



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 APLICANDO INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO
(IATF), EN GANADO *Bos indicus* EN EL CANTÓN MARCABELÍ”**

Tesis de Grado previa a la
obtención del título de Médico
Veterinario Zootecnista

AUTOR:

BYRON PATRICIO GUACHISACA PACCHA

DIRECTOR:

DR. DUBAL ANTONIO JUMBO JIMBO

LOJA-ECUADOR

2014

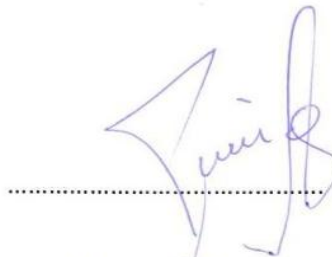
“EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO APLICANDO INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF), EN GANADO *Bos indicus* EN EL CANTÓN MARCABELÍ”

Tesis presentada al Tribunal de Grado como requisito previo a la obtención del título de:

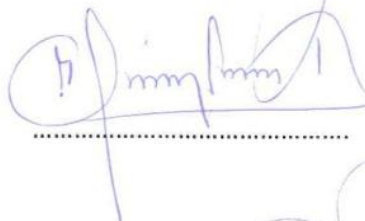
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada:

Dr. Tito Ramiro Muñoz Guarnizo Mg. Sc
Presidente del Tribunal



Dr. Ignacio Gómez Orbes Esp.
Vocal



Dr. Héctor Francisco Castillo Castillo Mg. Sc
Vocal



CERTIFICACIÓN

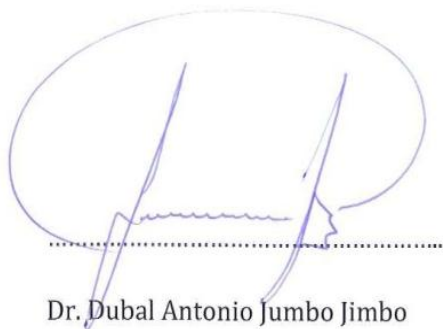
Doctor Dubal Antonio Jumbo Jimbo

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que he revisado la presente tesis titulada **“EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO APLICANDO INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF), EN GANADO *Bos indicus* EN EL CANTÓN MARCABELÍ”**, realizada por el egresado **Byron Patricio Guachisaca Paccha**; la misma que cumple con todos los lineamientos establecidos para su respectiva presentación normada por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Loja, Octubre del 2014



Dr. Dubal Antonio Jumbo Jimbo

DIRECTOR DE TESIS

AUTORIA

Yo, Byron Patricio Guachisaca Paccha, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual

Autor: Byron Patricio Guachisaca Paccha.

Firma: 

Cedula: 1104815392

Fecha: 15 de Octubre de 2014

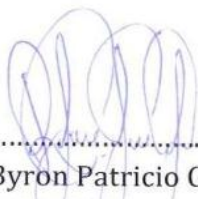
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **Byron Patricio Guachisaca Paccha**, declaro ser autor de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO APLICANDO INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF), EN GANADO *Bos indicus* EN EL CANTÓN MARCABELÍ”** 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 (RDI):

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 su autorización en la ciudad de Loja, a los 15 días del mes de octubre del dos mil catorce, firma el autor.



Firma:.....

Autor: Byron Patricio Guachisaca Paccha.

C.I: 1104815392

Dirección: Loja, Ciudadela del Chofer las Pitas

Correo Electrónico: byrong_89@hotmail.com

Teléfono: 2 616 470 Cel. 0988138294

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. Dubal Antonio Jumbo Jimbo

Tribunal de Grado: Dr. Tito Ramiro Muñoz Guarnizo

Dr. Héctor Francisco Castillo Castillo Mg. Sc

Dr. Ignacio Gómez Orbe Esp.

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres Víctor Guachisaca y Cruz Paccha, que son pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora a lo largo de mi vida. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

También dedico este proyecto a Dios y a María Santísima porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

Byron Patricio

AGRADECIMIENTO

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización de este proyecto ya que es el resultado del esfuerzo conjunto de todos.

A la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia a sus docentes que nos supieron guiar en los diferentes módulos, al personal administrativo y en especial al Dr. Dubal Antonio Jumbo Jimbo director de tesis, quien con gran paciencia, responsabilidad y dedicación me guío a la realización de la misma, a mi compañero David Romero Manchay quien a lo largo de este tiempo ha puesto a prueba su capacidad y conocimiento en el desarrollo de esta investigación, la cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

A todos ellos, muchas gracias.

Byron Patricio Guachisaca Paccha

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO:	PÁG.
PRESENTACIÓN	i
APROBACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AUTORÍA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
1 INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 LAS DIFERENCIAS EN LA FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN ENTRE LOS <i>Bos taurus</i> Y <i>Bos indicus</i>	3
2.2 SIMILITUDES Y DIFERENCIAS EN LA FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE <i>Bos taurus</i> Y <i>Bos indicus</i>	3
2.2.1 Ciclo Estral y Dinámica Folicular	3
2.2.2 Desviación Folicular y la Selección del Folículo Dominante	6
2.2.3 Adquisición de la Capacidad Ovulatoria.....	7
2.2.4 Tamaño Máximo del Folículo Dominante/Folículo Ovulatorio y CL y Hormonas Circulantes.....	9
2.2.5 Comportamiento Estral	10
2.2.6 Consideraciones Finales.....	12
2.3 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	12
2.3.1 Generalidades	12
2.3.2 Ventajas de la Inseminación Artificial.....	14
2.3.3 Desventajas de la Inseminación Artificial (IA)	15
2.4 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF).....	15

2.4.1	Procedimiento	16
2.4.2	Factores que Afectan los Resultados de la IATF.....	17
2.5	TRATAMIENTOS DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO	19
2.5.1	Descripción de la Técnica.....	19
2.5.2	Manipulación del Ciclo Estral para Aplicar Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.....	20
2.6	TRABAJOS RELACIONADOS	24
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1	MATERIALES.....	26
3.1.1	Materiales de Campo	26
3.1.2	Materiales de Oficina	27
3.2	MÉTODOS.....	27
3.2.1	Ubicación	27
3.2.2	Identificación de las Ganaderías a Desarrollar la Investigación.....	28
3.2.3	Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales (UE)	28
3.2.4	Diseño Experimental.....	29
3.2.5	Conformación de los Tratamientos.....	29
3.2.6	Descripción de los Protocolos	29
3.2.7	Variables en Estudio	30
3.2.8	Toma y Registro de Datos	31
3.2.9	Análisis Estadístico.....	33
4	RESULTADOS.....	34
5	DISCUSIÓN.....	45
6	CONCLUSIONES.....	51
7	RECOMENDACIONES.....	53
8	BIBLIOGRAFÍA	55
9	ANEXOS	60

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO:	PÁG.
Cuadro 1: Nombre y ubicación de las fincas donde se realizó la tesis.....	28
Cuadro 2: Descripción del diseño experimental que se va uso en esta investigación.	29
Cuadro 3: Tiempo de presentación de celo manifiesto de las diferentes unidades experimentales después de aplicar los protocolos.....	34
Cuadro 4: Tiempo de duración de celo manifiesto de las diferentes unidades experimentales después de aplicar los protocolos.....	36
Cuadro 5: Descripción de la intensidad del celo manifiesto de cada unidad experimental después de aplicar los tratamientos.....	37
Cuadro 6: Índice de Concepción obtenidos en los protocolos de sincronización analizados.	39
Cuadro 7: Costo promedio estimado por protocolo de sincronización de celo y por vaca preñada en cada uno de ellos, a la fecha.....	40
Cuadro 8: Porcentaje de retorno al estro, entre 20 y 25 días post IATF en los cuatro protocolos analizados.....	41
Cuadro 9: Tiempo de retorno al estro, que presentaron las unidades experimentales post IATF en los tres protocolos analizados.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO:	PÁG.
Figura 1: Croquis del cantón Marcabelí.....	28
Figura 2: Descripción del Protocolo uno (ovsynch)	29
Figura 3: Descripción del protocolo dos (Implantes de Norgestomet)	30
Figura 4: Descripción del protocolo tres (DIB P4).....	30
Figura 5: Porcentaje del tiempo que presentaron celos manifiestos en los protocolos de sincronización	35
Figura 6: Porcentajes de las horas de duración del celo manifiesto en las unidades experimentales.	37
Figura 7: Porcentajes de los grados de intensidad del celo manifiesto por cada animal sincronizado.....	39
Figura 8: Representación de los Porcentajes de gestación en cada protocolo que se aplicó en esta investigación.	40
Figura 9: Costo de vaca preñada correspondiente a cada protocolo de sincronización.....	41
Figura 10: Porcentaje de retorno al estro, entre 20 y 25 días post IATF en los cuatro protocolos analizados.	42
Figura 11: Índice de retorno al estro con un índice de 20 a 25 días post finalizado los respectivos protocolos de sincronización.....	44
Figura 12: Índices del tiempo de presentación del celo manifiesto por cada protocolo.....	45
Figura 13: Relación entre la duración e intensidad que presentaron los animales post IATF por cada protocolo.....	46
Figura 14: Porcentajes de preñez que presento cada protocolo después de la inseminación.	47
Figura 15: Porcentaje de animales que retornaron al estro post IATF, que tuvieron cada protocolo que se analizó.....	49
Figura 16: Índice de días en que los animales retornaron al estro post IATF, en los protocolos que se analizaron.....	50

**“EVALUACIÓN DE TRES PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE
CELO APLICANDO INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO
(IATF), EN GANADO *Bos indicus* EN EL CANTÓN MARCABELÍ”**

RESUMEN

Se realizó la sincronización de 21 animales *Bos indicus* o cruces aplicando tres protocolos de sincronización de celo diferentes, para posteriormente aplicar inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en diferentes ganaderías del cantón Marcabellí, con el objetivo de determinar cuál protocolo tiene los mejores resultados en la presentación, duración, e intensidad del celo manifiesto y los mejores porcentajes de concepción con los menores costos por animal gestante. El protocolo uno fue a base de hormona liberadora de gonadotropina GnRH (Ovsynch), el protocolo dos (Implantes de norgestomet) y el protocolo 3 (DIB P4) se sincronizaron 7 animales por protocolo. En cuanto al tiempo de presentación del celo manifiesto el protocolo uno las UE comenzaron a presentar síntomas de celo 17,7 horas como promedio después de finalizado el protocolo; el protocolo dos las unidades experimentales presentaron síntomas de celo 40,2 horas como promedio finalizado el protocolo de sincronización; y en el protocolo tres las UE que presentaron síntomas de celo manifiesto lo hicieron a las 16,2 horas promedio de finalizado el tratamiento. En la duración del celo manifiesto en el protocolo uno todas las UE tuvieron menos horas de presencia de celo manifiesto dando un promedio de 10,60 horas, en el protocolo dos la presencia de celo manifiesto en las UE tuvo más duración dando como promedio entre todas las unidades sincronizadas de 13,43 horas; y el protocolo tres la sintomatología de celo manifiesto tuvo una duración media que fue de 11,71 horas. La intensidad de celo manifiesto en el protocolo uno las UE tuvieron intensidad de celo muy baja con un promedio de 2,86 entre todas las UE, el protocolo dos tuvo el mejor promedio que fue de 3,57; y el protocolo tres presentó resultado promedio de 3,14 entre todas UE sincronizadas. En el porcentaje de UE que retornaron y los días del retorno al celo post IATF en los tres protocolos fue el siguiente: protocolo uno días de retorno tuvo un promedio de 21,57 días y el porcentaje que retorno al celo fue de 57,14 %, el protocolo dos promedio de días fue de 21,4 y el porcentaje de retorno fue de 71,42 %, el protocolo tres se obtuvo un promedio de 21,4 días del retorno al

celo y el porcentaje de UE que retornaron fue de 42,8%. Los porcentajes de preñez en el protocolo uno y tres fueron similares el 29% de las UE sincronizadas, del protocolo dos no hubo un ningún porcentaje de preñez ya que ningún animal quedo gestante, en cuanto al costo por protocolo y de vaca preñada fue el siguiente: protocolo uno costo de tratamiento es de 59,4 \$ y por vaca preñada es de 207,9 \$, protocolo dos costo individual de protocolo es de 72,2 \$ y por vaca preñado no se pudo determinar ya que ningún animal quedo gestante, y el protocolo tres costo por protocolo es de 59,3 \$ y por vaca preñada es de 207, 55\$.

ABSTRACT

He was the synchronization of 21 animals *Bos indicus* or crosses by applying three different estrus synchronization protocols, then apply on time fixed artificial insemination (IATF) in different herds of Marcabellí canton, in order to determine which protocol is best results in presentation, duration, and intensity of the evident zeal and the best percentages of conception with the lowest costs per pregnant animal. One protocol was based on two (Ovsynch), Protocol GnRH gonadotropin releasing hormone (implant of norgestomet) and Protocol 3 (DIB P4) 7 animals were synchronized by Protocol. In terms of the time of presentation of the manifesto zeal one protocol the EU began to experience symptoms of zeal 17.7 hours on average after completed the Protocol; the Protocol two experimental units presented symptoms of zeal 40.2 hours average completed synchronization protocol; and the Protocol three the EU who presented symptoms of apparent zeal did 16.2 average hours of completed treatment. In the duration of manifest jealousy in the Protocol one all the EU had fewer hours of presence of evident zeal giving an average of 10,60 hours, two protocol the presence of overt estrus in the EU had more duration resulting in average among all 13.43 hours synchronized units; and the Protocol three symptoms of overt estrus had a duration average that was 11,71 hours. The intensity of apparent zeal to the one the EU Protocol had intensity of heat very low with an average of 2.86 between all the EU, two Protocol had the best average which was 3.57; and the three Protocol present synchronized 3.14 between all EU average result. In the percentage of EU who return and return to estrus days post IATF in three protocols was as follows: Protocol one days of return averaged 21,57 days and the percentage who return to estrus was 57.14%, the Protocol two days averaged 21.4 and the percentage of return was 71,42%three protocol was obtained an average of 21.4 days of the return to the zeal and the percentage of EU that returned was 42.8%. The percentages of pregnancy in the Protocol one and three were similar 29% of the EU synchronized, two protocol there is a no percentage of pregnancy since no animal was pregnant, in terms of the cost per protocol and pregnant cow was as follows: Protocol one cost of treatment is \$59.4

and pregnant cow is \$207,9, protocol two individual cost of Protocol is \$72.2 and pregnant cow could not be it determined that no animal was pregnant, and the Protocol three protocol cost is \$59.3 and pregnant cow is 207, 55\$.

1 INTRODUCCIÓN

La reproducción es una actividad vital en las grandes explotaciones ganaderas, especialmente las que se dedican a producir carne. La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), es una alternativa para alcanzar altos niveles de producción con menor costo y tiempo, mejorando su producción y reproducción.

La baja fertilidad en condiciones de manejo extensivo contribuyen a la dificultad para implementar programas convencionales de inseminación artificial (I.A.) con ganado *Bos indicus* Cavalieri y Fitzpatrick, (1995). El éxito de los programas de I.A. en los trópicos ha sido impedido por la baja eficiencia en la tasa de detección de celos, ya que; este tipo de ganado no demuestra o enmascara la expresión de estro natural. Galina et al., (1996). Esta baja eficiencia también ha sido documentada bajo sistemas tradicionales de detección de celos como la utilización de toros con bozal marcador y observación visual con resultados no superiores al 60% en detección de celos, lo que compromete significativamente la eficiencia de un programa de inseminación artificial (I.A.), Cavalieri y Fitzpatrick, (1995).

En el Ecuador se estima que la mayor parte de la producción ganadera se dedica a la obtención de leche, teniendo un menor porcentaje de ganado para la producción de carne, acentuándose este tipo de explotaciones en su mayor parte en las regiones de la costa y el oriente.

