

**EFFECTO DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN EN RECEPTORAS DE EMBRIONES
USANDO BENZOATO DE ESTRADIOL Ó UN ANÁLOGO DE GNRH SOBRE LA TASA DE
PREÑEZ EN PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN BOVINOS**

**CAÑON RODRIGUEZ HARLEY DAVID
CÓDIGO:150213212**

**HERNANDEZ RAMIREZ JOAN STIVEN
CÓDIGO: 150215125**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD CIENCIA AGROPECUARIAS
PROGRAMA ZOOTECNIA
FUSAGASUGÁ 2020**

**EFFECTO DE LA SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN EN RECEPTORAS DE EMBRIONES
USANDO BENZOATO DE ESTRADIOL Ó UN ANÁLOGO DE GNRH SOBRE LA TASA DE
PREÑEZ EN PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN BOVINOS**

**CAÑON RODRIGUEZ HARLEY DAVID
CÓDIGO:150213212**

**HERNANDEZ RAMIREZ JOAN STIVEN
CÓDIGO: 150215125**

**PROYECTO DE GRADO OPCIÓN INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ZOOTECNISTA**

**DIRECTOR
GABRIEL VÉLEZ CUEVAS
MEDICO VETERINARIO
DOCTORADO EN REPRODUCCIÓN ANIMAL, LUDWIG MAXIMILIAN'S UNIVERSITÄT
MÜNCHEN – ALEMANIA**

**CODIRECTOR
JEHISON TORRES TORRES
MEDICO VETERINARIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD CIENCIA AGROPECUARIAS
PROGRAMA ZOOTECNIA
FUSAGASUGÁ 2020**

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	14
2.	PLANTEAMIENTO PROBLEMA	16
3.	JUSTIFICACIÓN.....	17
4.	OBJETIVO.....	18
4.1	Objetivo general.....	18
4.2	Objetivos específicos.....	18
5.	MARCO TEÓRICO.....	19
5.1	Historia de la sincronización de calores.....	19
5.2	Sincronización	19
5.3	Sincronía entre donadora y receptora.....	20
5.4	Escogencia de vacas donadoras élite.....	21
5.5	Producción de embriones en vacas donadoras.....	22
5.6	Requisitos para obtener una buena receptora.....	23
5.6.1	Correcta identificación.....	23
5.6.2	Adecuada nutrición.....	24
5.6.3	Buen manejo sanitario.....	24
5.6.4	Producción de receptoras para programas de transferencia de embriones.....	25
5.6.4.1	Cruzamiento de Brahman por Angus.....	26
5.6.4.2	Cruzamiento de Brahman por Shaver.....	27
5.6.4.3	Cruzamiento de Brahman por Simental.....	27
5.6.4.4	Cruzamiento de Brahman por Bon.....	28
5.6.4.5	Mestiza.....	29
5.7	Habilidad materna.....	29
5.8	Fisiología del aparato reproductor de la hembra bovina.....	30
5.8.1	Vulva.....	30
5.8.2	Cérvix.....	30
5.8.3	Cuerpo uterino.....	31
5.8.4	Cuernos uterinos.....	31
5.8.5	Oviductos.....	31
5.8.6	Ovarios.....	32
5.8.7	Cuerpo lúteo.....	32
5.8.8	Folículo.....	33
5.8.9	Ciclo estral bovino.....	34

5.9	Uso de GnRH en la sincronización de celos para protocolos de T.E.....	35
5.10	Uso de Benzoato en la sincronización de celos para protocolos de T.E. e IATF.	37
5.11	Uso de eCG en la sincronización de celos para protocolos de T.E e IATF.....	38
6.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	39
6.1	Ubicación y Características agro-climáticas:.....	39
6.2	Técnicas o instrumentos para la recolección de datos:.....	39
6.3	Universo, población y muestra:.....	39
6.4	Hipótesis:.....	40
6.5	Método de análisis:.....	40
6.5.1	Chi cuadrado de Pearson.....	40
6.6	Fórmulas de Excel.....	40
6.7	Infraestructura y Equipos.....	40
6.7.1	Infraestructura.....	40
6.7.2	Equipos.....	41
6.8	Metodología.....	41
6.9	Costos.....	42
6.9.1	Costo de la sincronización de la receptora.....	42
6.9.2	Costos de producción del embrión preñado.....	43
6.9.2.1	Cobro por la preñez de la receptora a los 90 días transferida.....	43
6.9.2.2	Reducción del costo de producción embriones.....	45
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
7.1	Preñez de receptoras con los protocolos que contienen las hormonas GnRH y Benzoato de estradiol.....	46
7.2	Preñez de receptoras de acuerdo con su cruzamiento.....	47
7.3	Preñez de receptoras de acuerdo con la colocación del embrión en el cuerno uterino. 48	
7.4	Preñez de receptoras de acuerdo con la edad del cuerpo lúteo.....	50
7.5	Receptoras aptas para recibir embriones.....	51
8.	IMPACTOS ESPERADOS.....	53
8.1.1	Impacto social.....	53
8.1.2	Impacto económico.....	53
9.	CONCLUSIONES.....	54
10.	RECOMENDACIONES.....	55
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	56

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1. La sincronización de calores permite la utilización de inseminación artificial y la transferencia de embriones a gran escala con la introducción de genética superior.	20
Tabla N° 2 producción normal de oocitos y embriones en hembras bovinas de raza Brahman.	22
Tabla N° 3. Plan anual de vacunación de receptoras con hato libre de brucelosis y tuberculosis.	25
Tabla N° 4. Porcentaje de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se implantó el embrión.....	31
Tabla N° 5. El tamaño del cuerpo lúteo es fundamental para garantizar la preñez de la receptora.	32
Tabla N° 6. Tamaño del cuerpo lúteo de acuerdo con los días del ciclo estral, desde el día 1 hasta el día cuatro.....	33
Tabla N° 7. Tasa de concepción en vacas inseminadas con diferentes tipos de hormonas.	35
Tabla N° 8. Costos de los medicamentos para sincronización de una receptora con los protocolos GnRH Y B.E.....	42
Tabla N° 9. Costos fijos de un trabajo de aspiración de 3 vacas donadoras utilizando la misma pajilla de semen para fecundar su oocitos y preparar 25 receptoras.....	43
Tabla N° 10. Costos fijos por embrión preñado en la transferencia de embriones con el protocolo GnRH para 234 receptoras aptas para recibir al embrión.	44
Tabla N° 11. Costos fijos de producción por embrión preñado con el protocolo Benzoato de estradiol para 280 hembras receptoras.....	44
Tabla N° 12. El costo del embrión ha bajado del 2008 al 2020 con el cambio de superovular a aspirar las vacas donadoras.	45
Tabla N° 13. Número de receptoras sincronizadas y preñadas con el protocolo que contienen la hormona GnRH.....	46
Tabla N° 14. Número de receptoras sincronizadas y preñadas con el protocolo benzoato de estradiol.....	46
Tabla N° 15. Porcentaje de preñez en los diferentes cruces de ganado de carne a las cuales se les ha transferido embriones utilizando el protocolo con GnRH.	47
Tabla N° 16. Porcentaje de preñez obtenida en los diferentes cruces de ganado de carne a las cuales se le ha transferido embriones utilizando el protocolo con Benzoato de Estradiol.....	47
Tabla N° 17. Número de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se le ha transferido el embrión usando el protocolo que contiene GnRH.....	48
Tabla N° 18. Resumen del número de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se le ha transferido el embrión usando el protocolo que contiene Benzoato de estradiol.....	49
Tabla N° 19. Resumen del número de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se le ha transferido el embrión usando el protocolo que contiene GnRH.....	50
Tabla N° 20. Número de receptoras transferidas de acuerdo con la edad del cuerpo lúteo en el protocolo Benzoato de estradiol.	50
Tabla N° 21. Porcentaje de receptoras aptas listas para recibir embriones.....	51

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica N° 1. Diferencia en ganancia de peso en receptoras con praderas abonadas con gallinaza.....	24
Gráfica N° 2. Porcentaje de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el protocolo utilizado.....	46
Gráfica N° 3. Porcentaje de preñez en los diferentes cruzamientos de la transferencia de embriones.	48
Gráfica N°4. Porcentaje de concepción del cuerno donde se transfirió el embrión.....	49
Gráfica N° 5. Porcentaje de concepción de receptoras transferidas de acuerdo con la edad del cuerpo lúteo.....	51
Gráfica N° 6. Receptoras transferidas no utilizadas y no aptas utilizando los protocolos GnRH he Benzoato de estradiol.	52

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Patrón medio de desarrollo del folículo dominante ovulatorio en vaquillonas de 16 -17 meses de edad, tratadas con B.E. (círculo) y GnRH (triángulo). Los patrones no difieren entre los grupos ($P>0,1$).....	34
Figura N° 2. Aplicación de dispositivo intravaginal de progesterona, GnRH, eCG, Y prostaglandinas.....	36
Figura N° 3. Aplicación de dispositivo intravaginal de progesterona, B.E., eCG., cipionato de estradiol y prostaglandinas.....	37
Figura N° 4 Planilla de recolección de datos por protocolos en receptoras	39

LISTA DE FOTOS

Foto N° 1. Donadora genotipificada con cría hembra, para transferencia de embriones.	22
Foto N° 2. Producción de oocitos producto de aspiración de vacas Brahman.	22
Foto N°3. Producción de embriones (FIV) listos para ser transferidos a vacas receptoras.	22
Foto N° 4. La numeración de la receptora debe ser clara y visible.	24
Foto N° 5. Receptoras F1 en condiciones óptimas para sincronizar.	26
Foto N° 6. Receptoras F1 Brangus con condiciones óptimas para sincronizar.	26
Foto N° 7. Receptora F1 Shabra con condiciones óptimas para sincronizar.	27
Foto N° 8. Receptora F1 Simbrah con condiciones óptimas para sincronizar.	28
Foto N° 9. Receptora F1 producto del cruzamiento de toro BON por vaca Brahman.....	29
Foto N° 10. Receptoras paridas con buena habilidad materna.	30
Foto N° 11. Cuerpo lúteo de excelente calidad que garantiza buen porcentaje de preñez.	32
Foto N° 12. En la pantalla del ecógrafo los folículos se caracterizan por ser estructuras relativamente circulares.	33
Foto N° 13. Los signos de estro o celo ocurren gracias a la presencia de estrógenos provenientes del folículo.	35

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
B.E.	Benzoato de estradiol
BRG	Branagus
CL	Cuerpo Lúteo
C.L.D.	Cerno del lado derecho
C.L.I.	Cuerno del lado izquierdo
eCG	Gonadotrofina corionica equina
FsH	Hormona folículo estimulante
GnRH	Hormona liberadora de la gonadotrofina
I.A.T.F.	Inseminación artificial a tiempo fijo
IM	Intra muscular
LH	Hormona leutelizante
MTZ	Mestiza
PG	Prostaglandinas
PIV	Producción in-vitro
SB	Shabra
SMB	Simbrah
T.E.	Transferencia de embriones

DEDICATORIA

Primeramente, agradecer a Dios que me brindo salud y fortaleza en esta pandemia, a mis padres Manuel Ignacio Cañon Ortiz y Concepción Rodríguez Rodríguez, que con su apoyo y cariño nunca me dejaron solo en este proceso de formación profesional como Zootecnista, a mis hermanos por su apoyo total y a mis sobrinos demostrarles que con dedicación y juicio se logran las metas.

CAÑON RODRÍGUEZ HARLEY DAVID

En primer lugar, a Dios quien iluminó mi camino en estos años de transición académica.

A mi abuela Margarita que en el cielo está y fue mi inspiración para no desertar

A mis padres y mis hermanos por su apoyo incondicional y compartir mi pasión por los animales y la zootecnia.

HERNANDEZ RAMIREZ JOAN STIVEN

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primeramente a la persona que nos guió e iluminó con su experiencia y excelente formación académica al Dr. Gabriel Vélez Cuevas, quien con sus consejos de profesional nunca nos dejó fallecer, el cual nos compartió sus experiencias académicas y profesionales ante situaciones que se nos puede presentar a un futuro en este largo camino como profesional de la zootecnia.

Al Dr. Jeison Torres, docente de reproducción animal en la Universidad de Cundinamarca, el cual siempre estuvo presente ante las dudas e incógnitas que se presentaban en este largo camino académico.

Agradecer profundamente al administrador de la granja Santa María Genaro Vásquez quien, con su experiencia en el manejo de receptoras para embriones, nos permitió ingresar a su zona de confort donde cada día se vivía una experiencia nueva en el manejo de los animales.

A los operarios Pascual Rubiano Alarcón y Héctor Castellanos Cuella, personas que con sus años de experiencia trabajando con la ganadería nos enseñaron muchas cosas respecto al manejo de los animales.

CAÑON RODRÍGUEZ HARLEY DAVID

HERNANDEZ RAMIREZ JOAN STIVEN

RESUMEN

El objetivo de esta investigación ha sido la de evaluar la diferencia en el porcentaje de preñez en receptoras bovinas con dos tratamientos de sincronización de celos; un análogo de la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) y benzoato de estradiol (B.E.) en las siguientes variables: receptoras F1, cuerno uterino donde se implantó el embrión, número de días transcurridos entre el celo de la sincronización, el implante del embrión y porcentaje de receptoras aptas con cada medicamento. En el primer protocolo se utilizó en el día del implante un progestágeno y la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) y al retiro se aplicó prostaglandina y gonadotropina coriónica equina (eCG); en el segundo grupo se aplicó en el día del implante, un progestágeno y benzoato de estradiol (B.E.) y al momento del retiro se aplicó prostaglandina, gonadotropina coriónica equina (eCG) y cipionato de estradiol.

Para la investigación se utilizaron 690 receptoras, obtenidas de cruzamientos por lado materno de raza Brahman y por el lado paterno de las razas europeas como Angus, Shaver, Simmental y la raza criolla colombiana Bon, con edades entre los 2 y los 11 años, seleccionadas por fertilidad y buena habilidad materna, cuya función primordial ha sido la de multiplicar la genética de vacas donadoras élites. Además, se utilizaron hembras mestizas de cruzamientos entre las razas cebuínas y europeas. La investigación se realizó en la central de receptoras "Santa María", ubicada en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca a 1.400 m.s.n.m.

Al comparar el porcentaje de preñez a los 30 días de gestación en los dos protocolos no se encontró diferencias significativas ($P>0,05$) entre el tratamiento con GnRH (55%) y B.E. (52%). Este resultado hace posible reemplazar el tratamiento de B.E., con GnRH.

En cuanto a los cruzamientos utilizados, los resultados fueron analizados con la prueba estadística chi-cuadrado. Las receptoras F1 sincronizadas con los protocolos GnRH y B.E., no influyen significativamente ($P>0,05$) en el porcentaje de preñez. Con GnRH el mayor porcentaje de preñez fue para Simbrah con un (61%), seguida de Brangus (55%), Shabra (47%), Bon (44%) y Mestiza (43%). Con B.E., el mejor cruzamiento es el Shabra con un (58%) seguido del Bon (56%), Brangus (55%), Simbrah (47%) y Mestiza (37.5%).

