luego de haber cumplido con las correcciones pertinentes y culminado las tres fases de campo dentro del cronograma establecido la misma que cumple con los requisitos solicitados por el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por cuanto se declara apto para que continúe con los trámites de: APTITUD LEGAL, CALIFICACIÓN DE LA TESIS Y GRADO.

Loja, 04 de Noviembre del 2013


Dr. Lenin Aguirre Riofrío Mg, Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORIA

Los conceptos, ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación son de absoluta responsabilidad de su actor.

Néstor Armando Uchuari Pauta

Loja 04 de Diciembre de 2013

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Néstor Armando Uchuari Pauta, declaro ser autor, de la tesis titulada "EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO PARA IATF MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL DISPOSITIVO INTRAVAGINAL BOVINO (DIB), EN VACAS MESTIZAS HOLSTEIN EN LA HACIENDA LA CRUZ SECTOR SALAPA, PROVINCIA DE LOJA" como requisito para optar al grado de: Médico Veterinario Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 09 días del mes de julio del dos mil trece, firma el autor.

Firma: 

Autor: Néstor Armando Uchuari Pauta.

C.C: 1104378615

Dirección: Av. Villonaco y Virgilio Rodas

Correo Electrónico: arm_extrem999@hotmail.com

Teléfono: 0984187889

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. Lenin Aguirre Riofrío Mg, Sc.

Tribunal de Grado: Dr. Dubal Jumbo Jimbo.

Dr. Héctor Castillo Castillo Mg, Sc.

Dr. Hermógenes René Chamba Mg, Sc.

AGRADECIMIENTO

La realización del presente trabajo investigativo no hubiera sido posible sin la participación de personas que aportaron con su conocimientos, desde aquí les expreso mis más sinceros agradecimientos.

A esta gloriosa institución UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, que me dio la oportunidad de formarme académicamente y como profesional, en particular a la Carrera de MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, que me acogió en sus aulas de formación.

Al Director y amigo, Dr. Lenin Aguirre Riofrío, por su particular ayuda y apoyo brindado durante todo el periodo de realización y culminación del proyecto de investigación.

Al Dr. Manuel Quezada Padilla, por su gran amistad y orientación para la realización de mi investigación.

A mis padres, familiares y amigos, gracias a su constante apoyo me han impulsado de una u otra manera a la culminación de una de tantas metas planteadas, a todos ustedes ¡Gracias!

Néstor Armando

DEDICATORIA

A mis padres Néstor, Hilda, por su ejemplo de lucha, sacrificio y amor, por su trabajo de toda la vida y por depositar en mí la confianza incondicional en que cumpliera mis objetivos.

A mí querida esposa y amada hija, dos fuentes de constante inspiración, cariño y comprensión gracias por estar a mi lado siempre.

Néstor Armando

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pag.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORIA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRAC.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. CICLO ESTRAL.....	3
2.2. DINAMICA FOLICULAR.....	7
2.3. SINCRONIZACIÓN DE CELOS.....	8
2.4. PRODUCTOS HORMONALES UTILIZADOS EN EL MANEJO DEL CICLO	14

2.5. PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES.....	24
2.6. INVESTIGACIONES REALIZADAS DE LA SINCRONIZACIÓN DELESTRO CON PRODUCTOS HORMONALES EN EL ECUADOR.....	34
3. METODOLOGIA.....	37
3.1. MATERIALES.....	37
3.2. MÉTODOS.....	38
3.3. MANEJO DE LAS UE PREVIO AL INICIO DELOS TRATAMIENTOS.....	40
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	41
3.5. VARIABLES EN ESTUDIO.....	42
4. RESULTADOS.....	43
5. DISCUSIÓN.....	54
6. CONCLUSIONES.....	61
7. RECOMENDACIONES.....	62
8. BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	65

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Pag.
Cuadro 1. Registro de IPCe en las UE, que intervinieron en los.....43 diferentes protocolos de sincronización investigados y el grupo testigo.	
Cuadro 2. Porcentaje de duración del celo manifiesto.....45 en los distintos tratamientos de sincronización investigados (Hrs).	
Cuadro 3. Característica del celo en los distintos tratamientos de.....46 sincronización investigados.....	
Cuadro 4. Porcentaje de retorno al estroCaracterísticas meteorológicas....48 de la Quinta Experimental Punzara.	
Cuadro 5. Porcentaje de vacas preñadas post tratamiento hormonal.....50 e IATF en los tratamientos investigados.	
Cuadro 6. Cuadro de intervalo parto-concepción en los.....51 tratamientos investigados.	
Cuadro 7. Costo vaca preñada en los protocolos de sincronización.....52 Investigados.	

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pag.
Figura 1. Días promedio de intervalo parto-celo en los tratamientos de sincronización investigados en bovinos Holstein mestizos de la Hoya de Loja.....	44
Figura 2. Promedio de duración del celo manifiesto en los distintos tratamientos investigados (Hrs).....	45
Figura 3. Porcentaje de las diferentes características de celo en los distintos tratamientos analizados.....	47
Figura 4. Porcentaje de retorno y no retorno al estro luego de la aplicación de los tratamientos de sincronización evaluados.....	49
Figura 5. Tasa de concepción en los tratamientos de sincronización e IATF investigados.....	50
Figura 6. Promedio del intervalo parto concepción en los grupos investigados	62
Figura 7. Costo promedio vaca preñada en los protocolos de sincronización..	53
Figura 8. Esquema de presentación del intervalo parto celo en los tratamientos evaluados.....	54
Figura 9. Esquema de presentación de la duración del celo en horas en los tratamientos evaluados.....	55
Figura 10. Esquema de presentación del porcentaje de retorno al celo en los protocolos de sincronización evaluados.....	57

Figura 11. Esquema de presentación del intervalo parto concepción (días) en los tratamientos evaluados.....59

RESUMEN

En la Hacienda La Cruz sector Salapa del cantón Loja Provincia de Loja se evaluó tres protocolos de sincronización de celo para IATF mediante la utilización del DIB® (0,5g) en vacas mestizas Holstein, frente a un grupo testigo a las cuales se esperó el retorno al celo postparto en forma natural, los tratamientos experimentales fueron Ta: Implante de P₄ + Benzoato de estradiol + PG2 + eCG + GnRH; Tb: Implante de P₄ + Benzoato de estradiol + PG2 + Benzoato de estradiol; Tc: Implante de P₄ + Benzoato d estradiol + PG2 + GnRH, y el tratamiento control (detección de celo natural postparto e IA), para lo cual se empleó una muestra de 24 vacas, 6 por cada tratamiento se distribuyeron en grupos homogéneos y cada animal represento una unidad experimental. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza mediante la prueba de Duncan (0,05 y 0,01), determinándose así que los protocolos hormonales presentan mejores características en cuanto a eficiencia reproductiva que el grupo testigo que presento celos naturales, reduciéndose por ello los intervalos de retorno al celo e intervalo entre parto y aumentándose los porcentajes de concepción frente al grupo control. De los tres protocolos evaluados, en lo que corresponde a la tasa de concepción el Tb es superior al resto de tratamientos con un 50% de concepción, el Ta con un 33%, el Tc y grupo Testigo con un 17% de preñez, por lo que se recomienda trabajar para la sincronización de celo e IATF en ganado Holstein mestizo en nuestro medio con el tratamiento Tb que consiste de: Implante de P₄ + Benzoato de estradiol + PG2 + Benzoato de estradiol.

ABSTRACT

In the Farm La Cruz located in Salapa of Loja canton, Province of Loja, there were evaluated three protocols synchronization of heat for IATF through the usage of DIB® (0,5g) in crossbreed Holstein cows, in front of a witness group, from the mentioned cows, it was waited the return to the postpartum heat in a natural way, the experimental treatments were Ta: Implant of P₄ + estradiol benzoate + PG2 + eCG + GnRH; Tb: Implant of P₄ + estradiol benzoate + PG2 + estradiol benzoate; Tc: Implant of P₄ + estradiol benzoate + PG2 + GnRH, and the control treatment (postpartum natural heat detection and IA), for which there was employed a sample of 24 cows, 6 for each treatment distributed in homogenous groups and each animal represented an experimental unit. The obtained results were subjected to an analysis of variance through the Duncan test (0,05 y 0,01), determining thus the hormonal protocols show better features related to reproductive efficiency than the witness group that presented natural heats, reducing for that reason the return intervals to the heat and interval between birth and increasing the percentages of conception in front of the control group. Of the three evaluated protocols, in what belongs to the conception rate the Tb is superior to the rest of treatments with a 50% of conception, the Ta with a 33% the Tc and witness group with a 17% of pregnancy, for what it is recommended to work for the synchronization of heat e IATF in crossbreed Holstein cows in our environment with the Tb.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de estos últimos años se ha ido avanzando a pasos agigantados en el uso de las biotecnologías en reproducción bovina en todos los países con el objetivo de mejorar y conservar líneas genéticas mejoradas, permitiendo con ello la amplia difusión de material genético superior por todas las regiones donde se pueda desarrollar una producción ganadera.

Desde el siglo XVIII se trabaja con la inseminación artificial lo cual ha permitido propagar y heredar caracteres deseados de generación en generación en una determinada especie, el uso de la inseminación artificial ha conllevado al uso de sustancias o drogas que modifican el comportamiento biológico del ciclo estral en los animales con lo cual podemos manejar a beneficio propio.

Los beneficios obtenidos con el uso de la sincronización del celo y la inseminación artificial son bien conocidos. Sin embargo, su implementación en países en vías de desarrollo se ve dificultada por varios factores, especialmente el económico, debido a los altos costos de los tratamientos, equipos y recursos humanos requeridos. En concreto, los tratamientos destinados a la sincronización del celo, mediante el uso de dispositivos intravaginales impregnadas con progestágenos, prostaglandinas, GnRH, LH o sus combinaciones, son poco accesibles para los productores tradicionales, debido a su elevado precio y el no disponer de resultados satisfactorios en el medio.

Existen numerosos factores que han sido asociados como causales de la falta del reinicio de la actividad cíclica ovárica, dentro de estos, los más principales podemos destacar: Baja condición corporal, deficiencias nutricionales, manejo con presencia del ternero, número de partos, raza, estrés, infecciones puerperales, y enfermedades bacterianas IBR, DVB, Leptospira, Neospora, etc.

Por lo anteriormente expuesto en muchas ganaderías se está incrementando el uso de biotecnologías reproductivas, tendientes a mejorar parámetros en

cuando a producción y reproducción, en el caso de la sincronización de celos tiene como objetivo facilitar el manejo por lotes de animales, aprovechando en si épocas donde hay más alimento, por tal razón la presente investigación pretende identificar el mejor tratamiento hormonal en el medio, para sincronizar el celo en vacas Holstein Mestizas y realizar la IATF (56 horas post retiro del dispositivo), permitiendo establecer cuál de estos protocolos evaluados tuvo una alta eficiencia reproductiva, para ello se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la eficacia reproductiva de los protocolos de sincronización de celo utilizados.
- Determinar el costo económico por vaca gestante.
- Difundir los resultados a productores y técnicos del medio y contribuir a mejorar la eficacia reproductiva en los hatos ganaderos.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 CICLO ESTRAL

Lo primero que se debe acotar es que las vacas son hembras poliéstricas típicas, es decir, presentan su ciclo estral durante todo el año independientemente de la raza. Aunque la madurez fisiológica (pubertad), habilita al animal para producir gametos y reproducirse, no debe hacerlo hasta alcanzar la madurez zotécnica (peso y edad según la raza). Esto para garantizar el desarrollo corporal adecuado que le permiten al animal sobrellevar la monta, la gestación, el parto y la lactancia.

El celo en la vaca se repite cada 21 días, dura de 6 a 30 horas y la parte más fértil es la segunda mitad del celo.

Aguilar, J. (2001), señala que el ciclo estral de una hembra se suele definir como el intervalo entre dos ovulaciones y este varía entre de los 14 a 25 días para las hembras domesticas utilizadas en la de producción animal tradicional. Este periodo de tiempo se suele subdividir clásicamente en cuatro etapas: proestro, estro, metaestro y diestro.

2.1.1. Proestro

Este período, cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación de celo. Al producirse la destrucción del cuerpo lúteo tenemos una caída en los niveles de progesterona y posteriormente una pérdida de tejido luteal, siendo la PGF2a de origen uterino el principal luteolítico en los animales domésticos y en la mayoría de los roedores.

Como consecuencia de la caída de los niveles de progesterona, disminuye el feed back negativo que dicha hormona tenía a nivel hipotalámico y comienzan a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas gonadotróficas (FSH y LH) y se estimula el crecimiento folicular con el desarrollo de un gran folículo y el aumento en los niveles de estradiol. Cuando los estrógenos alcanzan cierto nivel, se estimula la receptividad al macho y comienza el período de celo o estro (<http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010).

2.1.2. Estro

El celo o estro es la etapa más fácilmente reconocible del ciclo estral porque es caracterizada por una serie de cambios visibles en el comportamiento que incluyen la receptividad sexual y la copulación. El estradiol es la hormona dominante durante esta etapa del ciclo y no solamente induce estos cambios del comportamiento sino que también provoca cambios fisiológicos en el tracto reproductivo. Cuando la hembra entra en celo lo hace gradualmente y no es totalmente receptiva al principio, puede demostrar algunas características de su aproximación a la etapa receptiva las cuales incluyen incremento en la locomoción, en la vocalización, nerviosismo e intentos de montar a otros animales (esto es válido especialmente para la hembra bovina). Sin embargo en esta etapa no es todavía receptiva. A medida que el celo progresa también incrementa el grado de aceptación del macho y se puede realizar la cópula. Esta voluntad de la hembra de recibir al macho (u otras hembras), se denomina reflejo de parada o quietud. Es en este momento que la hembra adopta una postura característica arqueando el dorso (lordosis) y este reflejo puede incluso ser utilizado por el hombre para detectar el celo y de esta manera planificar el servicio o IA (Aguilar, J. 2001).

Durante el estro, cuya duración es de 18 ± 6 horas, la vaca manifiesta inquietud, ansiedad, brama con frecuencia y pierde el apetito; en el caso de las vacas

lecheras, se reciente su producción. Las vacas presentan descarga de mucus con mínima viscosidad (filante), cuyo olor atrae y excita al toro (presencia de feromonas), edema de vulva y en el útero se produce un aumento del tono miometrial, detectado fácilmente por palpación transrectal. Durante esta fase, los estrógenos en altas concentraciones alcanzan el umbral de estimulación del centro cíclico hipotalámico, estimulando a las neuronas hipotalámicas a producir el pico de GnRH y en consecuencia el pico de LH. Con respecto a la FSH, disminuye su secreción, consecuencia del feed back negativo estrogénico y de la inhibina, con excepción del momento en que se produce el pico preovulatorio de LH, en que puede aparecer un pico de FSH. Posteriormente, 4 a 12 horas después de la onda de LH, se incrementan la concentración basal y la amplitud de los pulsos de FSH, relacionándose esto con la primera onda de crecimiento folicular (<http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010).