En la producción de bovinos para carne, la reproducción es uno de los aspectos que menos se tiene en cuenta, ya que el manejo de las diferentes ganaderías se la realiza basándose exclusivamente en el pastoreo extensivo; en el cantón Marcabellí el manejo de los bóvidos al igual que en la mayor parte de la región costa el sistema de manejo es extensivo o semiextensivo, manejado mediante un sistema de monta libre, lo que conlleva a que no se disponga de registros que permitan disponer de información técnica que lleve a tomar decisiones tendientes a mejorar la eficiencia reproductiva de dichas ganaderías.

Al ser la inseminación artificial (I.A.) y la reproducción programada, herramientas biotecnológicas reproductivas que permiten mejorar la eficiencia reproductiva y la calidad genética de las poblaciones animales, y ser poco o casi nada utilizadas en la provincia de El Oro y concretamente en el cantón Marcabelí, no se dispone de información ni de resultados que permitan aplicar dichas tecnologías con éxito en la zona y en este tipo de animales; por lo que los esfuerzos que se están realizando en la presente investigación, con el fin de obtener información y datos que ayuden a la aplicación de estas biotecnologías de una mejor manera.

Para el presente trabajo de investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

- Desarrollar biotecnologías reproductivas de fácil aplicación en el ganado *Bos indicus* de la Provincia de El Oro, tendientes a mejorar la eficiencia reproductiva y genética de dichas poblaciones.
- Evaluar la tasa de concepción que se obtiene con la utilización de tres protocolos de sincronización de celos para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en ganado *Bos indicus*.
- Determinar los costos vaca/preñada que se obtienen con la aplicación de estos protocolos.
- Socializar los resultados de la presente investigación con el sector ganadero y estudiantes interesados en el tema.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LAS DIFERENCIAS EN LA FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN ENTRE LOS *Bos taurus* Y *Bos indicus*

En la presente revisión se analizan las principales diferencias biológicas fundamentales entre *Bos taurus* y *Bos indicus* con relación a su función reproductiva. Se presenta diferencias relacionadas con la raza en cuanto a la pubertad, los patrones del ciclo estral, el comportamiento estral, la adquisición de la capacidad ovulatoria, las estructuras ováricas y las hormonas reproductivas. Las principales diferencias fisiológicas que presenta el ganado *Bos indicus* en relación con el ganado *Bos taurus* son: retraso en la edad de la pubertad, niveles superiores de hormonas circulantes, tales como estradiol, progesterona, insulina e IGF-I, a pesar de tener folículos ovulatorios y cuerpo lúteo más pequeños, una mayor población de folículos pequeños y folículos dominantes más pequeños en el momento de la desviación, y una mayor sensibilidad a las gonadotropinas. El conocimiento de las diferencias entre *Bos indicus* y *Bos taurus* ayudan a explicar diferencias en el manejo y en las respuestas a los tratamientos hormonales asociados con la inseminación artificial ovárica y la producción de embriones in vivo e in vitro; X Simposio Internacional De Reproducción Animal (2013).

2.2 SIMILITUDES Y DIFERENCIAS EN LA FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE *Bos taurus* Y *Bos indicus*

2.2.1 Ciclo Estral y Dinámica Folicular

Durante el ciclo estral de vaquillonas y vacas, hay crecimiento y regresión de los folículos siguiendo un patrón ondulatorio (Pierson y Ginther, 1984; Savio et al., 1988) estudio realizado en ganado *Bos taurus* han descrito la aparición de dos a cuatro ondas foliculares durante el ciclo estral, con predominio de dos ondas y muy raro cuatro ondas (Sirios y Fortune 1988; Townson et al 2002; Sartori et al., 2004). En un estudio con ganado *Bos indicus* en Brasil, Figueredo et al.

(1997). Observaron ciclo de dos o tres en el ganado Nelore: con dos ondas en la mayoría de las vacas (83,3%) y tres ondas foliculares en vaquillonas (64,7%). Otros estudios realizados en vaquillonas Nelore (Mollo et al., 2007), vacas Gir (Gambini et al., 1998, viana et al., 2000) y vacas Brahmán (Zeitoun et al., 1996) han detectado un predominio de tres ondas, pero también se observaron animales con dos, cuatro, e incluso algunas con cinco ondas durante el ciclo.

Aunque varios estudios evaluaron los patrones del ciclo estral en *Bos taurus* y *Bos indicus*, muy pocos han directa y simultáneamente comparado estas grupos genéticos en las mismas condiciones ambientales y de manejo. Un experimento llevado a cabo en la Florida comparo vacas multíparas lactantes Aberdeen Angus (*Bos taurus* templado, n = 12), Brahmán (*Bos indicus* tropical, n = 12) a lo largo del ciclo estral durante el verano (Alvarez et al., 2000). En este estudio, la mayoría de las vaca Angus y Brahmán tuvieron dos ondas foliculares durante el ciclo estral (72,7% y 55,6% respectivamente) y 70 % de los ciclos de la vacas Senepol tuvieron tres ondas.

Un estudio realizado en nuestro laboratorio comparo los patrones del ciclo estral entre vacas *Bos indicus* y *Bos taurus* (Bastos et al., 2010). De enero a abril de 2010, vacas multíparas que no estaban en lactación de 5 a 10 años de edad (n = 12 Nelore y n = 12 Holando) fueron manejados en establos individuales y alimentados a las 08h00 con una dieta total de mantenimiento mixta de acuerdo con en el NRC (2000). La ración mixta total (TMR) consistía en 42,8% de bagazo de caña de azúcar, 45,7% de maíz, 5,7% de melaza, 3,2% de cascara de soja, 1,2% de urea, y 1,4% de sale minerales. Las vacas Nelore y Holando tenían un puntaje de índice corporal (BCS) (escala de 1 a 5) de $3,1 \pm 0,1$ y $2,8 \pm 0,2$ y un peso corporal de 508 ± 17 y 575 ± 20 kg, respectivamente. Después de un periodo de 14 a 21-d de adaptación, se sincronizaron y las vacas fueron monitoreados diariamente por ecografía ovárica durante todo ciclo estral completo. Diariamente también se recogieron muestras de sangre de la vena yugular para análisis de hormona durante todo el periodo de estudio, excepto en dos ocasiones en los que se recogió inmediatamente antes y 4 horas después

de la alimentación durante las fases folicular y lútea. En este estudio, el 80 % de las vacas Nelore y 60 % de las vacas Holando presentaron tres ondas de desarrollo folicular durante el ciclo estral. Todas las vacas restantes tenían dos ondas. Por otra parte, la longitud media del ciclo estral fue de 23 d (rango de 21 a 26 d) y fue similar entre vacas Nelore y vacas Holando ($P>0,05$).

A partir de otros datos, el intervalo inter-estro promedio fue de 21 días, para ambas razas tanto *Bos taurus* como *Bos indicus* (discutido por Bo et al., 2003 y Sartori et al., 2004), y los ciclos de onda más corta fueron dos ciclos de tres ondas (Savio et al., 1988, 1990, Siriois y Fortune 1988, Alvarez et al., 2004). Hubo, sin excepciones, casos en los cuales las vacas Holando de alta producción en lactación tendían a tener un ciclo estral más largo (23 d), debido a un tiempo prolongado entre la luteólisis y la ovulación (discutido por Sartori et al., 2004).

Aunque hay similitudes en la duración del ciclo estral y patrones de ondas foliculares entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, diferencias de la población de folículos antrales entre los grupos genéticos están bien documentadas. En el inicio de cada onda folicular, se detectaron aproximadamente 24 pequeños (de 2 a 5 mm) folículos antrales viables en ganado *Bos taurus* (Ginther et al., 1996), sin embargo, en ganado *Bos indicus*, hubo un mayor número de pequeños folículos durante la emergencia de la onda. Buratini Jr. et al. (2000) describieron la ocurrencia de aproximadamente 50 pequeños folículos en los ovarios de vaquillonas Nelore. También se observó un alto número de pequeños folículos en los ovarios de vaquillonas Sindhi (*Bos indicus*) ($49,0 \pm 6,4$, $n = 14$) y vacas Sindhi en lactación ($64,0 \pm 5,1$, $n = 34$, Mattos et al., 2011) al comparar directamente el número de folículos pequeños (3 a 5 mm) en los ovarios entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, Álvarez et al. (2000) observaron, en vacas multíparas en lactación, un mayor número de folículos en el momento de la emergencia de la onda brahmán (39 ± 4) que Senepol (33 ± 4); o Angus (21 ± 4). Estudios llevados a un mayor número de folículos en el momento con ambos grupos genéticos en condiciones ambientales y nutriciones contemporáneas muestran que los *Bos indicus* tenía un mayor número de folículos en el momento

de la emergencia de la onda en comparación con el ganado *Bos taurus* (Carvalho et al., 2008, Gimenes e tal., 2009; Carvalho et al., 2008) sincronizaron la ovulación en vaquillonas Nelore y Angus y vaquillonas Gir y Holando. En este estudio las hembras *Bos indicus* reclutaron $33,4 \pm 3,2$ folículos, mientras que las vaquillonas *Bos taurus* reclutaron $25,4 \pm 2,5$ folículos ($P = 0,09$). Gimenes et al., 2009, sincronizaron el ciclo de vaquillonas Nelore y Holando y observaron que las vaquillonas Nelore tenían $29,7 \pm 3,1$ folículos en el momento de la emergencia de la onda, mientras que las vaquillonas Holando tuvieron $15,0 \pm 2,8$ folículos ($P < 0,01$). Del mismo modo, Bastos et al, (2010) detectaron diferencias significativas en el número de folículos antrales entre vacas Nelore y vacas Holando. En el momento de la emergencia de la onda, el número de folículos de 2 a 5 mm presentes en, los ovario fue $42,7 \pm 5,9$ para las vacas Nelore (intervalo de 25 a 100) y $19,7 \pm 3,2$ para las vacas Holando (rango de 5 a 40) ($P < 0,05$). Hubo poca variación en el número de folículos pequeños durante todo el ciclo estral en ambas razas según lo informado por Álvarez et, al. (2010) y Buratini Jr. Et, al. (2000). Las diferencias significativas en la población de folículos ováricos entre *Bos indicus* y *Bos taurus* pueden estar asociadas con concentraciones circulantes más altas de insulina y de IGF-I en el ganado cebú, tal como lo describe Álvarez et al. (2000) y Bastos et al. (2010).

2.2.2 Desviación Folicular y la Selección del Folículo Dominante

Después de la emergencia de la onda folicular en el ganado, existe un mecanismo de selección en el que solo un folículo se convierte en dominante e inhibe el crecimiento de otros folículos en el los ovarios (folículos subordinados; Ginther et. al., 1996). La desviación folicular se ha utilizado para referirse al momento en que se hacen aparentes las diferencias en las tasas de crecimiento entre el futuro folículo dominante y los futuros folículos subordinados (Ginther et, al., 1996). En razas *Bos taurus*, como la Holando, la desviación folicular ocurre cuando el folículo en desarrollo más grande alcanza 8,5 a 9,0 mm de diámetro (Ginther et al., 1996; Sartoei et al., 1996; Sartori et al., 2001), mientras que en el ganado Cebú, tal como Nelore, se produce la desviación cuando el

folículo en crecimiento más grande alcanza los 5 a 7 mm (Castilho et al., 2007; Figueiredo et al., 1997; Sartorelli et al., 2005; Ereno 2008). Hay excepciones, sin embargo, en ambos grupos genéticos de animales. Al comparar vacas Holando de alta producción en lactación con vaquillonas nulíparas Holando, Sartori et al. (2004). Observaron que la desviación se produjo cuando el folículo de mayor crecimiento llegaba a 9,8 mm en vacas en lactación y 8,3 mm en vaquillonas, respectivamente ($P < 0,05$). Del mismo modo, Bastos et al., (2010) detectaron que la desviación folicular se produjo cuando el folículo en desarrollo más grande alcanzo $7,0 \pm 0,2$ y $8,9 \pm 0,4$ mm en vacas Nelore con vacas Holando no lactantes respectivamente.

Aunque el tamaño del folículo en el momento de la desviación difiere sustancialmente entre razas, el momento de la desviación durante la primera onda folicular en *Bos indicus* con relación a la ovulación anterior (2,3 hasta 2,8d; Sartorelli et al., 2005; Eneero 2008 Gimenes et al., 2008) fue similar a lo informado en ganado *Bos taurus* (Ginther et al., 1996 Sartori et al., 2001). De hecho, cuando se comparan vacas Nelore con vacas Holando, Bastos et al., (2010) observaron que la desviación se produjo, en promedio, 2,3 después de la ovulación, independientemente de la raza.

2.2.3 Adquisición de la Capacidad Ovulatoria

Aunque la desviación folicular se produce en *Bos indicus* cuando el folículo dominante alcanza de 5 a 7 mm de diámetro (Figueiredo et al., 1997; Sartorelli et al., 2005; Castilho et al., 2007; Gimenes et al., 2007; Waldmann et al., 2008; Bastos et al., 2010) en comparación con 8 a 9 mm en *Bos taurus* (Ginther et al., 1996; Sartori et al., 1996; Waldmann et al., 2001 Bastos et al., 2010), es posible que sea necesario crecimiento adicional del folículo dominante para adquirir la capacidad ovulatoria en ambas razas.

Sartori et al. (2001) observaron que las vacas Holando con folículos de 7 u 8,5 mm de diámetro no ovularon, incluso después de la administración de altas dosis de pLH (40 mg). Sin embargo, 80% de las vacas con folículos ≥ 10 mm

ovularon después de la administración de pLH. Por el contrario, Gimenes et al. (2008) informaron que la administración de 25 mg de pLH en vaquillonas *Bos indicus* inducía la ovulación en 33,3; 80,0 y 90,0% de los animales con folículos que median 7,0 a 8,4; 8,5 a 10 y >10 mm de diámetro, respectivamente. Estos resultados no fueron inesperados, y corroboraron los datos que muestran diferencias en el tamaño del folículo en crecimiento en el momento de la desviación folicular entre *Bos indicus* y *Bos taurus*.

Esta relación entre el diámetro folicular, la adquisición de la capacidad de ovulación y la expresión de genes de las isoformas de LHR, se ha investigado recientemente (Simoes et al., 2012). En el primer experimento, se encontró que la dosis pHL mínima (lutropina-V, Bioniche Animal Health Inc, Belleville; ON; Canadá) necesaria para inducir la ovulación en vacas Nelore que tenían un folículo dominante de primera onda de 10 a 11 mm de diámetro fue de 3.125 mg. En el segundo experimento, se utilizaron 6,25 mg de pLH para inducir la ovulación de los folículos dominantes de la primera onda, de 7 a 8,0; 8,1 a 9,0 y 9,1 a 10mm de diámetro. En un tercer experimento, células de la teca y de la granulosa, obtenidas a partir de los folículos ováricos derivados de matadero, se separaron para la extirpación de ARN total, y la expresión de genes de las isoformas de LHR se midió por medio de RT-PCR semicuantitativo usando GAPDH como control interno. Simoes (2009) observó que el aumento del diámetro del folículo (7 a 8,0; 8,1 a 9,0 y 9,1 a 10mm) en hembras Nelore o en hembras mestizas Nelore, hubo un aumento correspondiente en las tasa de la ovulación (9,0; 36,0 y 90,0% respectivamente) y la expresión de las isoformas de LHR en células de la granulosa (16,5; 21,0 y 37,6; ARNm LHR/ARNm GAPDH), pero no en células de la teca. Se concluyó que en el ganado cebú la capacidad ovulatoria está relacionada con un aumento del diámetro de los folículos y la expresión de receptores de LH en células de la granulosa.

2.2.4 Tamaño Máximo del Folículo Dominante/Folículo Ovulatorio y CL y Hormonas Circulantes

Ginther et al. (1989), trabajando con hembras Holando, observaron que las vaquillonas con dos ondas foliculares tenían folículos dominantes con diámetros máximos de 17,1 y 16,5 mm para la primera y segunda onda, respectivamente. En contraste, las hembras *Bos indicus*, los diámetros reportados fueron 11,3 y 12,3 mm, respectivamente (Figueiredo et al., 1997; Sartorelli et al., 2005; Figura 1). Del mismo modo, en el ganado cebú, el tamaño del CL osciló entre 17 y 21 mm de diámetro (Segerso et al., 1984, Rodas et al., 1995, Figueiredo et al., 1997), mientras que en el ganado *Bos taurus* se detectaron CL con diámetros de 20 a 30 mm (Ginther et al., 1989). Aunque parece que hay claras diferencias en el tamaño de las estructuras ováricas entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, los tamaños de los folículos, y, en consecuencia, los tamaños de CL pueden ser determinadas por factores distintos al de la raza.