Al analizar el porcentaje de preñez para los embriones transferidos en los dos cuernos no existe diferencia significativa ($P>0,05$) tanto con el protocolo con GnRH como con B.E., con GnRH en el cuerno derecho se transfirieron un total de 141 embriones obteniendo un porcentaje de preñez del (60%), en el cuerno izquierdo se transfirieron 93 embriones con una preñez del (47%). En el implante del embrión en el cuerno derecho, con el protocolo B.E., se transfirieron un total de 161 embriones para un porcentaje de preñez del (51%), en el cuerno izquierdo se transfirieron 119 embriones con un porcentaje de preñez del (53%). El mejor día para transferir el embrión fresco es el día 9 y 8 con los dos tratamientos. Con el protocolo GnRH en el día 9 se obtuvo un (61%) seguido del día 8 con un (57%), el día 7 con (48%) y las receptoras que no se vieron en calor con un (47%). Para este tratamiento no hay diferencia significativa ($P=0,23$) entre los días que se implantó el embrión. Donde sí se evidencio que hay diferencias significativas ($P=0,02$) es con el protocolo B.E., el mejor día para transferir el embrión fresco fue el día 8 con un (56%), seguido de las receptoras que no se vieron en calor con el (53%) y del día 7 con un (36%).

ABSTRACT

The objective of this research has been to evaluate the difference in the percentage of pregnancy in recipients with two different estrus synchronization treatments: a gonadotropin releasing hormone (GnRH) analog and estradiol benzoate (B.E.) with the following variables: F1 recipients, uterine horn where the embryo was implanted, number of days between the estrus for synchronization, embryo implantation, and percentage of suitable recipients with each medication. In the first protocol, a progestogen and gonadotropin-releasing hormone (GnRH) were used on the day of implantation, and prostaglandin and equine chorionic gonadotropin (eCG) were applied on withdrawal. In the second group, a progestogen and estradiol benzoate (E.B.) were applied on the day of implantation and prostaglandin, eCG, and estradiol cypionate were applied at the time of withdrawal.

For the research, 690 recipients were used. The recipients were crossbred on the maternal side from Brahman and on the paternal side from European breeds such as Angus, Shaver, Simmental and the Colombian criollo breed, Bon. Recipients ranged in ages between 2 and 11 years old. They were selected for fertility, functionality and good maternal ability, as well as their function to multiply the genetics of elite donor cows. In addition, crossbred females were used from crosses between Zebu and European breeds. The research was carried out in the central of recipients "Santa María", located in the municipality of Fusagasugá, Cundinamarca at 1400 m.s.n.m.

When comparing the percentage of pregnancy of the two protocols, no significant difference ($P>0.05$) was found between the treatment with GnRH (55%) and B.E. (52%). This result makes it possible to replace the treatment of B.E. with GnRH.

As for the crossbreed used, the results were analyzed with the chi-square statistical test. The F1 recipients synchronized with GnRH and B.E. protocols did not significantly ($P>0.05$) influence the pregnancy percentage. The highest percentage of pregnancy with GnRH was for Simbrah with 61%, followed by Brangus (55%), Shabra (47%), Bon (44%) and crossbred (43%). With B.E., the best pregnancy percentage is Shabra with (58%), followed by Bon (56%), Brangus (55%), Simbrah (47%) and crossbred (37.5%).

When analyzing the percentage of pregnancy for the embryos transferred in the two uterine horns there is no significant difference ($P=0.06$) between the GnRH and B.E. protocols. With the GnRH protocol, a total of 141 embryos were transferred into the right horn obtaining a pregnancy percentage of (60%). In the left horn, 93 embryos were transferred and (47%) resulted in pregnancy. With the B.E. protocol and embryos being implanted into the right horn, a total of 161 embryos were transferred, obtaining a pregnancy rate of (51%), and in the left horn 119 embryos were transferred, obtaining a pregnancy rate of (53%). The best day to transfer a fresh embryo is the 9th day after standing estrus with GnRH treatment and the 8th day with B.E., treatment. With the GnRH protocol on day 9 a (61%) pregnancy rate was obtained, followed by day 8 (57%), day 7 (48%) and the recipients who were not seen in estrus (47%). For this treatment, there is no significant difference ($P=0.23$) between the days the embryo was implanted. There is evidence of a significant difference ($P=0.02$) with the B.E., protocol. The best day to transfer a fresh embryo was day 8 (56%), followed by the recipients who were not seen in estrus (53%) and day 7 (36%).

1. INTRODUCCIÓN.

Duica (2017) citado por Uribe (2018), define la biotecnología reproductiva como la aplicación de principios científicos biológicos con fines industriales y que al ser aplicada en la reproducción se convierta en una herramienta útil para aumentar la eficiencia reproductiva de los animales.

A nivel mundial el uso de las biotecnologías reproductivas en sistemas de producciones agropecuarios, buscan ser más eficientes y encontrar metas que establezcan rentabilidad económica, mejoramiento genético y superioridad sobre otras empresas (Uribe 2018).

Una de las biotecnologías reproductivas más utilizada en los últimos años es la transferencia de embriones (T.E.). Mapletoft y Bó (1999) la definen como la transferencia de embriones al útero materno bovino. Esta técnica multiplica la producción de embriones de vacas donadoras élites (Ruiz y Vélez, 2020), acelera el progreso genético y hace posible la producción a gran escala de hembras por la fecundación de los oocitos con semen sexado. Con el actual desarrollo de congelación de embriones por el método convencional de vitrificación y transferencia directa se permite la formación de reservas genómicas en forma de banco de embriones, facilitando el transporte y en consecuencia el comercio de material genético. Gracias a lo mencionado anteriormente los animales nacen en su lugar de destino y se adaptan más fácilmente al macro y microclima de la región.

En Colombia la transferencia de embriones (T.E.) como herramienta de mejoramiento, se ha utilizado durante los últimos 35 años con embriones convencionales producidos por superovulación y desde hace aproximadamente 20 años con embriones producidos por técnicas de producción in-vitro (PIV) (Uribe 2018, Oyuela 2009).

Para tener éxito en la transferencia de embriones se hace indispensable contar con receptoras que respondan a la aplicación de medicamentos que terminan en una adecuada sincronización (Vélez 2011, Vélez 2020). Los fármacos más utilizados actualmente son los progestágenos, la Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH), benzoato de estradiol (B.E.), prostaglandinas, gonadotropina coriónica equina (eCG), cuyas funciones principales son las de sincronizar la aparición de una nueva onda folicular, estimular el crecimiento folicular, inducir la luteólisis del cuerpo lúteo (CL) y finalmente sincronizar la ovulación.

La pre-sincronización con la Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) consiste en la estimulación de la liberación de gonadotropinas; hormona Luteinizante (LH) y hormona foliculo estimulante (FSH) por parte de la adenohipófisis con folículos dominantes, de modo que se producirá la ovulación y tras dejar pasar el celo comenzará otra onda folicular (Bo y Mapletoft 2014). La utilización de GnRH ha sido un tratamiento hormonal muy popular para el desarrollo folicular en los últimos tiempos y de gran utilidad en los países que tienen restringidos el uso de estrógenos (Vélez, 2020).

Bó y et al., (1994) asegura que el benzoato de estradiol tiene dos funciones principales: una de ellas, cuando se aplica al inicio del tratamiento con progestágenos, tiene la finalidad de provocar la atresia de los folículos existentes para así inducir el surgimiento de una nueva oleada folicular, lo que asegura la presencia de un folículo nuevo y un oocito viable al finalizar el tratamiento. Cuando el estradiol se aplica al retiro del progestágeno, induce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo a su vez la liberación de GnRH, la cual es capaz de aumentar los pulsos y la frecuencia

de la LH, logrando con ello que se unifique y se reduzca el tiempo en que se presenta la ovulación (Lefebvre y et al., 1992; Lucy y et al., 2004).

El efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en los bovinos se debe a su doble actividad tipo hormona foliculoestimulante (FSH) y luteinizante (LH). Su administración estimula el desarrollo de los folículos de tamaño medio y grande e induce la ovulación del folículo dominante presente en el momento del tratamiento, siendo su efecto dosis dependiente (mayor respuesta ovárica con dosis elevadas). La gonadotropina coriónica equina (eCG) no solo puede aumentar los niveles de progesterona por este mecanismo, si se aplica días después de la ovulación también incrementa dichos niveles hormonales (Rensis F y López, 2014).

Las prostaglandinas (PG) son compuestos lipídicos derivados de ácidos grasos y similares a las hormonas, fueron descubiertas por Sune Kart Bergstrom, un hallazgo que le valió la obtención del Premio Nobel de Medicina en 1982. La prostaglandina F2 alfa y sus análogos sintéticos producen en el bovino la regresión del cuerpo lúteo y el cese de la síntesis de progesterona. El cuerpo lúteo es sensible a la acción luteolítica de la PG desde el día 6 al 18 del ciclo estral, induciendo el pro-estro y la sucesión de un celo fisiológico de 36 a 120 horas después de la inyección, con un pico de aparición de celos a las 60 horas., Munar (2019).

Palabras Claves: Transferencia de embriones (T.E.) - Receptoras - Prostaglandinas - Progestágenos - Benzoato de estradiol (B.E.) - Gonadotropina coriónica equina (eCG) - Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) - Cuerpo Lúteo (C.L.).

2. PLANTEAMIENTO PROBLEMA.

Todos los medicamentos utilizados en la sincronización de celos deben garantizar no dejar residuos tóxicos en la carne y leche para consumo humano. A continuación, se observan varios autores y entidades de diferentes países que prohíben el uso del benzoato de estradiol (B.E.).

Fernández y et al., (2014) reporta que hay una gran variedad de sustancias farmacológicas que se emplean con distintos fines en la producción de animales. Estas sustancias pueden dejar residuos en los alimentos procedentes de los animales tratados (carne, leche, miel, entre otros), que llegan al consumidor y pueden tener diferentes efectos tóxicos en el mismo.

Sargeant (2007), en un informe publicado por la “Meat and Livestock Australia Limited” sobre el uso de promotores de crecimiento, indica que el benzoato de estradiol (B.E.) en particular se señala como potencialmente cancerígeno.

El benzoato de estradiol o cipionato de estradiol es un fármaco que estaba disponible anteriormente para su uso como hormona estrogénica para el tratamiento reproductivo. Hoy en día no está permitido su uso en programas de sincronización de celos (Departamento de Drugs & Foods de los Estados Unidos de Norteamérica, 2009).

Investigaciones emergentes sugieren que el estrógeno activa los genes cancerígenos (oncogenes), que aumentan el riesgo de cáncer de pecho y de cáncer endometrial (estudios hechos en humanos). Algunas formas del cáncer de pecho son estrógeno relacionadas y las drogas tales como agonistas del factor inhibidor del aromatase y antagonistas del estrógeno gonadotropina, estos se utilizan para cegar efectos del estradiol en estos tumores. Los estrógenos también se han conectado a varias condiciones no cancerígenas tales como endometriosis, fibrosis uterinos y extracción de aire uterina anormal (By Ratan-NM y M. Pharm., 2019).

En la revista “FARAD DIGEST, en su artículo de actualización sobre las drogas prohibidas del uso extralaboral en los animales de alimentación” argumenta que el benzoato de estradiol (B.E.) es una droga que estaba disponible previamente para su uso como hormona estrogénica para el tratamiento reproductivo en animales de alimentación, se limitaba principalmente a la sincronización del celo en el ganado vacuno. Posteriormente se retiró del mercado, y la única forma en que los profesionales pueden obtenerla es mediante la composición de sustancias a granel (Jenifer y et al., 2009).

3. JUSTIFICACIÓN.

Para aprovechar el uso de las últimas tecnologías reproductivas es indispensable la aplicación de protocolos de sincronización eficientes que aumenten el número de crías nacidas (Mora, 2019), pero que en ninguna circunstancia los medicamentos utilizados dejen residuos con efectos tóxicos en la carne y leche para consumo humano.

Aunque Nava (2020) argumenta que la prohibición en el uso de benzoato de estradiol (B.E.) tendría la consecuencia de reducir la tasa de preñez promedio en los programas de inseminación a tiempo fijo (I.A.T.F.) entre un 10% y un 15%, según ensayos llevados a cabo tempranamente por Nava (2011; 2013), Vélez (2020) demuestra que con el uso de protocolos libres de (B.E.) no se bajan los porcentajes de preñez con receptoras en programas de transferencia de embriones.

El departamento de Drugs & Foods de los Estados Unidos de Norteamérica (2009), la revista "FARAD DIGEST (Jenifer y et al., 2009), Fernández y et al., (2014), Sargeant (2007), reportan claramente la prohibición del uso del benzoato de estradiol (B.E.) en programas reproductivos.

La siguiente investigación se realizó con el fin de mostrar con datos estadísticos confiables a la comunidad científica académica y productiva que la sincronización de protocolos con la Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) será una opción viable para la sustitución del benzoato de estradiol (B.E.).

4. OBJETIVO.

4.1 Objetivo general.

Comparar el efecto de la sincronización de la ovulación en receptoras de embriones usando protocolos de benzoato de estradiol (B.E.) y hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) sobre la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones en bovinos.

4.2 Objetivos específicos.

1. Identificar cuáles de las receptoras con cruzamientos entre la raza Brahman, europeas y criolla colombiana (blanco orejinegro) resultan con mayor porcentaje de preñez de acuerdo con los protocolos utilizados.
2. Determinar el porcentaje de preñez de acuerdo con el cuerno donde se le ha transferido el embrión.
3. Valorar el número de receptoras preñadas de acuerdo con la edad del cuerpo lúteo después del celo de la sincronización.
4. Calcular el porcentaje de receptoras aptas para recibir el embrión utilizando la sincronización con la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) y el benzoato de estradiol (B.E.).

5. MARCO TEÓRICO.

5.1 Historia de la sincronización de celos.

Hammond en (1927) y quien fue citado por Vélez (2011), fue el primero en sincronizar vacas usando el cuerpo lúteo por palpación rectal. La primera sincronización de una donadora y receptora que produjo un ternero se realizó por el laboratorio de Willet y Casida de la universidad de Wisconsin en 1951 utilizando progestágenos naturales compuestos de progestágenos sintéticos que se produjeron a comienzos de los años 50 y las prostaglandinas a comienzos de los años 70. El primer ternero por transferencia se produjo en 1949 de una vaca de matadero con cinco días de fecundada y transferido a una receptora por método quirúrgico.

La farmacología de las prostaglandinas ha generado un gran interés en la investigación desde 1960, pero su historia se remonta al año 1930 en que dos ginecólogos norteamericanos Kurzrok y Lieb (1939), observaron que la musculatura uterina se contrae o relaja cuando se ponía en contacto con semen humano. Algunos años más tarde Goldb en Inglaterra y Von Euler en Suecia independientemente, reportaron contracción de músculo liso y actividad vaso depresora en líquido seminal y en las glándulas accesorias reproductivas. En 1935 Von Euler denominó a este grupo de sustancias "Prostaglandinas". Naranjo (1981).