2.1.3. Metaestro

El período inmediato a la finalización del celo, es el metaestro (6 días). En este período ocurre la ovulación de la vaca, a diferencia de las otras especies que lo hacen durante el celo, y comienza la organización celular y desarrollo del cuerpo lúteo. La ovulación ocurre 28 a 32 horas de iniciado el celo y es desencadenada por el pico preovulatorio de LH. A la ovulación sigue hemorragia profunda y el folículo se llena de sangre convirtiéndose en cuerpo hemorrágico. En la formación del cuerpo lúteo (luteinización), se producen una serie de cambios morfológicos y bioquímicos que permiten que las células foliculares se transformen en células luteales, cambios que finalizan al séptimo día con un cuerpo lúteo funcional (<http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010).

Las células de la granulosa se hipertrofian junto con la amplia red de capilares que forman el cuerpo lúteo secretor de Progesterona. La producción de Estradiol disminuye. En esta etapa algunas vacas presentan sangrado metaestral (González, G. 2010).

2.1.4 Diestro

González, G. (2010), señala que al 5to día hay un cuerpo lúteo maduro. Las concentraciones en sangre de Progesterona son mayores a 1 ng/ml. El Diestro continúa hasta el día 14. La Progesterona es responsable de la formación del Endometrio para el establecimiento y mantenimiento de la gestación. Estimula la secreción de sustancias que nutren al embrión hasta que existe la placenta; inhibe las contracciones del útero, el moco cervical se torna más viscoso y cierra la cerviz evitando la entrada de agentes extraños al útero. También estimula en la glándula mamaria la síntesis alveolar y la secreción láctea.

Después de 12 días de acción de la Progesterona, en el útero se agotan sus receptores y se vuelve refractario a esta hormona. El Estradiol folicular estimula en el útero la formación de receptores para la Oxitocina y la producción de enzimas Fosfatasa A y Ciclooxygenasa, indispensables para la síntesis de Prostaglandina F2 alfa . De esta forma la Oxitocina producida por el cuerpo lúteo estimulara la secreción de Prostaglandina F2 en las glándulas endometriales en forma pulsátil cada 6 a 8 horas. Esto provoca la regresión del cuerpo lúteo y los niveles de Progesterona bajan a menos de 1 ng/ml terminando el diestro y comenzando el proestro.

El cuerpo lúteo secreta Progesterona en cantidades máximas desde el día 7 hasta el día 15. Cuando la secreción de Progesterona declina bruscamente (día 17), desencadena la secuencia de cambios hormonales que producen el Estro y la ovulación. Por lo tanto, la función del cuerpo lúteo es el reloj biológico que controla la duración del ciclo estral.

En resumen Agro Capacitación Argentina (AGROCOR. 2005), señala que el ciclo estral del bovino está caracterizado por eventos fisiológicos y endocrinológico que se resumen en los cuadros 2, 3 y 4.

2.2. DINÁMICA FOLICULAR BOVINA

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última.

Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia.

2.2.1. Reclutamiento

Es el proceso por el cual una cohorte de folículos comienza a madurar en un medio con un aporte adecuado de gonadotrofinas que le permiten avanzar hacia la ovulación.

2.2.2. Selección

Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación.

2.2.3. Dominancia

Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos.

La causa por la cual regresiona el folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular.

2.3. SINCRONIZACIÓN DE CELOS

Larocca, C., et al. (2005), señala que diferentes métodos de sincronización del estro han sido utilizados como una herramienta de manejo, procurando concentrar los mismos durante un período de tiempo lo más corto posible manteniendo una adecuada tasa de concepción. De esta forma, la sincronización ha permitido tener control sobre decisiones que afectan en forma directa la eficiencia del sistema productivo. Permitiendo el uso de tecnologías como la inseminación artificial a tiempo fijo, o en períodos muy controlados de tiempo, la monta dirigida o controlada con toros asegurando la paternidad de un reproductor cuando se usan más de uno por rodeo de distinto valor genético.

Ben, G., et al. (2002), indican que los tratamientos para sincronizar los celos y las ovulaciones a través del control de las ondas de desarrollo folicular del ovario, permiten inseminar sistemáticamente un gran número de vientres en el mismo horario obteniéndose índices de preñez idénticos a los obtenidos con celo natural.

Este desarrollo constituye un avance de gran importancia para la aplicación de la inseminación artificial y una herramienta complementaria del semen congelado, que sin dudas abre nuevos horizontes para la industria ganadera.

El objetivo primordial de la sincronización es la capacidad de controlar el ciclo estral, lo que facilita establecer programas de inseminación artificial, eliminando los trabajos en la detección de calores, acorta el tiempo del parto y nos permite obtener descendencias de alta calidad genética (AGROCOR. 2005)

2.3.1. Importancia de los programas de sincronización

La sincronización estral es una técnica de manejo, que utiliza hormonas para controlar, o reprogramar, el ciclo del estro (Walker, D., et al. 2010).

El objetivo de un programa de sincronización es manipular los procesos reproductivos, para que un alto porcentaje de hembras en un grupo dado, puedan ser concebidas en un período corto, ya sea utilizando inseminación artificial o servicio natural. (Blezinger, S. 2000).

Antes de iniciar el programa, se debe determinar el porcentaje de animales cíclicos y su condición corporal, así como hacer un seguimiento del mismo, preferiblemente por detección del celo, aun cuando se emplee inseminación artificial a tiempo fijo. (Larson, B. 2010).

A través de la utilización de sincronizadores se pueden obtener las ventajas de la inseminación artificial y a la vez reducir los problemas asociados con la detección del celo. Todos los animales entrarán en el estro según un horario y dentro de un horario estrecho (Gilson, W. 2000). También la sincronización regulariza los ciclos estrales de tal forma que las vacas que están ciclando manifiestan celo a un tiempo determinado, normalmente programado para el principio de la época de cruzamientos. Las vacas que se preñan y paren más temprano destetan terneros más grandes, más pesados y tienen un porcentaje mayor de terneros en su vida reproductiva. Tienen más tiempo para descansar y volver a ciclar entre el parto y la siguiente cubrición. Uno de los objetivos de sincronizar estro en vacas lecheras es mantener un intervalo de partos aceptable de 12 a 13 meses. Investigadores estiman pérdidas de 3 a 5 o más dólares, cuando una vaca permanece más de 100 días abiertos. La sincronización agrega sus propias ventajas a la inseminación artificial. Los programas de inseminación artificial basados en sincronizaciones resultan en una temporada de cubriciones más corta con obviamente, una temporada de partos menor. Ambos hechos demandarán menos tiempo utilizable en otras labores y van a recibir más atención que si éstos fueran distribuidos a través de varios meses. Desde el punto de vista del parto, los beneficios serán, acortar los intervalos entre partos y obtener terneros con edades similares, esto

significa que el manejo puede ser también más uniforme. Además se puede programar las cubriciones y partos de tal forma que se adapten a otros trabajos y poder aprovechar todas las ventajas en la época con mayor disponibilidad de alimento de la finca (Gilson, W. 2000).

Con el uso de sincronización del estro, la mayoría de las vacas del hato pueden inseminarse 60 días post parto o poco después. Esto permitirá dos inseminaciones antes de 85 días post parto. En promedio una vaca presenta su primer celo post- parto sin el uso de prostaglandinas a los 71 días. Por consiguiente el promedio de días a primer servicio puede ser reducido a 11 días o más. En la práctica probablemente más de 11 días debido al porcentaje alto de estros inadvertidos en la mayoría de los hatos. (Gilson, W. 2000).

En forma resumida a través del uso eficaz de un programa de la sincronización, se puede lograr lo siguiente (Blezinger, S. 2000):

- Facilitar el uso de la inseminación artificial.
- Elección del momento de inseminación artificial y por lo tanto de la temporada de nacimientos.

Reducción de días abiertos y programación de intervalo entre partos.

- Menos tiempo utilizado en la detección de estros.
- Se obtienen lotes uniformes, mayor cosecha de terneros, y por lo tanto mayores ingresos.
- Las vacas se preñan y paren en una misma época.

Además para trabajar un programa de sincronización deben de considerarse varios factores (Blezinger, S. 2000):

- Nutrición. El ganado debe estar en una buena condición corporal. Esto involucra niveles adecuados de materia seca en general, pero específicamente proteína, minerales y vitaminas. Se puede decir que la

nutrición es el factor más importante que podría dictar el éxito o fracaso del programa.

- Para el éxito de algunos protocolos de sincronización de estros, es esencial que las hembras estén ciclando.
- Las vacas necesitan un mínimo de 45 días post parto antes de iniciar el tratamiento. Se examinan todas las vacas para determinar que sus tractos reproductivos hayan tenido una involución uterina adecuada.
- Salud de las vacas, la prevención y tratamiento de enfermedades, así como el control de parásitos es importante antes de la sincronización.
- Tiempo y trabajo disponible para la administración del producto, detección de celo sobre todo cuando se utiliza la inseminación artificial.
- Medios adecuados para realizar la inseminación artificial.
- Semen de alta calidad e inseminador experimentado.
- Tener medios adecuados y trabajo adicional para el manejo del ganado durante el tratamiento.

2.3.2. Puntos importantes al establecer un programa de sincronización

AGROCOR. (2005), indica que los puntos importantes al establecer un programa de sincronización son:

- Confirmar la actividad cíclica por palpación rectal.
- Estado nutricional del hato.
- Estado de salud del hato.
- Registros individuales.
- Programa de inseminación artificial.

2.3.2.1. Estado funcional de los animales

Ben, G., et al. (2002), señala que en los programas de sincronización de celos es necesario tener en cuenta el estado funcional de los animales, para lo cual se establece las siguientes referencias:

- Vacas: Paridas de más de 40 días, con involución puerperal normal, útero en posición pelviana y de diámetro menor de 6 cm, son aptas cuando están ciclando aunque estén en anestro, siempre que estén ganando peso.
- Vaquillonas: Que hayan alcanzado la edad reproductiva (mayores de 15 meses), con desarrollo corporal, genital y con síntomas de actividad ovárica.

2.3.2.2. Grupos de servicio

Bussi, P. (2010), indica que en la sincronización de los celos, se necesita organizar grupos de vacas para servicio programado, así:

- Considerando el período de espera voluntario (PEV). se pueden organizar grupos sincronizados para que entren en celo y ovulen en un período de tiempo determinado (días de ordeño).
- Tomando como referencia un PEV de 50 días, el grupo estaría formado por vacas con 70 a 50 días de ordeño, de manera que las últimas vacas que parieron alcancen el PEV mínimo determinado. Este grupo estaría formado entonces por vacas que parieron en un período de 3 semanas.
- En rodeos mayores a 200 vacas es aconsejable formar los grupos de sincronización con vacas cuyo lapso de parición sea de dos semanas.

El celo y la ovulación se sincronizan para que ocurran durante la semana siguiente al PEV mínimo determinado.

2.3.2.3. Condición corporal y alimentación

Ben, G., et al. (2002), indican que la condición corporal es un parámetro importante, que mide la deposición de grasa sobre el animal como garantía de reservas de energía. En una escala de 1 a 5 (1 flaco, 2.5 intermedio y 5 exceso de gordura), es necesario que los animales estén con una condición mínima de 2 a 2.5 y ganando peso. Es indispensable que los animales estén comiendo bien, de acuerdo a su estado funcional y época del año, recuperando condición corporal y ganando peso. El balance energético positivo favorece la actividad ovárica, la fertilidad y la viabilidad embrionaria.

Brogliatti, G. (2003), manifiesta que la condición corporal de los animales es un factor de suma importancia. Los resultados con animales de condición corporal 3 (escala de 1 a 9), son de entre el 25 % y 35 % de preñez, mientras que animales de condición corporal 5 o más los porcentajes oscilan entre el 55 % y el 65 % de preñez. Con vacas de una condición corporal de 7, con un post parto de más de

4 meses y sin ternero al pie se lograron resultados del 71,2 % de preñez. Estos resultados solo se pueden alcanzar con un excelente manejo de los animales y la utilización de un semen de alta calidad.

2.3.2.4. Resultados esperados de la sincronización del celo

Según Ben, G., et al. (2002), los resultados esperados de la sincronización del celo son:

- Índice de preñez de primera inseminación en vacas con cría 50 %; y en vaquillonas y vacas secas 60 %.

- Índice de preñez con inseminación de los primeros retornos: entre 70 y 75% en vaquillonas y entre 60 y 65% en vacas con cría, en seis días de IA y 25 días entre servicios.
- Índice de preñez final en 60 días, con servicio de repaso con toro, superior al 90%.

2.4. PRODUCTOS HORMONALES UTILIZADOS EN EL MANEJO DEL CICLO

2.4.1.1 Prostaglandinas (PGF2)

Son ácidos grasos insaturados de veinte carbonos derivados del ácido prostanóico. Dependiendo de la estructura química del anillo ciclo pentano, las prostaglandinas se dividen en cuatro grupos A, B, E Y F, cada grupo posee diferentes propiedades fisiológicas y farmacológicas. La acción biológica más grande de las prostaglandinas en los bovinos es su poder de producir la regresión del cuerpo lúteo. Una inyección de prostaglandina aplicada entre el día 6 y el día 16 (momento de la descarga natural de PGF2a), del ciclo inducirá la regresión del cuerpo lúteo que finaliza la fase luteínica. Como consecuencia, se inicia una nueva fase folicular y el animal presentará celo y ovulará. (O'Connor, M. 2000).

Debido a que las prostaglandinas tienen actividad luteolítica, las hembras deben estar ciclando normalmente para que sean efectivas. Cabe mencionar que la prostaglandina solo es efectiva después del día 6 ó 7 del ciclo. La fertilidad subsiguiente a la luteolisis con PGF2 es equivalente a la que se produce en celos espontáneos. Las prostaglandinas pueden relajar el útero no gestante y contraer el útero gestante pueden producir aborto o inducir el parto. Un factor importante desde el punto de vista de residuos tisulares, inocuidad y toxicología, es que la PGF2 no se almacena en los tejidos, de modo que su permanencia en el organismo es de corta duración. Se ha demostrado una

inocuidad adecuada entre la dosis terapéutica y las mínimas tóxicas (Rasby, R. 2000).

La Prostaglandina F₂ (PGF) y sus análogos son los agentes farmacológicos más utilizados en programas de sincronización de celos. El tratamiento con PGF causa la regresión del cuerpo lúteo (CL), maduro y se han desarrollado muchos protocolos de sincronización de celos que la utilizan. Si se administra un solo tratamiento con PGF, aproximadamente el 70% de las hembras que están ciclando deberían entrar en celo. La palpación rectal de un CL y el tratamiento de las vacas con un CL aparentemente funcional debería aumentar la proporción de los animales que responden; no obstante, errores en la palpación y en la detección del celo determinan que aproximadamente el 75% de las vacas tratadas sean detectadas en celo. Si esto se multiplica por un índice de concepción del 60% se obtendrá una preñez final del rodeo tratado del 45% en los mejores casos. Otro de los problemas de la sincronización de celos con PGF es la baja fertilidad a los esquemas de IATF. Esto se debe a que el intervalo desde el tratamiento hasta la ovulación es afectado por el estadio del folículo dominante en el momento de la aplicación de la PGF. Por lo tanto, para tener buenas tasas de preñez con estos esquemas es necesario detectar el celo de los animales para realizar la IA a las 12 horas, es decir, que la detección de celos sigue condicionando su aplicación y resultados (Bó, G., et al. 2002). Larocca, C., et al. (2005), indica que en estudios utilizando PGF_{2a} y sus análogos en programas de sincronización de celos, obtuvo 61,3 y 59,0% de tasas de concepción y preñez respectivamente en un ensayo con 77 vaquillonas Holstein.