Distintos estudios han informado que las vacas lecheras desarrollan folículos ovulatorios más grandes, pero tienen menores concentraciones de estradiol sérico que las vaquillonas (Sartori et al., 2004; Ghanem et al., 2004) o las vacas secas (De La Sota et al., 1993), lo cual sugiere un aumento del metabolismo de los esteroides en las vacas lecheras tal como informaron Sangsritavong et al., (2002). En relación con la concentración sérica de estradiol, hay pocos datos que comparen *Bos indicus* y *Bos taurus*. En el estudio de Álvarez et al., (2000), no hubo diferencias en la máxima circulación de estradiol en vacas Brahmán, Angus y Senepol ($8,9 \pm 1,6$; $9,1 \pm 1,4$ y $8,7 \pm 1,4$ pg/ml, respectivamente). Este parece ser el único estudio en el que el diámetro máximo del folículo ovulatorio fue mayor en *Bos indicus* ($15,6 \pm 0,5$ mm) que en ganado *Bos taurus* ($12,8 \pm 0,4$ y $13,6 \pm 0,4$ mm para Angus y Senepol, respectivamente). Por el contrario, Segerson et al. (1984), compararon ganado Angus con Brahmán y observaron concentraciones séricas más elevadas de estradiol- 17β y progesterona en vacas *Bos taurus*.

Según Randel (1976) *Bos indicus* y hembras mestizas *Bos indicus* tenían menor concentración de progesterona por gramo de tejido luteal que las hembras *Bos taurus*. Sin embargo, Segerson et al. (1984) no detectaron diferencias en la concentración de progesterona en el CL entre vacas Brahmán y Angus ($75,8 \pm 11,3$ y $65,9 \pm 5,3$ $\mu\text{g/g}$ de CL, respectivamente, $P > 0,10$). Por el contrario, los estudios realizados en Brasil detectaron niveles mayores de progesterona circulante en ganado *Bos indicus* (Nelore o Gir) en comparación con *Bos taurus* (Angus y Holando) y mestizas (Angus x Nelore y Gir x Holando) durante todo el periodo de tiempo de un protocolo de sincronización de estro. En una fase aleatoria del ciclo estral (Día 0), los animales recibieron un dispositivo intravaginal de progesterona más benzoato de estradiol. Durante ese periodo (con un dispositivo de progesterona), las concentraciones de progesterona sérica fueron mayores en vaquillonas *Bos indicus*. Del mismo modo, Bastos et al., (2010) informaron aunque el diámetro máximo del folículo ovulatorio ($15,7 \pm 0,3$ vs $13,4 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$) y el volumen máximo del CL ($7610,5 \pm 512,0 \text{ mm}^3$) fueron mayores en vacas Holando, el pico plasmático de estradiol ($7,70 \pm 0,67$ vs $12,71 \pm 0,98 \text{ pg/ml}$) y las concentraciones de progesterona ($4,06 \pm 0,18$ vs $4,64 \pm 0,40 \text{ ng/ml}$) fueron mayores en vacas Nelore. Esto sugiere que las hembras *Bos indicus* pueden metabolizar más lentamente el estradiol y la progesterona.

2.2.5 Comportamiento Estral

Los signos conductuales del estro pueden ser observados en el ganado y se utilizan para la detección del celo para la inseminación artificial (IA). Sin embargo, estas características son influenciadas por la edad la producción de leche, en el medio ambiente y la jerarquía (revisada en Landaeta-Hernández et al., 2004). Además, se pueden observar diferencias entre razas (Rae et al., 1999), e incluso entre grupos genéticos (*Bos indicus* vs *Bos taurus*).

Mizuta (2003) comparo el comportamiento reproductivo de vacas Nelore con vacas Aberdeen Angus utilizando radiotelemetría (Heat-Watch). Las vacas

Nelore exhibieron estros más cortos en comparación con las vacas Angus ($12,9 \pm 2,9$ vs $16,3 \pm 4,8$ horas, respectivamente). Además más del 50 % de las Nelore mostro estro durante la tarde y la noche (18:00-6:00 AM; Pinhereiro et al., 1998; Membrive 2000), y alrededor del 30% mostro solo durante las horas de oscuridad (Pinhereiro et al., 1998). Estos factores disminuyen la eficacia de la detección de celos para la IA tradicional. Sin embargo, se ha observado estros de corta duración en vacas Holando de alta producción. En un estudio que evalúa la asociación entre los niveles de producción de leche y el comportamiento estral, Lopez et al., (2004) observaron una duración más corta (6,2 frente a 10,9 horas) y menor intensidad (6,3 frente a 8,8 montajes) del estro en vacas con más alta ($> 39,5$ kg/d) en comparación más baja ($< 39,5$ kg7d) producción de leche. Estas diferencias dentro de la misma raza pueden estar relacionadas con menores concentraciones de estradiol circulante en vacas de alta producción frente a baja producción de leche (López et al., 2004), así como en vacas lactantes en comparación con vaquillonas (Sartori et el., 2002, 2004). En base a estos resultados, Wiltbank et al. (2006) presentaron la hipótesis de que las vacas de alta producción (por encima de 40 kg de leche/d) tienen bajos niveles de estradiol circulante debido a un alto metabolismo de este esteroide. También se observó el efecto del metabolismo más alto en el comportamiento estral en el ganado vacuno de razas de carne. Vaquillonas Nelore con una elevada ingesta dietética mostraron menor intensidad y menor duración del estro, en comparación con vaquillonas Nelore que recibieron una ingesta baja (Mollo et al., 2007)

Aunque algunos estudios han demostrado diferencias en la duración del estro entre ganado *Bos indicus* y *Bos Taurus*, un estudio reciente con vacas Nelore no lactantes ($n = 13$) y vacas Holando ($n = 11$) con la misma dieta de mantenimiento no detecto diferencias (Bastos et al., 2012). La longitud del estro fue de $14,7 \pm 1,0$ h (rango 8,3 a 19,0 h) en vacas Holando y $12,4 \pm 0,8$ h (rango 8,6 a 17,1 h) en vacas Nelore ($P > 0,10$). Por otra parte, el numero promedio de veces que las vacas aceptaban monta fue de $32,2 \pm 6,1$ y $36,3 \pm 5,3$ para las vacas Holando y Nelore, respectivamente ($P > 0,10$). Curiosamente, solo el 9,1%

de las montas aceptadas por las vacas Nelore fueron realizadas por vacas Holando, y solo el 3,8% de las montas aceptadas por vacas Holando fueron realizadas por vacas Nelore ($P < 0,05$)

Por lo tanto, si bien existen diferencias entre *Bos taurus* y *Bos indicus* en la duración y la intensidad del celo, otros factores como el consumo de alimentos, el tamaño corporal y el metabolismo de los esteroides pueden ejercer efectos profundos sobre este comportamiento.

2.2.6 Consideraciones Finales

Como se demuestra anteriormente, hay diferencias significativas en la fisiología de la reproducción de ganado *Bos indicus* y *Bos taurus* que afectan la aplicación de las herramientas apropiadas para el manejo reproductivo. Las diferencias en el comportamiento estral y la función ovárica hacen necesarios algunos ajustes en el manejo reproductivo, tales como el uso de la IATF en vacas postparto. Estas estrategias también son muy útiles para las vacas lecheras de la alta producción, debido a su menor estradiol circulante. Por otra parte, la mayor población de folículos antrales y la sensibilidad a las gonadotropinas en ganado cebú, hacen que el uso de la superovulación sea mucho más asequible en *Bos indicus* que en ganado *Bos taurus*, especialmente en situaciones *in vitro*. Por último, una mayor sensibilidad a la retroalimentación negativas de las hormonas esteroides en el hipotálamo/pituitaria hace necesaria una reducción de las dosis durante los tratamientos hormonales en ganado cebú, X Simposio Internacional De Reproducción Animal (2013).

2.3 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

2.3.1 Generalidades

La inseminación artificial (I.A.) es una de las técnicas reproductivas de mayor impacto en la producción ganadera. La mejora genética para el logro de una mayor producción y calidad del producto, se logra con el uso de reproductores probados, de alto valor de los caracteres de interés económico, pero el

mejoramiento masivo de grandes poblaciones de ganado, no se podría lograr hoy sin el concurso de la inseminación artificial (Galina C, Valencia J, 2008)

Esta biotécnica reproductiva es un símbolo tecnológico alcanzado en el siglo pasado y adoptando masivamente en aquellas regiones del mundo de ganadería científica. Con ella se lograron espectaculares avances, sobre todo en ganado lechero, cuya industria invirtió para su perfeccionamiento cuantiosas sumas de dinero, las que se recuperaron con creces con los resultados obtenidos. Sin embargo, todavía son muchas las quejas y objeciones que produce su adopción, aunque más del 90% de éstas, provienen de su mal uso y del desconocimiento de algunos aspectos fundamentales que habrán de tomarse en cuenta cuando quiera utilizársela (Wilde OR, Vega A y Cruz ML, 2009)

La modificación de los ciclos para que todas las hembras presente celo y ovulen en un período breve de tiempo, es el objetivo que ha estimulado el desarrollo de numerosas líneas de investigación por muchos años. La utilización de la ultrasonografía para estudiar el efecto de distintos tratamientos hormonales sobre la dinámica folicular en el bovino, llevo al desarrollo de protocolos que permiten manipular eficientemente el ciclo estral y la ovulación.

Con la inseminación artificial (I.A.), la eyaculación de un toro se puede usar para servir de 400 a 500 vacas y, por lo tanto, puede producir suficiente semen para más de 50,000 vacas por año. Con la tecnología para la conservación de semen, se puede seleccionar un buen porcentaje de los mejores toros para ser usado en vacas que se encuentren muy distantes en espacio y tiempo (Gazque G; Enciclopedia Bovina UNAM).

Además de lo anterior, los ganaderos no sufren los costos o riesgos de criar toros reproductores y pueden tener acceso a varios ejemplares. Muchas de las enfermedades infecciosas reproductivas también pueden ser controladas mediante el uso de la IA.

2.3.2 Ventajas de la Inseminación Artificial

Mejoramiento genético masivo: la principal ventaja de este método de reproducción es la posibilidad de mejora genética masiva de grandes poblaciones de ganado, utilizando semen de reproductores seleccionados. El menor costo del semen pone a disposición de la mayoría de los productores el valioso aporte genético de estos animales (Wilde OR, Vega A y Cruz ML, 2009).

Utilización de semen de alta fertilidad: los reproductores utilizados en inseminación artificial, son animales de alta fertilidad. Animales de excelente aptitud productiva con fertilidad regular, son por lo general, eliminados como dadores de semen(Wilde OR, Vega A y Cruz ML, 2009).

Programación de cruzamientos: cuando se realizan cruzamientos alternados es necesario mantener separados dos o más rodeos, por estar en servicio con toros de razas diferentes. Con el empleo de la inseminación artificial se liberan potreros al mantener juntos los distintos lotes de hembras en servicio (Wilde OR, Vega A y Cruz ML, 2009).

Mejor control de los vientres: la inseminación artificial requiere una observación cotidiana de los vientres. Esto facilita el control de los mismos, el estudio del comportamiento sexual, la sanidad y posibilita la detección de aquellos animales que no ciclan normalmente, teniéndolos en cuenta para su eliminación o tratamiento (Wilde OR, Vega A y Cruz ML, 2009).

Disminución de los peligros e inconvenientes del mantenimiento de toros: el mantenimiento de reproductores siempre es una complicación dentro de un esquema de manejo racional, estando los toros expuestos a malograrse. En ocasiones resultan mucho más onerosos que los costos operativos de la inseminación artificial (Wilde OR, Vega A y Cruz ML, 2009).

Reducción de transmisión de enfermedades: Reducción de problemas sanitarios y un menor riesgo de transmisión de enfermedades venéreas; con

una técnica de IA apropiada, se puede eliminar virtualmente la difusión de enfermedades reproductivas de vaca en vaca.

Conducción de mejores programas de reproducción y parición: los programas de reproducción y parición son mucho más efectivos con el uso de la inseminación artificial al ejercerse un mayor control de los servicios (Wilde OR, Vega A y Cruz ML, 2009).

2.3.3 Desventajas de la Inseminación Artificial (IA)

Altos costos para el establecimiento y mantenimiento de los laboratorios, equipo, personal y su capacitación.

Además, se requiere de una buena infraestructura y una eficiente cadena de distribución del semen; establos que requieran inseminación; y, si el semen es congelado, suministro regular de nitrógeno líquido. También los ganaderos deben también ser capacitados en la detección de calores y tiempos de servicio y deben contar con un eficiente sistema de comunicación con el servicio de IA

Existen varios métodos para la preservación de semen. El más usado es la congelación a temperaturas muy bajas, pero en muchos países tropicales, donde la infraestructura no es la adecuada, se desarrollaron otras técnicas para la preservación del semen que pueden utilizarse eficientemente. Para su conservación, el semen se diluye en un medio de cultivo artificial que contiene varias sustancias, como amortiguadores químicos (fosfatos, citratos); agentes protectores contra el choque por frío (leche, yema de huevo, leche de coco) y protectores contra el daño por congelamiento (glicerol); una fuente de energía (fructosa); y antibióticos. Dependiendo del método de conservación, cada dosis para inseminación, deberá contener entre 7 y 30 millones de espermatozoides con motilidad (Gazque G; Enciclopedia Bovina UNAM)..

2.4 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF)

La Inseminación artificial a Tiempo Fijo es una técnica que, mediante la utilización de hormonas, permite sincronizar los celos y ovulaciones con lo cual

es posible inseminar una gran cantidad de animales en un período corto de tiempo.

Son conocidos los beneficios en el empleo de la Inseminación Artificial, en cuanto a mejora genética, al conocimiento de la paternidad y a la posibilidad de utilizar, en vaquillonas. Además de éstos, la I.A.T.F suma otros beneficios, tales como:

- Evitar la detección de celo, lo cual constituía el principal factor de error y de bajos resultados.
- Reducir el tiempo de inseminación, encierres y gastos de honorarios.
- Acortar el período de anestro post-parto.
- Mejorar los resultados en vacas con cría al pie, categoría mayoritaria en el rodeo (75-80 %).
- Aumentar la proporción de vientres que se preñan temprano.
- Aumentar los kilos de terneros destetados. A estos beneficios podemos agregar:
 - Mejor atención de los partos ya que los mismos se concentran en un período más breve.
 - Mejor implementación del destete precoz al lograrse lotes de terneros más homogéneos.
 - Mejor utilización de los recursos forrajeros.

2.4.1 Procedimiento

La técnica consiste en intervenir en el ciclo estral de la hembra bovina, mediante la utilización de hormonas, logrando que los animales ovulen en un determinado período.

El control del ciclo estral se consigue utilizando dispositivos intravaginales que contienen progesterona, la hormona que controla el ciclo. El dispositivo se coloca dentro de la vagina durante 7 a 9 días, período durante el cual libera progesterona. Esta hormona bloquea el ciclo y, al retirarse los dispositivos al

mismo tiempo, provoca que las vacas reanuden el ciclo y ovulen conjuntamente. Los protocolos se complementan con la aplicación de prostaglandina y de estrógenos que ayudan a sincronizar la ovulación y mejoran la calidad de los folículos (óvulos).

Los dispositivos, (DIB) pueden contener 0,5 o 1 gramo de progesterona, siendo estos últimos, reutilizables.

Este protocolo básico puede acompañarse del uso de otra hormona, la PMSG que en vacas de baja condición corporal mejora los resultados al permitir una mayor salida del anestro.