La primera transferencia de embriones fue realizada a finales del siglo XIX por Walter Heape, quien transfirió embriones de una coneja a otra para estudiar la influencia del útero en el fenotipo de los conejos. En Inglaterra entre 1920 y 1930, Marshal y Hammond, citados por Vélez (2011), transfirieron embriones de coneja a coneja para estudiar la viabilidad de cultivar y fueron los primeros investigadores en usar la superovulación utilizando hormonas de la pituitaria. En este tiempo se reconoció que las preparaciones gonadotrópicas de la pituitaria tenían un efecto mayor a la Gonadotropina coriónica equina (eCG).

Siguiendo con su investigación Donalson (1982), citado por Vélez (2011), documentó que la primera preñez para ovejas y cabras fue realizada en 1934, para vacas en 1949, para cerdas y yeguas en 1951 y para humanos en 1978. En Colombia la transferencia de embriones (T.E.) como una herramienta, se ha utilizado intensamente en los últimos años con embriones producidos por superovulación y desde hace 20 años con embriones producidos por técnicas de producción in-vitro, posicionando al país como productor de ganado élite especialmente de la raza Brahman. Gran parte de este desarrollo fue debido a la aceleración en el mejoramiento genético dado por las biotecnologías de T.E., ampliamente usadas en la actualidad tal como lo reporta Oyuela (2009).

5.2 Sincronización

La sincronización en bovinos es la técnica que emplea el uso de hormonas con el propósito de programar en las hembras el celo y su posterior inseminación o transferencia de embriones (T.E.). La aplicación de la sincronización introduce la mejor y más productiva genética, al poder utilizar la inseminación artificial y T.E. en forma masiva y en la actualidad es la biotecnología reproductiva más difundida a nivel mundial (Cattaneo, 2019).

Según Vélez (2019), las ventajas que se obtiene en una sincronización son:

- ❖ Planificación de la época de partos. Es necesario estudiar cuál es la estación más fértil del año para desarrollar los programas de T.E. e I.A.T.F.
- ❖ Disminución en el número de toros en las fincas, permitiendo la inversión en semen de toros con pruebas de producción.
- ❖ Se evita la baja eficiencia de la detección de celos que influye drásticamente en el costo de producción de la vaca.
- ❖ Hay muchos factores que pueden afectar a la detención de los celos, muchas veces la persona encargada de mirarlos no utiliza el tiempo adecuado para observar los animales o combina la detección de celos con otras actividades.
- ❖ El uso de buenos protocolos de sincronización permite acortar la temporada anual de servicios logrando producir un ternero por vaca servida por año.
- ❖ Se puede aprovechar en preñar las hembras en las temporadas de monta cuando hay una buena comida. Matinha (2019) citado por Vélez (2020) ha logrado reducir el programa anual de monta de 90 a 65 días gracias al programa de sincronización de celos.
- ❖ Hoy en día se cuenta con buenos medicamentos para la sincronización siempre y cuando se aplique siguiendo las instrucciones de un médico veterinario.
- ❖ En novillas, aumenta la tasa de fertilidad permitiendo la inseminación de un gran número de animales por día.
- ❖ Permite la utilización de inseminación artificial y transferencia de embriones a gran escala con la introducción de genética superior (Ver tabla N° 1).
- ❖ Permite la inseminación artificial a tiempo fijo y la transferencia de embriones por la concentración del celo en un solo día.

Tabla N° 1. La sincronización de celos permite la utilización de inseminación artificial y la transferencia de embriones a gran escala con la introducción de genética superior.

HEMBRAS	TOTAL	PREÑADAS	%	AUTOR	LUGAR
Receptoras en programas de T.E.	451	239	52	VÉLEZ, 2010	FUSAGASUGÁ
Receptoras en programas de T.E.	296	151	51	VÉLEZ, 2019	FUSAGASUGÁ
BIOTEGAN ® T.E.	9725	4084	42	BIOTEGAN ®, 2018	TODO COLOMBIA
Novillas y vacas Brahman en programas de IATF.	87	52	60	VÉLEZ, 2019	GIRARDOT
Pajonales triunfo I.A.T.F.	1720	567	33	HÉNAO, 2018	AMBALEMA
Pajonales triunfo I.A.T.F.	745	275	37	HÉNAO, 2018	AMBALEMA
Puro pajonales I.A.T.F.	345	113	33	HÉNAO, 2018	AMBALEMA

Adaptado de: Vélez (2020).

5.3 Sincronía entre donadora y receptora.

La sincronización de celos en receptoras de embriones y su sincronía con la vaca donadora han tenido un inmenso trabajo por cerca de un siglo (Donalson, 1982, Cutaiya y et al., 2003, Bo y Cedeño, 2019, Vélez, 2011, Vélez, 2020)

Según Munar (2020), la sincronización de celos y transferencia de embriones (T.E.) solamente son posibles de aplicar en vientres donantes y receptoras vacías normales con síntomas y signos de actividad ovárica, en buenas condiciones corporales y con un balance energético positivo en la

alimentación, que se traduce en ganancia de peso y mejoramiento del estado general. (Ponce, et al., 2019) reporta que en el mundo se transfieren más de 500,000 embriones en el ganado bovino al año. El comité de recuperación de datos de la Sociedad Internacional de (T.E.) reportó en el año de 2013 un incremento en la recolección de embriones en África (11.2%), América del Norte (10.3%), Asia (4.7%), y una disminución en América del Sur (14.2%) y Oceanía (6.5%); Europa se mantuvo estable con una caída del 0.4% (Perry, 2016).

Los porcentajes de producción de embriones han permanecido estáticos a través del tiempo con un promedio de 6.2 embriones viables colectados por donante (Blondin, 2015). La variabilidad en la respuesta a los tratamientos de superovulación por las donadoras de embriones continúa siendo el mayor problema en los programas comerciales de transferencia de embriones (Bó y Cedaño, 2019). El éxito de los programas de superovulación y recolección de embriones en vacas donadoras depende de algunos factores como; las condiciones ambientales, el manejo reproductivo y hormonal practicado a las hembras donadoras (gonadotropinas y gonadotropina coriónica equina (eCG), hormona folículo estimulante (FSH), dinámica folicular de cada donante, tales como el tamaño de la población folicular o el número de ondas foliculares (Bó y Maplatoft, 2014; Mikkola y Taponen, 2017; Bó y et al., 2018). Vélez (2020) reporta que gracias a la técnica de aspiración folicular (FIV) no es necesario superovular las vacas debido a esto se facilita el manejo, se disminuye el uso de semen y se puede producir un promedio de cuatro preñeces mensuales por donadora.

5.4 Escogencia de vacas donadoras élite.

Según Tribulo (2019) Ruiz y Vélez (2020) los criterios actuales para la escogencia de vacas donadoras élites (ver foto N°. 1) y obtener un buen número de crías de superioridad genética de embriones para colocar en receptoras son los siguientes:

- ❖ Poseer todos los registros productivos, Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDs) y genómica.
- ❖ Ciclos estrales regulares y que hayan comenzado a temprana edad.
- ❖ Dos o menos servicios por concepción para obtener los partos anteriores.
- ❖ Comportamiento individual superior en características de importancia.
- ❖ Crías superiores a la media del destete.
- ❖ Ningún defecto genético o de conformación detectable.
- ❖ Aspirar después de que haya producido la primera cría.
- ❖ condición corporal moderada de 3 a 3.5.
- ❖ Historia de un buen comportamiento reproductivo.

Foto N° 1. Donadora genotipificada con cría hembra, para transferencia de embriones.



Adoptado de: Vélez (2020).

5.5 Producción de embriones en vacas donadoras

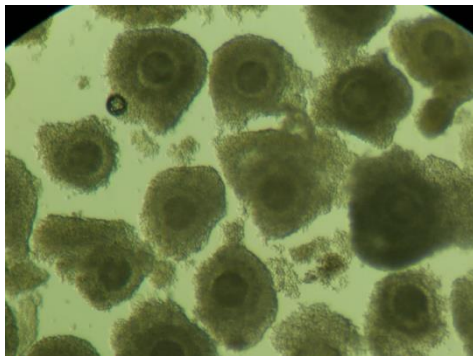
La producción de embriones actualmente se puede realizar bien por el método tradicional, donde se fertilizan los oocitos en el útero de la vaca donadora o bien por aspiración folicular (OPU). Por este procedimiento es importante obtener la mayor cantidad posible de oocitos rodeados con el mayor número de células para que sean empleados en fecundación in vitro (FIV) en laboratorio y logren una maduración y desarrollo embrionario exitoso para obtener un mayor número de embriones transferibles (Grajales y et al., 2018).

Tabla N° 2. Producción normal de oocitos y embriones en hembras bovinas de raza Brahman.

RAZA	N° DE OOCITOS	N° DE EMBRIONES
BRAHMAN	18 - 25	6 - 8

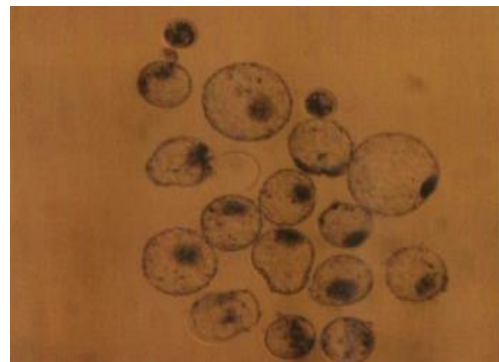
Adoptado de: Vélez (2016).

Foto N° 2. Producción de oocitos producto de aspiración de vacas Brahman.



Adoptado de: Vélez (2020).

Foto N°3. Producción de embriones (FIV) listos para ser transferidos a vacas receptoras.



Adoptado de: Gómez (2016).

Caicedo (2008), argumenta que el ultrasonido se sumó a las técnicas existentes como recurso importante para el control de la actividad ovárica. Recientemente, la producción de embriones in vitro (FIV), con oocitos de animales sacrificados, constituye el nuevo marco en la investigación de la reproducción bovina. Por último, la posibilidad de obtener oocitos de animales vivos, por aspiración folicular guiada por ultrasonido (OPU) permitió el uso intensivo del material genético de las hembras superiores y ofrecer crías hembras de alto valor genético procedentes de animales con problemas reproductivos adquiridos en novillas prepúberes y vacas gestantes.

5.6 Requisitos para obtener una buena receptora.

En el éxito de un programa de transferencia de embriones influyen muchos factores; uno de los más importantes es la selección de las receptoras (González, 2001; Chagas y et al., 2002; Sartori y et al., 2004, Vélez, 2011, Vélez, 2020) (Ver foto N° 7), éstas deben ser saludables y reproductivamente sanas (Huertas, 1991) verificando la presencia de estructuras que demuestran ciclicidad ovárica. Según Gordon, (1999) el objeto de la exploración y valoración clínico-reproductiva es rechazar animales con anomalías reproductivas (órganos sexuales juveniles, hermafroditismo, ninfomanía, infecciones uterinas, entre otros) descartando también novillas que presenten sobrepeso.

Según Vélez (2011), las condiciones que debe cumplir una buena receptora son las siguientes:

- ❖ Correcta identificación.
- ❖ Adecuada nutrición.
- ❖ Buen manejo sanitario.
- ❖ Producción de hembras F1.
- ❖ Habilidad materna.
- ❖ Poseer un aparato reproductor funcional.

5.6.1 Correcta identificación.

Vélez (2020) argumenta que el animal debe contar con un número claro colocado con hierro caliente en el anca bien sea derecha o izquierda o una orejera con un número claro colocada en la oreja derecha o izquierda. Las numeraciones deficientes dificultan las prácticas de manejo e identificación de los embriones y no son admitidos por las asociaciones donde se va a registrar el embrión.

Cada receptora debe que tener una información mínima consignada en un programa ganadero, las cuales son:

- ❖ Identificación de padre y madre.
- ❖ Fecha de nacimiento.
- ❖ Cruzamiento.
- ❖ Pesos en diferentes edades.

Foto N° 4. La numeración de la receptora debe ser clara y visible.

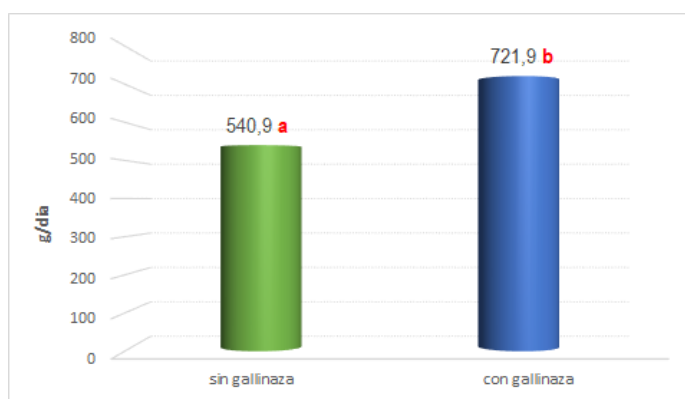


Adoptado de: Vélez (2020).

5.6.2 Adecuada nutrición

Para producir grandes cantidades de forrajes es necesario la aplicación de gallinaza en el suelo, abono que va a ayudar a satisfacer los altos requerimientos necesarios para que los forrajes crezcan rápidamente (Vélez, 2020). Vélez (1995), en su artículo “Aumento de forraje con abono de gallinaza”, manifiesta que resulta muy atractivo aplicar gallinaza para obtener éxito en un programa de alta selección (ver gráfica N°1). En la gráfica N°1, se observan los resultados de un estudio realizado durante 52 días en la ganancia de peso diario de novillas destinadas a receptoras, alimentadas en praderas con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), en “ganadería San Gabriel”. Hay una diferencia significativa ($P < 0.01$) entre los animales que pastan en praderas fertilizadas con gallinaza (Vélez, 2019).

Gráfica N° 1. Diferencia en ganancia de peso en receptoras con praderas abonadas con gallinaza.



Adoptado de: Vélez (2020).

5.6.3 Buen manejo sanitario.

Mantener un hato no es una tarea prioritaria en el desarrollo de un programa de transferencia de embriones. Bentancur y et al., (2010) reportan que las enfermedades de la reproducción en bovinos causan enormes pérdidas económicas en la ganadería nacional las cuales están representadas por

mortalidad embrionaria, abortos, momificaciones, repeticiones de monta, infertilidad, retención de placenta, problemas respiratorios y pérdida de peso.

Según Bentancur y et al., (2010), en los hatos de receptoras es importante cumplir con las siguientes vacunas tal como se demuestra en la (tabla N° 3).

Tabla N° 3. Plan anual de vacunación en receptoras con hato libre de brucelosis y tuberculosis.