2.4.1.2. Progestágenos

La progesterona (P4), es la hormona encargada del mantenimiento de la gestación, ya que proporciona el estímulo hormonal que es requerido para el desarrollo uterino y posterior implantación placentaria, además de mantener la inmovilidad uterina (Wanke, D., et al. 2010). <http://es.wikipedia.org>. (2010), reporta que la progesterona (también conocida como P4), es el principal de los progestágenos. Junto con los estrógenos, los progestágenos forman el binomio hormonal femenino por excelencia. Su principal fuente es el ovario (cuerpos lúteos) y la placenta, si bien también pueden sintetizarse en las glándulas adrenales y el hígado. Ambos grupos de hormonas tienen una estructura que se describe como derivada del núcleo ciclopentanoperhidrofenantreno, núcleo del que derivan los esteroides cuya arquitectura molecular es igual a la del colesterol. La progesterona es una de las hormonas sexuales que se desarrollan en la pubertad y en la adolescencia en el sexo femenino, actúa principalmente durante la segunda parte del ciclo estral, parando los cambios endometriales que inducen los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión. Estos efectos también ocurren en la mama. La progesterona también se encarga de engrosar y mantener sujeto al endometrio en el útero: al bajar sus niveles, el endometrio se cae, produciendo la menstruación. Es la hormona responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios en una mujer, y sirve para mantener el embarazo.

El fundamento de su empleo es que tanto la progesterona endógena como la exógena bloquean la liberación de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) y cuando se retira se produce un incremento gradual de la concentración de estas gonadotropinas, principalmente de la LH que culmina en una oleada ovulatoria; aproximadamente a las 48 horas después de

retirado el efecto de la progesterona en el caso de las vacas que responden al tratamiento.

El norgestomet actúa como un cuerpo lúteo artificial, sensibilizando el eje hipotálamo- hipofiso-gonadal (Walker, D., et al. 2010).

La progesterona tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>1 ng/ml), provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina), produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular.

Por otro lado la caída de Progesterona a niveles subluteales (< 1 ng/ml), inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (<http://www.sani.com.ar>. 2010).

El empleo de hormonas progestacionales solas se lleva a cabo para producir supresión ovárica durante largo tiempo cuando los estrógenos están contraindicados (Echeverria, 2003). Del mismo modo puede hacerse una mención con respecto a aquellos protocolos combinados de DES (5mg/kg/día) y FSH (10 mg/2-4 días), los cuales tienen un amplio porcentaje de presentación de celo, pero no se traduce en buenos resultados con respecto al porcentaje de preñez (De la Sota, R. 2002).

2.4.1.3. Factor liberador de gonadotropinas (GnRH)

El resultado de inyectar GnRH es inducir la secreción por parte de la hipófisis de las hormonas LH y FSH, provocando el desarrollo y maduración de los

folículos, así como la ovulación y luteinización. Las hormonas FSH y LH son liberadas por la hipófisis poco después de la aplicación de GnRH, detectándose los niveles máximos de estas una y media hora posterior a la inyección intramuscular. La cantidad liberada de gonadotropinas depende de la dosis de GnRH administrada.

La dosis de 0.1 mg. de Fertagyl produce una respuesta significativa de LH en la vaca equivalente a la descarga de LH que precede a la ovulación. La dosis que reporta la literatura consultada oscilan entre 0.1 y 0.5 mg (INTERVET. 2009).

La GnRH es un decapeptido secretado por el hipotálamo que regula y estimula la secreción de LH y FSH en la adenohipófisis. Su secreción es pulsátil y está influida positivamente por el sistema adrenérgico y negativamente por el opioide.

Las alteraciones en los picos de su secreción generan una fertilidad más baja y ovulaciones anormales. La progesterona en bajas concentraciones induce su liberación, pero en exposiciones prolongadas, activa un mecanismo de feed back y de esta manera disminuye su secreción y consecuentemente la de LH y FSH, ocasionando un estado anovulatorio. La GnRH tiene la particularidad de ser sintetizada fácilmente en el laboratorio aplicando métodos de síntesis de péptidos de fase sólida. Asimismo es posible introducir sustituciones de aminoácidos específicos en GnRH sintética diseñando de esta manera agonistas-antagonistas de gran utilidad clínica. Casi todos ellos contienen una o dos sustituciones en la cadena donde un residuo D-aminoácido hidrofobo reemplaza a la glicina en posición 6 y la N-etilamida reemplaza a la glicina amida en la posición 10. Estos péptidos son más sensibles a la proteólisis y se unen con mayor afinidad a los receptores específicos y a las proteínas plasmáticas que la GnRH natural indicando una mayor semivida de eliminación y aumento en la potencia (Echeverría, J. 2010).

Está claramente probado, que la administración en forma pulsátil de análogos de GnRH, induce la ovulación en animales y en mujeres en anestro, pero al ser administrados en concentraciones mayores y en forma continuada, el efecto se revierte transformándose en inhibidores de la liberación, con lo cual se prolonga la fase anéstrica. Esto ha sido reportado en mujeres, motivo por el cual, están siendo actualmente estudiadas como posible alternativa para generar anestros prolongados. En los protocolos clásicos para superovulación, GnRH se aplica 7-8 días antes de la inyección de PGF2a. Más recientemente se ha empleado otro protocolo de aplicación conjunta de GnRH y PGF2a al día cero seguido de una segunda aplicación de GnRH para mejorar la sincronización de la ovulación (De la Sota, R. 2002).

1.4.1.4. Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)

La Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), se aísla de las yeguas preñadas y en consecuencia, fue uno de los materiales gonadotrópicos del que primero se dispuso comercialmente. Esta gonadotropina se secreta en capas endometriales en el útero equino. Tales estructuras están formadas por células trofoblásticas especializadas que invaden el endometrio materno y son de origen fetal y no materno. La PMSG es una gonadotropina con actividad de la hormona FSH y de la hormona LH. En la hembra, la PMSG estimula el crecimiento y maduración de los folículos. En el macho estimula el desarrollo del tejido intersticial del testículo y la espermatogénesis (INTERVET. 2009). Bó, G., et al. (2002), señala que desde hace muchos años se promueve, sobre todo en Europa, la utilización de una dosis de Gonadotrofina Coriónica Equina (conocida internacionalmente con las siglas eCG o PMSG), al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular en vaquillonas prepúberes, vacas con cría o vacas lecheras en anestro pos parto. La eCG es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la

FSH. Se ha observado un mayor porcentaje de preñez en vacas en anestro pos parto y con condición corporal comprometida o en vacas con menos de 60 días pos parto, cuando se agrega eCG al tratamiento. Sin embargo, hay otros trabajos que no han encontrado un beneficio en utilizar eCG en vacas pos parto con alto porcentaje de ciclicidad y buena condición corporal. En pruebas de campo trataron 106 vacas con Crestar+eCG+GnRH y se obtuvo un 58,5% de preñez (62/106), mientras que de 49 vacas IATF con eCG pero sin GnRH resultaron preñadas 25 (51%), sin embargo estas no fueron significativas y habría que hacer nuevas comparaciones con un número mayor de animales para obtener resultados concluyentes. Con respecto al uso de eCG en vaquillonas, los resultados dependen en gran medida de la condición corporal y de la ciclicidad de los animales. Algunos, autores encontraron diferencias significativas a favor de utilizar eCG en vaquillonas cruza mientras que otros no han encontrado diferencias en vaquillonas británicas. La utilización de eCG es especialmente útil en rodeos donde, el porcentaje de anestro es alto. No obstante, el porcentaje de vacas cíclicas en el rodeo y la condición corporal de los animales siempre condicionan los resultados de preñez.

Además, señala que la utilización de eCG al momento de la remoción de dispositivos con P4 para sincronizar el celo de animales en anestro, aumentó el porcentaje de ciclicidad y los porcentajes de preñez en vacas con estrés nutricional, pero, si la causa del anestro está asociada solamente al efecto del amamantamiento y no al amamantamiento sumado a un estrés nutricional, la adición de eCG no aumenta el porcentaje de preñez.

2.4.1.5. Gonadotropina coriónica humana o HCG

La HCG es una gonadotropina que se excreta en la orina de la mujer gestante. La gonadotropina coriónica humana tiene funciones similares a la LH. Al igual que la PMSG, es una fuente comercial disponible de actividad luteinizante, por

tanto, se usa como tratamiento de quistes ováricos en vacas lecheras e incluso en muchas otras situaciones para inducir ovulación (INTERVET. 2009)

2.4.1.6. Benzoato de estradiol

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17 b Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en bovinos. El uso de Benzoato de Estradiol al momento de la aplicación del progestágeno (considerado este como día 0), provoca una nueva onda folicular; la aplicación del

Benzoato de Estradiol a la extracción del progestágeno induce un pico preovulatorio de LH a través del feed back positivo del estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de ovulaciones. Su empleo se recomienda en anestro posparto, celo silencioso y como sincronizador del celo (<http://www.sani.com.ar>. 2010).

Las dosis a utilizar dependen del uso que se destine, así:

- Anestro posparto: administrar 1 mg de benzoato de estradiol después del progestágeno.
- Celo silencioso: administrar 2mg de benzoato de estradiol antes del progestágeno.
- Sincronización de celo: administrar 2 mg de benzoato de estradiol antes del progestágeno y 1 mg luego, después del progestágeno.

2.4.1.7. Cipionato de estradiol

<http://www.sani.com.ar>. (2010), sostiene que el Cipionato de Estradiol (CPE), es un derivado semisintético de acción prolongada del 17 Beta Estradiol, hormona

esteroidea sintetizada por el folículo ovárico, desarrollada para optimizar los resultados de los tratamientos con progestágenos en bovinos. . Estrógeno esterificado de metabolismo lento. 3-10 mg intramuscular en vacas y yeguas. En protocolos de sincronización con IATF de novillas y vacas de 1er parto de tipo racial cebuino se reemplazó en el día 8 el benzoato de estradiol por el cipionato de estradiol, con muy buenos resultados en porcentajes de preñez (60 al 70 %).

Se emplea en dosis 1 mg/animal (corresponde administrar 0.5 mg), por vía intramuscular como:

- Complemento en la inducción y sincronización de celos con progestágenos en bovinos.
- Complemento en la inducción y sincronización de celos con prostaglandinas y GnRH.
- Complemento en el tratamiento del anestro posparto en bovinos Uslenghi, G., et al. (2010), reporta que el cipionato de estradiol (CPE), ha sido utilizado para reemplazar al benzoato de estradiol (BE), administrado vía IM 24 h después de retirado el dispositivo intravaginal con progesterona (DISP), sin afectar los porcentajes de preñez.

Callejas, S., et al. (2010), señala que en trabajos realizados con el uso del Cipionato de Estradiol (CPE), administrado 24 horas después del retiro de un dispositivo intravaginal (DI), provocó una mejora numérica en el porcentaje de preñez comparado con la administración de Benzoato de Estradiol (60,5% vs. 47,9%). Como consecuencia de lo anotado, evaluaron si el CPE puede mejorar los porcentajes de preñez a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), comparado con vacas tratadas con BE, aplicados en ambos casos después de un tratamiento con progesterona. Se utilizaron 92 vacas Angus negro con ternero al pie y un post parto = 40 días, que fueron tratadas de la siguiente manera: el día 0 se colocó un DI con 1 g de progesterona (DIB, Syntex o Sirbo)

y se inyectaron IM 2 mg de BE. El día 7 se retiró el DIB, se administró vía IM 0,15 mg de DCloprostenol (Enzaprost D-C, Biogénesis) y las vacas fueron distribuidas aleatoriamente a 2 grupos que recibieron los siguientes tratamientos: CPE24 (n:25): 0,5 mg de CPE (ECP estradiol, Köning), el día 8 y Grupo BE24 (n:67): 1 mg de BE el día 8. La IATF se realizó a las 50-52 horas de retirado los dispositivos (día 9), utilizando semen de un toro de probada fertilidad, congelado/descongelado en pajuelas de 0,5 ml. El diagnóstico de gestación se realizó por palpación transrectal a los 40 días de realizada la IATF. Si bien el dispositivo utilizado es producido por un laboratorio, dado que existen dos vías de comercialización de los dispositivos (Syntex y Sirbo), este factor fue considerado en el análisis de los resultados. Se evaluó el porcentaje de preñez a la IATF considerando los efectos tratamiento, dispositivo y su interacción. Se fijó un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$). Se utilizó el PROC CATMOD del paquete estadístico SAS. El porcentaje de pérdida de los DI fue del 0%. No se observaron efectos significativos del tratamiento, dispositivo o su interacción sobre el porcentaje de preñez a la IATF.

Concluyendo estos investigadores que el CPE administrado 24 horas posteriores al retiro de los DI con progesterona no mejora los porcentajes de preñez que se obtienen luego de realizar una IATF comparado con el uso de BE. Uslenghi, G., et al. (2010), evaluó el efecto de dos dosis de CPE inyectado al retirar un DISP, sobre el porcentaje de preñez post inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Como objetivo secundario, se planteó comparar la eficiencia reproductiva de los tratamientos utilizados. Se emplearon 79 vaquillonas de 15 meses de edad. El día 0, se les colocó un DISP más BE. El día 7 se retiró el DISP, se administró D+ cloprostenol y en forma aleatoria se inyectó 0,5 mg de CPE, 1 mg de CPE o BE 24 h después. Para la IATF (52–56 h), se utilizó semen proveniente de un toro de probada fertilidad. El día 22 se colocó a todas las vaquillonas un DISP de segundo uso, retirándolo 7 días después. Se continuó con detección de celo e IA. El diagnóstico de gestación se realizó por

ultrasonografía en dos oportunidades para evaluar preñez de IATF y retorno, así como para verificar mortalidad embrionaria. Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la preñez a la IATF, del retorno y final. No observaron efectos del tratamiento ($p>0,05$), sobre los porcentajes de preñez a la IATF (51,9%), del retorno (61,1%) y final (65,8%). Determinó un 7,3% de pérdidas embrionarias ($P>0,05$).

Concluyendo que la administración de 0,5 o 1 mg de CPE al retirar un dispositivo con progesterona en lugar de BE a las 24 h posteriores es igualmente efectiva para implementar una IATF. Además, no resulta afectada la eficiencia reproductiva del rodeo.

2.5. PROGRAMA DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y OVULACIONES

Hay varios programas y métodos tradicionales disponibles para sincronizar estro en las hembras. Se han diseñado métodos que imitan o controlan el cuerpo lúteo en el ovario. Actualmente también se han diseñado nuevos métodos para controlar la ovulación y/o las olas foliculares que ocurren en el ovario durante los 21 días del ciclo estral (Rasby, R. 2000).

2.5.1. Programa de reproducción controlada

El Programa de reproducción controlada se basa en la aplicación de dos dosis de Prostaglandinas F2a (PGF), 14 días aparte. La primera PGF debe ser aplicada 14 días antes de finalizado el período de espera voluntario. Luego de esta primera inyección ninguna vaca es IA, aunque hasta un 50% de las vacas puede mostrar celo. Se recomienda que si luego de la segunda inyección de PGF no se detecta celo, se debe aplicar una tercera dosis 14 días más tarde. Si luego de esta tercera inyección no se detecta celo evidente se realiza

inseminación artificial a tiempo fija (IATF), 72 - 80 horas posteriores a la PGF (Bussi, P. 2010).