2.4.2 Factores que Afectan los Resultados de la IATF

Los factores que afectan los resultados de la IATF se pueden clasificar en inherentes a los animales e inherentes al manejo.

2.4.2.1 Factores inherentes a los animales

Estado fisiológico de la hembra: Puede realizarse con un mínimo de 45 días después del parto, tiempo mínimo de involución del útero. En vaquillonas de primer servicio, en especial si es de 15 meses, hay que asegurarse que tengan un adecuado grado de desarrollo reproductivo mediante la revisión preservicio realizada por un veterinario. Las vacas con varios partos suelen mostrar mejores resultados que aquellas que están en su segundo servicio, (similar a lo que ocurre en el servicio natural) porque el anestro post-parto suele ser más profundo en esta categoría (Miguel Raso, 2012).

Estado nutricional de la hembra: Este aspecto es fundamental y es de los que más incidencia tiene en los resultados de la técnica. Numerosos trabajos muestran la relación de la condición corporal en el porcentaje de preñez logrado. A mejor condición, mejores resultados, hasta una condición corporal de 3 por encima de la cual no se observan diferencias. Si bien el tratamiento ayuda a las vacas a salir del anestro, podría establecerse una condición corporal

mínima de 2,25 para incluir a los animales en un esquema de IATF que pretenda resultados aceptables. Por otra parte es importante que las vacas estén recuperando peso y condición para obtener buenos resultados (Miguel Raso, 2012).

Semen: Es importante destinar una o dos pajuelas para analizar la calidad del semen a emplear (Miguel Raso, 2012).

2.4.2.2 Factores inherentes al manejo

Instalaciones: Disponer de mangas con cepo y trancas para comodidad y seguridad en el manejo, corrales amplios y un potrero cercano a los corrales para disminuir al máximo el movimiento de la hacienda. De ser posible, un lugar sombreado junto a la manga para el proceso de descongelado y carga del semen (Miguel Raso, 2012).

Cumplimiento de los tiempos planteados en el protocolo: El tiempo de permanencia del dispositivo en la vagina de la vaca puede variar entre 7 y 9 días. Pero una vez retirados debe ser estricto el cumplimiento de los tiempos planteados en el protocolo: 24 horas para la segunda aplicación de estrógeno y 52 a 56 horas para la inseminación (Miguel Raso, 2012).

Manejo del semen: Es importante respetar los tiempos y temperaturas de descongelado. También influye en esto la capacidad, destreza y prolijidad del inseminador.

2.4.2.3 Algunas recomendaciones prácticas

Tacto preservicio: Con este trabajo se descartan vacas o vaquillonas preñadas por robo, vaquillonas que no tienen suficiente desarrollo genital, vacas con problemas reproductivos quistes ováricos, infecciones uterinas, etc (Miguel Raso, 2012)

Condición corporal de las vacas: Con vacas muy flacas, no conviene gastar dinero en tratamientos, compra de semen y honorarios veterinarios. Está bien

demostrado que las posibilidades de preñarse son muy pocas. Es preferible gastar ese dinero en mejorar la condición nutricional de la vaca.

Conformar lotes: La vaca parida necesita un mínimo de 45 días para que el útero vuelva a su estado normal (involución uterina) y poder ser inseminada. Al fijar una fecha de inseminación se tendrán vacas con distintos tiempos de paridas, por lo cual no se podrán inseminar a todas. Por una parte, si se fija una fecha temprana muchas vacas no han completado la involución uterina. Por otra parte, si se retrasa la inseminación para incluir más vacas, se pierde la oportunidad de preñar temprano a las vacas cabeza de parición y, con esto, se pierden muchos kilos de terneros. Estas dos situaciones obligan, entonces, a conformar dos lotes: un primer lote que incluya las vaquillonas, vacas secas y paridas temprano y un segundo lote que incluya la mayor cantidad posible de vacas paridas más tarde (Miguel Raso, 2012).

2.5 TRATAMIENTOS DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO

2.5.1 Descripción de la Técnica

Existen en la actualidad una gran cantidad de tratamientos disponibles para la sincronización de vacas con cría, vaquillonas o vacas secas (tanto en ganado de carne como de leche). Básicamente en todos ellos se incluye la utilización de un dispositivo intravaginal con progesterona (DIB). El DIB se utiliza para mantener altos niveles circulantes de esta hormona durante su permanencia en vagina, y de esta manera se logra controlar el momento del celo y la ovulación (Lucas Cutaia, 2006)

La utilización del DIB va acompañada de la aplicación intramuscular de hormonas como la Prostaglandina, el Benzoato de estradiol, la GnRH y la eCG.

La mayoría de los tratamientos con los que se cuenta en la actualidad son eficientes, obteniéndose porcentajes de preñez de alrededor del 50 % en el caso de los rodeos de carne y del 40 a 45 % en rodeos de leche. El criterio de elección del tratamiento, en función de la categoría de animal y su condición corporal.

Uno de los factores que más afecta los resultados, es la condición corporal con en la que se encuentran los animales al momento del inicio del tratamiento y el plano nutricional en que se encuentren, los mismos deben estar ganando peso para lograr los resultados esperados (Lucas Cutaia, 2006).

El tiempo transcurrido desde el inicio del protocolo y la IATF oscila entre los 9 y 10 días y todas las vacas son inseminadas en un rango de 4 horas. Este último punto es muy importante ya que se debe programar la cantidad de animales a tratar en función de este tiempo, y esto dependerá fundamentalmente de las instalaciones disponibles y del personal con que se cuente. Una vez realizada la IATF existen varias alternativas, la más común en que se dé repaso con toros, este repaso deberá comenzar no antes de los 10 días de la IATF, para evitar confusiones entre preñeces obtenidas por IATF o por toros (Lucas Cutaia, 2006).

Otra alternativa, es realizar un programa de resincronización de los celos, de esta manera, también con el uso del DIB, es factible reinseminar los animales vacíos a la IATF en un rango que va de los 20 a los 25 días pos IATF. Los resultados esperados utilizando este tratamiento son de entre un 70 y un 75 % de preñes con las dos inseminaciones para ganado de carne y entre un 60 y 70 % para ganado de leche (Lucas Cutaia, 2006).

2.5.2 Manipulación del Ciclo Estral para Aplicar Inseminación Artificial a Tipo Fijo

2.5.2.1 Sincronización de celo con prostaglandina

El tratamiento con PGF y causa la regresión de un CL maduro, y su utilización en el ámbito comercial se basa en la premisa de que la eliminación de la detección de celo era un requisito primordial. Sin embargo pronto quedó claro que la aplicación de la doble inyección de la doble PGF con IA sin detección de celo tenía un valor muy limitado, con resultado muy variables en novillas, y malos resultados en vacas. Esto se debe a la respuestas a un tratamiento de

sincronización de celo con PGF va a depender de la ciclicidad del hato (solo efectiva en vacas con CL funcional), y del estado de desarrollo del folículo dominante en el momento del tratamiento.

En teoría, entre 80 y 90% de los animales con CL debería entrar en celo dentro de los 5 días después de haber aplicado el tratamiento con dos dosis de PGF cada 11 o 14 días, este tratamiento puede usarse solo en vacas, novillas que están ciclando han sido cuidadosamente seleccionadas y en condiciones de alimentación que permita esperar una razonable fertilidad.

La IATF después de un tratamiento con PGF tampoco es efectiva, porque el intervalo al estro y la ovulación dependen del estado del folículo dominante en el momento de la aplicación de la PGF.

Cuando el folículo dominante se encuentra en la fase de crecimiento o estática temprana, las novillas mostrarán celo a las 48-60 h del tratamiento, y ovularán 28-30 h después. En cambio, si el folículo se encuentra en la fase de regresión, el folículo dominante de la próxima onda será el folículo ovulatorio, y en este caso los animales entrarán en celo entre los 5- 7 días después del tratamiento. Por lo tanto, para tener buenas tasas de preñez con estos esquemas, es necesario detectar el celo de los animales para realizar IA a las 12 h (Galina C, Valencia J, 2008).

2.5.2.2 Sincronización del desarrollo folicular y la ovulación utilizando GnRH y PGF

El tratamiento a base de GnRH y PGF, conocido con el nombre de ovsynch, es uno de los protocolos desarrollados para controlar el desarrollo folicular y la ovulación. El tratamiento consiste en la administración de un análogo de GnRH, seguido de una inyección de PGF 7 días más tarde, una inyección de GnRH 36 48 h después de la PGF e IATF a las 15 h de la segunda GnRH. El uso de la primera GnRH se basa en la inducción del pico de LH y consecuentemente en la

ovulación de un folículo dominante, que a su vez resulta en una nueva onda de crecimiento folicular 2 o 3 días después.

Se han publicado algunas variaciones al protocolo Ovsynch que consiste en utilizar LH en lugar de un GnRH, inyectar PGF en el día 6 en lugar del día 7, realizar la IATF en el mismo momento en que se administra la segunda GnRH en vacas productoras de carne con cría (tratamiento llamado CoSynch), O remplazar la segunda GnRH con 1 mg de benzoato de estradiol (EB) a las 24 horas de la PGF, e IATF 30 h después del EB (tratamiento llamado GPE).

El protocolo Ovsynch y sus variantes han demostrado ser muy sensibles al estado fisiológico de la hembra con que se trabaja. Este protocolo ha resultado en una fertilidad aceptable en vacas lecheras y productoras de carne que estén ciclando (Galina C, Valencia J, 2008).

2.5.2.3 Sincronización del desarrollo folicular y la ovulación utilizando progestágenos y estrógenos

El nombre genérico de los progestágenos incluye un grupo de compuestos que son similares al a P4, y están en el mercado desde hace varios años.

Dentro de esos compuestos podemos citar los progestágenos de administración oral, como el acetato de menengestrol, los implantes subcutáneos como el norgestomet, y los dispositivos intravaginales con P4. Con la llegada de la PGF al mercado, los progestágenos dejaron de usarse en algunos sistemas debidos a que con los tratamientos de 14 días para espera la regresión natural del CL se obtenía una buena sincronía del celo pero baja fertilidad, debido a que los progestágenos no inhiben la secreción pulsátil de LH como lo hace la P4 producida por el CL del ciclo estral. La alta frecuencia de pulso de LH hace que el folículo dominante persista, no se atresie, y se activa prematuramente al ovocito para que continúe con la meiosis de manera de que cuando se retira la fuente de P4, el folículo dominante persiste ovula un ovocito degenerado o en degeneración (Galina C, Valencia J, 2008).

- **Tratamientos de IATF utilizando implantes con norgestomet**

Norgestomet (N) es un progestágeno sintético utilizado en dos productos comerciales: Syncro-Mate-B (SMB, Merial) y Crestar (Intervet). El SMB ya no se encuentra disponible en el mercado. El Crestar es un implante de silicón que contiene 3 mg de N. se coloca estas implantes en forma subcutánea en la oreja y se retira 9 días después. Además se aplica una inyección de 5mg de valeriato de estradiol (EV) y 3mg de N en el mismo momento en que se coloca el implante (día 0). Se puede realizar IA a celo detectado de los 5 días posteriores a la remoción del implante, o IATF a las 48 h de la remoción en la novillas, o a las 56 h en las vacas. El propósito original de la porción inyectable de este tratamiento es inducir la luteólisis con el EV, y obtener altos niveles de inmediato de progestágenos con el N, que luego serían mantenidos con la liberación lenta del implante subcutáneo. Luego se descubrió que el EV inducía también, a través de la supresión de los folículos presentes. El desarrollo de una nueva onda folicular 3 a 8 días después (Galina C, Valencia J, 2008).

- **Tratamientos para IATF utilizando dispositivos intravaginales con P4**

En la actualidad existe varios dispositivos intravaginales con P4 en el mercado, estos son: PRID (Sanofi), CIDR-B (Pfizer), DIB (Syntex, Argentina), entre otros. El PRID contiene 1,55 g de P4 y es el precursor de los dispositivos intravaginales con P4. Hay dos modelos de CIDR-B que contienen 1,9 g de P4 o 1,38 g de P4, el DIB contiene 1 g de P4.

El tratamiento más utilizado consiste en administrar 2 mg de EB al momento de la inserción del dispositivo (día 0; para sincronizar el desarrollo folicular), remover el dispositivo y administrar PGF en el día 7 (para inducir la luteólisis), y 0,75 o 1 mg de EB en el día 9 (para sincronizar la ovulación). Se realiza la IATF entre 50 y 56 h de la remoción del dispositivo. Algunos traen adheridos una capsula de 10 mg de EB, para inducir la regresión luteal y sincronizar el desarrollo folicular (Galina C, Valencia J, 2008).

- **Sincronización de la ovulación con EB o GnRH en tratamientos con dispositivos con P4**

Además del tratamiento con EB, se puede sincronizar la ovulación utilizando GnRH en el momento de la IATF. En un trabajo realizado en vacas Brangus y Angus con cría fueron tratadas con un CIDR-B por 8 días, se obtuvo un porcentaje de preñez del 57% en las vacas tratadas con EB a las 24 h pos CIDR-B; y 56,4% en vacas tratadas con 50 mg de GnRH en el momento de la IATF, que en ambos grupos realizo entre las 52 y 56 h pos CIDR-B (Galina C, Valencia J, 2008).

- **Combinación de progestágenos con eCG en vacas pos parto**

La eCG es una glicoproteína conocida como gonadotropina coriónica equina, tiene una larga vida media que produce en la vaca un efecto similar a la FSH. El tratamiento con eCG en el momento de sacar el dispositivo ha resultado en un mayor porcentaje de preñes en vacas con condición corporal comprometida. Por lo tanto sería útil cuando las vacas están en una condición corporal comprometida y cuando hay un alto porcentaje de anestro (Galina C, Valencia J, 2008).

2.6 TRABAJOS RELACIONADOS

- Rojas César (2012), evaluó cuatro protocolos de sincronización de celo con IATF en ganaderías lecheras de la hoya de Loja con resultados que van desde 10 al 90% de celos manifiestos entre 20 y 76 h de presentación del celo post tratamiento , entre 12 y 14 horas de duración del celo, con índices entre 10 y el 60% de concepción y costos por vaca preñada entre \$ 118,30 y 163,00.

Martínez Camilo (2009), evaluó cuatro protocolos de sincronización de celos en vacas cruzadas *Bos taurus* por *Bos indicus* se realizó un experimento con 80 vacas multíparas homogéneas en número de partos, raza, manejo, de 35 a 60 días de paridas, con edad, condición corporal y peso similares, distribuidas en 4

grupos de 20 animales, Los valores promedio encontrados para días abiertos y porcentajes de preñez fueron para el grupo T1: 80.8 ± 4.3 días y 100%, para el grupo T2: 105.5 ± 8.2 días y 90%, para el grupo T3: 92.3 ± 3 días y 95% y para el grupo T4: 89.3 ± 2.7 días y 95%.

- Villa N (et, al 2007); evaluaron cuatro protocolos de sincronización para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas *Bos indicus* lactantes. Se seleccionaron 120 vacas Brahmán y fueron ubicadas aleatoriamente en uno de cuatro tratamientos. Los resultados de los diferentes tratamientos fue: Crestar tuvo una tasa de preñez superior a los demás tratamientos (55,7% versus 19,4%, 22,5% y 21,8%, respectivamente). Los resultados del presente estudio indican que es posible obtener tasas de preñez aceptables con la IATF en vacas *B. indicus* lactantes y que los tratamientos con dispositivos de liberación de progesterona más eCG.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Materiales de Campo

- 21 Vacas con cruce *Bos indicus*
- Botas
- Pajuelas de semen
- Termos criogénicos
- Pistola de inseminación
- Termómetros
- Catéteres desechables
- Corta pajuelas
- Guantes de chequeo ginecológico
- Jeringas hipodérmicas desechables
- Agujas desechables
- Overol
- Libreta de anotaciones
- Libro de registros
- Cámara fotográfica
- Bolígrafos
- Medicamentos hormonales
- Registros
- Dispositivos intravaginales con P4
- Dispositivos auriculares con P4
- GnRH
- PGF 2 α
- Valerato de estradiol
- Benzoato de estradiol

3.1.2 Materiales de Oficina

- Cuadernos
- Registros
- Bolígrafos
- Calculadora
- Borradores
- Flash memory
- Computadora

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Ubicación

El cantón Marcabelí se halla situada al extremo Sur Occidental del Cantón Piñas y en la parte meridional de la Provincia del Oro. Se encuentra igualmente ubicada dentro de la hoya del Puyango, justamente en el lugar en el que las cordilleras de la aldea y Tahuín parecen unirse con las cordilleras de Celica y Alamor. (Orensens.com; 2013)

- **Superficie:** 148 Km²
- **Altura:** 680 m.s.n.m.
- **Clima:** 16 a 22 grados.
- **Población:** 5.390 aprox.
- **Límites:** Al Norte con los Cantones Piñas y Arenillas, al Sur con la Provincia de Loja, al Este con el Cantón Balsas y al Oeste con el Cantón Las Lajas (Orensens.com; 2013).