ENFERMEDAD		VACUNA
Fiebre aftosa		Obligatorio cada 6 meses (mayo y noviembre).
Brucelosis		Obligatoria entre 3 y 8 meses de edad (mayo y noviembre). Finca libre de brucelosis bovina.
Enfermedades del complejo respiratorio reproductivo bovino	Rinotraqueitis infecciosa bovina	VIRASHIELD 6 + VI 5 HB® Primera dosis entre 4 y 5 meses de vida y revacunar a los 28 días. Obligatoria una vez al mínimo se sugiere vacunación mes de enero.
	Campylobacteriosis	
	Virus sincital respiratorio Bovino	
	Para influenza tipo 3	
	Diarrea vital Bovina	
	Leptospirosis	
Polivalente clostridial pasterella	Carbon dintomático.	COMBIBAC R8 ® Obligatorio hembras entre 3 y 8 meses de edad (junio y diciembre). Obligatoria revacunar cada un año.
	Mannheimia pasteurelosis	
	Edema maligno enterotexemia	
	Hemoglobinuria bacilar	
Síndrome diarreico en terneros		En fincas donde exista el problema vacinar hembras preñadas de 2 meses antes del parto (SCOURBOS9®).
Tuberculosis		Hato libre de tuberculosis.

Adoptado de: Betancur y et al., (2010).

5.6.4 Producción de receptoras para programas de transferencia de embriones.

Las hembras F1 son consideradas las mejores receptoras de embriones (Vélez, 2020), debido al vigor híbrido resultante entre *Bos taurus* (productividad) y *Bos indicus* (resistencia a las condiciones adversas). Además, se constituyen en los bovinos más destacados por su alto valor genético y producción (García, 2017). Los F1 son animales con un costo superior a los comerciales por las siguientes razones:

- ❖ Más ganancia de peso.
- ❖ Más producción de leche.
- ❖ Más longevidad.
- ❖ Facilidad de parto.
- ❖ Buen mercadeo.

Vélez (2020) ha utilizado masivamente los siguientes cruzamientos entre la raza Brahman (línea materna) y las razas europeas (línea paterna):

- ❖ Brahman por Angus.
- ❖ Brahman por Shaver.
- ❖ Brahman por Simmental.
- ❖ Brahman por Bon.

Foto N° 5. Receptoras F1 en condiciones óptimas para sincronizar.



Adoptado de: Vélez (2020).

5.6.4.1 Cruzamiento de Brahman por Angus.

El Cruzamiento de Brahman por Angus tuvo su origen en Clear Creek Ranch, ubicado en el estado de Oklahoma en Estados Unidos. Se iniciaron los cruzamientos de planteles Aberdeen Angus por Brahman procurando mantener la fórmula; $\frac{3}{4}$ Cebú - $\frac{1}{4}$ - Angus. De este cruce resultaron machos completamente negros y en algunos hatos los colocaron a servir vacas para obtener crías $\frac{3}{8}$ Cebú- $\frac{5}{8}$ Angus, o bien las hembras $\frac{3}{4}$ Cebú - $\frac{1}{4}$ Angus por toros. A partir de 1942 se considera fijada la raza, considerándose una proporción teórica $\frac{5}{8}$ Angus - $\frac{3}{8}$ Brahman. (Bavera, 2007).

Según Vélez (2020) la raza Aberdeen Angus ofrece las siguientes ventajas:

- ❖ Es una de las razas productoras de carne en el mundo con excelentes ganancias de peso.
- ❖ Esta raza permanente se encamina al mejoramiento genético generando un punto importante a favor del negocio ganadero. Los nuevos reproductores generan beneficios económicos en sus crías y más fertilidad en sus descendientes.
- ❖ Producción de hembras altamente fértiles.
- ❖ Producir crías con bajo peso y alta funcionalidad al momento del nacimiento.
- ❖ Producir crías con pelaje corto. En la actualidad se estudia un grupo de genes responsables de la resistencia al calor.

Foto N° 6. Receptoras F1 Brangus con condiciones óptimas para sincronizar.



Adoptado de: Vélez (2020).

5.6.4.2 Cruzamiento de Brahman por Shaver.

La raza Shaver es originaria de Canadá para producir carne. El cruzamiento más utilizado es el cruce entre vacas Brahman y toro Shaver (ver foto N° 7). Vélez (2020) reporta que los primeros animales Shaver llegaron a Colombia el 23 de diciembre del año 1983 al municipio de Fusagasugá, Cundinamarca a la “Ganadería San Gabriel”. Para la obtención de la raza sintética Shaver se utilizaron 12 razas de ganado europeo entre ellas Maine anjou, Salers, Blond de Aquitanie, Jersey entre otras, utilizando estas razas como donantes de genes específicos para la formación de la raza Shaver cuyas características básicas son:

- ❖ Fertilidad.
- ❖ Facilidad al parto.
- ❖ Habilidad materna.
- ❖ Ganancia de peso.
- ❖ Conformación muscular.
- ❖ Rusticidad y adaptabilidad a condiciones ambientales adversas.

Foto N° 7. Receptora F1 Shabra con condiciones óptimas para sincronizar.



Adoptado de: Vélez (2016).

5.6.4.3 Cruzamiento de Brahman por Simental.

Según Cely (2009) citado por Acosta (2017), en países tropicales los productores de ganado en su afán de obtener mejores niveles de producción ajustando los animales a las condiciones medioambientales, deciden implementar el uso del cruzamiento entre diferentes razas con origen de las especies *Bos Indicus* y *Bos Taurus*. Es así como llegan al cruzamiento entre la raza Brahman (*Bos Indicus*) y la raza Simmental (*Bos Taurus*), masificando sus cruces y estableciendo repetitivamente el realizado por los porcentajes de $\frac{3}{8}$ Brahman y $\frac{5}{8}$ Simmental denominado Simbrah en el noroeste de los Estados Unidos donde expresaron su conformidad con la ahora raza pura ya registrada, en países como Colombia.

Aportes de la raza Simmental.

- ❖ Excelente masa muscular.
- ❖ Alto índice de crecimiento.
- ❖ Excelente producción lechera.
- ❖ Corto periodo entre-parto.
- ❖ Excelente fertilidad.
- ❖ Precocidad.
- ❖ Longevidad.
- ❖ Mansedumbre
- ❖ Excelente conformación del cérvix.

(Asosimmental-Simbrah, 2008).

Foto N° 8. Receptora F1 Simbrah con condiciones óptimas para sincronizar.

Aportes de la raza Brahman.

- ❖ Rusticidad Adaptación a terrenos difíciles Resistencia a altas temperaturas.
- ❖ Resistencia a parásitos y enfermedades.
- ❖ Capacidad de recorrer largas distancias a buscar el alimento.

(Córdova y et al., 2005)



Adoptado de: Vélez (2020).

5.6.4.4 Cruzamiento de Brahman por Bon.

En la raza blanco orejinegro (BON) hay ejemplares que tienden a producir más carne que leche y viceversa, aunque sus parámetros productivos son menores que los alcanzados por las razas foráneas especializadas (Buitrago F y Gutiérrez 1999). Esta raza es considerada de doble propósito y posee alto poder biológico para el cruzamiento tanto con razas lecheras como de carne (Munévar 1990).

Según Herrera y et al., (2001) sus características son:

- ❖ Habilidad materna.
- ❖ Rusticidad.
- ❖ Mansedumbre.
- ❖ facilidad del parto.
- ❖ fertilidad.

Foto N° 9. Receptora F1 producto del cruzamiento de toro BON por vaca Brahman.



Adoptado de: Vélez (2020).

5.6.4.5 Mestiza.

En cuanto a las razas mestizas se pueden definir como el cruzamiento de diferentes razas tanto de bos taurus como de bos indicus comprendiendo diferentes líneas genéticas, logrando a su vez tener efectos genéticos aditivos y heteróticos tanto para la producción de leche como de carne (Aranguren y et al., 1995)

La mezcla de diferentes tipos de ganado tanto taurus como indicus han permitido lograr:

- ❖ Animales mejor adaptados a condiciones climáticas adversas ya sea en trópico bajo o trópico alto gracias a estrategias de cruce alterno y selección genética.
- ❖ Excelente media de producción cárnica y láctea según el objetivo de cada programa de cruce mestizo.

El ganado mestizo surgió con base en la incorporación de genes taurus e indicus en un genotipo que se ha denominado como “indefinido” o también llamado “mosaico” puesto que fue un producto de productos poco controlados entre animales criollos y animales puros o mestizos. En consecuencia, se encuentra una inmensa cantidad de diferentes tipos raciales siendo difícil determinar una característica única de dichas ganaderías mestizas.

5.7 Habilidad materna

La habilidad materna es muy importante para una T.E., la mitad del impulso del crecimiento del hijo lo transmite la vaca por su capacidad de producir leche (Camargo, 2002), la selección de receptoras con buena habilidad materna debe garantizar el adecuado levante del embrión y el peso correcto del destete.

Castro y Gutiérrez (1992) en un trabajo realizado en la “ganadería San Gabriel” encontraron que el peso del destete a los 7 meses para las crías Brahman de receptoras era de 229.73 ± 30.06 kg. Olivera y et al. (1993) en la misma ganadería mejorando las condiciones de manejo nutrición y genética obtuvo 282.2 ± 22.3 kg.

Foto N° 10. Receptoras paridas con buena habilidad materna.



Adoptado de: Vélez (2011).

5.8 Fisiología del aparato reproductor de la hembra bovina.

En la escogencia de receptoras es importante contar con receptoras que cuenten con un aparato reproductor correcto y funcional en todas sus partes:

La vulva, la vagina, el cérvix, los cuernos uterinos, los oviductos y los dos ovarios.

5.8.1 Vulva.

Es la inserción externa del aparato reproductor de la hembra, la cual tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y servir como parte del canal de parto. En la estructura vulvar están los labios y el clítoris; Los labios de la Vulva están situados a los lados de la apertura vulvar, y tienen aspecto seco y arrugado cuando la vaca no está en celo. En la medida que el animal se acerque al celo, la vulva empezará a hincharse y tomará una apariencia rojiza y húmeda (Nebel R, 2009).

5.8.2 Cérvix.

El cérvix es la región del aparato reproductor que constituye el límite del útero con la vagina. Es una estructura con forma de esfínter con pliegues y criptas que tiene como principal función la de actuar como una barrera separando el útero, que es una zona limpia de la vagina. Esta función es esencial para que una gestación se desarrolle sin problemas, la estructura más destacada son sus anillos que se encuentran apoyados sobre una potente lámina de fibras musculares lisas que permite que se contraiga o se relaje durante el estro para permitir el paso del semen en dirección al útero o la expulsión del feto durante el parto. Uno de los problemas del cérvix en la transferencia de embriones (T.E.) es la forma de “S” que impide el paso del catéter. Cuando la receptora está en una condición corporal 8

(evaluado del 1 - 9), es decir que está engrasada, hace que al especialista de T.E., se le dificulte tener el cérvix firme para el paso del catéter que contiene el embrión.

5.8.3 Cuerpo uterino.

Es el sitio donde se debe depositar el semen durante la inseminación artificial. A partir del cuerpo uterino, el tracto reproductor se divide y todos los órganos vienen en pares, los dos cuernos uterinos están formados por tres capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos. La función principal del útero es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal. Cuando una hembra es servida, ya sea por monta natural o por inseminación artificial, los músculos uterinos, bajo la influencia de las hormonas. (Nebel R, 2009).

5.8.4 Cuernos uterinos.

Para que los cuernos uterinos de una receptora se consideren aptos para la transferencia del embrión debe tener un diámetro mayor a 20 mm (Colloton, 2008).

Oyuela (2009) reporta que el 61% de las transferencias se realizan en el cuerno derecho y el 39% en el cuerno izquierdo. Esta tendencia de mayor número de implantes en el cuerno derecho, esto se mantienen en los trabajos realizados por Vélez en el año 2011, con un 66% en el cuerno derecho y el 34 % en el cuerno izquierdo. En cuanto al número de preñeces reportan el 39% en el cuerno derecho y el 38% en el izquierdo (Oyuela, 2009), esta misma tendencia se mantiene por Vélez, 2011, quien reportó 53% en ambos cuernos uterinos (Ver tabla N° 4).

Tabla N° 4. Porcentaje de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se implantó el embrión.

CUERNO	n	%		n	%	AUTOR
CL. DERECHO	746	61	PREÑADAS	282	39	Oyuela (2009)
			VACÍAS	464	61	
	296	66	PREÑADAS	156	53	Vélez (2010)
			VACÍAS	140	47	
CL. IZQUIERDO	481	39	PREÑADAS	180	38	Oyuela (2009)
			VACÍAS	301	62	
	155	34	PREÑADAS	83	53	Vélez (2010)
			VACÍAS	72	47	

Adoptado de: Vélez (2020).

5.8.5 Oviductos.

Los oviductos son también conocidos como trompas de falopio, los oviductos presentan varias regiones estructuralmente distintas, al observarlos bajo el microscopio. La porción más baja y cercana al útero, es llamada istmo. La conexión entre el útero y el istmo es llamada unión útero-tubal (UUT). La unión útero-tubal sirve como filtro de espermatozoides anormales y es el reservorio de espermias hábiles. La porción más alta del oviducto cercana al ovario es llamada ampulla. El diámetro interno del ampulla es mayor que el del istmo, en este segmento del oviducto es donde ocurre la fertilización. Se cree que una señal química realizada al momento de la ovulación, es la que estimula la liberación de

los espermatozoides de las paredes del istmo, así permitiéndoles continuar su viaje al sitio de la fertilización en el ampulla (Nebel R, 2009).

5.8.6 Ovarios.

En términos generales el ovario como glándula sexual femenina, es la encargada o responsable de organizar y dirigir toda la vida sexual de la hembra. En contraste con lo que sucede en los testículos de los machos, los ovarios permanecen en la cavidad abdominal en donde condiciones normales liberan un óvulo cada 10 - 21 días. En los ovarios se pueden encontrar dos tipos de estructura: los folículos en diversos grados de crecimiento y el cuerpo lúteo.

5.8.7 Cuerpo lúteo.

Así mismo se han investigado las posibles relaciones que existen entre el diámetro el cuerpo lúteo (CL) y las concentraciones plasmáticas de progesterona al día 7 del ciclo estral, llegando a la conclusión de que el diámetro no es tan importante como el volumen y área total del cuerpo lúteo dentro del ovario (Guáqueta, 2008).

Baruselli (2019), considera que el tamaño del cuerpo lúteo es fundamental para garantizar la preñez de la receptora.

Tabla N° 5. El tamaño del cuerpo lúteo es fundamental para garantizar la preñez de la receptora.

Preñez con CL > 2 cm ²	% confirmadas día 30
96%	89%

Adoptado de: Baruselli (2019).

Bon y et al., (1986), citado por Guáqueta (2008) considera como corpus albicans el remanente del CL de 6 mm o menos de diámetro. Los estudios que han evaluado el proceso de luteólisis muestran que la regresión del tamaño de cuerpo lúteo es de más o menos 1.2 cm por día.

Según Vélez (2020), dice que las condiciones adecuadas para la implantación del embrión están dadas por el cuerpo lúteo, estructura encargada de liberar y mantener los niveles necesarios de progesterona que depende directamente del desarrollo y tamaño de la estructura.

Foto N° 11. Cuerpo lúteo de excelente calidad que garantiza buen porcentaje de preñez.



Adoptado de: Vélez (2020).