2.5.2 Programa de reproducción controlada modificado

Este programa fue diseñado para forzar a la mayoría de las vacas a una fase luteal temprana mediante una inyección pre-sincronizadora de Prostaglandinas F2a (PGF), 14 días antes de la administración de gonadotropinas (GnRH). Esta GnRH es administrada 7 días antes de la segunda inyección de PGF. La GnRH altera el crecimiento folicular induciendo la ovulación del folículo dominante formando un cuerpo lúteo (CL), nuevo o adicional. Así un nuevo grupo de folículos emerge de los ovarios 1 o 2 días después de la administración de la primera inyección de GnRH, de este grupo de folículos emerge un nuevo folículo dominante, que madura y ovula después que el estro sea inducido por la PGF.

Luego de la inyección de PGF se puede inseminar a celo detectado o realizar una IATF 72 - 80 horas posteriores a la PGF (Bussi, P. 2010).

2.5.2.1. Método Select-Synch

El programa consiste en administrar una inyección de GnRH, en el día 0, siguiendo con una inyección de prostaglandina a los 7 días. A pesar de que algunas vacas van a presentar celo el mismo día que reciben la prostaglandina, la etapa pico del celo se presentará 2 a 3 días después de la inyección de prostaglandina. Se debe observar a los animales el celo por 5 días y se inseminan de 8 a 12 horas después de detectado el celo. La inyección de GnRH produce ovulación de un folículo dominante y formación de un cuerpo lúteo nuevo. La GnRH también comienza el desarrollo de una nueva ola folicular. Por consiguiente, todas las hembras en el grupo tienen folículos crecientes en la

misma fase de desarrollo. La inyección de prostaglandina produce la regresión del cuerpo lúteo que es resultado de la inyección de GnRH que comienza el proceso que conlleva a la ovulación. El beneficio de la primera inyección de GnRH para sincronizar crecimiento folicular es bueno en vacas pero menos en novillas, esto explica el éxito restringido de este método en ellas. La respuesta de estros y porcentajes sobre la tasa de preñez varían considerablemente de un hato a otro dependiendo del número de vacas cíclicas al inicio del tratamiento, además de muchos otros factores. Sin embargo, con más de 500 animales tratados en 7 hatos diferentes el sistema de Synch-selecto ha promediado en general un 70% en cuanto a la respuesta de estros y aproximadamente 50% con respecto a la tasa de preñez (De Jarnette, M. 2002).

2.5.2.2. Método Ov-Synch

Fernández, A. (2003), manifiesta que la propuesta básica de este método consiste en lograr sincronizar eficientemente una onda folicular para llevarla a la ovulación en un momento esperado, permitiendo inseminar los animales aún sin presencia de celo evidente, ya que lo que interesa es tener un óvulo en el útero y no un celo en el animal. El protocolo de este método es: día 0: GnRH, día 7: PGF2a; día 9: GnRH, I.A. a tiempo fijo 18-24 horas más tarde. El tratamiento con un agonista de GnRH al día 0 e iniciado en cualquier momento del ciclo induce la liberación de LH y FSH. En respuesta a la LH desaparece el folículo dominante de la onda folicular en curso (dependiendo de su etapa de desarrollo), ya sea por ovulación y formación de un nuevo cuerpo lúteo o por atresia. En ambos casos desciende el nivel de estradiol y se inhibe la posibilidad de un celo espontáneo entre los días 0 y 7 del tratamiento Si existe un CL al momento de la inyección de GnRH, la LH liberada incrementa el número de las células luteales grandes. La FSH induce el pasaje de folículos Clase 1 a Clase 2 pero también aumenta la posibilidad de atresia en la población folicular Clase 2. A los dos días del tratamiento con GnRH se inicia

una nueva onda folicular y dos días más tarde ya existe un nuevo folículo dominante de la onda folicular inducida. La inyección de PGF2a; en el día 6-7 provoca la luteólisis. Consecuentemente aumenta la concentración de E2 así como las pulsaciones de LH, ocurriendo un estro sincronizado que desencadena el pico preovulatorio de LH permitiendo que el folículo dominante se transforme en folículo ovulatorio. Sin embargo existe un porcentaje bajo de animales que no presentan estro debido a una luteólisis incompleta, por lo que el folículo dominante se transforma en folículo dominante persistente. La segunda y última inyección de GnRH a las 48 horas después de la inyección de la prostaglandina asegura la ovulación del nuevo folículo dominante. Los resultados obtenidos con este método indican que es más efectivo en vacas en lactación que en vaquillonas lo que sugiere que existen diferencias en el comportamiento de la dinámica folicular en función de estados fisiológicos diferentes. Peralta, R., et al. (2000), indica que el método ovsynch, se usa menos en rodeos de cría. Los resultados esperables con este tratamiento dependen en gran medida de la ciclicidad de los vientres. En hembras cíclicas es de esperar un 60 a 75% de preñez, en tanto que en vientres acíclicos la respuesta cae prácticamente a la mitad (30 a 35% de preñez). Bó, G., et al. (2002), señala que los protocolos de sincronización de la ovulación utilizando GnRH se han popularizado con el nombre de Ovsynch. La IATF 15 a 24 horas después de la segunda GnRH ha resultado en una fertilidad aceptable en vacas para leche y para carne. Por el contrario, los resultados en vaquillonas sincronizadas con el tratamiento Ovsynch han sido significativamente más bajos que los resultados en vaquillonas IA a las 12 horas pos celo. En rodeos de cría los resultados han sido muy variables, sobre todo debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro.

2.5.2.3. Método Co-Synch

El Co-Synch involucra la administración de GnRH en el día 0, prostaglandina a los 7 días y una segunda inyección de GnRH en el día 9 (48 horas después de la inyección de la prostaglandina). Este sistema es similar al de OV-Synch solo que la inseminación artificial se realiza al mismo tiempo en que se aplica la segunda inyección de GnRH. Los recientes experimentos en Virginia y Colorado indican tasa de preñez de 35 a 50 % utilizando este método sin embargo puede haber un incremento del 5 al 10 %, administrando la segunda dosis de GnRH 64 horas después de inyectada la prostaglandina (Hall, J. 2010).

2.5.2.4. Método Co-Synch con progestágeno

Es uno de los métodos más eficaces para sincronizar vacas de carne del postparto sin descubrimiento de celo. Datos preliminares han indicado tasas de preñez de hasta el 68% en vacas que amamantan. El programa general es similar a Co-Synch, solo que el implante se inserta cuando la primera inyección de GnRH se administra. El implante de progestágeno se retira en el momento en que se inyecta la prostaglandina. El progestágeno impide a las vacas presentar celo entre la administración de GnRH y prostaglandina. Una cierta ventaja es que vacas que están en el anestro antes del programa comenzarán sus ciclos estrales brevemente después del levantamiento del implante (Lamb, G. 2010).

2.5.2.5. Progestágenos y estrógenos

Bó, G., et al. (2002), señalan que una de las alternativas para sincronizar el desarrollo folicular es la utilización de dosis farmacológicas de estrógenos y progestágenos para que, a través de la inhibición de las gonadotropinas

circulantes, induzcan la atresia de los folículos en crecimiento y resulte, de esta manera, en el desarrollo de una nueva onda folicular. En una serie de experimentos demostraron que el tratamiento con progestágenos (P4) y estradiol- 17 β (E-17 β), o benzoato de estradiol (BE), administrados en cualquier momento del ciclo estral, inducen el crecimiento sincrónico de una nueva onda folicular, aproximadamente 4 días después. El tratamiento con dispositivos intravaginales CIDR-B (dispositivo liberador de progesterona), combinados con E-17 β y P4, administrados por vía intramuscular (im), resultó en el comienzo sincrónico de una nueva onda folicular 3 a 5 días después, dando como resultado que todas las vaquillonas tuvieran un folículo dominante en la fase de crecimiento en el momento de la remoción del CIDR-B en el Día 7. En otros trabajos también se observó que para tener mayores índices de preñez en programas de IATF había que inducir la ovulación utilizando una segunda dosis de estradiol (E-17 β).

2.5.2.6. Progestágenos combinados con benzoato y valerato de estradiol.

Rodríguez, M. (2003), sostiene que todos los animales pueden ser tratados con este método y van a responder al mismo tiempo, independientemente de su estado en el ciclo al inicio del programa. El programa involucra tres etapas:

- Etapa 1: En el día cero, cada vaca es implantada subcutáneamente en la base de la oreja con una progesterona sintética llamada norgestomet. La liberación continua de norgestomet a través del implante ejerce un efecto inhibitorio en el descargo de LH y FSH por lo que mantiene la supresión del celo e impide la ovulación. El implante se pone hipodérmicamente en la espalda de la oreja. Antes de insertarlo, es de utilidad sujetar el pelo en la parte de atrás de la oreja y desinfectar el sitio del implante.
- Etapa 2: Al mismo tiempo que las vacas son implantadas con norgestomet, se les aplica una inyección intramuscular que contiene una

combinación de las hormonas valerato de estradiol y norgestomet. El valerato de estradiol produce la involución del cuerpo lúteo en cualquier animal que se encuentre en la fase luteal al momento de la inyección. Al mismo tiempo norgestomet suprime el celo y la ovulación mediante la inhibición hipofisaria, durante un período de 9 días se detienen los ciclos.

- Etapa 3: El implante es removido el día 9. Una vez removido los animales comienzan a liberar hormonas que estimulan crecimiento folicular y secreción de estrógenos. Aquellas vacas que respondan a este método van a presentar celo entre 36 a 48 horas después de retirado el implante. Si se desea inseminar todas las vacas de una vez, hacerlo 48 a 56 horas después de removido. Si no, se inseminan aproximadamente 12 horas después de que el animal haya sido observado en celo.

Otra alternativa de inducción de la ovulación es utilizar 0,5 a 1 mg de Benzoato de Estradiol (EB), a las 24 horas de retirado los implantes de Syncro-Mate B (SMB), e IATF entre las 50 y 52 horas pos retiro, pudiendo considerarse que la preñez promedio es del 42% con tratamientos de SMB 9 días más EB a las 24 horas de retirado e IATF a las 50 horas (Bussi, P. 2010). Larocca, C., et al. (2005), indican que el progestágeno norgestomet ha sido utilizado ampliamente para sincronizar estros en vaquillonas. En la mayor parte de las comunicaciones, alrededor de un 90% de las hembras tratadas presentaron estro por un tiempo después de la remoción del implante. A pesar de eso, la fertilidad obtenida fue variable, con porcentajes de preñez entre el 33 y el 68 %.

2.5.2.7. Progestágenos combinados con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG)

El Norgestomet en combinación con Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular fue estudiado para ser utilizada en vaquillonas, vacas con cría o vacas lecheras en

lactancia. Con este tratamiento el grado de ciclicidad de los animales influye drásticamente sobre el porcentaje de preñez final, siendo aproximadamente un 60% en vacas cíclicas y un 40% en vacas en anestro. Al utilizar 300 UI en vaquillonas y 400 UI en vacas, en ambos casos la inyección de PMSG se aplicó al momento de retirar el implante y se IATF a las 48 horas. El porcentaje de preñez promedio obtenido fue del 50,19 y 50,12% para vaquillonas y vacas respectivamente (Bussi, P. 2010). Rodríguez, M. (2003), señala que en vacas lecheras se ha recomendado la administración de gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), al retirar el implante, para reforzar el efecto gonadotrópico, estimulando la maduración folicular, el celo y la ovulación. Para la aplicación en novillas de carne se ha recomendado aplicar una inyección de PMSG al retirar el implante, debido a que es frecuente que estos animales se encuentren en anestro, realizando una sola inseminación 48 horas más tarde. Además recomienda la aplicación de prostaglandinas (PGF), 48 horas antes de retirar el implante para mejorar tanto la sincronización como la fertilidad.

2.5.2.8. Progestágenos asociados con benzoato de estradiol y prostaglandinas

Brogliatti. G. (2003), señala que en datos obtenidos de inseminaciones realizadas en las provincias de Chaco, norte y sur de Santa Fe, oeste de Buenos Aires, norte y sur de Córdoba (Argentina), con un total de 3.250 vacas inseminadas utilizando distintos protocolos de sincronización de celos. Encontró que el tratamiento más utilizado fue la inserción de un dispositivo intravaginal de progesterona y la inyección de 2 mg de Benzoato de Estradiol en el día 0, remoción del dispositivo el día 7 u 8 junto con la aplicación de la prostaglandina. La aplicación de 1 mg de Benzoato de Estradiol el día previo a la IATF y la inseminación sistemática a la totalidad de las vacas sin detección de celo entre las 48 y 56 horas después de la remoción del dispositivo intravaginal. Los

resultados obtenidos variaron entre el 45 % y el 65 % sobre el total de las vacas tratadas con cuatro encierres. No existieron diferencias significativas en el día de la remoción del dispositivo intravaginal en el día 7 u 8 (65 % versus 63 % de preñez sobre un total de 530 vacas), de esta forma permite iniciar a la totalidad de los animales y luego separar dos tropas para la IATF. Estos programas pueden realizarse tan temprano como a los 35 días post parto.

2.5.2.9. Progestágenos sintéticos asociados con benzoato de estradiol y PMSG

Fernández, A. (2003), reporta que este método de inducción y sincronización de celos se basa en la aplicación de dispositivos liberadores de progestágenos o progesterona, los cuales se mantienen durante un período de 9 a 10 días y al retirarlos los animales presentan celo entre las 36 y 48 horas siguientes. La progesterona tiene como misión producir un bloqueo del hipotálamo, de manera que impedirá, independientemente de la existencia de un cuerpo lúteo, que se produzcan ovulaciones mientras que los animales conserven el dispositivo.

Además provoca una repleción de gonadotrofinas hipofisarias que se liberan bruscamente al retirarlo. De este modo, se minimiza la acción de un cuerpo lúteo durante 9-10 días, tiempo muy similar a la duración del cuerpo lúteo del ciclo. El estrógeno (benzoato de estradiol), se aplica el primero o segundo día del tratamiento y tiene como misión producir la regresión de un posible cuerpo lúteo en formación (los estrógenos son potentes agentes antiluteotróficos en los primeros días del ciclo) y al mismo tiempo, provoca la atresia del folículo dominante de la onda de desarrollo folicular en curso e induce una nueva onda folicular entre 4 y 5 días más tarde. Este es el principal motivo que explica la sincronización tan perfecta que se obtiene mediante estos tratamientos, ya que se consigue manipular las ondas de desarrollo folicular de manera que en todos

los animales tratados se inicia una nueva onda prácticamente el mismo día. Así, al retirar la fuente de progesterona el día 9-10 del tratamiento, el folículo dominante de la onda que se inició a los 5 días de iniciado el mismo se encuentra siempre en una fase óptima de desarrollo folicular (día 4-5 de la fase de crecimiento) y la ovulación se producirá de un modo casi simultáneo en todos los animales alrededor de las 60 horas de retirar el dispositivo permitiendo entonces realizar inseminación a tiempo fijo sin control de celos. Esta metodología puede ser aplicada a todo tipo de animales (cíclicos y en anestro, en fase folicular o luteínica), permitiendo inseminar los animales a tiempo prefijado con total independencia de la detección de celos

2.5.2.10. Acetato de melengestrol (MGA) y prostaglandina (PGF)

Utilizado típicamente en novillas, el MGA es una progesterona sintética activa vía oral que ha sido utilizado con éxito para suprimir la presencia de celo. La investigación ha demostrado que alimentar con MGA por 14 días a razón de 0.5 mg/cabeza/día, retirarlo, y luego inyectar prostaglandinas 16 a 18 días después va a producir la involución del cuerpo lúteo, entrando la mayoría de novillas en celo en un período de 5 días. Hay que tener presente que la mayoría de las hembras van a presentar estro 2 a 5 días después de retirar el MGA. Sin embargo, este celo es sub-fértil y las hembras no deberían ser inseminadas en este momento.