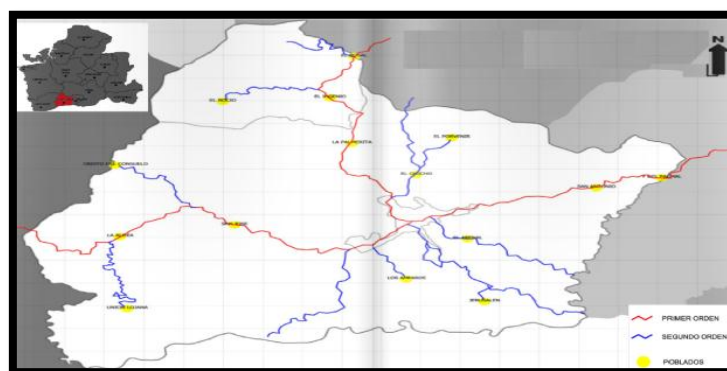


Figura 1: Croquis del cantón Marcabell (Guía turística, 2013)

3.2.2 Identificación de las Ganaderías a Desarrollar la Investigación.

Cuadro 1: Nombre y ubicación de las fincas donde se realizó la tesis.

Propietario	Numero de UE	Nombre de la Finca	Ubicación de la finca	Raza o cruce genético de los Bovinos
Romel Romero	10 vacas	Romel Romero	15 minutos desde Marcabell vía al Puyango	Cruce de Brahmán
Rafael Manchay	11 Vacas	Rafael Manchay	Vía a San José de aguas negras a 10 minutos de Marcabell	Cruce de Gir

3.2.3 Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales (UE)

Se trabajó con 21 hembras bovinas con una edad comprendida entre los 2 años (vaconas púberes) y 10 años (vacas adultas), con sangre indicus, en diferentes condiciones corporales (1,5 - 3,5) y con buenos antecedentes reproductivos, cada animal constituirá una unidad experimental.

La identificación de las UE se lo realizó, mediante la aplicación de pintura de diferentes colores para cada tratamiento, en la región del anca y así facilitar la identificación de los mismos.

- **Protocolo 1:** color amarillo
- **Protocolo 2:** color rojo
- **Protocolo 3:** color verde

3.2.4 Diseño Experimental

Se usó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y 7 repeticiones por tratamiento.

3.2.5 Conformación de los Tratamientos

Cuadro 2: Descripción del diseño experimental que se va a usar en esta investigación.

Protocolos	Nomenclatura	Unidades experimentales (UE)
Protocolo 1 (P ₁) Ovsynch	T ₁ (P ₁)	7
Protocolo 2 (P ₂) Implantes de norgestomet	T ₂ (P ₂)	7
Protocolo 3 (P ₃) DIB P4	T ₃ (P ₃)	7
3	3	21

3.2.6 Descripción de los Protocolos

- **Protocolo uno (Ovsynch)**

El tratamiento básico consistió en la administración de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en el día que se inició el protocolo es decir el día 0 en la mañana (am), se administró prostaglandina F₂α (PGF₂α) en el día 7 en la mañana (am), y una segunda dosis de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) el día 9 por la tarde (pm) y realizamos inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) el día 10 en la mañana (am), a las 72 horas después de haber aplicado la prostaglandina F₂α (PGF₂α).

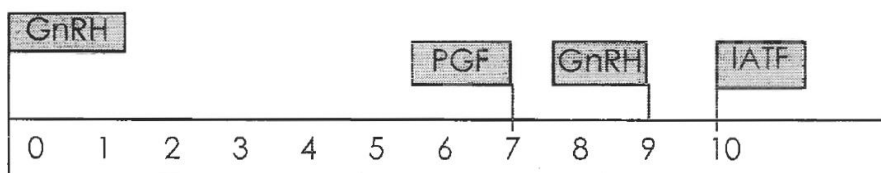


Figura 2: Descripción del Protocolo uno (ovsynch)

- **Protocolo dos (implantes de Norgestomet)**

El tratamiento consistió en la inserción del implante subcutáneo de Crestar en el pabellón externo de la oreja y la aplicación intramuscular de (IM) de valerato de estradiol (EV) en el día que se va a iniciar el protocolo que es el día 0 por la mañana (am), se aplica una dosis de prostaglandina F2 α (PGF2 α) se retira el dispositivo de la oreja en el día 8; realizando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a las 48 horas a todas las unidades experimentales y aplicando una dosis de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) en el momento que se realizó la inseminación.

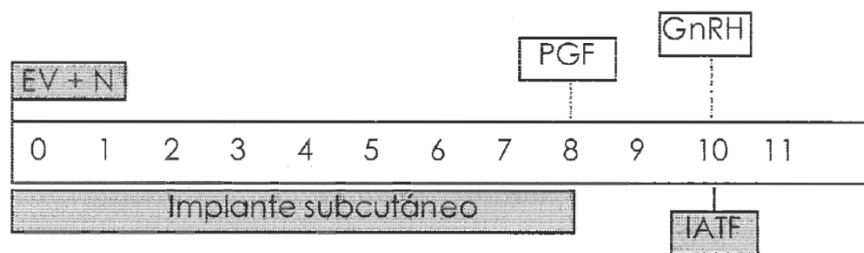


Figura 3: descripción del protocolo dos (Implantes de Norgestomet)

- **Protocolo tres (dispositivos intravaginales P4)**

El tratamiento consistió en la inserción del dispositivo (DIB) impregnado en progesterona (P4) en la vagina del animal y la administración de 2 mg de benzoato de estradiol (EB) en el día que se va a iniciar el protocolo es decir el día 0. En el día 7 se aplica prostaglandina F2 α (PGF2 α) y se retira el dispositivo, en el día 8 se aplica 1 mg de benzoato de estradiol (EB). Se realiza inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a las 48 horas luego de la remoción del dispositivo.

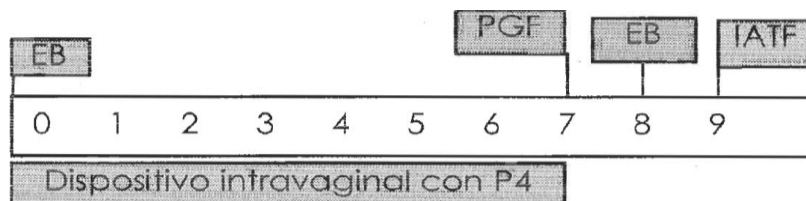


Figura 4: descripción del protocolo tres (DIB P4)

3.2.7 Variables en Estudio

- Tiempo de presentación del celo manifiesto post finalización del protocolo.

- Duración del celo manifiesto
- Intensidad del celo manifiesto
- Porcentaje de concepción
- Costo vaca/preñada.
- Porcentaje de retorno al celo post tratamiento
- Tiempo de presentación del celo post tratamiento

3.2.8 Toma y Registro de Datos

- **Tiempo de presentación del celo manifiesto**

Una vez finalizados los protocolos de sincronización en las diversas unidades experimentales (UE), se procedió a realizar un seguimiento visual diario de los animales entre las 05H00 y 10H00 am y entre las 17H00 y 21H00 pm, para determinar el tiempo exacto de inicio del celo, considerando para ello que la unidad experimental (UE), manifieste uno o más de los síntomas patognomónicos del celo, como son: intranquilidad (montan y se dejan montar), vulva enrojecida e hinchada, presencia de secreción vaginal mucosa transparente. Esta información será registrada en horas y en el modelo de registro N° 1.

Vulva hinchada (simbología: S1)

Presencia de moco (simbología: S2)

Inquietud (simbología: S3)

Monta y se deja montar (simbología: S4)

- **Duración del celo manifiesto**

La duración del celo se midió tomando en cuenta la diferencia entre la hora de inicio del celo y la hora de finalización, para ello se aplicó la siguiente formula:

Duración del celo = Hora de finalización del celo – Hora de inicio

Se consideró como finalizado el celo en un animal, cuando el mismo rehúye a la monta de otros animales y está más tranquilo y se dedica únicamente a pastar, dicha información se lo registro en el registro N°1.

- **Intensidad del celo manifiesto**

Muy Bueno: Cuando la unidad experimental (UE) presento todos los síntomas característicos del celo como son vulva hinchada, presencia de moco, inquietud, monta y se deja montar, baja la producción de leche, disminución del apetito entre otros síntomas, además el tiempo de presentación del celo es prolongado.

Bueno: Cuando la unidad experimental (UE) presento los síntomas característicos del celo siendo estos en menor intensidad y sin la presencia de todos los síntomas del celo.

Regular: Los síntomas no son muy expresivos

Baja: Cuando la presencia del celo es pasajera

- **Porcentaje de concepción**

Esta variable se la midió al día 41 en los grupos experimentales, considerando el momento en que se aplicó la IATF en todas aquellas unidades experimentales (UE) que no retornaron al celo, para ello se realizó un diagnóstico ecográfico para determinar el estado gestacional, información que se anotó en el registro N° 2.

Para calcular la tasa de concepción, se aplicó la siguiente formula;

$$\% \text{ de concepción} = \frac{\text{Número UE preñadas grupo}}{\text{Número total de UE Grupo}} \times 100$$

- **Costo vaca/preñada**

Se calculó por medio de la siguiente formula en cada uno de los tratamientos, por ello se requirió registrar todos los rubros de egresos ocasionados en cada tratamiento y para ello se utilizó el modelo de registro N° 3.

$$\text{Costo v/p} = \frac{\text{Costo de tratamiento}}{\# \text{ de vacas gestantes}}$$

- **Porcentaje de retorno al celo post tratamiento (%RC)**

Para la determinación de esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%RC = \frac{\text{Total de UE retornan al celo post IATF}}{\text{Total de UE Tratamiento}} \times 100$$

- **Tiempo de presentación del celo post tratamiento**

Se determinó observando y anotando a los cuantos días las unidades experimentales (UE) que fueron inseminadas a tiempo fijo en los distintos tratamientos, manifestaron o retornaron nuevamente al celo, información que se anotó en el registro N° 2.

3.2.9 Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza de cada una de las variables en estudio y se aplicó la prueba de DUNCAN para la comparación de los tratamientos en caso de haber diferencias.

4 RESULTADOS

4.1 TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO MANIFIESTO

Una vez finalizados los protocolos de sincronización en las diversas unidades experimentales (UE), se procedió a realizar un seguimiento visual diario de los animales entre las 05H00 y 10H00 am y entre las 17H00 y 21H00 pm, para determinar el tiempo exacto de inicio del celo, considerando para ello que la unidad experimental (UE), manifieste uno o más de los síntomas patognomónicos del celo, como son: intranquilidad (montan y se dejan montar), vulva enrojecida e hinchada, presencia de secreción vaginal mucosa transparente, lo que da los siguientes resultados.

Cuadro 3: Tiempo de presentación de celo manifiesto de las diferentes UE después de aplicar los protocolos (horas).

TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO MANIFIESTO POST FINALIZACIÓN DEL PROTOCOLO				
Nº de UE	PROTOCOLOS			Total
	P 1	P 2	P 3	
1	17,33	39,9	15,5	55,4
2	17,67	39,9	16,75	56,65
3	18	40,4	16,08	56,48
4	18,25	39,7	15,58	55,28
5	17,5	41,1	17,08	58,18
6	18,25	40,7	16,42	57,12
7	16,75	39,6	16,08	55,68
Total	123,75	281,3	113,49	
X	17,7	40,2	16,2	

En el Protocolo uno (Ovsynch) las UE comenzaron a presentar síntomas de celo 16,75 - 18,25 horas finalizado el tratamiento dando un promedio entre las unidades experimentales de 17,7 horas; En el Protocolo dos (Implantes de Norgestomet) las unidades experimentales presentaron síntomas de celo entre 39,6 y 41,1 horas finalizado el protocolo de sincronización dando un promedio entre todas las UE de 40,2 horas; y en el Protocolo tres (DIB P4) las UE iniciaron a presentar síntomas de celo manifiesto entre 15,5 -17,08 horas finalizado el

protocolo obteniendo un promedio de 16,2 horas. Demostrando que el protocolo uno (Ovsynch) y tres (DIB P4), fueron los tratamiento en los cuales las UE comenzaron a presentar síntomas de celo manifiesto horas antes que el protocolo dos (Implantes de norgestomet), los cuales serían con los mejores resultados en esta investigación.

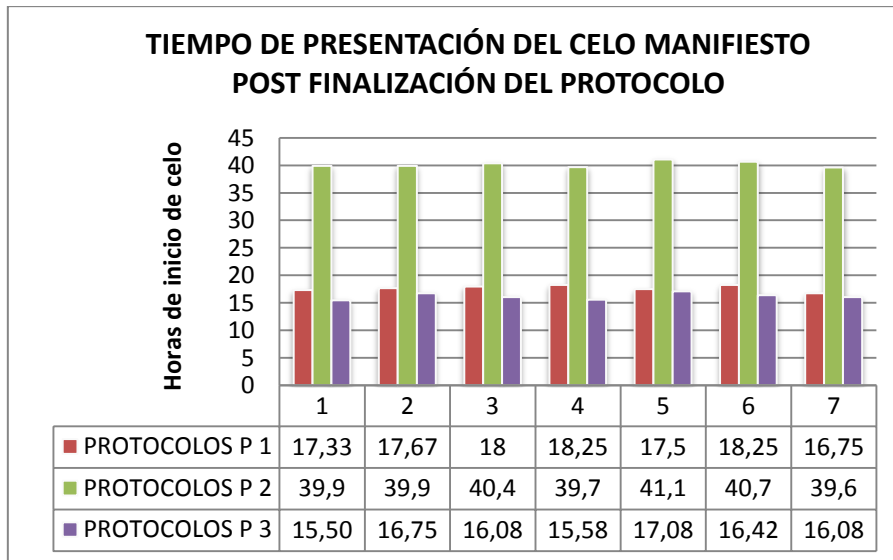


Figura 5: Tiempo en el que presentaron celos manifiestos las UE en los protocolos de sincronización (horas).

El análisis estadístico determinó que no hay diferencia estadística en los resultados obtenidos entre los protocolos tres (DIB P4) y el uno (Ovsynch); pero si hay una diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) con el protocolo numero dos (Implantes de norgestomet) con respecto a los dos protocolos anteriores (DIB P4) y (Ovsynch); esto es debido a que la finalización del protocolo tres se la realizo un día antes que los otros dos protocolos.

4.2 DURACIÓN DEL CELO MANIFIESTO

La duración del celo se midió tomando en cuenta la diferencia entre la hora de inicio del celo y la hora de finalización, para ello se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Duración del celo} = \text{Hora de finalización del celo} - \text{Hora de inicio}$$

Se consideró como finalizado el celo en un animal, cuando el mismo rehúye a la monta de otros animales y está más tranquilo y se dedica únicamente a pastar.

Cuadro 4: Tiempo de duración de celo manifiesto de las diferentes unidades experimentales después de aplicar los protocolos (horas).