Hay varias clasificaciones del cuerpo lúteo, pero la más utilizada hoy en día por parte de la gran mayoría de profesionales que transfieren embriones es de la descrita por Zemjanis (1996), citado por Oyuela (2009) y Vélez (2020):

Cuerpo lúteo 1: Cuerpo lúteo blando, en desarrollo no mayor de 1 cm de diámetro.

Cuerpo lúteo 2: Cuerpo lúteo blando, en desarrollo no mayor de 1 a 2 cm de diámetro.

Cuerpo lúteo 3: Cuerpo lúteo desarrollado de más de 2 cm de diámetro.

Tabla N° 6. Tamaño del cuerpo lúteo de acuerdo con los días del ciclo estral, desde el día 1 hasta el día cuatro.

DÍAS DEL CICLO ESTRAL	TAMAÑO DEL CUERPO LÚTEO (mm)
0	9.4
1	10.6
2	13.7
3	16.7
4	19.1
5	20.9
6	23.1
7	21.9

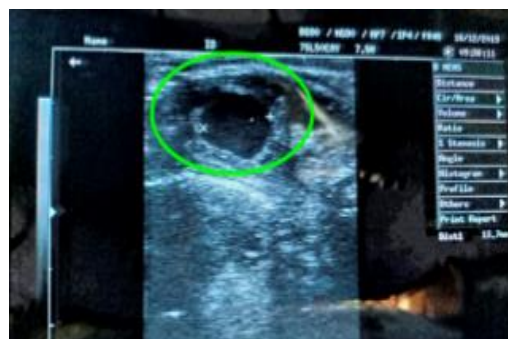
Adoptado de: Guáqueta (2008).

5.8.8 Folículo.

Los folículos ováricos son las unidades básicas del aparato reproductor femenino y son las responsables de la producción de los oocitos.

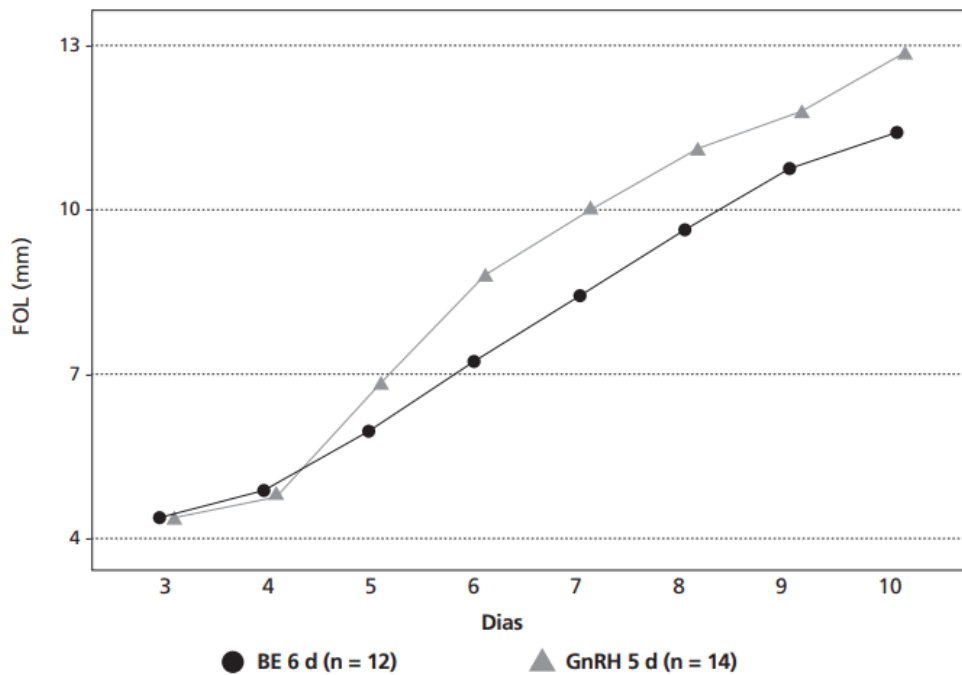
El crecimiento folicular ovárico bovino se desarrolla en forma de ondas en respuesta a un momento de acción de la hormona folículo estimulante (FSH). Las medidas de los folículos son en realidad las marías del antro folicular ya que no se incluye el espesor de la pared. Esto es conveniente debido a que es mucho más fácil distinguir el borde entre el antro y la pared folicular que el límite entre la pared folicular y el estroma del ovario (BÓ y Cedaño, 2019).

Foto N° 12. En la pantalla del ecógrafo los folículos se caracterizan por ser estructuras relativamente circulares.



Adoptado de: Vélez (2020).

Figura N° 1. Patrón medio de desarrollo del folículo dominante ovulatorio en vaquillonas de 16 -17 meses de edad, tratadas con B.E. (círculo) y GnRH (triángulo). Los patrones no difieren entre los grupos ($P>0,1$).



Adoptado de: De la Mata, J. J., & Bó, G. A. (2012).

5.8.9 Ciclo estral bovino

Los signos de estro o celo ocurren gracias a la presencia de estrógenos provenientes del folículo. La duración del celo es muy variable, pero se considera que 16 ± 4 horas es el tiempo promedio. Los estrógenos incrementan las contracciones del tracto reproductivo facilitando el transporte del esperma y del óvulo y afectan también a centros endocrinos en el hipotálamo que controlan la liberación de Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) y a su vez la liberación de la hormona foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) de la adenohipófisis. El incremento de LH se inicia después de que se hayan iniciado los signos de celo e inicia el proceso de ovulación (Shearer, 2003).

El ciclo estral está regulado por las hormonas del hipotálamo (hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)), la pituitaria anterior (hormona foliculo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH)), los ovarios (progesterona P4, estradiol E2 e inhibinas) y el útero (prostaglandina F2 α , PGF), (Colazo y Mapletoft, 2014).

Foto N° 13. Los signos de estro o celo ocurren gracias a la presencia de estrógenos provenientes del foliculo.



Adoptado de: Vélez (2020).

5.9 Uso de GnRH en la sincronización de celos para protocolos de T.E.

En los últimos años se han desarrollado muchos protocolos para minimizar la necesidad de la detección de celos. El uso de progestágenos ha sido usado para extender la fase luteal, resultando en mayor cantidad de animales detectados en celos en un periodo más corto, pero con menor fertilidad. Más recientemente el uso de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) y benzoato de estradiol (B.E.) han sido incorporados a los tratamientos con progestágenos resultando en aceptables porcentajes de preñez (Colazo, Mapletoft , et al., 2007).

Estudios recientes como el realizado por Layme P y Málaga J (2019) (ver tabla N° 7) demuestran que la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), tiene alta efectividad al haberlo implementado en 27 vacas de las cuales 22 fueron diagnosticadas como preñadas (concebidas) demostrando así una tasa de concepción del 81,48 %, frente a 27 vacas tratadas con gonadotropina coriónica equina (eCG) de las cuales 20 resultaron preñadas con una tasa de concepción del 74,07% y un tratamiento testigo con calor natural e implementación de inseminación artificial (I.A.) donde se evidenció una tasa de concepción de 62.96% como se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla N° 7. Tasa de concepción en vacas inseminadas con diferentes tipos de hormonas.

Hormona	N° vacas inseminadas	N° vacas concebidas	Tasa de concepción (%) de vacas	Niveles de P4 (ng/ml)
Testigo I. A.	27	17	62,96	1,95
+ GnRH	27	22	81,48	4,58
+ eCG	27	20	74,07	2,87

Adaptado de: Layme,P y Málaga, J (2019).

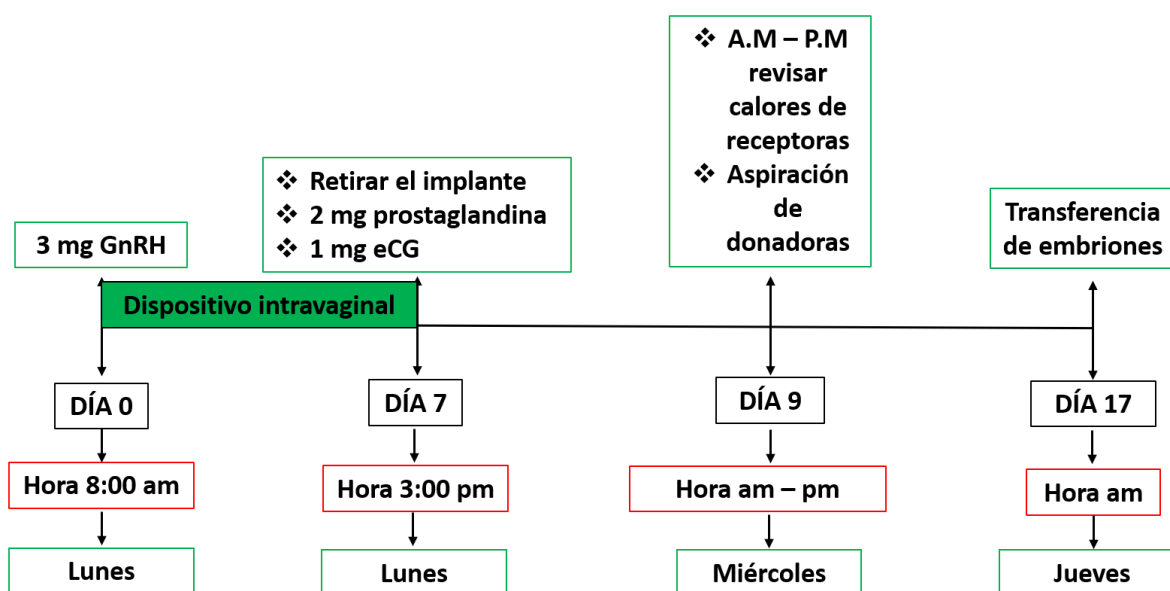
Colazo y et al., (2007), confirman que el tratamiento con GnRH provoca la ovulación del foliculo dominante solo en el 56% de las vacas, por lo tanto no induce de manera uniforme la emergencia de una nueva onda folicular lo que de alguna manera puede llegar a afectar el porcentaje de concepción.

Diversos autores reportan resultados favorables en cuanto a la respuesta positiva a las tasas de concepción y fertilidad de las vacas por efecto de administración de hormonas (eCG ó GnRH) en el momento ó horas después de la inseminación artificial.

Claro ejemplo de ello es el estudio que realizó De la Mata y et al., (2012) donde pudo evidenciar que la tasa de ovulación posterior a la primera dosis de la hormona liberadora de gonadotropina para el grupo GnRH fue del 50,0% (7/14) donde los animales comenzaron una nueva onda de desarrollo folicular $1,6 \pm 0,2$ días después. Las que no ovularon en la primera dosis de GnRH tuvieron un inicio de onda folicular con un rango que varió entre 1 y 4,5 día. Lo mencionado anteriormente garantiza que el GnRH sigue siendo una opción muy viable y eficiente tanto para protocolos de IATF como para protocolos.

Según Vélez (2020) el protocolo de la (figura N° 2.) es usado frecuentemente en la sincronización de receptoras para transferencia de embriones. Los celos resultantes de este tratamiento se presentan 24 a 48 horas después de retirado el implante. En estos trabajos hay una tasa de aprovechamiento entre el 70 y 80% con una tasa de preñez final del 50%.

Figura N° 2. Aplicación de dispositivo intravaginal de progesterona, GnRH, eCG, Y prostaglandinas.



Adoptado de: Vélez (2020).

Cutaia y et al., (2003) hablan del comienzo de una nueva onda folicular, la cual puede ser controlada mediante tratamientos con GnRH y progestágenos. Las sincronizaciones con GnRH y prostaglandinas (PGF) han tenido resultados de buenas tasas de preñez en programas de transferencia de embriones (Vélez 2020). Por lo tanto, en países con restricciones del B.E., el uso de GnRH es muy útil gracias a que ésta induce la ovulación del foliculo dominante presente al momento del tratamiento. La aplicación de eCG al retiro del dispositivo intravaginal ha resultado en buenas tasas de preñez (Macmillan y Peterson 1993, Roche y et al., 1992). Jiménez y Manrique (2019) encontraron un efecto significativo ($P < 0,05$) con la inclusión de GnRH en protocolos de T.E.

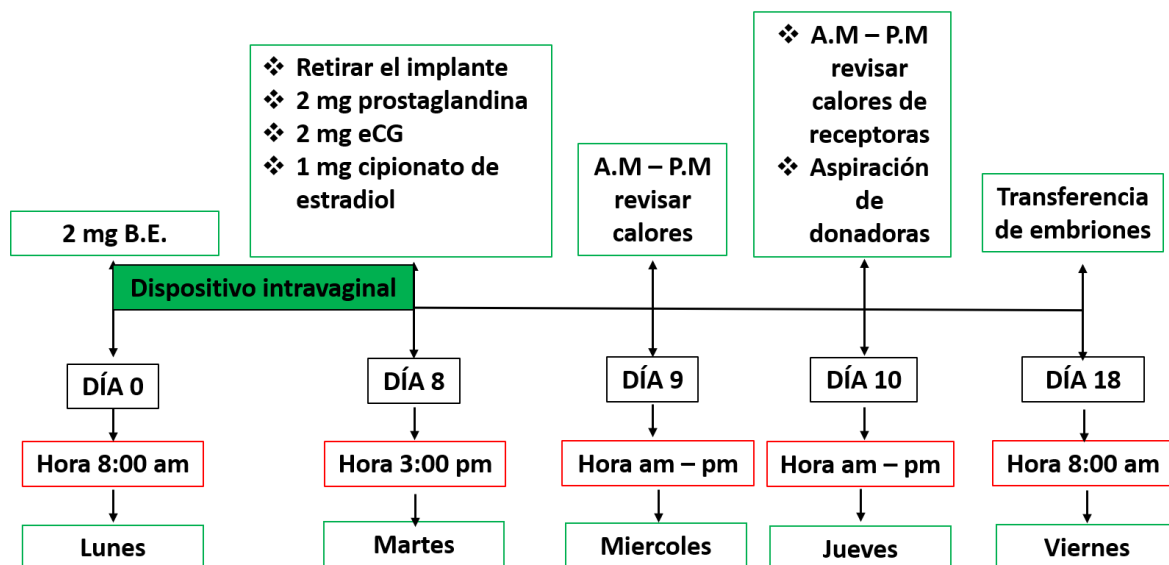
5.10 Uso de Benzoato en la sincronización de celos para protocolos de T.E. e IATF.

El benzoato de estradiol es un derivado sintético del 17 *B* estradiol, hormona esteroidea sintetizado por el folículo ovárico desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los progestágenos en bovinos. Según Sumano (2006) se producen en los folículos ováricos y en la placenta, en la actualidad existen estrógenos sintéticos que han sustituido en parte a los naturales. Ejemplos de ellos son; dietilestilbestrol, etinilestradiol, bencestrol y hexestrol. Su función fisiológica es actuar sobre el sistema nervioso central (SNC) para inducir el comportamiento estral de la hembra, especies como la ovina y bovina necesitan pequeñas cantidades de progesterona y estrógenos para lograr inducir el estro a su vez tienen un amplio efecto de aumentar la frecuencia de las contracciones.