La mayoría de las hembras tendrán un cuerpo lúteo maduro de 16 a 18 días post-celo sub-fértil de ahí la razón de inyectar prostaglandinas en este período. La mayoría de novillas presentarán celo 48 a 72 horas después de la inyección de prostaglandina; este celo si es fértil por lo que se inseminarán 12 horas después de observado el estro. La ventaja de este sistema es que el ganado solo debe ser maniobrado una vez, además del momento de la inseminación. La investigación indica que este método estimula la ciclicidad en animales en

anestro. El cuidado que se debe tener es el asegurarse que todas las hembras consuman la dosis de MGA diariamente durante los 14 días de tratamiento (Rodríguez, M. 2003).

2.6. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO CON PRODUCTOS HORMONALES EN EL ECUADOR

2.6.1. Cazco, M. (2001), en la parroquia Matus del cantón Penipe, provincia de Chimborazo estudió la sincronización de la ovulación de vacas Holstein Mestizas, con la utilización de GnRH+PGF2 +GnRH (Ovsynch), que consiste en aplicar GnRH el día uno, 7 días después PGF2 , 2 días después GnRH e inseminar a las vacas de 16 a 20 horas después y GnRH+PGF2 , luego proceder a la detección de calores y realizar la inseminación, para lo cual utilizó 6 vacas por tratamiento. Los resultados obtenidos determinaron que con la aplicación de los dos tratamientos, el 100 % de las vacas presentaron signos característicos de estro, el tiempo promedio de presentación del estro fue de 53.83+0.60 horas para el tratamiento 1, mientras con el tratamiento 2 fue de 58.50+1.36 horas, a la primera inseminación se determinó el 83.33% de concepción y 100 % de fertilidad cuando se aplicó GnRH+PGF2 +GnRH, en cambio que con el uso de GnRH+PGF2 fue del 66.66 y 83.33 %, respectivamente.

2.6.2. Narváez, D. (2002), en la Unidad de Producción 9 “Patria”, perteneciente a la Brigada de Fuerzas Especiales N° 1 “Patria”, ubicada en el cantón Latacunga, 47 provincia de Cotopaxi, a una altitud de 2770 m.s.n.m., evaluó la inducción del estro de vacas Holstein Mestizas, con la utilización de HCG+PGF2 +HCG que consiste en aplicar HCG el día uno, 7 días después PGF2 , 2 días después HCG e inseminar a las vacas de 16 a 20 horas después y HCG+PGF2 , aplicado de la siguiente manera HCG el día 1, el día 7 se

inyectará PGF₂ , luego proceder a la detección de calores y realizar la inseminación, utilizándose 10 vacas por tratamiento, determinándose que con la aplicación de HCG + PGF₂ + HCG, se registró un mayor número de vacas con los signos característicos de estro que cuando se empleó la HCG + PGF₂ (80 % frente al 70 %), con un 60 % de concepción a la primera inseminación y 80 % de fertilidad, no así con el empleo de la HCG + PGF₂ que fue del 50 % de concepción y 70 % de fertilidad.

2.6.3. Pruna, E. (2002), en las instalaciones del Instituto Tecnológico Intercultural Bilingüe salesiano (ITFIBS), del cantón Morona, estudió dos tratamientos para la sincronización de la ovulación, el primero con la aplicación de GnRH+PGF_{2a}+GnRH y el segundo HCG+PGF₂ +HCG (HCG: Gonadotropina coriónica humana), que fueron aplicados de la siguiente manera: las gonadotropinas el día uno, 7 días después la PGF₂ , 2 días después la segunda inyección de las gonadotropinas e inseminar a las vacas a las 24 horas después, utilizándose 8 vacas por tratamiento. Los resultados obtenidos determinaron que la condición anatómica de los ovarios, no afectaron los índices de concepción y fertilidad de las vacas, por cuanto en los animales del grupo 2 observó un porcentaje considerable de ovarios pequeños tanto el izquierdo (37.5 %), como en el derecho (12.5 %). Al utilizar el tratamiento HCG + PGF₂ + HCG alcanzó a la primera inseminación el 75.0% de concepción, con una tasa de fertilidad del 87.5 %, valor que difiere estadísticamente con la registrada al utilizar GnRH+PGF₂ +GnRH, cuyo porcentaje fue menor (62.5%).

2.6.4. Andino, P. (2003), en la Hacienda “La Laguna”, ubicada en la Parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, a 3230 msnm, evaluó la sincronización del desarrollo folicular y la ovulación en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brown swiss, utilizándose HCG+PGF₂ +E₂, que consiste en aplicar HCG el día uno, el día 7 PGF₂ , el

día 9 E2 e inseminar a las 30 horas y GnRH+PGF +HCG, aplicado el día 1 la GnRH, el día 7 la PGF2 , el día 9 la HCG e inseminar a las 30 horas, encontrando que la aplicación del tratamiento hormonal HCG + PGF2 + E2, permitió sincronizar el estro en el 100% de las vacas, consiguiéndose el 50% de concepción a la primera inseminación, 66.67% de fertilidad, 2.25 servicios/concepción y un costo vaca gestante de 31.69 dólares, en tanto que la aplicación de GnRH+PGF2 +HCG, arrojó mejores resultados, 66.67% de concepción a la primera inseminación, 100% de fertilidad, 1.33 servicios/concepción.

2.6.5. Ricaurte, R. (2008), evaluó la inducción y sincronización del celo en hembras Holstein Mestizas primíparas y multíparas a base de dos tratamientos hormonales (PGF2a+PGF2a y PGF2+GnRH), aplicados los días 0 y 7, e inseminadas a las 55 y 65 horas posteriores, en seis vacas de 4.33 años y 6 vaconas de 1.33 años de edad. Determinando que las hembras primíparas presentaron índices más bajos que las multíparas, aunque sus diferencias son únicamente numéricas, con mayor repetición de celos (50.00% frente a 33.33%), mayor número de servicios/concepción (1.50 frente a 1.33) y se reduce la tasa de concepción (66.67 frente al 100 %). La condición corporal presentó valores entre 3.08 y 4.0 puntos al inicio y de 3.0 a 3.5 al final del trabajo. La aplicación de PGF2a presenta mejores respuestas numéricas con mayor presentación de celo post-tratamiento (66.67%), menor repitencia del celo (16.67 %) y menor número de servicios por concepción (1.17 frente a 1.67), para alcanzar una concepción del 83.83 %, en ambos casos. Los costos por vaca por gestante es más elevado en hembras primíparas (41.20 y 43.90 dólares), que en vacas multíparas (24.17 dólares/animal).

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES

3.1.1. Para la sincronización de celo

- Implante hormonal de Progesterona (DIB 0,5g ®, Syntex)
- Implantador de dispositivos DIB
- Gonadotropina GnRH (Fertagyl ®, Intervet)
- Benzoato de estradiol (Grafoleón ®, life)
- Prostaglandinas sintéticas PGF₂ (Vetaprost ®, Tadec)
- Gonadotrofina Coriónica Equina Ecg (Novormon ®, Syntex)
- Jeringuillas
- Agujas descartables

3.1.2. Para la inseminación artificial

- Termo de nitrógeno
- Termo de descongelamiento
- Termómetro
- Pistola de inseminación artificial
- Catéteres
- Chemises
- Pajuelas de semen
- Guantes ginecológicos desechables'
- Corta pajuelas
- Papel para aseo

3.1.3. Para la detección de celo

- Guantes ginecológicos desechables
- Gel

- Agua
- Jabón
- Equipo de ultrasonido

3.1.4. Materiales de campo

- 24 Vacas mestizas Holstein
- Vehículo
- Ropa de trabajo (overol, botas de caucho)
- Hojas de registros

3.1.5. Instalaciones

- Fueron utilizadas las instalaciones que se encuentran dentro de la misma Hacienda.

3.1.6. Materiales de Oficina

- Computadora
- Impresora
- Hojas bond
- Lápiz, esferos
- Borradores
- Calculadora
- Cuaderno de notas

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se la realizó en la Hacienda “La Cruz” ubicada en el sector Noroccidental de la Provincia Loja, Parroquia el Valle, Sector Salapa

Bajo, cuyas condiciones meteorológicas según Estación Meteorológica La Argelia de la U.N.L,(2011), son las siguientes:

Altitud: 2200 msnm

Precipitación: 900.9 mm/año

Temperatura: 15,7°C

Humedad: 75% / año

3.2.2. Manejo:

- Manejo semi-estabulado
- Método de detección de celos: Toro celador con pene desviado
- Promedio/vaca/día: 15 litros
- Cruzamiento genético; Holstein mestiza y Holstein puras
- Tiempo destete del ternero: 1 día de nacido

3.2.3. Instalaciones:

- Ordeño mecánico
- Establo
- Mangas
- Bretes

3.2.4. Alimentación:

- Mezclas forrajeras: Rey Grass y trebol
- Corte: Avena forrajera + forraje
- Heno + melaza
- Sales minerales
- Balanceado 19%
- Rotación de potreros con intervalos de 30 días
- Grasa bypass

3.3. MANEJO DE LAS UE PREVIO AL INICIO DE LOS TRATAMIENTOS

Las UE 10 días antes previo al inicio de los tratamientos fueron desparasitados con Febendazol micronizado + hierro.

3.3.1. Descripción e identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizó 24 vacas mestizas Holstein, con diferente número de partos y con edades que fluctúan entre 3 a 6 años con una condición corporal de 2 a 2,5; las cuales fueron sometidas a un chequeo ginecológico para determinar el estado fisiológico de los ovarios y que reúnan las siguientes particularidades:

- Que no presenten anomalías ni enfermedades en el trato genital
- Que tengan más de tres meses post-parto
- Presenten estructuras indicadoras de funcionalidad ovárica (cuerpo lúteo, folículos).

3.3.2. Descripción de los Tratamientos

Las UE previo al inicio de los protocolos, fueron asignadas mediante sorteo a cada uno de los tratamientos procurando una homogeneidad de las mismas en los distintos tratamientos y de esta manera quedaron conformados los mismos:

3.3.2.1. Tratamiento a (P4+BE+PGF_{2a}+eCG+GnRH)

Se colocó el día 0 el implante hormonal DIB y se aplicó 2 mg de BE, el día 7 se retiró el implante más la aplicación de PGF_{2a}, más eCG 400 UI/animal, el día 9 se realizó IATF a las 56 hrs. post retiro del implante hormonal más la aplicación de GnRH.

3.3.2.2. Tratamiento b (P4+BE+ PGF₂a+BE)

Se colocó el día 0 el implante hormonal más 2 mg de BE, posteriormente el día 7 se retiró el implante y se aplicó 25 mg de PGF₂a, al día 8 se colocó 1 mg de BE y el día 9 IATF a las 56 hrs. post retiro del implante hormonal.

3.3.2.3. Tratamiento c (P4+BE+ PGF₂a+GnRH)

El día 0 se realizó la colocación del implante hormonal más 2 mg de BE, el día 7 se retiró el implante y se aplicó 25 mg de PGF₂a y el día 9 se realizó la IATF a las 56 hrs. post retiro del implante hormonal, más la aplicación de 2 cc de GnRH.

3.3.2.4. Grupo testigo

Se esperó que los animales presenten celo natural para posteriormente realizar la inseminación artificial.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Identificación UE
a	6	a1,a2,a3,a4,a5,a6
b	6	b1,b2,b3,b4,b5,b6
c	6	c1,c2,c3,c4,c5,c6
d	6	d1,d2,d3,d4,d5,d6
Total	24	24

3.5. VARIABLES EN ESTUDIO

- Intervalo parto-celo
- Duración y características del celo.
- Tasa de retorno al celo
- Tasa de concepción
- Intervalo parto concepción
- Costo vaca preñada

4. RESULTADOS

4.1. GENERALIDADES

4.1.1. Intervalo parto-celo (IPCe).

El IPCe se determinó calculando el lapso de tiempo transcurrido desde la fecha de parto hasta la presentación del celo sea este natural o inducido por los distintos tratamientos estudiados.

Cuadro 1. Promedio del IPCe en los diferentes protocolos de sincronización investigados y en el grupo testigo (días).

UE	Tratamientos			
	Ta	Tb	Tc	Td
1	80	138	70	150
2	120	76	109	0
3	90	154	145	69
4	150	95	150	80
5	100	117	85	169
6	112	108	98	0
	108,6 ^a	114,6 ^a	109,5 ^a	78 ^b

En el presente cuadro se puede analizar el promedio de días IPCe de las UE en cada uno de los tratamientos desde el momento de su último parto hasta la fecha del primer celo, teniendo en cuenta que para la conformación de cada uno de los grupos se trató que sean lo más homogéneos posible teniendo así que el promedio de días del IPCe del Ta fue de 108,6 días, el Tb tuvo un promedio de 114,6 días, el Tc tuvo un promedio de 109,5 días, mientras que el grupo Td o grupo testigo tuvo un promedio de IPCe de 78 días, debido a que

dos de sus UE no presentaron celo durante toda la realización de la investigación.

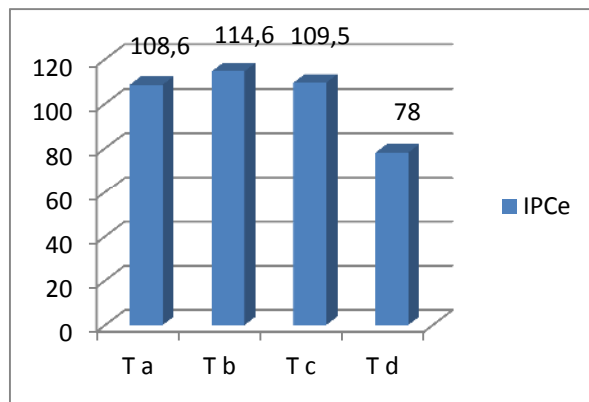


Figura 1. Días promedio de intervalo parto-celo en los tratamientos de sincronización investigados en bovinos Holstein mestizos de la Hoya de Loja.

Realizado el análisis estadístico se pudo determinar que no existe diferencia estadística ($P > 0,05$) entre los tratamientos analizados Ta, Tb, Tc, siendo el Td, estadísticamente diferente al resto de tratamientos debido a que dos de sus UE no presentaron celo.

4.1.2. Duración y características del celo

La determinación de la duración del celo fue considerada en horas y para ello se tomó en cuenta como el inicio del mismo el momento que la UE comenzó con inquietud, inapetencia, edematización de la vulva, presencia de moco, y aceptando la monta de otros animales; y, como fase final cuando el animal volvió a su estado de normalidad no aceptando la monta de otros animales.

Cuadro 2. Duración del celo manifiesto en los distintos tratamientos de sincronización investigados (Hrs).