DURACIÓN DE CELO MANIFIESTO				
N° de UE	Protocolos			Total
	P 1	P 2	P 3	
1	9,92	13,58	13,75	37,25
2	10,92	13,17	11,08	35,17
3	11	14,25	12,17	37,42
4	9,83	14,33	12,92	37,08
5	11,67	13,5	10,08	35,25
6	9,08	11,75	11,08	31,91
7	11,75	13,42	10,92	36,09
Total	74,17	94	82	
X	10,6	13,43	11,71	

En la variable de la duración del celo manifiesto dio como resultado que el protocolo uno (Ovsynch) todas las UE tuvieron menos horas de presencia de celo manifiesto dando una media de 10,60 horas por todo los animales tratados, mientras que en el protocolo dos (Implantes de Norgestomet) la presencia de celo manifiesto en las UE tuvo más duración que en el protocolo uno y dos teniendo una duración media de 13,43 horas; y el protocolo tres (DIB P4) la sintomatología de celo manifiesto tuvo una duración media haciendo una relación con los otros dos protocolos siendo esta de una duración de 11,71 horas.

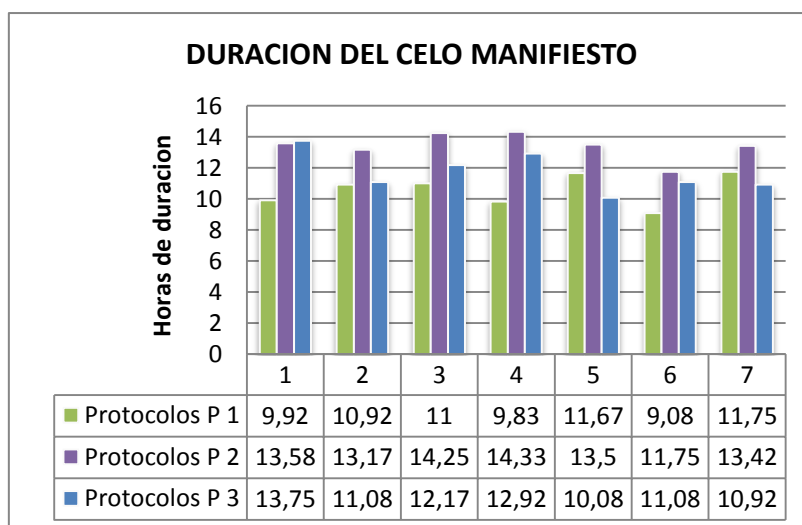


Figura 6: Horas de duración del celo manifiesto en las unidades experimentales (horas).

En el análisis estadístico, de los diferentes protocolos muestra que no hay diferencia estadística entre el protocolo tres (DIB P4) y el protocolo uno (Ovsynch); pero si habiendo diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,05$) en el tratamiento uno (Implantes de Norgestomet) en relación con los otros dos tratamientos ya que la duración del celo manifiesto es de mayor horas que los otros dos protocolos.

4.3 INTENSIDAD DEL CELO MANIFIESTO

La intensidad del celo manifiesto se midió tomando en cuenta las siguientes literales donde se explicara los grados del mismo:

Muy Bueno (1): Cuando la unidad experimental (UE) presento todos los síntomas característicos del celo como son vulva hinchada, presencia de moco, inquietud, monta y se deja montar, baja la producción de leche, disminución del apetito entre otros síntomas, además el tiempo de presentación del celo es prolongado.

Bueno (2): Cuando la unidad experimental (UE) presento los síntomas característicos del celo siendo estos en menor intensidad y sin la presencia de todos los síntomas del celo.

Regular (3): Los síntomas no son muy expresivos

Baja (4): Cuando la presencia del celo es pasajera

Cuadro 5: Descripción de la intensidad del celo manifiesto de cada unidad experimental después de aplicar los tratamientos.

INTENSIDAD DE CELO MANIFIESTO				
N°	Protocolos			Total
	P 1	P 2	P 3	
1	3	4	4	11
2	2	3	3	8
3	3	4	3	10
4	3	3	3	9
5	4	4	2	10
6	2	4	3	9
7	3	3	4	10
Total	20	25	22	
X	2,86	3,57	3,14	

La intensidad de celo manifiesto en los diferentes protocolos tuvo los siguientes resultados: en el protocolo uno (Ovsynch) las UE tuvieron intensidad de celo muy baja ya que solo un animal presento un celo de intensidad muy bueno 4, cuatro animales presentaron un celo de intensidad bueno 3, y solo dos animales presentaron un celo regular; el protocolo dos (Implantes de Norgestomet) obtuvo los mejores resultados ya que cuatro animales presentaron un celo muy bueno 4 y 3 animales presentaron un celo de intensidad buena 3; y los resultados del protocolo tres (DIB P4) presentaron resultados muy variados ya que 2 unidades experimentales (UE) presentaron un celo de intensidad muy bueno 4, cuatro animales presentaron un celo de intensidad bueno 3 y un solo un animal presento un celo de intensidad regular.

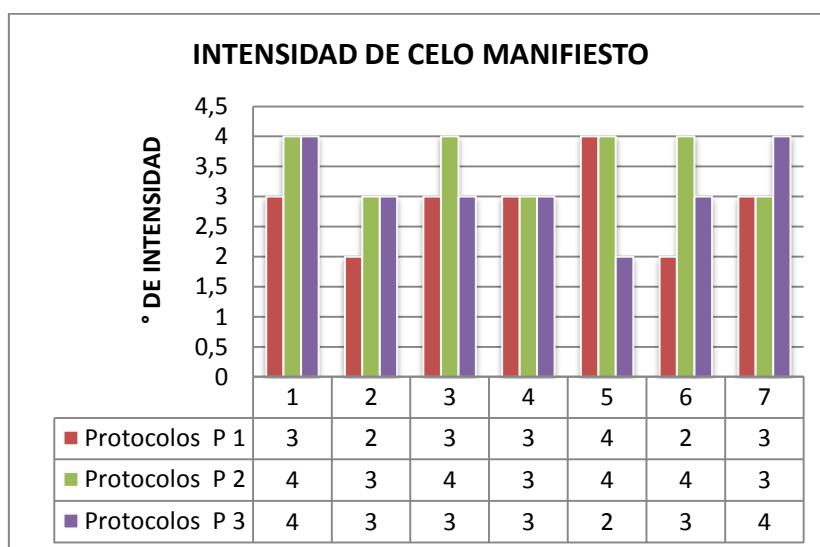


Figura 7: Los grados de intensidad del celo manifiesto por cada animal sincronizado en cada protocolo.

En el análisis estadístico dio como resultados después de aplicar el ADEVA, que no hay una diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre los tres protocolos.

4.4 PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN

Esta variable se la midió al día 41 en los grupos experimentales, considerando el momento en que se aplicó la IATF en todas aquellas unidades experimentales (UE) que no retornaron al celo, para ello se realizó un diagnóstico ecográfico para determinar el estado gestacional, información que se anotó en el registro N° 2. Para calcular la tasa de concepción, se aplicó la siguiente fórmula;

$$\% \text{ de concepción} = \frac{\text{Número UE preñadas grupo}}{\text{Número total de UE Grupo}} \times 100$$

Obteniendo como resultado los siguientes datos:

Cuadro 6: Índice de Concepción obtenidos en los protocolos de sincronización analizados.

Porcentaje de Concepción				
Protocolos	Total UE	Vacas Gestantes	No Gestantes	% Concepción
Protocolo 1	7	2	5	29
Protocolo 2	7	0	7	0
Protocolo 3	7	2	5	29
Total	21	4	17	19

En el porcentaje de concepción o gestación se obtuvieron tanto en el protocolo uno (Ovsynch) y el protocolo tres (DIB P4), resultados similares, pues, de siete vacas tratadas por protocolo un total de dos vacas quedaron gestantes por protocolo, lo que corresponde al 29 %; y con el tratamiento dos (Implantes de Norgestomet), el porcentaje de concepción fue de cero. Lo que demostró en el presente trabajo de investigación que el protocolo con mejores porcentajes de concepción aceptables son el protocolo uno (Ovsynch) y el tres (DIB P4) y el tratamiento con menor porcentaje es el tratamiento dos (Implantes de Norgestomet).

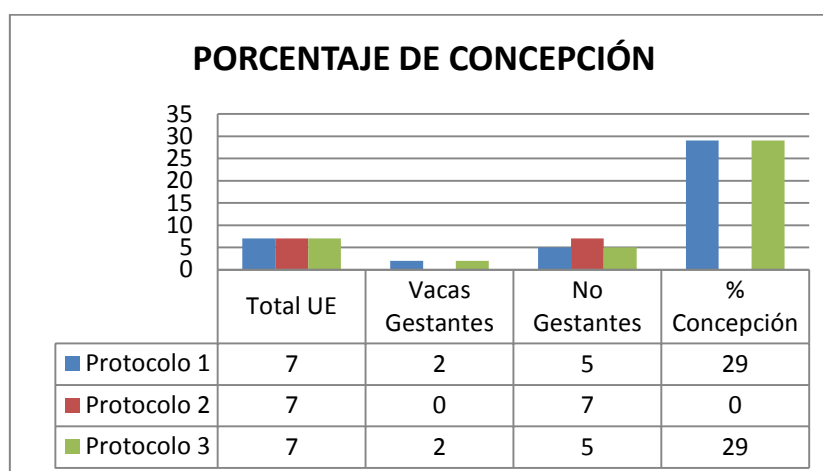


Figura 8: Representación de los Porcentajes de gestación en cada protocolo que se aplicó en esta investigación.

En el análisis estadístico (ADEVA) de esta variable se pudo determinar que no hay diferencia estadística ($P < 0,05$), entre los tres protocolos.

4.5 COSTO VACA/PREÑADA

Los rubros que se consideraron para calcular esta variable fueron los siguientes:

- Mano de obra: Que se rige por consulta veterinaria, la misma que abarca el chequeo y evaluación de los animales.
- Protocolos de sincronización: Se toman en cuenta hormonas, implantes de progesterona, catéteres, nitrógeno, pajuelas y guantes que son considerados en un solo rubro que abarca el protocolo de sincronización.
- Inseminación artificial por vaca.

Cuadro 7: Costo promedio estimado por protocolo de sincronización de celo y por vaca preñada en cada uno de ellos, a la fecha.

COSTO VACA/PREÑADA								
PROTOCOLO	N° UE	RUBROS		COSTO DE LA I.A.	T. DE SINCRONIZACIÓN		# VACAS PREÑADAS	COSTO VACA/PREÑADA
		Mano de obra	Protocolo de sincronización		Vaca	Grupo		
P 1	7	15	29,4	15	59,4	415,8	2	207,9
P 2	7	15	42,2	15	72,2	505,4	0	505,4
P 3	7	15	29,3	15	59,3	415,1	2	207,55

En el costo vaca preñada para cada uno de los protocolos, influyo evidentemente el número de animales preñados obtenidos, para lo cual y considerando los rubros que afectaron por igual a todos los protocolos, se determinó que el tratamiento uno (Ovsynch) tuvo un costo individual de sincronización de \$59,4/vaca y el costo promedio estimado por vaca preñada fue de \$207,9; el tratamiento dos (Implantes de Norgestomet) tuvo un costo de sincronización de \$72,2/vaca y un costo vaca preñada de \$505,4; en el tratamiento tres (DIB P4) el costo individual de sincronización fue de \$59,3/vaca y el costo por vaca preñada fue de \$207,55; pudiéndose determinar que el protocolo más económico por vaca preñada serían los protocolos uno (Ovsynch) y tres (DIB P4) y el tratamiento más caro es el dos (Implantes de Norgestomet), ya que ningún animal quedo en gestación.

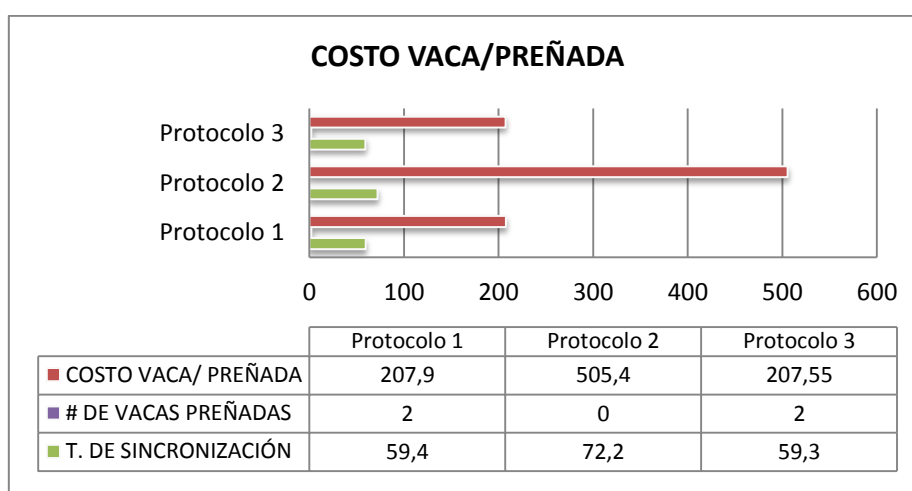


Figura 9: Costo de vaca preñada correspondiente a cada protocolo de sincronización.

4.6 PORCENTAJE DE RETORNO AL CELO POST TRATAMIENTO (%RC)

Para la determinación de esta variable se aplicó la siguiente formula:

$$\%RC = \frac{\text{Total de UE retornan al celo post IATF}}{\text{Total de UE Tratamiento}} \times 100$$

Cuadro 8: Porcentaje de retorno al estro, entre 20 y 25 días post IATF en los cuatro protocolos analizados.

PORCENTAJE DE RETORNO AL CELO POST TRATAMIENTO				
Protocolos	N° UE	# Retorno Al Celso		% Retorno Al Celso
		Si	No	
P 1	7	4	3	57,143
P 2	7	5	2	71,429
P 3	7	3	4	42,857
Total	21	12	9	57,14

En el porcentaje de retorno al estro post IATF, se observó que en el protocolo uno (Ovsynch), 4 UE retornaron en celo, lo que corresponde al 57,14%; en el protocolo dos (Implantes de Norgestomet) 5 UE retornaron en celo después de los 21 días establecidos, los mismos que corresponden al 71,42%; en el protocolo tres (DIB P4) 3 UE retornó en celo lo que corresponde al 42,85%. Resumiendo de los 21 animales de los tres protocolos 12 UE retornaron al celo dando como porcentaje de 57,14%. Así comprobando que lo animales que no quedaron gestantes tienen un ciclo regular ya que el celo en bovino está presente entre los 21 a 25 días.

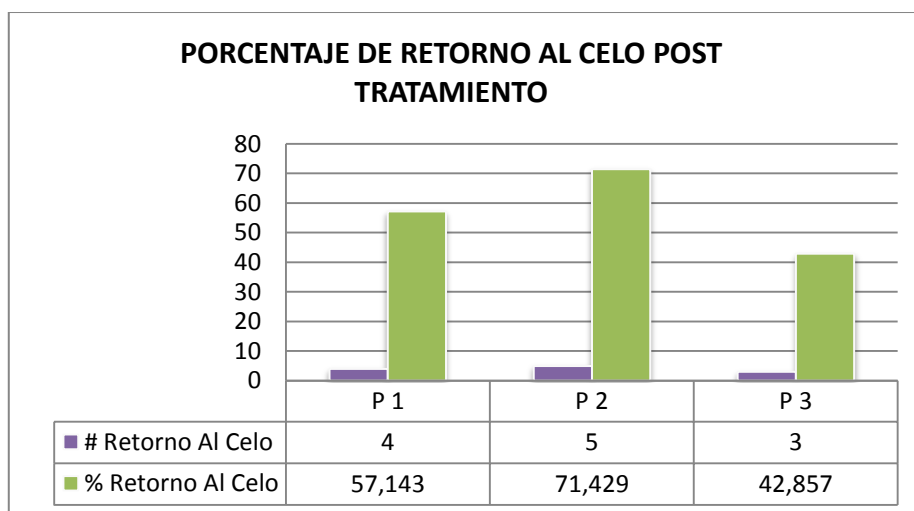


Figura 10: Porcentaje de retorno al estro, entre 20 y 25 días post IATF en los tres protocolos analizados.