El uso de estradiol exógeno en el control del ciclo estral tiene como objetivo desencadenar la luteólisis, cuando es aplicado en la mitad del ciclo o impedir el crecimiento de un nuevo cuerpo lúteo cuando es aplicado luego de la ovulación. Así mismo el estradiol al ser aplicado al momento de la aplicación del progestágeno suprime la onda folicular presente e induce el desarrollo de una nueva onda folicular en promedio de 3 a 4 días (Sintex, 2005). Esto asegura la presencia de un folículo dominante nuevo y un oocito viable al finalizar el tratamiento (Auzmendi et al.,2015).

Según Vélez (2020) el protocolo de la (figura N° 3.) es usado frecuentemente en la sincronización de receptoras para transferencia de embriones. Los celos resultantes de este tratamiento se presentan 24 a 48 horas después de retirado el implante. Si se adelanta la aplicación de la PGF y la adición de una dosis de eCG al día 6, se han incrementado las tasas de preñez en receptoras en programas de embriones. En estos trabajos hay una tasa de aprovechamiento entre el 70 y 80% con tasa de preñez final del 50% (Vélez, 2020), lo cual es económicamente eficiente.

Figura N° 3. Aplicación de dispositivo intravaginal de progesterona, B.E., eCG., cipionato de estradiol y prostaglandinas.



Adoptado de: Vélez (2020).

5.11 Uso de eCG en la sincronización de celos para protocolos de T.E e IATF.

Fue descrita por primera vez en los años 30 y su uso se estandarizó en medicina humana en técnicas de reproducción asistida. En medicina veterinaria esta hormona ha sido ampliamente estudiada y se ha visto que, a diferencia de los equinos la eCG en otras especies tiene una actividad tipo LH y FSH como consecuencia tiene una gran afinidad por ambos tipos de receptores en los ovarios. La eCG tiene un efecto de larga duración sobre los receptores de las células de la granulosa y de la teca lo que estimula la secreción de estradiol y progesterona. Por ello, esta hormona se ha convertido en un medicamento de gran utilidad en programas reproductivos, utilizándose cada vez con más frecuencia en protocolos de reproducción bovina (Rensis, F 2014).

6. DISEÑO METODOLÓGICO.

6.1 Ubicación y Características agro-climatológicas:

Este estudio fue realizado en zona trópica colombiana, exactamente en la central de receptoras “Santa María” localizada en el departamento de Cundinamarca en el municipio de Fusagasugá, vereda Santa María a 1400 m.s.n.m y con una precipitación promedio de 1137 mm. Durante el transcurso del año la temperatura generalmente varía de 13 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 10 °C o sube a más de 27 °C.

Las coordenadas geográficas de Fusagasugá son latitud: 4,336°, longitud: -74,364°, y elevación: 1.755 m, (Weather Spark, 2020).

6.2 Técnicas o instrumentos para la recolección de datos:

Se utilizaron planillas de recolección de datos por transferencias, edad del cuerpo lúteo, razas, cuernos y tasa de preñez al cuerno que se le ha transferido.

6.3 Universo, población y muestra:

Se utilizaron 690 receptoras F1 (Brangus, Shabra, Simbra, Bon por Brahman y Mestiza), con un peso entre 340 kg a 560 kg (media: 450,1 Kg) y con una condición corporal de 5 a 7 (media: 6,1; escala 1 al 9). Los animales se alimentaron a voluntad en potreros con pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) y otras especies naturales de la zona. Las receptoras fueron seleccionadas de un grupo mayor, teniendo en cuenta su peso (340 Kg) de peso vivo con ciclicidad (presencia de un cuerpo lúteo (CL)) o folículo > 10 mm de diámetro en sus ovarios (detectado por medio de ultrasonografía) y desarrollo del tracto genital (> 1,5 mm de diámetro estimados por palpación y ultrasonografía uterina)., fueron aleatoriamente divididas en dos grupos: Grupo 1; Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH = 327) y Grupo 2; Benzoato de estradiol (B.E. n=363).

Figura N° 4 Planilla de recolección de datos por protocolos en receptoras.

SINCRONIZACIÓN DE RECEPTORAS

Producto:

Fecha de implantación:

Inyección:

Fecha de retiro:

Inyección:

Fecha de tratamiento post retiro:

Nra. seleccionar	receptora	raza	Fecha:	Observación	Fecha:	Fecha:	Fecha		Diagnostico		
			Palpación antes de la sincronización		Calor		Palpación post sincronización	Embrión transferido		Tipo	
					Hora	Día		M			P
1											
2											
3											

Fuente: El autor (2020).

6.4 Hipótesis:

Los protocolos GnRH y B.E. de sincronización en la ovulación en receptoras, no tendrán diferencias significativas ($p > 0,05$) respecto a la tasa de preñez.

6.5 Método de análisis:

Los resultados fueron analizados a través del programa infostat, donde se realizó la prueba estadística chi cuadrado de Pearson, ya que las variables no son paramétricas. Antes del análisis final, se hizo una recolección de datos cuantitativos a través del programa de excel.

6.5.1 Chi cuadrado de Pearson.

La prueba χ^2 de Pearson se considera una prueba no paramétrica que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica (bondad de ajuste), indicando en qué medida las diferencias existentes entre ambas.

$$\chi^2 = \sum_I \frac{(\text{Observado}_i - \text{Teorica}_i)^2}{\text{Teorica}_i}$$

6.6 Fórmulas de Excel.

- | | |
|---|--|
| ❖ %Preñadas= (C.L.D+C.L.I) / Utilizadas x 100 | ❖ %Total de C.L.I.= (n: C.L.I.) / n x 100 |
| ❖ %Vacías= (C.L.D+C.L.I) / Utilizadas x100 | ❖ %Total de C.L.D.; Preñadas = (n:Preñadas) / (n: C.L.D.) x 100 |
| ❖ %Total de Preñadas= (n: Preñadas) / (n: Utilizadas) x 100 | ❖ % Total de C.L.D.; Vacías = (n: Vacías) / (n: C.L.D.) x 100 |
| ❖ %Total de Vacías= (n: Vacías) / (n: Utilizadas) x 100 | ❖ %Total de C.L.I.; Preñadas = (n: Preñadas) / (n: C.L.I.) x 100 |
| ❖ %Total de C.L.D.= (n: C.L.D.) / n x 100 | ❖ %Total de C.L.I.; Vacías = (n: Vacías) / (n: C.L.I.) x 100 |

6.7 Infraestructura y Equipos.

6.7.1 Infraestructura.

A. Instalaciones adecuadas.

- ❖ Se debe tener en cuenta el comportamiento animal con el fin de brindarle su bienestar y seguridad al operario.

B. Los elementos fundamentales en un corral son:

- ❖ Embudo que termina en una manga.
- ❖ Un brete lo cual es indispensable para poder perpetuar un buen diagnóstico de preñez.
- ❖ Una báscula para tener en cuenta el peso de nacimiento, peso de destete, peso año, peso 18 meses e inventario semestral a base de Kilos.
- ❖ Diseñar correctamente el corral de encierro, la manga de manejo y el brete de los animales.

6.7.2 Equipos

A. Materiales para utilizar para la observación y selección del embrión.

- ❖ Estereomicroscopio con objetivos 10x - 20x.
- ❖ Una pipeta de 10 microlitros para la manipulación de los embriones.
- ❖ Placas Petri dish smack de 20 mm
- ❖ Transformador de energía 210w.
- ❖ Placas Petri dish integrity cuadrículas de 100 por 15 mm.
- ❖ placas petri dish multi bowl.
- ❖ Dos jeringas de 5 cc con émbolo plástico.

B. Materiales para la T.E.

- ❖ Pajuelas de 0,25 cc estériles para envasado.
- ❖ Pistola I.M.V para transferencia de embriones.
- ❖ Protectores Chemise de 18 pulgadas.
- ❖ Xilocaína al 2% sin epinefrina.
- ❖ Una jeringa de 5 ml.
- ❖ Aguja de 18 x 1 y media pulgada.
- ❖ Manga obstétrica.

6.8 Metodología

Los tratamientos se observan en la Figura N° 2 y N° 3, brevemente en la figura N° 2, a los animales del grupo Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) se les implanto el (Día 0) un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona (Dispositivo de silicona inerte impregnado con 0.5 g de progesterona natural de liberación controlada para un solo uso) y se les suministro 3 mg de GnRH por vía intramuscular (IM). (Día 7) se le retiro el dispositivo y se aplicó 2 mg de prostaglandina y 1 mg de gonadotropina coriónica equina (eCG). (Día 8 - 9) se revisaron los calores de las receptoras y por último el (Día 17) se hizo la transferencia de los embriones.

En la figura N° 3, las receptoras del grupo benzoato de estradiol (B.E.) se les implanto el (Día 0) un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona (Dispositivo de silicona inerte impregnado con 0.5 g de Progesterona natural de liberación controlada para un solo uso) y se les suministro 2 mg de B.E. por vía intramuscular (IM). (Día 8), retira el dispositivo y se aplicó 2 mg prostaglandina, 2 mg de gonadotropina coriónica equina (eCG) y 1 mg de cipionato de estradiol. (Día 9 - 10), se hizo la revisión calores de las receptoras y el (Día 18) se hizo la transferencia de los embriones.

6.9 Costos.

La transferencia de embriones realizada por medio de la fertilización in-vitro se perfila actualmente como una de las tecnologías más versátiles en programas de mejoramiento genético y su enfoque principal es aumentar la cantidad de crías obtenidas por animal año, tomando como punto de partida ejemplares con alto valor genético que tengan los parámetros zootécnicos ideales que busca cada productor. Sin embargo, es una de las biotecnologías que implica una inversión económica alta justificada plenamente por la adquisición de la mejor genética. Todo el grupo que está trabajando en producción de embriones tiene como meta reducir su precio de producción, para que esta técnica sea aplicable en forma masiva en ganaderías de ganado puro y comercial.

Para el costo total del embrión preñado que es lo único que le interesa al ganadero, hay que tener en cuenta; el costo de sincronización de receptoras, producción de la preñez a los 90 días de gestación y reducción del costo de producción en embriones.

6.9.1 Costo de la sincronización de la receptora.

En la tabla 8 se reflejan los costos de los medicamentos para sincronización de una receptora con los protocolos GnRH Y B.E. Con GnRH es de \$34.464 y con B.E., \$36.022 pesos colombianos. Las dosis de algunas de las hormonas o medicamentos pueden variar de acuerdo con el laboratorio y la cantidad de dosis que se comprenden.

Tabla N° 8. Costos de los medicamentos para sincronización de una receptora con los protocolos GnRH Y B.E.

VALOR TRATAMIENTO						
Tratamiento	Principio	Nombre comercial	Presentación comercial	Cantidad	(\$ Col	(\$ US*
GnRH	Progestágeno	DIB 0,5 ®	10 unidades	1 unidad	18.700	5.14
	GnRH	Gestar ®	50 ml	3 ml	4.674	1.29
	Prostaglandina	Prostal ®	50 ml	2 ml	4.156	1.14
	eCG	Novormon ®	5000 UL	100 UL	3.318	0.91
	Lidocaina	Roncaina ®	50 ml	2 ml	316	0.087
	Manga obstretica	-	100 unidades	1 unidad	300	0.082
	Operarios	-	-	1	3.000	0.82
TOTAL	-	-	-	-	34.464	9.49
B.E.	Progestágeno	DIB 0,5 ®	10 unidades	1 unidad	18.700	5.14
	Benzoato de estradiol	Sincrodiol ®	50 ml	2 ml	1.596	0.44
	Cipionato de estradiol	Cipiosyn ®	50 ml	1 ml	1.318	0.36
	Prostagalndina	Prostal ®	50 ml	2 ml	4.156	1.14
	eCG	Novormon ®	5000 UL	200 UL	6.636	1.82
	Lidocaina	Roncaina ®	50 ml	2 ml	316	0.087
	Manga obstretica	-	100 unidades	1 unidad	300	0.082
Operarios	-	-	1	3.000	0.82	
TOTAL	-	-	-	-	36.022	9.89

Fuente: El autor (2020).

6.9.2 Costos de producción del embrión preñado.

Hoy en día existen dos posibilidades para el cobro de la receptora preñada con embrión. La primera opción es la del cobro por la preñez a los 90 días de la receptora y la segunda consiste en que el personal del laboratorio que realice la aspiración de las vacas donadoras, la fertilización de los oocitos y la entrega de embriones en mini pajillas al veterinario de la ganadería, quién se encarga de la preparación, sincronización de las receptoras, transferencia de los embriones y posterior chequeo de gestación a los 30, 60 y 90 días.

6.9.2.1 Cobro por la preñez de la receptora a los 90 días transferida.

Cuando se cuenta con un profesional capacitado en selección de receptoras y transferencia de embriones que trabaja de planta con el propietario de la ganadería, como en el caso del presente trabajo, el costo del embrión baja considerablemente, como se muestra en las tablas N°. 9, 10 y 11.

En la tabla N°. 9 se reflejan el valor que debe cancelar el ganadero al laboratorio para un trabajo de aspiración de 3 vacas donadoras utilizando la misma pajilla de semen para fecundar su oocitos, producir y transferir 25 embriones en receptoras, de las cuales 15 fueron diagnosticadas como preñadas. Para esta modalidad de trabajos de embriones en laboratorio, se realiza la aspiración de las donadoras, fertilización de los oocitos, y entrega los embriones empacados en mini pajillas. El veterinario de planta sincroniza las receptoras, coloca los embriones en las receptoras y realiza el control de preñez a los 30, 60 y 90 días.

En la tabla N°. 9 se aprecia que la gestación de los 15 embriones tuvo costo total de 3.730.000 pesos. El costo por embrión preñado a los 90 días fue de \$248.666 pesos colombianos. A este valor el ganadero debe agregarle el costo de los implantes y el valor correspondiente al tiempo ocupado en esta tarea por el veterinario.

Tabla N° 9. Costos fijos de un trabajo de aspiración de 3 vacas donadoras utilizando la misma pajilla de semen para fecundar su oocitos y preparar 25 receptoras.

VALOR DEL TRATAMIENTO						
	Concepto	Presentación comercial	Valor (\$)	Cantidad	(\$ Col)	(\$ US*
Aspiración de la donadora (FIV)	Servicio aspiración	-	-	-	650.000	178.55
	Gastos de viaje servicio aspiración	-	-	-	200.000	54.94
	Embriones Grado 1	-	85.000	25	2.125.000	583.71
	Gasto viaje empacada embriones	-	-	-	200.000	54.94
	Empacar embriones	-	-	-	180.000	49.44
	Semen	1 pajilla	375.000	1	375.000	103.01
TOTAL 15 PREÑECES		-	-	-	3.730.000	1024.58
COSTO DEL EMBRIÓN		-	-	-	248.666	68.31

Adoptado de: Vélez (2020).

En la tabla N°. 10 se aprecian que los costos fijos en la producción de embriones con tratamiento GnRH para 234 hembras receptoras fue de \$ 31.321.728 pesos colombianos y el valor de producción por embrión promedio para las 128 hembras, diagnosticadas como preñadas a los 90 días, fue de \$ 244.701 pesos colombianos.