UE	Duración del celo (hrs)			
	Tratamientos			
	Ta	Tb	Tc	Td
1	6	14	11	9
2	15	7	12	0
3	12	10	16	9
4	13	12	6	6
5	5	12	9	6
6	10	9	5	0
	10,16^a	10,66^a	9,83^a	7,5^b

* En el presente cuadro en el Tb dos de sus UE no presentaron celo

Al analizar la variable duración del celo manifiesto en los cuatro tratamientos de sincronización investigados, se puede observar en el cuadro 1 que el tratamiento que presento una mayor duración fue el Tb (P4+BE+PG+BE) con un promedio de 10,66 horas; seguido del Ta (P4+BE+PG+eCG+GnRH) con 10,16 Hrs; luego el Tc (P4+BE+PG+GnRH), con 9,83 hrs y por ultimo al Td (testigo) que presento una menor duración promedio de 5 hrs.

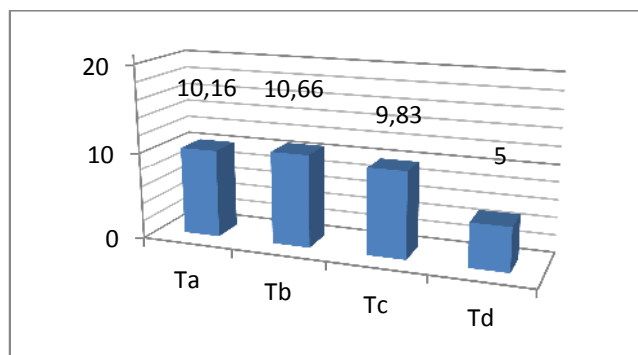


Figura 2. Promedio de duración del celo manifiesto en los distintos tratamientos investigados (Hrs).

Realizado el análisis estadístico se pudo determinar que no existe diferencia estadística ($P < 0.05$) entre los resultados obtenidos en los tratamientos Ta, Tb y Tc; siendo el resultado del Td diferente estadísticamente ($P < 0.05$) al resto de tratamientos.

En lo que tiene que ver a las características del celo, se tomó en cuenta la intensidad y duración en las diversas manifestaciones externas, calificando dicha sintomatología externa en: AIND: Alta Intensidad Normal Duración, AICD: Alta Intensidad Corta Duración, BIND: Baja Intensidad Normal Duración, BICD: Baja Intensidad Corta Duración, NC: No Celo.

Cuadro 3. Característica del celo en los distintos tratamientos de sincronización investigados.

UE	Características del celo			
	Tratamientos			
	Ta	Tb	Tc	Td
1	AICD	AIND	AIND	AIND
2	AIND	AICD	BIND	NC
3	AIND	AIND	BIND	AIND
4	AIND	AIND	AICD	AICD
5	BICD	BIND	AIND	AIND
6	AIND	BIND	AICD	NC
% AIND	66.64	49.98	33.32	49.98
% AICD	16.66	16.66	33.32	16.66
% BIND	---	33.32	33.32	---
% BICD	16.66	---	---	---
%NC	---	---	---	33.32

AIND: Alta Intensidad Normal Duración

AICD: Alta Intensidad Corta Duración

BIND: Baja Intensidad Normal Duración

BICD: Baja Intensidad Corta Duración

NC: No Celo

Como se puede apreciar en el cuadro 2, hubo una mejor respuesta en cuanto a las características del celo manifiesto en todos los tratamientos de sincronización investigados frente al tratamiento Testigo (Td), el cual tuvo un 33.3% de UE que no presentaron celo; en cuanto a la intensidad y duración, todos los tratamientos analizados presentaron tasas sobre el 60% en cuanto a celos de alta intensidad y duración, lo que permite aseverar que en lo que respecta a esta variable hay una respuesta superior de los protocolos de sincronización aplicados frente al Testigo, pues todas las UE en dichos tratamientos presentaron celo manifiesto de variable intensidad y duración.

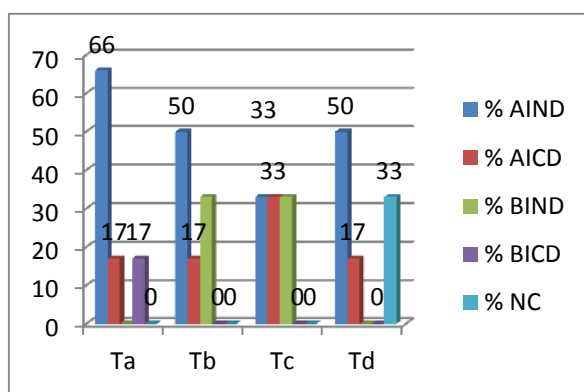


Figura 3. Porcentaje de las diferentes características de celo en los distintos tratamientos .

Como se puede apreciar en la figura 3 en los tratamientos evaluados hay una notable manifestación de celo de AIND, las mejores manifestaciones de celo en cuanto a intensidad y duración, presenta el tratamiento A, seguido por B y C por último el tratamiento D con una diferencia del 33,32% que corresponde a 2 UE que no presentaron celo lo que nos representa un retaso y/o incremento de número de días IPCe.

4.2. Tasa de retorno al celo

En el índice de retorno al celo post IA entre los 19-25 días, para ello se observó los animales durante este periodo, determinando con ello las UE que no han respondido positivamente al tratamiento.

Cuadro 4. Porcentaje de retorno y no retorno al estro pos IATF, en los tratamientos investigados.

UE	Tratamientos								
	Ta		Tb		Tc		Td		
	RC	NR	RC	NR	RC	NR	RC	NR	NC
1	X			X	X			X	
2	X		X		X				X
3		X	X		X		X		
4	X			X	X		X		
5	X		X		X		X		
6		X		X		X			X
Total	4	2	3	3	5	1	3	1	
%	67	33	50	50	83	17	49,98	16,66	33,32

RC: Retorno al celo

NR: Tasa de no retorno

Nc: No celo

En el cuadro 4 podemos ver el porcentaje de tasa de retorno y no retorno en los distintos tratamientos estudiados, como se puede apreciar el Tb tuvo la mejor tasa de no retorno con el 50%, seguido del Ta con el 33% de NR y luego el Tc con un 17% de NR, hay que considerar que el Td tuvo una tasa de NR del 25% pero considerando únicamente las 4 UE que presentaron celo, frente al resto de tratamientos que tuvieron un número de 6 UE.

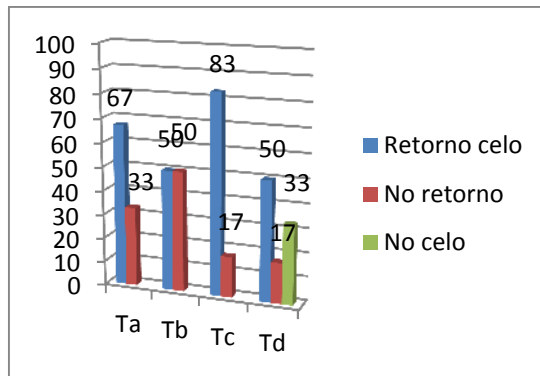


Figura 4. Porcentaje de retorno y no retorno al estro luego de la aplicación de los tratamientos de sincronización evaluados.

En la presente figura se puede apreciar el porcentaje de retorno al celo en los diferentes tratamientos evaluados en donde observamos que el Tc obtuvo un porcentaje superior del 83% de Rc, que corresponde a 5 UE; el Ta con un porcentaje del 67% que equivale a 4 UE que retornaron al celo, y el Tb con un 50% Rc, 3 UE que es el tratamiento en estudio que mejores resultados dio; en lo que tiene que ver al Td o grupo testigo se observó que la tasa de retorno al celo es del 49% de RC que corresponde a 3 UE, 1 sola UE no retorno al celo corresponde al 17% y tomando en cuenta que aquí 2 UE no presentaron celo natural que corresponde a un 33%.

4.3. Tasa de concepción

El cálculo de la tasa de concepción se la realizó a los 45 días post aplicación de los tratamientos evaluados e IA mediante el uso del equipo de ultrasonido con el cual se pudo establecer los siguientes resultados:

Cuadro 5. Porcentaje de vacas preñadas (45 días post IATF), en los tratamientos investigados.

UE	Tratamientos							
	Ta		Tb		Tc		Td	
	-	+	-	+	-	+	-	+
1				x				x
2								
3		x		x				
4								
5								
6		x		x		x		
total	4	2	3	3	5	1	5	1
	67	33	50	50	83	17	83	17

Como se puede apreciar en el presente cuadro, se determinó que de los tres protocolos de sincronización de celo para IATF los mejores resultados dio en cuanto a tasa de concepción a los 45 días, fue el Tb con un 50%, seguido del Ta con 33% y finalmente el Tc con un 17% de concepción; el Tb o grupo testigo presenta una tasa de concepción de un 17%.

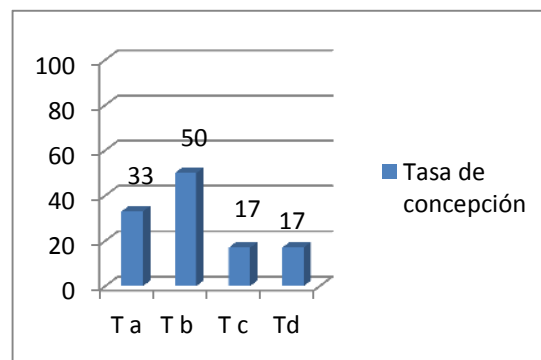


Figura 5. Tasa de concepción en los tratamientos de sincronización e IATF investigados.

En el análisis estadístico se pudo concluir que existe diferencia estadística ($P < 0.05$) entre los tres tratamientos, siendo el de mejores resultados en lo que corresponde a eficacia reproductiva el tratamiento Tb superior a los Ta, Tc, Td.

4.4. Intervalo parto-concepción.

En el presente cuadro analizamos el IPCo de todas las UE que intervinieron en la investigación, tomando en cuenta para ello el momento desde la fecha del parto hasta la fecha de concepción, sea esta por el tratamiento aplicado o en una posterior IA, servicios o tratamientos.

Cuadro 6. Intervalo parto–concepción en los diferentes grupos investigados (días).

UE	Tratamientos			
	Ta	Tb	Tc	Td
1	154*	138	102*	150
2	157*	142*	143*	179*
3	90	192*	168*	116*
4	186*	95	201*	135*
5	152*	135*	131*	119*
6	112	108	98	161*
Total	851	810	843	860
	142	135	141	143

*UE con más de dos servicios por concepción.

En los valores representados encontramos el Ta son un promedio de IPCo de 142 días, el Tb con un IPCo de 135 días, el Tc con un IPCo de 141 días y el Td o grupo testigo con un IPCo de 143 días.

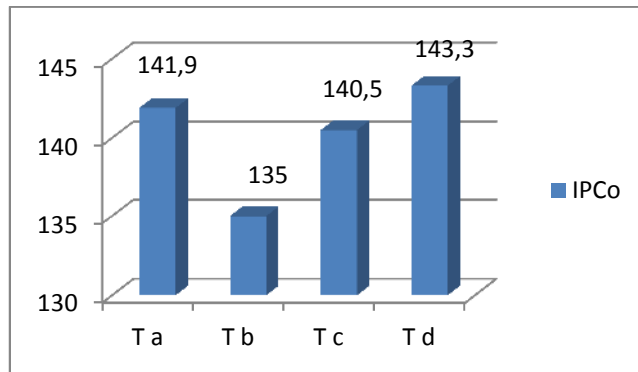


Figura 6. Promedio del intervalo parto concepción en los grupos investigados.

En el análisis estadístico aplicado para esta variable se determinó que existe diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0,05$) siendo el Tb el que mejores resultado obtuvo en el IPCo, diferente al resto de tratamientos, hay que considerar que el Tb tiene una ventaja de 8 días en el acortamiento de los días abiertos frente al grupo testigo.

4.5. Costo vaca preñada

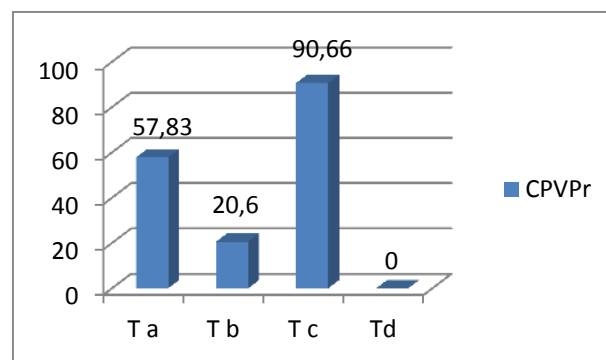
Para el costo vaca preñada se tomó en cuenta los rubros solamente del valor de cada uno de los tratamientos en lo que corresponde a implantes y hormonas sin tomar en cuenta lo que corresponde al valor por chequeo ginecológico, valor de pajuela e IA.

Cuadro 7. Costo vaca preñada en los protocolos de sincronización investigados (Noviembre 2012).

TRATAMIENTOS	Costos por tratamiento	Costo promedio UE	UE Gestantes	Costo promedio vaca preñada
Ta	115,66	19,27	2	57,83
Tb	61,80	10,30	3	20,60
Tc	90,66	15,11	1	90,66
Td	0	0	0	0

En lo que corresponde al costo por UE preñada esta se ve influenciada directamente por el número de animales gestantes.

El Ta al presentar dos UE preñadas, nos da un costo de \$ 57,83 por vaca gestante; en el Tb con un costo total de \$ de 61,80, y al disponer de 3 animales preñados, nos da un valor de \$ 20,60 por vaca preñada; y el Tc con un costo total de \$ 90,66 y con una UE gestante, presenta un valor de \$90,66.



CPVPr: Costo promedio vaca preñada

Figura 7. Costo promedio vaca preñada en los tres protocolos de sincronización.

5. DISCUSIÓN

5.1. Intervalo Parto-Celo (IPCe), en los diferentes tratamientos de investigación evaluados.

Después de realizada la investigación podemos decir que no encontramos diferencias estadísticas en los tratamiento Ta, Tb, Tc, siendo el Ta el que mejor IPCe presentó luego de la aplicación de los tratamientos con 108,6 días, el Td o grupo testigo presento un IPCe de 78 días, pero tomando en cuenta que apenas el 33% de sus UE presentaron celo durante la investigación lo cual no permite una comparación de esta variable con el resto de tratamientos. Como lo demuestra **la figura 8**, tenemos un porcentaje de IPCe por debajo de los 120 días en todos los tratamientos que es un tiempo de espera voluntaria adecuado para nuestro medio, reduciendo notablemente el número de días abiertos.

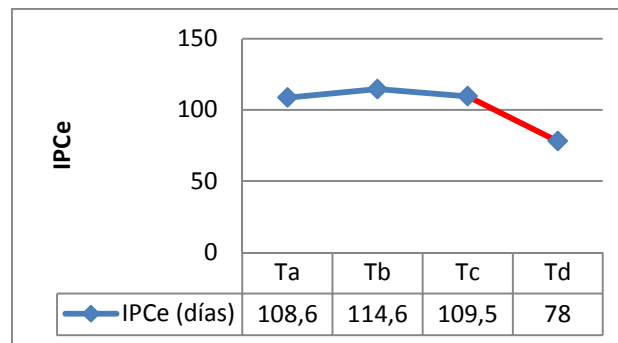


Figura 8. Esquema de presentación del intervalo parto celo en los tratamientos evaluados.