Dentro de los tres protocolos, el que menos UE retornaron al celo fue el del protocolo tres (DIB P4) representando un 42,2% de los animales tratados; y los animales que quedaron gestantes está representado por un 29% de concepción siendo uno de los protocolos con más efectividad en comparación a los demás

protocolos; y el protocolo que más UE retornaron al celo fueron los del protocolo dos siendo un total de 71,42%, y además de presentar una gran cantidad de animales que retornaron al celo tuvo un bajo porcentaje de concepción; pudiendo determinar que el protocolo tres es uno de los peores para aplicar a estos animales.

4.7 TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO POST TRATAMIENTO

Se determinó observando y anotando a los cuantos días la UE que fueron inseminadas a tiempo fijo en los distintos tratamientos, manifestaron o retornaron nuevamente al celo.

Cuadro 9: Tiempo de retorno al estro, que presentaron las unidades experimentales post IATF en los tres protocolos analizados (días).

TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO POST TRATAMIENTO				
N° de UE	Protocolos			Total
	P 1	P 2	P 3	
1	21	21	Gestante	21
2	Gestante	22	Gestante	22
3	22	21	23	44
4	21	21	22	43
5	21	22	21	43
6	22	21	21	42
7	Gestante	23	21	44
Total	107	151	108	
X	21,57	21,4	21,4	

En el protocolo uno (Ovsynch) las UE que retornaron al celo lo hicieron en un periodo de 21 a 22 días; el protocolo dos (Implantes de norgestomet) la cinco UE que retornaron al celo lo realizaron en un periodo de 21 a 23 días post inseminación; y en el último protocolo tres (DIBP 4) las tres UE que retornaron al celo lo realizaron entre 21 y 23 días después de realizar la inseminación.

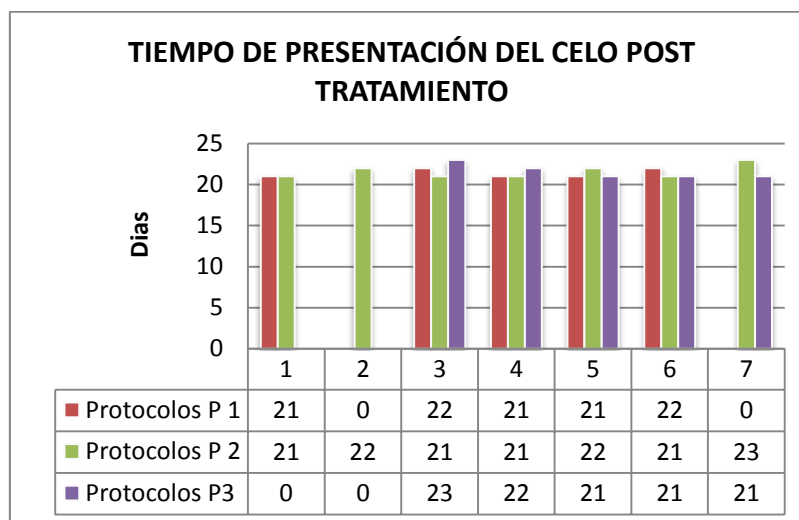


Figura 11: Índice de retorno al estro con un índice de 20 a 25 días post finalizado los respectivos protocolos de sincronización (días).

En el análisis estadístico (ADEVA) de esta variable se pudo determinar que no hay diferencia estadística significativa ($P < 0,05$), entre los tres tratamientos, ya que las UE que retornaron al celo lo hicieron en periodo fisiológico establecido que es de 21 a 25 días después de haber realizado el IATF.

5 DISCUSIÓN

5.1 TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO MANIFIESTO

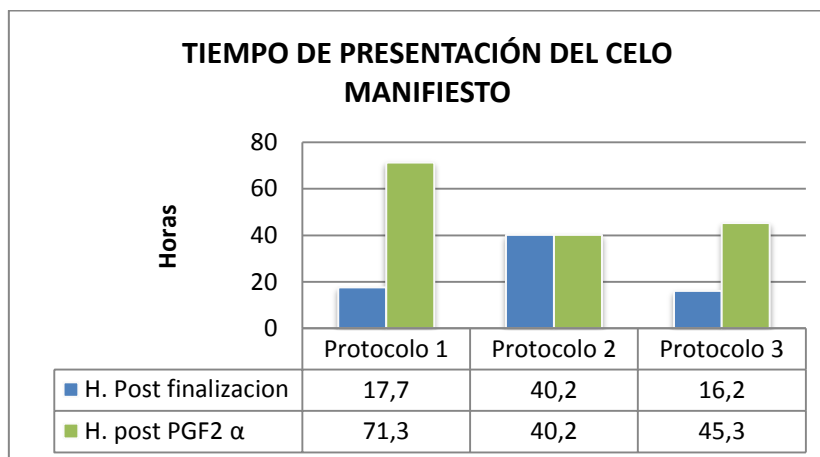


Figura 12: Índices del tiempo de presentación del celo manifiesto por cada protocolo.

Luego de realizar la presente investigación se puede determinar que los protocolos de sincronización de celos en el tiempo de presentación de celo se determinó que el protocolo uno (Ovsynch) presentó celo a las 17,7 horas de concluido el tratamiento lo que está dentro de los rangos establecidos en el protocolo. La primera dosis de GnRH se da para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular, es decir, lo que se hace es devolver a la vaca al comienzo de un nuevo ciclo estral. La prostaglandina suministrada el día 7, causa la luteólisis o regresión de ese CL, y la GnRH suministrada la día 9, induce la ovulación del nuevo folículo. La inseminación se lleva a cabo a las 16 o 24 horas posteriores a la última dosis de GnRH (López, 2007). En el tratamiento dos (Implantes de norgestomet) se obtuvo celos manifiestos a las 40,2 horas, tiempo que no concuerda con el protocolo establecido, reflejándose esto claramente en el bajo índice de concepción (0%), pues se nota que la inseminación artificial a tiempo fijo es muy tardía y no concuerda con los tiempos manifestados en esta investigación que son de 48 horas en novillas y 56 horas en vacas, demostrando que los animales con un manejo semiintensivo o extensivo y con una deficiente

nutrición, reflejada en la baja C.C (< 2,5) no muestran una respuesta confortable al tratamiento. En el protocolo tres (DIB P4) se obtuvo celos manifiestos a las 16,2 horas, que corresponde estrictamente al rango del protocolo aplicado que debe ser de (12 a 24 horas después de colocar la segunda dosis de benzoato de estradiol (BE), mostrando claramente los resultados (60%) aceptables a dicho tratamiento.

5.2 RESPUESTA A LA DURACIÓN E INTENSIDAD DEL CELO MANIFIESTO

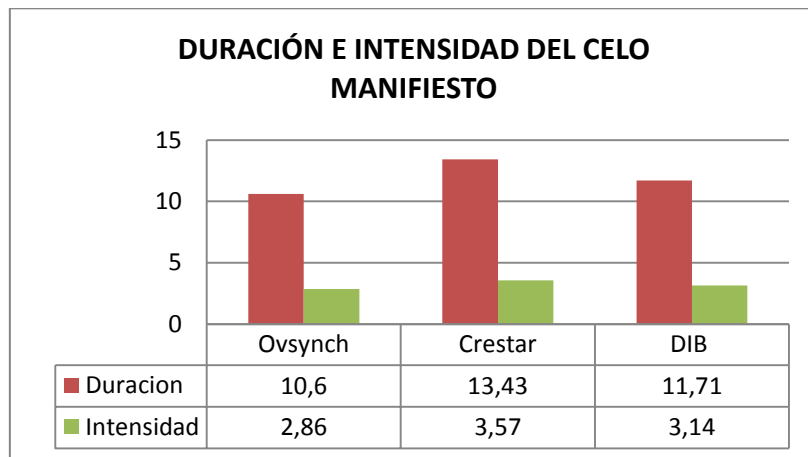


Figura 13: Relación entre la duración e intensidad que presentaron los animales post IATF por cada protocolo.

En cuanto a la duración del estro, tenemos que tanto el protocolo uno (Ovsynch), las UE tuvieron una duración de 10,6 horas y con una intensidad de 2,8 (regular), con el protocolo dos (Implantes de Norgestomet) tuvo una duración de 13,43 horas y con una intensidad de 3,14 (bueno), siendo este el mejor protocolo tanto en la duración y la intensidad del celo manifiesto, pero el peor en obtener índices de preñez; las UE del protocolo tres (DIB P4) presentaron una duración promedio de 11,71 horas y con una intensidad de 3,14 (bueno); siendo el protocolo dos y tres los mejores protocolo para producir un estro de mayor duración e intensidad.

Pudiendo demostrar que los protocolos con implantes y dispositivos de progesterona muestran un celo fuerte y manifiesto más prolongado; mientras

que Ovsynch, la mayoría de los animales muestran un celo menos intenso durante el tratamiento.

El protocolo "Ovsynch" ha sido más eficaz en vacas lecheras en lactancia, siendo aún desconocida la causa de estas diferencias entre ganado *B. Indicus* y *B. Taurus*, pero la ovulación en respuesta a la primera aplicación de GnRH ocurrió en el 85% de las vacas y en solo el 54% de las vaquillas (Pursley et al., 1995, citado por Huanca, 2001).

5.3 RESPUESTA A LA SINCRONIZACIÓN EN CUANTO AL PORCENTAJE DE PREÑEZ

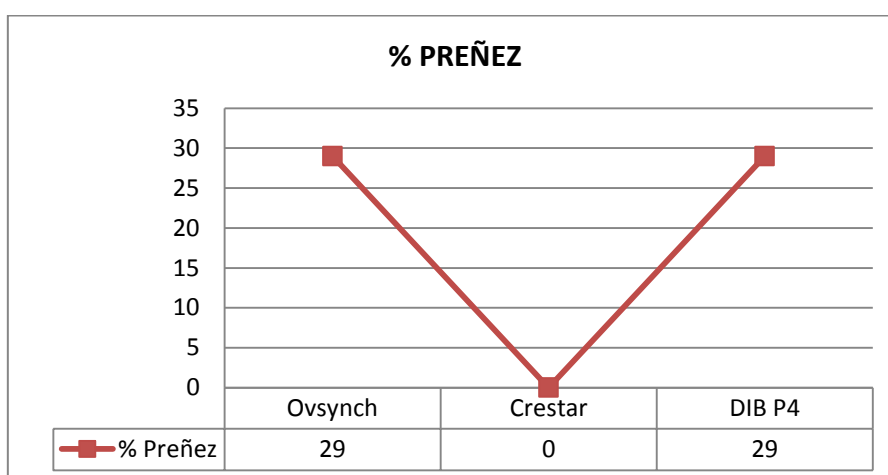


Figura 14: Porcentajes de preñez que presentó cada protocolo después de la inseminación.

La respuesta de los protocolos de sincronización a los porcentajes de preñez se obtuvo que en el protocolo uno (Ovsynch) un 29% de animales gestante; con respecto a las tasas de preñez de los tratamientos Ovsynch, en un estudio realizado por (Intervet Colombia, Ltda) se encontró que fueron más bajas que la obtenida para el tratamiento Crestar, aunque las combinaciones de GnRH y PGF_{2α} también han sido usadas exitosamente en protocolos de sincronización para IATF en ganado de carne y de leche. El protocolo Ovsynch ha sido usado para el control del desarrollo folicular y sincronización de la ovulación en ganado *Bos Indicus*. Los resultados en las tasas de preñez después de IATF utilizando el protocolo Ovsynch en ganado *Bos indicus* han sido variables, entre un 21 y 43%.

En el protocolo dos (Implantes de Norgestomet) el porcentaje de concepción fue de cero 0%; comparando con otros estudios realizados con este mismo tratamiento son completamente diferentes, en el mismo estudio realizado por (Intervet Colombia, Ltda) este estudio comparó las tasas de preñez en vacas Brahmán lactantes utilizando cuatro protocolos de sincronización para IATF. El tratamiento Crestar tuvo una tasa de preñez de 55,7% después de la inseminación a tiempo fijo. Estos resultados son superiores a los encontrados por diferentes autores; es así como Sá Filho y col. y Carvalho y col., utilizando norgestomet más valerato de estradiol (NVE) y eCG, encontraron unas tasas de preñez de 46,2% en vacas Nelore y 40,5% en vacas *B. indicus x B. taurus* respectivamente, después de IATF.

En la aplicación del protocolo tres (DIB P4) se obtuvo un porcentaje de preñez del 29%, en otro experimento similar, Martínez y col., encontraron una tasa de preñez de 61,5% en novillas de carne tratadas con CIDR y BE. Estudios en ganado *Bos indicus* también han reportado tasas de preñez superiores. Baruselli y col obtuvieron una tasa de preñez de 52% para vacas Brangus lactantes tratadas con CIDR más BE e inseminadas 54 horas después de retirado el dispositivo. En otro estudio se halló una tasa de preñez de 38,9% en vacas Nelore postparto tratadas con CIDR y BE.

5.4 COSTO POR VACA PREÑADA

La respuesta ante el costo por vaca preñada en los distintos protocolos de sincronización, es un dato estimativo y temporal, que va a variar y está supeditado al tiempo en que se ejecutó la investigación (Marzo - Abril 2014), está dado por el valor individual del tratamiento y el número de animales preñados; determinándose que el tratamiento uno (Ovsynch) con un costo individual de \$ 59,4; tuvo un costo por vaca preñada de \$207.90; El tratamiento dos (Implantes de Norgestomet) con un costo individual de \$ 72,20 tuvo en la presente investigación un porcentaje de concepción del 0 % por tanto el costo por vaca preñada sube a \$ 505,4 ; el protocolo tres (DIB P4) con un costo individual de \$ 59,30, tuvo un costo por vaca preñada de \$ 207,55. Pudiéndose

determinar en el presente trabajo que los tratamiento más económico por vaca preñada son el protocolo uno (Ovsynch) y el protocolo tres (DIB P4), que demuestran un costo individual de sincronización más económico en relación al protocolo dos, vemos que esto dos tratamientos son más eficaz y más económicos en cuanto a la valoración del porcentaje de preñez.

5.5 RESPUESTA A LA SINCRONIZACIÓN EN CUANTO AL PORCENTAJE DE RETORNO AL CELO Y CUANTO AL TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL CELO POST IATF

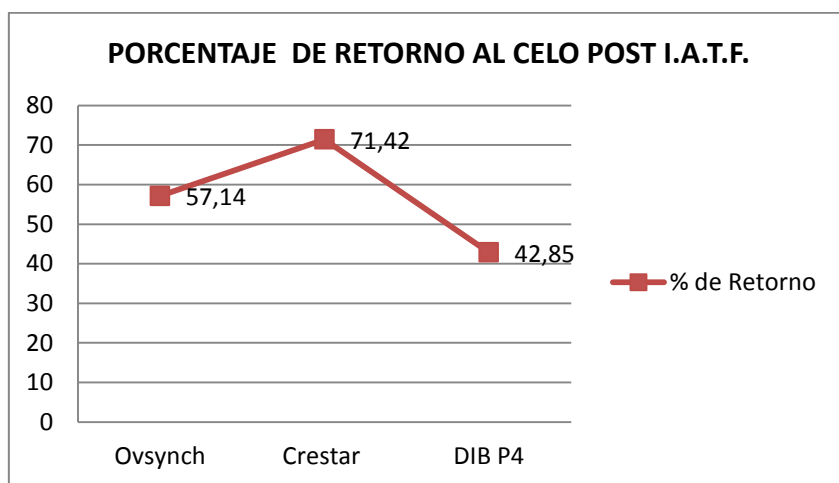


Figura 15: Porcentaje de animales que retornaron al estro post IATF, que tuvieron cada protocolo que se analizó.