Tabla N° 10. Costos fijos por embrión preñado en la transferencia de embriones con el protocolo GnRH para 234 receptoras aptas para recibir al embrión.

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE EMBRIONES CON TRATAMIENTO GnRH				
Concepto	Tratamiento	Valor unitario	Total (\$ Col)	Total (\$) US*
Laboratorio	5 visitas	650.000	3.250.000	892.73
Gatos de viajes (OPU)	5 visitas	200.000	1.000.000	275.02
Gasto de viaje para empacar embriones	5 visitas	200.000	1.000.000	275.02
Empacar embriones	5 visitas	180.00	900.000	247.52
128 preñeces servicio veterinario	-	100.000	12.800.000	3520.23
234 fundas para receptoras aptas	-	3.000	702.000	193.06
327 receptoras sincronizadas	327 implantes	34.464	11.269.728	3103.68
Veterinario, selección de receptoras	1 visita	400.000	400.000	110.01
TOTAL	-	-	31.321.728	3103.68
COSTO EMBRIÓN PREÑADO 90 DIAS	-	-	244.701	67.39

Fuente: El autor (2020).

La tabla N°. 11 refleja que el costo total para 280 embriones transferidos con el tratamiento de B.E fue de \$ 36.195.986 pesos colombianos y el valor para cada una de las 145 preñeces asciende a la suma de \$ 249.627 pesos colombianos.

Tabla N° 11. Costos fijos de producción por embrión preñado con el protocolo Benzoato de estradiol para 280 hembras receptoras

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE EMBRIONES CON TRATAMIENTO B.E.				
Concepto	Tratamiento	Valor unitario	Total (\$ Col)	Total (\$) US*
Laboratorio	6 visitas	650.000	3.900.000	1072.57
Gatos de viajes (OPU)	6 visitas	200.000	1.200.000	330.02
Gasto de viaje para empacar embriones	6 visitas	200.000	1.200.000	330.02
Empacar embriones	6 visitas	180.00	1.080.000	297.02
145 preñeces servicio veterinario	-	100.000	14.500.000	3987.76
280 fundas para receptoras aptas	-	3.000	840.000	231.02
363 receptoras sincronizadas	363 implantes	36.022	13.075.986	3596.13
Veterinario selección de receptoras	1 visitas	400.000	400.000	110.01
TOTAL	-	-	36.195.986	9954.55
COSTO EMBRIÓN PREÑADO 90 DIAS	-	-	249.627	68.65

Fuente: El autor (2020).

6.9.2.2 Reducción del costo de producción embriones.

Todo el grupo que está trabajando en producción embriones tiene como meta reducir el precio de producción del embrión para que esta técnica sea aplicable en forma masiva en ganaderías de ganado puro y comercial. En la tabla N°. 12 se observa cómo ha bajado el precio del embrión transferido con el método de superovular las vacas donadoras de entre \$ 479.586 y \$ 230.186 (Bolívar y Estrada, 2008) al precio alcanzado por la biotecnología de fertilización in-vitro que varía entre \$ 129.967 (GnRH) y \$ 125.414 (B.E.) (Ver Tabla N°. 12).

En la tabla N°. 12 se aprecia que el costo del embrión preñado a los 90 días por el método de superovulación alcanza un valor de entre \$ 345.280 y \$ 719.379 pesos colombianos (Bolívar y Estrada, 2008), mientras que con la unión de Biotegan ® y el veterinario de la central de receptoras se produce la preñez a los 90 días entre \$ 237.596 y \$ 242.179.

Como norma general en programas de transferencia, si se logra aumentar la producción de embriones se disminuirá su costo.

Tabla N° 12. El costo del embrión ha bajado del 2008 al 2020 con el cambio de superovular a aspirar las vacas donadoras.

Autor	Método	Costo de embrión colocado	Costo de embrión preñado a 90 días	n. embriones colocados	n	Promedio embriones vaca preñados	Porcentaje de preñez
Bolívar y estrada 2008	Superovulación	479.586	719.379			6.3	50
	Superovulación	312.879	469.318			6.6	50
	Superovulación	230.186	345.280			10.3	50
Biotegan ® 2020	in-vitro	129.967	237.596	234 GnRH	128	7.5	55
	in-vitro	125.414	242.179	280 B.E.	145	7.5	52

Fuente: El autor (2020).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

7.1 Preñez de receptoras con los protocolos que contienen las hormonas GnRH y Benzoato de estradiol.

En la tabla N°. 13 y 14 se observa el número de receptoras sincronizadas y preñadas con el protocolo que contienen la hormona GnRH y Benzoato de estradiol.

Tabla N° 13. Número de receptoras sincronizadas y preñadas con el protocolo que contienen la hormona GnRH.

Transferencia	n	APTAS		PREÑADAS	
		Utilizadas	%	n	%
GnRH	327	234	72	128	55

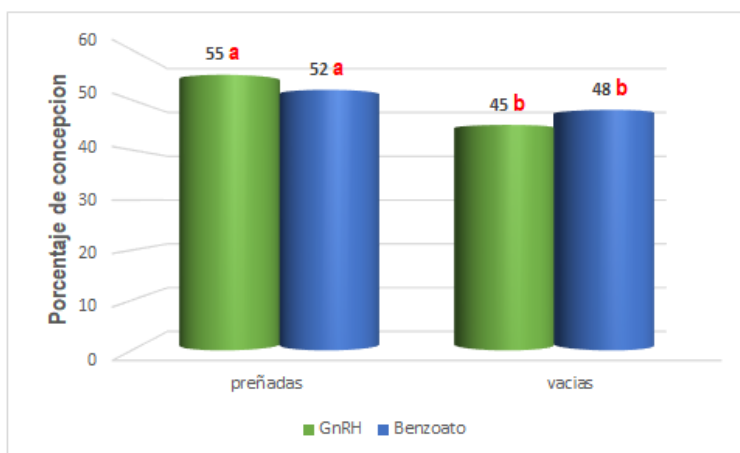
Fuente: El autor (2020).

Tabla N° 14. Número de receptoras sincronizadas y preñadas con el protocolo benzoato de estradiol.

Transferencia	n	APTAS		PREÑADAS	
		Utilizadas	%	n	%
Benzoato	363	280	77	145	52

Fuente: El autor (2020).

Gráfica N° 2. Porcentaje de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el protocolo utilizado.



Fuente: El autor (2020).

En la gráfica N° 2 se observa las receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el protocolo utilizado en la transferencia del embrión, donde se encontró que no hay diferencias significativas ($P>0,05$) en el porcentaje de concepción de los protocolos GnRH y B.E. Con GnRH Vera (2017) obtuvo un porcentaje de concepción del (46%), lo cual indica que hay una mejora del (9%) tal como lo afirma Vélez (2020). En el protocolo de B.E., los resultados son similares a los citados por Cool y Loor (2016), quienes reportan un porcentaje de concepción del 51%.

7.2 Preñez de receptoras de acuerdo con su cruzamiento.

En las tablas N°. 15 y 16 se observa el porcentaje de preñez obtenida en receptoras con diferentes cruces de ganado de carne, a las cuales se les han transferido embriones, utilizando los protocolos con GnRH y B.E., respectivamente.

Tabla N° 15. Porcentaje de preñez en los diferentes cruces de ganado de carne a las cuales se les ha transferido embriones utilizando el protocolo con GnRH.

PROTOCOLO	RAZAS	RECEPTORAS						P
		n	utilizadas	Preñadas	%	VACÍAS	%	
GnRH	BON	32	27	12	44	15	56	0,08
	BRG	62	42	23	55	19	45	
	SB	55	45	21	47	24	53	
	SMB	164	113	69	61	44	39	
	MTZ	14	7	3	43	4	57	
TOTAL		327	234	128	55	106	45	

BON: Bon x Brahman.; **BRG:** Brangus.; **SB:** Shabra.; **SMB:** Simbra.; **MTZ:** Mestiza.

Fuente: El autor (2020).

En el protocolo con GnRH el mejor porcentaje de preñez se obtuvo en las receptoras F1 Simbrah (SMB) (61%), seguidas del Brangus (BRG) (55%), shabra (SB) (47%), Bon por Brahman (Bon) (44%) y por último las mestizas (MTZ) (43%). No hay diferencias significativas ($P=0,08$) entre los cruces utilizados.

Tabla N° 16. Porcentaje de preñez obtenida en los diferentes cruces de ganado de carne a las cuales se le ha transferido embriones utilizando el protocolo con Benzoato de Estradiol.

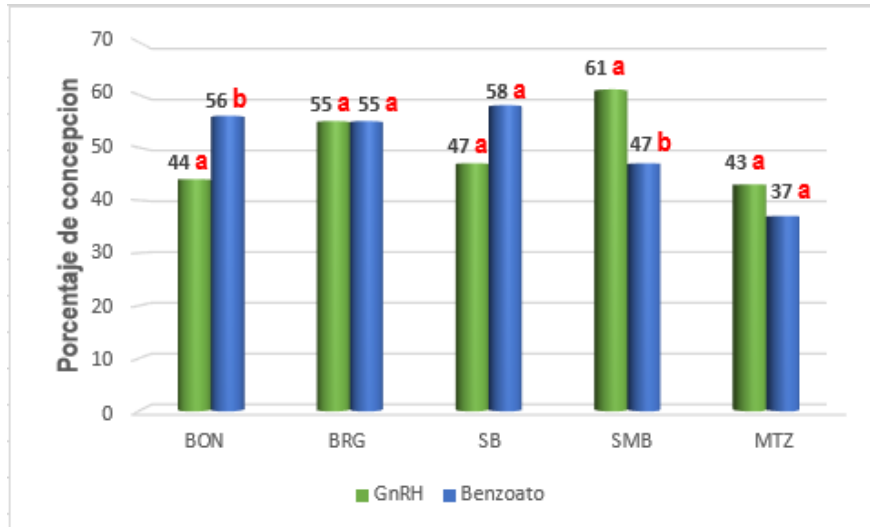
PROTOCOLO	RAZAS	RECEPTORAS						P
		n	utilizadas	Preñadas	%	VACÍAS	%	
Benzoato de estradiol	BON	66	48	27	56	21	44	>0,05
	BRG	60	49	27	55	22	45	
	SB	66	52	30	58	22	42	
	SMB	160	123	58	47	65	53	
	MTZ	11	8	3	37	5	63	
TOTAL		363	280	145	52	135	48	

BON: Bon x Brahman.; **BRG:** Brangus.; **SB:** Shabra.; **SMB:** Simbra.; **MTZ:** Mestiza.

Fuente: El autor (2020).

Con el protocolo B.E., el mejor porcentaje de preñez se obtuvo en las receptoras Shabra (SB) (58%) seguidas de las Bon por Brahman (BON) (56%), Brangus (BRG) (55%), Simbrah (SMB) (47%) y mestiza (MTZ) (37%). No se encontró que no hay diferencias entre las razas utilizadas ($P>0,05$).

Gráfica N° 3. Porcentaje de preñez en los diferentes cruzamientos en la transferencia de embriones.



Fuente: El autor (2020).

En el cruce F1, Bon x Brahman (BON), Brangus (BRG), Shabra (SB) y mestiza (MTZ) se muestra que no hay diferencias significativas ($P>0,05$). En las Simbrah (SMB) se encontró que si tiene diferencias significativas ($P=0,03$) con el tratamiento B.E., respecto a GnRH.

7.3 Preñez de receptoras de acuerdo con la colocación del embrión en el cuerno uterino.

En la tabla N°. 17 y N°. 18 se observan número de receptoras preñadas de acuerdo con el cuerno donde se ha transferido el embrión con los protocolos que contienen las hormonas GnRH y Benzoato de estradiol.

Tabla N° 17. Número de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se le ha transferido el embrión usando el protocolo que contiene GnRH.

PROTOCOLO	CUERNO	n	%		n	%	P
GnRH	CL DERECHO	141	60	PREÑADAS	84	60	<0,05
				VACÍAS	57	40	
	CL IZQUIERDO	93	40	PREÑADAS	44	47	
				VACÍAS	49	53	
TOTAL		234	100		234		

Fuente: El autor (2020).

En la implantación del embrión en el cuerno derecho, se transfirieron un total de 141 (60%) embriones obteniendo un porcentaje de preñez del (60%), en el cuerno izquierdo se transfirieron 93 (40%) embriones obteniendo un porcentaje de preñez del (47%), donde se evidencia una diferencia ($P < 0,05$) en el porcentaje de preñez de los cuernos derecho e izquierdo.

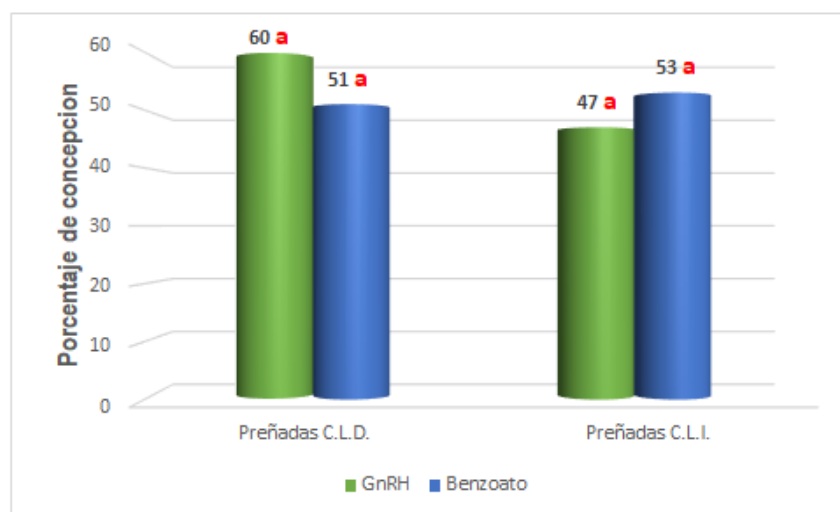
Tabla N° 18. Resumen del número de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se le ha transferido el embrión usando el protocolo que contiene Benzoato de estradiol.

PROTOCOLO	CUERNO	n	%		n	%	P
Benzoato de estradiol	CL DERECHO	161	57,5	PREÑADAS	82	51	>0,05
				VACÍAS	79	49	
	CL IZQUIERDO	119	42,5	PREÑADAS	63	53	
				VACÍAS	56	47	
TOTAL		280	100		280		

Fuente: El autor (2020).

En la implantación del embrión con el protocolo B.E. en el cuerno derecho, se transfirieron un total de 161 (57,5%) embriones obteniendo un porcentaje de preñez del (51%), en el cuerno izquierdo se transfirieron 119 (42,5%) embriones obteniendo un porcentaje de preñez del (53%), donde no existe diferencia ($P > 0,05$) en el porcentaje de preñez de los cuernos derecho e izquierdo.

Grafica N°4. Porcentaje de concepción del cuerno donde se transfirió el embrión.



Fuente: El autor (2020).