Se puede por tanto manifestar que todos los tratamientos de sincronización de celo analizados, acortaron el IPCe en comparación al grupo testigo, a más de ello, estos sirvieron en el caso de las UE que no gestaron, para que reinicien y regulen mejor su ciclo ovulatorio, permitiendo que las UE entren en celo natural sean inseminadas, mejorando notablemente el IPCo.

5.2. Duración y características del celo finalizado la aplicación de los tratamientos de sincronización

La duración del celo manifiesto en los tratamientos evaluados dio como respuesta que el Tb tuvo una duración de 10,66 hr, el Ta de 10,16 hr y el Tc de 9,83 hr, resultados similares a los obtenidos por (Rojas. C. 2011) quien obtuvo con implantes de P₄, una duración de celo manifiesto de 13 hr, en vacas de leche, quedando así demostrado que el uso del Estradiol en los protocolos de sincronización al día 9 (Tratamiento B) ayuda a tener una alta sincronía y duración de la sintomatología estral ya que produce *niveles altos en la circulación sanguínea, sumado a ello los estrógenos presentes en el folículo preovulatorio.*

Si comparamos la duración en la manifestación estral de estos protocolos de sincronización con la duración del celo en el tratamiento testigo (5 hr), es indudable la conveniencia de usar estos tratamientos de inducción estral que conllevará a una mayor duración de la sintomatología sobre todo en hembras bovinas que presentan ciclos sexuales irregulares, de baja intensidad y corta duración.

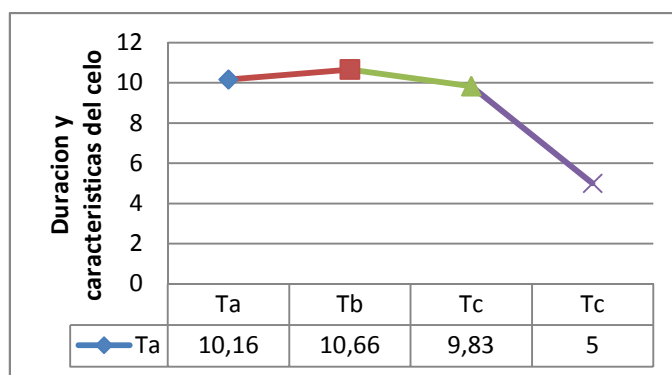


Figura 9. Esquema de presentación de la duración del celo en horas en los tratamientos evaluados.

Lo que corresponde a la característica del celo podemos deducir que en los protocolos evaluados existe una Alta intensidad y Normal duración (AIND) debido a que el uso de los dispositivos tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>1 ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado, la extracción del dispositivo provoca la caída de Progesterona a niveles subluteales (< 1 ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endócrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación. (*Laboratorios Syntex 2004*)

Con lo que establecemos que el uso de todos estos protocolos empleados en la presente investigación, hace que exista un celo de mejores características y duración.

5.3. Tasa de retorno al celo (rc) luego de la aplicación de los tratamientos de sincronización evaluados.

La tasa de retorno al celo entre los 19 a 25 días post IATF, en los protocolos evaluados muestran que el Tb tuvo un 50% de RC, el Ta un 67% de RC, mientras que el Tc un 87% de RC, resultados similares obtenidos por (*Capitaine, et al. 2003*) quien obtuvo en ganado Holstein en Argentina, un porcentaje de retorno al celo del 57,4%.

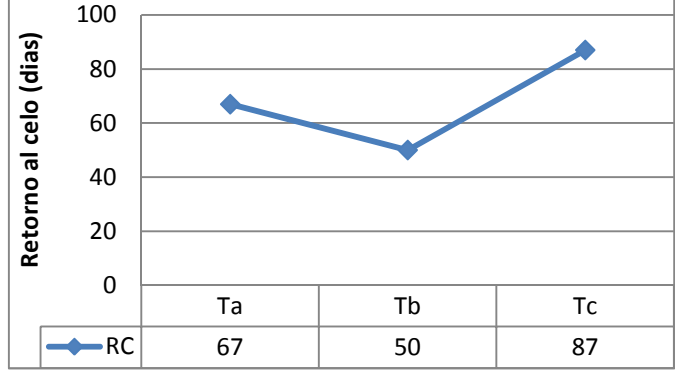


Figura 10. Esquema de presentación del porcentaje de retorno al celo en los protocolos de sincronización evaluados.

Las tasas de retorno al celo que superan el 50% en los tres protocolos de sincronización evaluados en la presente investigación, presumiblemente se debe a que en la ganadería en que realizó la investigación se trabaja con altos niveles de concentrados energéticos y proteínicos en los cuales altos niveles de PB pueden aumentar los niveles de urea y de amonio plasmáticos, elevando las concentraciones de amonio en el fluido folicular, y sus efectos en el folículo podrían llevar a una subsecuente reducción en la supervivencia embrionaria, la baja supervivencia embrionaria o puede ser también debido a una baja concentración de progesterona. Las dietas con elevada PB reducen las concentraciones de progesterona en vacas en lactancia, pero no en vacas secas y vaquillonas. (*Sartori. et. al. 2009*).

Las hembras que reciben una elevada ingesta de energía pueden sufrir alteraciones en diversos aspectos de la fisiología reproductiva. Por ejemplo presentan una reducción en la persistencia y en el tamaño del folículo dominante. Otros estudios describen una alteración en la población de folículos al inicio de la onda de crecimiento en vaquillonas o vacas sometidas a diferentes niveles nutricionales. (*Sartori. et. al. 2009*.)

5.4. Evaluación de la tasa de concepción luego de la aplicación de los tratamientos de sincronización.

En la tasa de concepción de los tratamientos evaluados, se obtuvo en el Ta un 33% de concepción, en el Tb un 50% de concepción y en el Tc un 17%, resultados que se asemejan en porcentajes a los que obtuvo (*Capitaine et. al. 2003*), en vacas holstein con un 42,6% de preñez. Mientras (*Cutaia al. et. 2003*) obtuvo un porcentaje del 52,9% de concepción en vacas holstein.

Otra causa a la que se puede atribuir el bajo porcentaje de concepción es la alta producción lechera de los animales participantes en esta investigación, pues en la ganadería donde se realizó el trabajo de investigación se maneja promedios de producción vaca/día de 30 ltr (Fuente: Registros de la Hda), que son niveles altos comparando con la media a nivel nacional que es de 6,7 ltr/vaca/día (*Censo Agropecuario, 20010*), esto se corrobora en el trabajo de (*Westwood et al. 2002*), que evaluaron los factores que influenciaron la fertilidad de 82 vacas multíparas en Australia y observaron que las que producían > 38 ltr/día, tuvieron 2,6 veces más probabilidad de ovular tarde (53 días después del parto) que las vacas produciendo menos de 29 litros por día. Los autores notaron que este retraso en ovulación deriva en un retraso del primer estro y por tanto un intervalo más largo al parto, demostrando que vacas primíparas que producen > 36 ltr/día y multíparas que producen >45 ltr/día, tuvieron 1,8 y 1,6% más baja tasa de concepción, respectivamente, comparado con otros animales de la misma edad.

Se puede atribuir como otro de las posibles causas a que en esta ganadería se trabaja con animales pura sangre y “puros por cruce” Holstein, lo cual puede producir altos caracteres hereditarios como hijas de vacas repetidoras que en lo posterior llegaran a ser repetidoras también, lo que confirma que al mantener una base genética homogénea (disminución de la variabilidad genética) o al

aumentar los niveles de pureza del hato, se disminuye la eficiencia reproductiva.

Quedando así demostrado que el uso de Implantes de progesterona para la sincronización de celos representan una buena alternativa para mejorar la eficacia reproductiva, pues el Tb obtuvo un porcentaje del 50% de concepción, mejorar las características del celo y duración y también sirven de estimuladores del reinicio de la funcionalidad ovárica.

5.5. Evaluación del intervalo parto concepción después de la aplicación de los tratamientos de IATF.

En lo que corresponde al intervalo parto concepción total, se puede decir que el uso de progestágenos y estrógenos producen una acción sinérgica de sincronización y regulación del ciclo estral y los hace más fértiles para la siguiente IA en los casos que no ha existido una concepción de los animales, provocando de esta manera una reducción de este parámetro frente al grupo testigo.

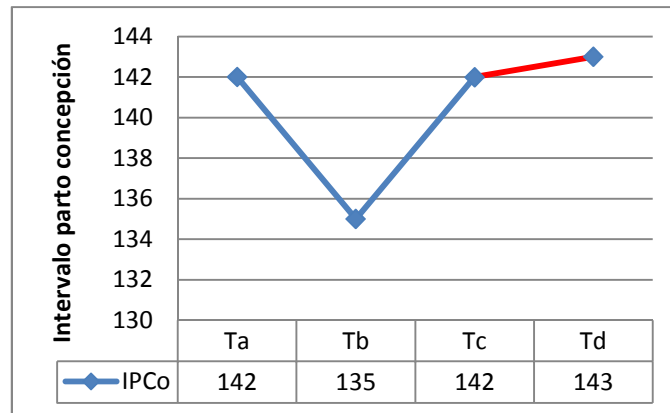


Figura 11. Esquema de presentación del intervalo parto concepción (días) en los tratamientos evaluados.

En la apreciación del cuadro existe un notable incremento en el IPCo, puesto que en comparación con el Tb existe una diferencia notoria de 8 días, que manifiesta (Lucy, 2001), que el intervalo entre calores después de una vaca que has sido sincronizadas con una posterior IATF, muestran un mínimo de 14 días para retornar en estro y un máximo de 64 días, este largo lapso de intervalo de celos puede en muchos casos deberse a una reabsorción o a una muerte embrionaria.

6. CONCLUSIONES

En los resultados obtenido en la “Evaluación de tres protocolos de sincronización de celo para IATF mediante la utilización del dispositivo intravaginal bovino (DIB), en vacas mestizas Holstein en la Hacienda la Cruz sector Salapa, provincia de Loja”, nos permite concluir que:

- El uso de implantes de Progesterona (DIB), hace que los animales presenten mejores características y duración del celo.
- En las vacas que se les aplicó el protocolo de sincronización de celo Tb (P₄+BE+PG+BE), se obtuvo la mejor tasa de concepción, con el 50%.
- Una alta dieta de proteína-energía y la elevada producción láctea, y siguiendo las recomendaciones de la literatura consultada, se concluye que estos factores contribuyeron a reducir la tasa de concepción.
- Los protocolos de sincronización analizados, se convierten por excelencia en verdaderos reguladores y activadores de la actividad ovárica posterior.
- El uso de implantes (DIB) reducen el IPCo en 8 días.
- Se obtiene un menor costo vaca preñada, en la sincronización de celos en vacas mestizas Holstein, mediante la utilización del protocolo Tb, por lo que constituye una alternativa biotecnológica dentro de la reproducción bovina de nuestro entorno.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de implantes de Progesterona (DIB), en los programas de sincronización de celos en nuestro medio, pero hacer la inseminación a celo detectado (am – pm), porque se ha demostrado una más alta tasa de concepción.
- *Dada la buena duración en el celo manifiesto, se recomienda la utilización sobre todo del Tb en vacas buenas productoras, vacas con cría al pie, que presenten celos de corta duración.*
- *En el proceso de selección de un protocolo de sincronización tener muy en cuenta que tipo de explotación se maneja y condición corporal para poder decidir si aplicar IATF y así obtener resultados satisfactorios que cumplan las expectativas establecidas.*
- Se recomienda seguir evaluando la eficacia reproductiva que tienen los diferentes protocolos de sincronización, pero en un número mayor de animales utilizando diferentes grupos genéticos, diferente manejo alimentario, condiciones sanitarias, para comparar si los resultados obtenidos muestran variación a los resultados de la presente investigación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Estación Meteorológica La Argelia de la U.N.L
- <https://www.google.com.ec/#q=censo+2010+promedio+de+produccion+lechera+ecuador>
- <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2003. Fernández, A. Dinámica folicular: funcionamiento y regulación. Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
- <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2005. Agro Capacitación Argentina.
- (AGROCOR). Curso teórico práctico de inseminación artificial en bovinos. Córdoba, Argentina. Sartori et.al. 2009.
- <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2005. Bavera, G. A. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
- <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010. Bussi, P. Inseminación artificial y sincronización de celos y ovulaciones.
- <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2010. Fisiología reproductiva del bovino.
- <http://www.produccionbovina.com>. 2001. CAMPS, D. GONZÁLEZ, G.
- TORRES, J. CAIMI. A Y ZOPPI. M. Condición corporal: una interesante herramienta para monitorear el programa nutricional de los rodeos de cría. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.
- <http://www.progressivedairy-hay.com>. 2010. Bienestar de la vaca
- <http://www.sani.com.ar>. 2010. Cipionato de Estradiol. CIPIOSYN®.
- <http://www.selectsires.com>. 2002. Jarnette, M. Estrous synchronization in cattle using GnRH and PGF.
- <http://es.wikipedia.org>. 2010. Progesterona.
- <http://html.rincondelvago.com>. 2010. Uso de hormonas en la producción ganadera.

- <http://mundo-pecuario.com>. 2010. Producción bovina.
- <http://www.cattleday.com>. 2000. Blezinger, S. Estrous synchronization
- <http://www.sani.com.ar>. 2010. Cipionato de Estradiol. CIPIOSYN®.
- <http://www.selectsires.com>. 2002. Jarnette, M. Estrous synchronization in cattle using GnRH and PGF.
- <http://www.selectsires.com>. 2010. Mel DeJarnette, M. y Nebel, R. Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina.
- <http://www.tecnovet.com.mx>. 2008. Sincronización del estro, una Revisión de los Sistemas.
- <http://www.virbac.com.mx>. 2010. González, G, Reproducción.
- <http://l.vetednaria.org>. 2010. Echeverria, J. Aspectos farmacologicos
- http://www.sani.com.ar/producto.php?id_producto=3415

9. ANEXOS

Anexo 1. Porcentaje de duración del cielo manifiesto en los distintos tratamientos de sincronización investigados.