La respuesta de los protocolos de sincronización en cuanto al porcentaje de retorno al celo post IATF, para el Protocolo uno fue del 57,14 %, para el Protocolo dos del 71,42 %; y para el Protocolo tres del 42,85 %, y en cuanto al tiempo de retorno al celo post IATF, para el tratamiento uno fue a los 21,4 días, para el protocolo dos fue a los 21,6 días, y para el protocolo tres al igual que el dos fue a los 21,6; es de resaltar que en los tres protocolos, el índice de retorno al estro es en un rango de 20 a 25 días, lo que indica en base a estos resultados que en los protocolos que utilizan PGF2 α e implantes de progesterona, permiten sincronizar los celos subsiguientes en animales que no quedaron preñados.

La respuesta a los protocolos que presentaron muestras de celo pos I.A. después de los 20 -25 días establecidos, demuestra que los animales con baja

C.C y animales anestrícos, no muestran una respuesta positiva ante la interacción de GnRH y prostaglandinas, una de las tantas razones para estos retornos al celo, puede ser lo que manifiesta (Lucy, 2001), de que el intervalo entre calores después de que las vacas han sido sincronizadas con una posterior IATF, muestra un mínimo de 14 días para retornar al estro y un máximo de 64 días, este intervalo entre calores tan largo puede deberse a una reabsorción o muerte embrionaria temprana pues la literatura reporta en varios estudios la presencia de muerte embrionaria como una de las causas de las bajas tasas de preñez en animales sometidos a protocolos de sincronización de la ovulación.

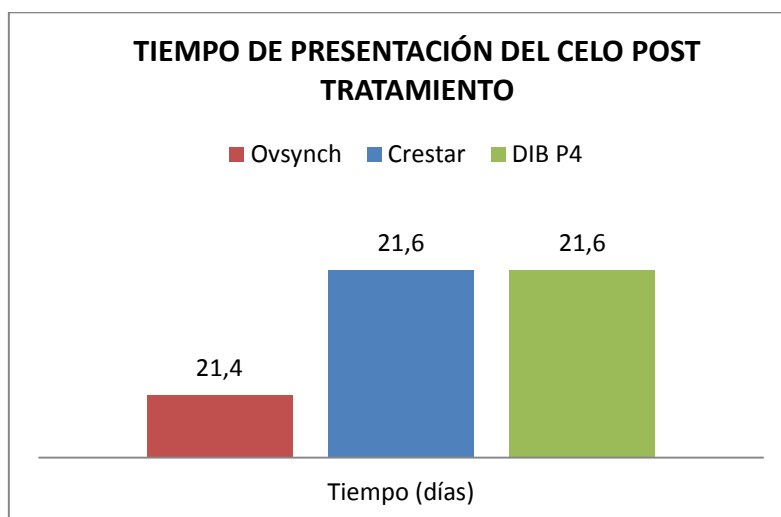


Figura 16: Índice de días en que los animales retornaron al estro post IATF, en los protocolos que se analizaron.

6 CONCLUSIONES

Al finalizar la presente investigación, se puede concluir lo siguiente:

- Dentro de los tres protocolos evaluados, dos de ellos el protocolo dos (Implantes de norgestomet) y el protocolo tres (DIB P4) llegaron a obtener mayor presencia de celo manifiesto, mayor intensidad y duración del mismo después de aplicar los tratamientos, y solo el protocolo (Ovsynch) lleva a una menor inducción del celo manifiesto en los animales.
- Se pudo determinar que el uso del protocolo Ovsynch en animales de baja condición corporal y en anestro, no dan resultados positivos, siendo el mismo más recomendable como manifiestan muchos autores, en animales que estén ciclando normalmente.
- El alto número de animales que retornaron al celo (17 UE) post IATF en los tres protocolos, puede tener diferentes causas, como deficiente nutrición de los animales, mal manejo del pastoreo, mal manejo sanitario y por diversas patologías en el aparato reproductor de la hembra; por lo que los resultados de los porcentajes de preñez pueden verse afectados dando un bajo número de unidades experimentales (UE) en gestación y por lo tanto un mayor número de animales que retornan al estro.
- Los animales tratados con el protocolo dos (Implantes de Norgestomet), presentaron síntomas de celo más temprano, cuya duración e intensidad fueron más elevados comparado con los otros dos tratamientos, pero en lo que se refiere al porcentaje de preñez fue el menor, ya que ningún animal quedo gestante; tomando en cuenta este dato se puede concluir que los animales que retornaron al estro post inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), por diferentes causas mencionadas anteriormente; para incrementar el porcentaje de preñez se deberá modificar el protocolo

implementando otras hormonas o mejorar las condiciones en las que se vea afectado los animales que se van a utilizar en el tratamiento.

- En la actualidad existen diferentes métodos de inducción y sincronización del estro en ganado bovino, con buenos resultados de preñez en vacas; el protocolo uno (Ovsynch) y el protocolo tres (DIB P4), obtuvieron igual número de UE en gestación, y fueron los tratamientos con los costos más económicos por animal, lo cual se concluye que para el medio donde se realizó esta investigación el protocolo con los mejores resultados tanto en la presentación, duración e intensidad del celo manifiesto, que fue de 16,6 (horas); 11,71 (horas) y 3,14 (intensidad bueno) respectivamente, y el porcentaje de gestación de 29% por lo cual se debe seguir aplicando el protocolo tres (DIB P4) y seguir obteniendo datos para comprobar su eficacia.
- Las vacas que no quedan preñadas por IATF, en general repiten su ciclo estral normalmente a los 21 a 25 días, por lo que las unidades experimentales UE que no quedaron gestantes están dentro de los parámetros establecidos como normales del retorno al estro; y este celo, puede ser aprovechado nuevamente para realizar inseminación a celo detectado.

7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de protocolos de sincronización de celos a base de fuentes exógenas de Progesterona (implantes y dispositivos vaginales) en interacción con eCG; de acuerdo a los resultados de este trabajo, son los que se recomienda utilizar en animales con un manejo extensivo, semiintensivo, al sogueo y con baja condición corporal, como es el caso de las hembras bovinas de nuestro medio. Pues son una herramienta biotecnológica que les ayuda a estacionalizar sus épocas de monta y con ello la época de pariciones y la venta de sus animales, esto puede brindarles una instrumento de organización de sus empresas.
- Hacer un seguimiento a los animales que van a estar en el tratamiento ya que estos pueden influenciar posteriormente en los resultados de gestación.
- En caso de aplicar sincronización de celo en vacas que tienen una condición corporal por debajo de lo establecido que de 3- 3,5, se recomienda aplicar el protocolo tres (Crestar) realizándole una modificación que es el día que se retira el implante subcutáneo se puede incluir 300 UI – 500 UI de eCG, para estimular el desarrollo folicular en animales con anestro o en vacas con post- parto temprano y condición corporal comprometida.
- Se recomienda para nuestro medio y dado que se cuenta con ganaderías de pocos animales, en programas de sincronización de celos, trabajar con IA a celo detectado y no a tiempo fijo, porque si se realiza IATF hay un menor porcentaje de concepción. Ya que los tratamiento con IATF se realiza en las grandes hatos bovinos.

- Debe considerarse el estado nutricional y la salud de los animales al momento del servicio y un periodo de descanso postparto mayor a los 50 días. Así también hay que tener en cuenta que para obtener buenos resultados de las sincronizaciones dependen de las instalaciones, la disponibilidad del personal calificado y principalmente el cumplimiento de los horarios establecidos así como el manejo correcto de las hormonas y su aplicación.

8 BIBLIOGRAFÍA

- **Alvarez P, Spicer LJ, Chase Jr CC, Payton ME; Hamilton TD, Stewart RE, Hammond AC, Olson TA & Wetteman RP 2000**, Ovarian And Endocrine characteristics during the estrous cycle in Angus, Brahman and Senepol cows in a subtropical environment Journal of Animal Science 78 1291-1302.
- **Bastos MR, Mattos MCC, Meschiatti MAP, Surjus RS, Guardieiro MM, Mourao GB, Pires AV, Pedroso AM, Santos FAP & Sartori R 2010**, Ovarian Function And Circulating hormones in nonlactating Nelore versus Holstein cows. Acta Scientiae Veterinariae 38 776 (abstract).
- **Bastos MR, Meschiatti MAP, Surjus RS, Prata AB, Lemes AP, Guardieiro MM, Santos FAP & Sartori 2012**, Estrus length and intensity in *Bos taurus* (Holstein) vs. *Bos indicus* (Nelore) nonlactating cows. Reproduction, Fertility and Development 23 110 (abstract).
- **Bó GA, Baruselli PS & Martinez MF 2003**, Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. Animal Reproduction Science 78 307-326.
- **BO, G.** Actualización del ciclo estral bovino. IV Jornadas Nacionales CABIA y I del MERCOSUR. 1998.
- **BO, G.** Reporte Interno Syntex S.A. Facultad de Cs. Veterinarias, UNCPBA. 2002.
- **Buaratini Jr J, Prince CA, Visinti JA & Bó GA 2000** Effects of dominant follicle aspiration and treatment with recombinant bovine somatotropin (BST) on ovarian follicular development in nelore (*Bos indicus*) heifers. Theriogenology 54 421- 431
- I.A.T.F. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista Bogotá, Universidad de la Salle, Facultad Ciencias Agropecuarias Programa de Zootecnia. 59 p.
- **Carvalho JB, Carvalho NA, Reis El, Nichi M Souza AH & Baruselli PS 2008** Effect of early luteolysis in progesterone- based timed AI protocols

in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology* 69 167-175

- **Casthilo C, Garcia JM, Renesto A, Nogueira GP & Brito LF 2007** Follicular dynamics and plasma FSH and progesterone concentrations during follicular deviation in the first post-ovulatory wave in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Animal Reproduction Science* 98 189-196
- **Callejas S.** Fisiología del ciclo estral bovino. Jornadas de biotecnología de la reproducción en hembras de interés zootécnico, UNLZ Y SYNTEX S.A., Lomas de Zamora 15- 16 Jun 1995. **Citado por SYNTEX S.A.** Fisiología reproductiva del bovino. Laboratorio de especialidades Veterinarias, Producción Animal, 2005.
- **Compendio De Reproducción Animal;** Intervet Internacional; páginas: 15-20.
- **De la Sota RL, Lucy MC, Staples CR & Thatchert WW 1993** Effects of recombinant bovine somatotropin (Sometribove) on ovarian function in lactating and nonlactating dairy cows. *Journal of dairy Science* 76 1002-1013
- **Ereno LR 2008** Gene expression of luteinizing hormone receptor (LHR) isoforms in granulosa cells of follicle from Nelore heifers before, during and after follicular deviation. PhD thesis, University of Sao Paulo State (Brazil).
- **Figueiredo RA, Barros CM Pinheiro OL & Sole JMP 1997** Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology* 47 1489- 1505
- **Gimenes LU, Fantinato Neto P, Arango JSP, Ayres H & Baruseli Ps 2009** Follicular Dynamics of *Bos Indicus*, *Bos taurus* and *bubalus bubalis* heifers treated with norgestomet ear implant associated or not to injectable progesterone. *Animal Reproduction* 6 256.
- **Gimenes LU, Sá Filho MF, Carvalho NAT, Torres-junior JRS, Souza AH, Madureira EH, Trinca LA, Sartorelli ES, Barros CM; Carvalho JBP,**

- Mapletof RJ & Baruselli PS 2008** Follicle deviation and ovulatory capacity in *Bos indicus* heifers *Theriogenology* 69 852-858
- **Ginther OJ, Wiltbank MC, Fricke PM, Gibbons JR & Kot K 1996** Selection of the dominant follicle in cattle. *Biology of Reproduction* 55 1187- 1194
 - **Gazque Gómez Ramón;** Enciclopedia Bovina UNAM; Primera edición 2008; Editorial de la FMVZ; páginas: 404,405.
 - **Galina Carlos; Valencia Javier;** Reproducción De Los Animales Domésticos; Limusa 3° edición 2008; páginas: 544-546.
 - **Lopez H, Satter LD & Wiltbank MC 2004** Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 81 209-223.
 - **Martínez I Camilo Andrés.** 2009. Evaluación de Cuatro Protocolos de Sincronización de Celos a los 35 Días Posparto en Vacas Cruzadas *Bos Taurus* por *Bos Indicus* Sobre el Porcentaje de Preñez y Días Abiertos con
 - **Mattos MCC, Bastos MR; Guardiero MM, Carvalho JO, Franco MM, Mourao GB, Barros CM & Sartori R. 2011** Improvement of embryo production by the replacement of the last two doses of porcine follicle-stimulating hormone with equine chorionic gonadotropin in Sindhi donors. *Animal Reproduction Science* 125 119-123
 - **Moolo MR, Rumpf R, Martins AC Mattos MCC, Lopes Jr, G, Carrijo LHD & Sartri R 2007** Ovarian Function in Nelore heifers under low or high feed intake. *Acta Scientiae Veterinariae* 35 958 (abstract).
 - **National Research Council 2000** Nutrient requirements of beef cattle. 7 rev ed, update 200. Washington : National Academy Press 232p.
 - **Pinheiro OL, Barros CM, Figueredo RA, Valle Er, Encarnacao RO & Padovani CR 1998** Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F₂ α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology* 49 667-681.

- **Pita F, Matute R, Intriago I**, Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en ganado *Bos indicus*; Revista 2003; Intervet-Ecuador.
- **Moncada, H.** El clima, la nutrición y la reproducción de bovinos en regiones cálidas colombianas. En: Manejo de la reproducción bovina en condiciones tropicales. Seminario Internacional. Memorias. Cartagena. CIPEC-CEGA; (1994); p. 11-90.
- **Manejo Reproductivo Del Ganado Bovino, M.A. Asprón**; www.ivis.org, 2-Apr-2004. In: Curso de Actualización - (Ed.) Publisher: International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, New York, USA.
- **Raso Miguel**, 2012. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). 203-206 p.
- **Rojas Cesar**; Evaluación De 3 Protocolos De Sincronización De Celo a
- Aplicando Inseminación Artificial A Tiempo Fijo (IATF) En Las Ganaderías Sur Oriental De La Hoya De Loja; Tesis Universidad Nacional de Loja; paginas: 17-54
- **Sartorelli ES, carvalho LM, Bergfelt DR, Ginyher OJ & Barros CM 2005** Morphological characterization of follicle deviation in Nelore (*Bos indicus*) heifers and cows. *Theriogenology* 63 2382-2494
- **Sartori R, Fricke PM Ferreira JC; Ginther OJ & Wiltbank MC 2001** Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. *Biology of Reproduction* 65 1403-1409.
- **Sergerson EC, Hasen TR, Libby Dw, Randel RD & Getz WR 1984** Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows: *Journal of Animal Science* 59 1026-1046.
- **Sartori R; Baruselli P. S; Barros C. M; Bastos M. R**; 10° Simposio Internacional De Reproducción Animal; primera edición; Instituto de reproducción de Córdoba; páginas: 25-33
- **Villa N, Morales C, Granada JF, Mesa H, Gomez G, Molina JJ**, Venezuela 2007. Evaluación de Cuatro Protocolos de Sincronización para Inseminación a Tiempo Fijo en Vacas *Bos indicus* Lactantes. Maracaibo.

Revista científica. Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas. 10 p.

- **Wilde O. R.; De La Vega A.; Cruz M. L.;** Manual De Inseminacion Artificial De La Hembra Bovina; Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán; Paginas: 1-13
- **Zeitoun MM, Rodriguez HF, Randel RD 1996** Effect of season on ovarian follicular dynamics in Brahman cows. Theriogenology 45 1577-1581.
- <http://www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=370>
- http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079822592007000500010&script=sci_arttext
- http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079822592007000500010&script=sci_arttext

9 ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
Fotografías tomadas en el trabajo de campo



Foto 1: Inserción del implante de norgestomet en el pabellón auricular.



Foto 2: inserción del DIB en la vagina



Foto 3: Secreción de moco vaginal que significa presencia de celo.



Foto 4: Síntoma de celo en las unidades experimentales, se ve que los animales se montan y se deja montar.



Foto 5: Vulva hinchada, otro síntoma de celo manifiesto.



Foto 6: proceso de la Inseminación en las diferentes UE.



Foto 7: Chequeo ecográfico después de los 41 días del IATF.