UE	Duración del cielo (hrs)				TOTAL
	Tratamientos				
	Ta	Tb	Tc	Td	
1	6	14	11	9	40
2	15	7	12	0	34
3	12	10	16	9	47
4	13	12	6	6	37
5	5	12	9	6	32
6	10	9	5	0	24
TOTAL	61	64	59	30	214
	10.16 ^a	10,66 ^a	9,83 ^a	5 ^b	8,91

Análisis estadístico

Hipótesis estadísticas.

$$H_0 = \check{Y}_1 = \check{Y}_2 = \check{Y}_3$$

$$H_i = \check{Y}_1 \quad Y_2 \quad \check{Y}_3$$

Termino de correlación (TC)

$$TC = \frac{\sum_{ij} (Y_{ij})^2}{rt} = \frac{\sum_{ij} Y_{ij}^2}{rt} = \frac{(214)^2}{24} = 1.908$$

Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum_{ij} Y^2_{ij} - TC$$

ij

$$SCT = 2310 - 1908 = 401$$

Suma de cuadrados de los bloques (SCb)

$$Y^2_{.j}$$

j

$$SCb = \frac{\sum_{j} Y^2_{.j}}{Tr} - TC$$

Tr

$$SCb = \frac{7934}{4} - 1908$$

4

$$SCb = 1983.5 - 1908 = 75,5$$

Suma de cuadrados de los tratamientos (SCr)

$$Y^2_{.j}$$

j

$$SCr = \frac{\sum_{j} Y^2_{.j}}{b} - TC$$

b

$$SCr = \frac{12.198}{6} - 2081$$

6

$$SCr = 2033 - 1908 = 125$$

Suma de cuadrados del error (Sce)

$$Sce = SCT - SCb - SCr$$

$$Sce = 401 - 75,5 - 125 = 200,5$$

Prueba de F. (ANVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0, 01
Bloques	5	75,5	15,1	1,13	2,9	4,5
Tratamientos	3	125	41,6	3,12	3,2	5,4
Error	15	200,5	13,3			
Total	23	401				

Prueba de Duncan

Desviación estándar de promedios

$$S_x = CMe/n = 13,3/6 = 1,48$$

Valores de P	2	3	4
0,05	3,01	3,16	3,25
AES			
0,01	4,17	4,37	4,50

0,05	4,45	4,67	4,81
RMS			
0,01	6,17	6,46	6,66

Ordenar los promedios

Tratamientos: Tb Ta Tc Td

Promedios (hrs): 10,6 10,1 9,8 5

Comparación de promedios

Tb vs Ta: $10,6 - 10,1 = 0,5$ 4,45 No significativo

Tb vs Tc: $10,6 - 9,8 = 0,8$ 4,67 No significativo

Tb vs Td: $10,6 - 5 = 5,6$ 4,81 Significativo

Ta vs Tc: $10,1 - 9,8 = 0,3$ 4,45 No significativo

Ta vs Td: $10,1 - 5 = 5,1$ 4,67 Significativo

Tc vs Td: $9,8 - 5 = 4,8$ 4,45 Significativo

Presentación de resultados

Tratamiento	Promedio	Significación
Tb	10,6	a
Ta	10,1	a
Tc	9,8	a
Td	5	b

Anexo 2. Porcentaje de característica del celo en los distintos tratamientos de sincronización investigados.

UE	Características del celo %			
	Tratamientos			
	Ta	Tb	Tc	Td
1	AICD	AIND	AIND	AIND
2	AIND	AICD	BIND	NC
3	AIND	AIND	BIND	AIND
4	AIND	AIND	AICD	AICD
5	BICD	BIND	AIND	AIND
6	AIND	BIND	AICD	NC
% a	66.64	49.98	33.32	75.00
% b	16.66	16.66	33.32	25.00
% c	00.00	33.32	33.32	00.00
% d	16.66	00.00	0.00	00.00
% Total	100	100	100	100

AIND: Alta Intensidad Normal Duración

AICD: Alta Intensidad Normal Duración

BIND: Baja Intensidad Normal Duración

BICD: Baja Intensidad Corta Duración

NC: No Celo

Anexo 3. Porcentaje de retorno al estro pos IATF, en los tratamientos investigados.

EU	Tratamientos								TOTAL
	T.a		T.b		T.c		T.d		
	Trc	Tc	Trc	Tc	Trc	Tc	Trc	Tc	
1	X			X	X			X	2
2	X		X		X		NC		3
3		X	X		X		X		3
4	X			X	X		X		3
5	X		X		X		X		4
6		X		X		X	NC		0
Total	4	2	3	3	5	1	3	1	22
%	67	33	50	50	83	17	75	25	

Trs: Tasa de retorno al celo

Tc: Tasa de concepción

Nc: No presentó celo

Anexo 4. Porcentaje de vacas preñadas pos tratamiento hormonal e IATF, en los tratamientos investigados.

Tratamientos	Tratamientos			Total
	Ta	Tb	Tc	
1	0	100	0	100
2	0	0	0	0
3	100	0	0	100
4	0	100	0	100
5	0	0	0	0
6	100	100	100	300
Total	200	300	100	600
	33	50	17	33.3

Análisis estadístico

Hipótesis estadísticas.

$$H_0 = \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \bar{Y}_3$$

$$H_i = \bar{Y}_1 \neq \bar{Y}_2 \neq \bar{Y}_3$$

Termino de correlación (TC)

$$TC = \frac{\sum_{ij} (Y_{ij})^2}{rt} = \frac{\sum_{ij} Y^2_{ij}}{rt} = \frac{(600)^2}{18} = 20000$$

Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum_{ij} Y^2_{ij} - TC$$

ij

$$SCT = 60000 - 20000 = 40000$$

Suma de cuadrados de los bloques (SCb)

$Y^2_{.j}$

j

$$SCb = \frac{\sum_j Y^2_{.j}}{Tr} - TC$$

Tr

$$SCb = \frac{120000}{3} - 20000$$

3

$$SCb = 40000 - 20000 = 20000$$

Suma de cuadrados de los tratamientos (SCr)

$$\sum_j Y_j^2$$

j

$$SCr = \frac{\sum_j Y_j^2}{b} - TC$$

b

$$SCr = \frac{140000}{6} - 20000$$

6

$$SCr = 23333 - 20000 = \mathbf{3333}$$

Suma de cuadrados del error (Sce)

$$Sce = SCT - SCb - SCr$$

$$Sce = 40000 - 20000 - 3333 = \mathbf{16667}$$

Prueba de F. (ANVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0, 01
Bloques	5	20000	4000	2,4	3,3	5,6
Tratamientos	2	3333	1666,5	10	4,1	7,7
Error	10	16667	166,6			
Total	17	40000				

Prueba de Duncan

Desviación estándar de promedios

$$Sx = CMe/n = 166,6/6 = \mathbf{5,2}$$

Valores de P	2	3
0,05	3,15	3,30
AES		
0,01	4,48	4,73

	0,05	16,38	17,16
RMS			
	0,01	23,29	24,59

Ordenar los promedios

Tratamientos: Tb Ta Tc

Promedios (hrs): 50 33 17

Comparación de promedios

Tb vs Ta: $50 - 33 = 17$ 16,38 No significativo Ta (b)

Tb vs Tc: $50 - 17 = 33$ 17,16 no significativo Tb (a)

Ta vs Tc: $33 - 17 = 16$ 16,38 Significativo Tc (b)

Anexo 5. Cuadro de intervalo Parto – celo.

UE	Tratamientos				Total
	Ta	Tb	Tc	Td	
1	80	138	70	150	438
2	120	76	109	0	305
3	90	154	145	69	458
4	150	95	150	80	475
5	100	117	85	169	471
6	112	108	98	0	318
Total	652	688	657	468	2465
	108,6	114,6	109,5	78	102,6

Análisis estadístico

Hipótesis estadísticas.

$$H_0 = \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \bar{Y}_3$$

$$H_i = \bar{Y}_1 \neq \bar{Y}_2 \neq \bar{Y}_3$$

Termino de correlación (TC)

$$TC = \frac{\sum_{ij} (Y_{ij})^2}{rt} = \frac{\sum_{ij} Y_{ij}^2}{rt} = \frac{(2465)^2}{24} = 253,176$$

Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum_{ij} Y_{ij}^2 - TC$$

$$SCT = 296,215 - 253,176 = 43.039$$

Suma de cuadrados de los bloques (SCb)

$$SCb = \frac{\sum_j Y^2_{.j}}{Tr} - TC$$

$$SCb = \frac{1,043,223}{4} - 253,176$$

$$SCb = 260,805 - 253,176 = 7,629$$

Suma de cuadrados de los tratamientos (SCr)

$$SCr = \frac{\sum_j Y^2_{.j}}{j} - TC$$

b

$$SCr = 1,549,121 - 253,176$$

6

$$SCr = 258,186 - 253,176 = 275$$

Suma de cuadrados del error (Sce)

$$Sce = SCT - SCb - SCr$$

$$Sce = 43.039 - 7,629 - 275 = 35,135$$

Prueba de F. (ANVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0, 01
Bloques	5	7629	1525	0,62	2,9	4,5
Tratamientos	3	275	91,6	0,03	3,2	5,4
Error	15	35,135	2432			
Total	23	43,039				

Anexo 6. Cuadro de intervalo parto – concepción.

UE	Tratamientos				Total
	Ta	Tb	Tc	Td	
1	154*	138	102*	150	544
2	157*	142*	143*	179*	621
3	90	192*	168*	116*	566
4	186*	95	201*	135*	617
5	152*	135*	131*	119*	537
6	112	108	98	161*	479
Total	851	810	843	860	3364
	141,9	135	140,5	143,3	140,2

Análisis estadístico

Hipótesis estadísticas.

$$H_0 = \bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \bar{Y}_3$$

$$H_i = \check{Y}_1 \quad Y_2 \quad \check{Y}_3$$

Termino de correlación (TC)

$$TC = \frac{\sum_{ij} (Y_{ij})^2}{rt} = \frac{(3364)^2}{24} = 471520$$

Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum_{ij} Y^2_{ij} - TC$$

$$SCT = 494242 - 471520 = 22722$$

Suma de cuadrados de los bloques (SCb)

$$SCb = \frac{\sum_j Y^2_{.j}}{Tr} - TC$$

$$SCb = \frac{1,900,432}{4} - 471520$$

$$SCb = 475108 - 471520 = 3588$$

Suma de cuadrados de los tratamientos (SCr)

$$SCr = \frac{\sum_j Y^2_{.j}}{b} - TC$$

$$SCr = 2,830,550 - 471520$$

6

$$SCr = 471758 - 471520 = 238$$

Suma de cuadrados del error (Sce)

$$Sce = SCT - SCb - SCr$$

$$Sce = 22722 - 3588 - 238 = 18896$$

Prueba de F. (ANVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0, 01
Bloques	5	3588	717,6	0,57	2,9	4,5
Tratamientos	3	283	94,3	0,07	3,2	5,4
Error	15	18896	1259			
Total	23	22767				

Prueba de Duncan

Desviación estándar de promedios

$$Sx = CMe/n = 1259/6 = 14,5$$

Valores de P	2	3	4
0,05	3,01	3,16	3,25
AES			
0,01	4,17	4,37	4,50

0,05	43,6	67,7	47,1
RMS			
0,01	89,4	63,3	65,2

Anexo 7. Intervalo parto concepción tratamiento

UE	Tratamientos			
	Ta	Tb	Tc	Td
1	154*	138	102*	150
2	157*	142*	143*	179*
3	90	192*	168*	116*
4	186*	95	201*	135*
5	152*	135*	131*	119*
6	112	108	98	161*
IPC	101	114	98	150
IPCi	162	156	149	142
IPCpi	61	42	51	0

IPC = Intervalo parto celo tratamiento de sincronización.

IPCi = Intervalo parto celo UE preñada durante el proceso investigativo.

IPCpi = Intervalo parto celo UE preñada durante el proceso post investigativo.

Anexo 8. Costo económico de los protocolos de sincronización en los tratamientos investigados

MATERIALES	TRATAMIENTOS		
	Ta	Tb	Tc
Pg	18,00	18,00	18,00
eCG	25,00	0,00	0,00
GnRH	29,76	0,00	29,76
P ₄	41,40	41,40	41,40
BE	1,50	2,40	1,50
TOTAL \$	115,66	61,80	90,66
Costo \$ tratamiento UE	19,27	10,30	15,11

Anexo 9. Costo vaca preñada en los protocolos de sincronización investigados.

TRATAMIENTOS	Costos por tratamiento	Costo promedio UE	UE Preñadas	Costo promedio vaca preñada
Ta	115,66	19,27	2	57,83
Tb	61,80	10,30	3	20,60
Tc	90,66	15,11	1	90,66

Anexo 10. Fotografías



Materiales utilizados en la sincronización



Dispositivo Intravaginal DIB, eCG, GnRH, BE, Pg_{2a}, implantador



eCG y materiales estériles para la posterior aplicación.



Vacas Mestizas Holstein para tratamiento Ta



Una vez colocado el implante DIB



Aplicación, de BE



Implantes post retiro



Materiales para la IA



Cheque a las 45 días post IA

HOJA DE REGISTRO

Grupo: a

UE	Fecha del parto	Edad	C.C.	Fecha -celo	Inicio del celo post-tratamiento (hrs) Inc Fnl		Celo Manifiesto				Fecha I.A	Retorno al celo			Diagnóstico de preñez		Observaciones	
							Si	No	Síntomas	Intensidad		Si	No	Fecha	Fecha	Si		No
a1	18-05	6	2	-	48		x			c	06-08	x		14-10	26-09		x	
a2	08-04	6	2		40		x			a	06-08	x		04-11	26-09		x	
a3	06-05	4	2.3		36		x			a	06-08		x		26-09	x		
a4	26-04	5	2.7		40		x			a	24-09	x		12-10	30-10		x	
a5	29-05	4	2.2		30		x			d	08-09	x		30-09	15-10		x	
a6	18-05	4	2.1		30		x			a	08-09		x			x		

HOJA DE REGISTRO

Grupo: b

UE	Fecha del parto	Edad	C.C.	Fecha-celo	Inicio del celo post-tratamiento (hrs) Inc Fnl		Celo Manifiesto				Fecha I.A	Retorno al celo			Diagnóstico de preñez		Observaciones	
							Si	No	Sintomas	Intensidad		Si	No	Fecha	Fecha	Si		No
a1	21-03	6	2.1		35		x			a	06-08		x		26-09	x		
a2	20-05	6	2		30		x			b	06-08	x		26-10	26-09		x	
a3	05-03	4	2.4		40		x			a	06-08	x		14-09	26-09		x	
a4	04-06	5	2.2		36		x			a	08-09		x		30-09	x		
a5	29-05	6	2		30		x			c	24-09	x		12-10	30-10		x	
a6	07-06	7	2.3		36		x			c	24-09		x		30-10	x		

HOJA DE REGISTRO

Grupo: c

UE	Fecha del parto	Edad	C.C.	Fecha-celo	Inicio del celo post-tratamiento (hrs) Inc Fnl		Celo Manifiesto				Fecha I.A	Retorno al celo			Diagnóstico de preñez		Observaciones	
							Si	No	Sintomas	Intensidad		Si	No	Fecha	Fecha	Si		No
a1	28-05	6	2.4		35		x			a	06-08	x		24-08	26-09		x	
a2	19-04	6	2.1		40		x			c	06-08	x		02-09	26-09		x	
a3	15-04	4	2.2		35		x			c	08-09	x		25-10	30-09		x	
a4	10-04	5	2		40		x			b	08-09	x		29-09	30-09		x	
a5	30-06	4	2.2		35		x			a	24-09	x		16-10	30-10		x	
a6	17-06	5	2.1		40		x			b	24-09		x		30-10		x	

HOJA DE REGISTRO

Grupo: d

UE	Fecha del parto	Edad	C.C.	Fecha -celo	Inicio del celo post-tratamiento (hrs) Inc Fnl	Celo Manifesto				Fecha I.A	Retorno al celo			Diagnóstico de preñez		Observaciones	
						Si	No	Síntomas	Intensidad		Si	No	Fecha	Fecha	Si		No
a1	16-03	5	2.5			x			a	13-08		x			x		
a2	17-05	4	2				x			12-11						x	
a3	17-08	4	2.2			x			a	25-10			09-01			x	
a4	18-07	5	2.2			x			b	06-10	X		25-10			x	
d 5	15-03	5	2.4			x			d	31-08	X		26-10			x	
d 6	23-06	6	2.1				x			30-11						x	