En la gráfica N° 4. se observa la comparación de los protocolos GnRH y B.E., del porcentaje de concepción de los cuernos derecho e izquierdo. Donde no se encontraron diferencias significativas ($P=0,06$), en el cuerno donde se implantó el embrión. Vélez (2010), reporta un porcentaje de concepción del 53% tanto para el cuerno derecho e izquierdo, donde en el trabajo actual se evidencia una leve mejoría del 7%. Oyuela (2009), reporta un 39% de concepción en el cuerno derecho y en el izquierdo un 38%.

7.4 Preñez de receptoras de acuerdo con la edad del cuerpo lúteo.

En las tablas N°. 19 y 20 Se observa el número de receptoras transferidas y preñadas de acuerdo a la edad del cuerpo lúteo con los protocolos GnRH y Benzoato de estradiol.

Tabla N° 19. Resumen del número de receptoras preñadas y vacías de acuerdo con el cuerno uterino donde se le ha transferido el embrión usando el protocolo que contiene GnRH.

PROTOCOLO	RECEPTORAS				P
	Días	Transferidas	Preñadas	Concepción	
		n	n	%	
GnRH	7	64	31	48	0,23
	8	123	70	57	
	9	31	19	61	
	No se vieron	17	8	47	
TOTAL		234	128	55	

Fuente: El autor (2020).

Con el protocolo GnRH el mejor día para transferir el embrión fresco es el día 9 con un (61%) seguido del día 8 (57%), las receptoras que no se vieron en calor (47%) y el día 7 (48%). En conclusión, no hay diferencias ($P=0,23$), en los días que se implanto el embrión.

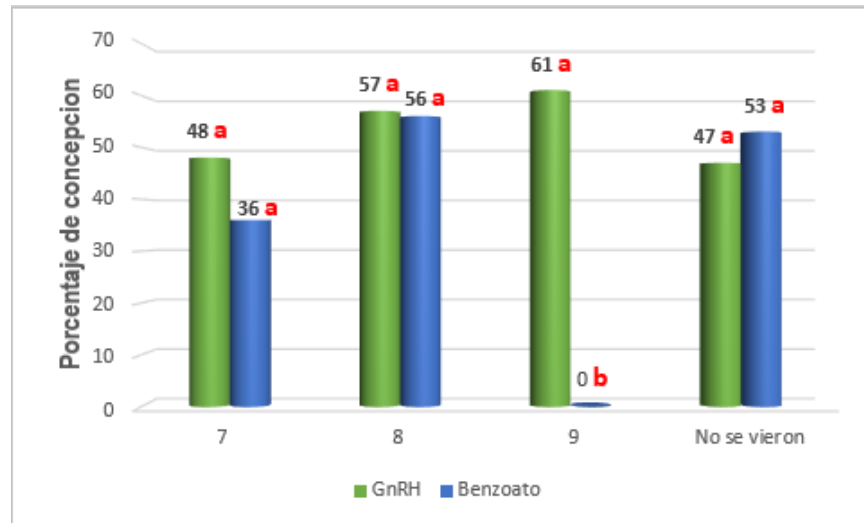
Tabla N° 20. Número de receptoras transferidas de acuerdo con la edad del cuerpo lúteo en el protocolo Benzoato de estradiol.

PROTOCOLO	RECEPTORAS				P
	Días	Transferidas	Preñadas	Concepción	
		n	n	%	
Benzoato de estradiol	7	56	20	36	0,02
	8	194	109	56	
	9	0	0	0	
	No se vieron	30	16	53	
TOTAL		280	145	52	

Fuente: El autor (2020).

Con el protocolo B.E., el mejor día para transferir el embrión fresco fue el día 8 (56%), seguido de las receptoras que no se vieron en calor (53%) y del día 7 (36%). Donde se evidencia que hay diferencias significativas ($P=0,02$). Vélez (2010) reporta un 55% en el día 8, obtenido resultados muy similares.

Gráfica N° 5. Porcentaje de concepción de receptoras transferidas de acuerdo con la edad del cuerpo lúteo.



Fuente: El autor (2020).

Entre los tratamientos GnRH y B.E. no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el día para transferir el embrión fresco, Vélez, (2011) reporta con varios protocolos usados, que el mejor día para transferir los embriones es el día 8 y es la razón por lo que todos los grupos de trabajo, con un volumen alto de receptoras, anhelan tener una sincronía perfecta entre el día de la aspiración de la donadora y el calor de las receptoras.

7.5 Receptoras aptas para recibir embriones.

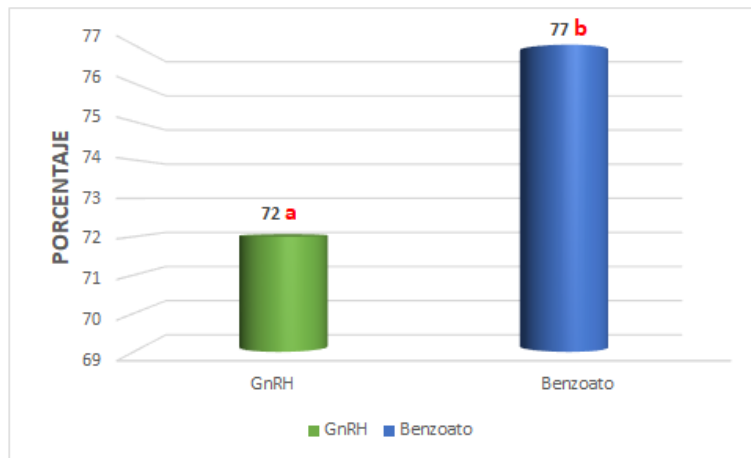
En las tablas N°. 21 se observa el porcentaje de receptoras aptas y no aptas, listas para recibir embriones con los protocolos GnRH y Benzoato de estradiol.

Tabla N° 21. Porcentaje de receptoras aptas listas para recibir embriones.

PROTOCOLO	RECEPTORAS			P
	n	APTAS		
		Utilizadas	%	
GnRH	327	234	72	0,02
Benzoato de estradiol	363	280	77	

Fuente: El autor (2020).

Gráfica N° 6. Receptoras aptas para transferir utilizando los protocolos GnRH y benzoato de estradiol.



Fuente: El autor (2020).

En este trabajo los porcentajes de receptoras aptas tuvieron una diferencia significativa ($P=0,02$), entre los dos protocolos. Varían entre el 72 y el 77% donde las receptoras con el tratamiento GnRH mejoran en un 11 a 17% a lo reportado por Vélez (2011).

8. IMPACTOS ESPERADOS.

8.1.1 Impacto social.

La investigación muestra datos concretos a la comunidad científica, académica y laboral de protocolos con buenos porcentajes de eficiencia en la reproducción bovina. Con el protocolo de GnRH se logrará suprimir el benzoato de estradiol por sus posibles efectos cancerígenos y se contará con una buena alternativa para aumentar el número de crías y valor comercial de vacas élite con buen potencial genético.

8.1.2 Impacto económico.

Si la transferencia de embriones cuenta con protocolos de sincronización eficientes y vacas donadoras productivas hará posible la producción de un mayor número de crías élite, lo que generará ganancias netas más altas por parte de nuestros ganaderos y potencializar la inversión en nuevas biotecnologías bovinas.

9. CONCLUSIONES.

1. Las Receptoras juegan un papel fundamental en la Transferencia de embriones en Colombia demostrado plenamente en los resultados de las ferias y exposiciones de Colombia, donde la mayoría de grandes campeones han sido embriones.
2. En los protocolos para la sincronización de embriones en Colombia la Hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) es una opción viable para la sustitución de tratamientos de sincronización con benzoato de estradiol (B.E.). En los dos tratamientos no se encontró una diferencia significativa ($P>0,05$), ya que con GnRH fue el 55% y con B.E. el 52% de preñez.
3. En las receptoras, el cruzamiento con el resultado más alto del tratamiento GnRH fueron las simbras con un 61% y con B.E., Shabra con un 56%. En ambos tratamientos no se encontró diferencias significativas ($P>0,05$), entre los cruces F1 utilizados. En el tratamiento GnRH, cabe resaltar que, en el cruzamiento Simbra se encontró una diferencia ($P=0,03$), respecto al tratamiento con B.E., y el cruce mestizo con el menor porcentaje de preñez 43%, no se encontró una diferencia significativa en comparación con los anteriores datos recolectados.
4. En cuanto a la variable del sitio donde se colocaron los embriones no hubo diferencia ($P>0,05$), entre el cuerno derecho y el izquierdo respecto a la tasa de concepción, por lo tanto, se confirma lo argumentado por Vélez y Oyuela, que no existen unas diferencias significativas de preñeces de acuerdo con el cuerno que se le transfiera el embrión. Cabe resaltar que en el tratamiento con GnRH se encontró una diferencia ($P<0,05$) de concepción entre los cuernos debido a factores externos en el proceso de transporte del embrión.
5. En la edad del cuerpo lúteo la mejor preñez se obtuvo el día 9 con una tasa de preñez del 61% del tratamiento GnRH y no presentó diferencias significativas ($P=0,23$) respecto al día del implante del embrión. Con el B.E., el mejor día fue el 8 mostrando una tasa de preñez del 56 %, respecto al transferencia del embrión al día 7 de edad del cuerpo lúteo donde mostró un 36% (porcentaje de concepción). Sin embargo, no mostró ninguna diferencia significativa entre días de edad del cuerpo lúteo para el protocolo de sincronización de celo con B.E al igual que con el de GnRH.
6. La variable de receptoras que quedaron aptas, se encontró diferencias significativas ($p=0,02$) para recibir embriones, con el tratamiento con GnRH quedó el 72% para recibir embriones y con B.E. el 77%. Donde se mostró una leve mejora del tratamiento con GnRH respecto a trabajos realizados anteriormente.
7. El costo del embrión ha bajado en el último tiempo gracias a la técnica de obtención de los embriones en las vacas donadoras, la selección de receptoras y la capacitación del cuerpo técnico.

10. RECOMENDACIONES.

1. La transferencia de embriones en razas puras en COLOMBIA está creciendo rápidamente en los últimos años. Se recomienda a los criadores de ganado puro leer detenidamente cada una de las normas de cada asociación para no perder el registro de sus embriones. En el artículo número 27 de los reglamentos de Asocebú reza la reglamentación clara de los requisitos que el criador debe reportar a la asociación.
2. Los criadores de donadoras deben estar pendientes de la selección y genotipificación de estas vacas, trabajo fundamental para producir buenos embriones. Asocebú, Colombia exige que el resultado de genotipificación de los donadores (progenitores) tenga como mínimo 11 marcadores mejorantes para las razas de carne.
3. La identificación de las receptoras, donde se van a transferir los embriones, debe ser clara. Para el registro de los embriones hay que reportar el número de la receptora, en un formulario, tan pronto se diagnostique la preñez y al momento del nacimiento. Un error del número inhabilita el registro.
4. En la aplicación de medicamentos para la sincronización de receptoras hay que guardar mucha disciplina en el momento de su aplicación. Cuando hay que aplicar dos hormonas simultáneamente, no colocarlas en el mismo sitio para evitar confundirlas y aplicar las dosis equivocadas.
5. No tener personas que distraigan la transferencia para evitar equivocaciones.
6. En caso de trabajar la transferencia de embriones en una central embriones, averiguar antes de la T.E., cuál es la raza de embriones que se van a transferir. El peso al nacimiento juega un papel fundamental en la viabilidad del embrión. Para la raza Jersey y Red Sindi se pueden escoger Receptoras pequeñas 320-350 kilos porque sus pesos al nacimiento están entre 18 a 27 kilos. Para embriones Brahman se seleccionan receptoras medianas a grandes con pesos mayores a 380 kilos. Razas con pesos grandes al nacer (45- 60 kilos) como la Holstein, pardo suizo, Normando hay que transferir sus embriones en receptoras con más de 500 kilos.

11. BIBLIOGRAFÍA.

1. ACOSTA Rueda, K. S. (2017). Desempeño productivo y reproductivo en la raza Simbrah en San Sebastián de Piedras, Tolima, finca La Eneyda.
2. ASOCIACIÓN de Criadores de Ganado Simmental-Simbrah y sus Cruces (Asosimmental Simbrah) de Colombia. (2008) <http://www.asosimmental.org>.
3. AUZMENDI, M; Vater A, Cabodevila,J,Callejas, S (2015). Tasas de concepción en rodeos lecheros utilizando progesterona y diferentes sales de estradiol.
4. ARANGUREN, J.; N. Madrid, C. González, E. Rincón, L. Ramírez y A. Quintero. 1995. Pubertad en toretes 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo. Revista Fac. Agron. LUZ, 12:393-407.
5. BARUSELLI, P. (2019). Actualización de los protocolos de I.A.T.F., SOV/OPU/-FIV E T.E. T.F, para vacas de leche y carne. 2º Simposio internacional de avances sobre reproducción bovina. Bogotá, Colombia.
6. BAVERA, G. A. 2007. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAyV UNRC.
7. BETANCUR, O; Orrego, A; Bentacur, C. (2010). Etiología clínica del síndrome respiratorio bovino, principales componentes virales. Publicación consensus. Diciembre 2010 Novartis.
8. BÓ GA, Adams GP, Pierson RA, Tribulo HE, Caccia M, Mapletoft RJ (1994) Follicular wave dynamics after estradiol-17 β treatment of heifers with or without a progestogen implant. Theriogenology 41: 1555–1569.
9. BÓ, G. y Cedaño, A. (2019). Programas de sincronización de receptoras de embriones, factores que lo afectan e influencia de la expresión del estro sobre las tasas de preñez y pérdidas embrionarias. 2º Simposio Internacional De Avances Sobre Reproducción Bovina. Bogotá Colombia.
10. BÓ, G. A. & Mapletoft, R. J. (2014). Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle. Theriogenology, 81: 8–48.
11. BÓ, G. A., Rogan, D. R. & Mapletoft, R. J. (2018). Pursuit of a method for single administration of FSH for superstimulation in cattle: What we have learned. Theriogenology, 112: 26–33.
12. BOLÍVAR, P. A., & Estrada, J. G. M. (2008). Análisis de costos de protocolos de transferencia de embriones bovinos en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(3), 3.

13. BUITRAGO F y Gutiérrez ID. Potencial genético y productivo del ganado Blanco Orejinegro (BON). En: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano. FEDEGAN, ICA, PRONATA Y ASOBON. Santa fé de Bogotá, 23 de Sept de 1999. pp 65-74.
14. BLONDIN, P. (2015). Status of embryo production in the world. *Animal Reproduction*, 12(3): 356-358.
15. BY Ratan.NM, M. Pharm (2019) Estradiol y niveles de estrógeno. [https://www.news-medical.net/health/Estradiol-and-Estrogen-Levels-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Estradiol-and-Estrogen-Levels-(Spanish).aspx)
16. CAICEDO, J. E. (2008). Aplicación de la aspiración folicular-Fertilización in-vitro en bovinos y factores que pueden afectar su eficiencia.
17. CATTANEO, L. (2019). I.A.T.F. Herramienta clave. Revista "El Cebú" N°. 431 Bogotá. Pág. 126 – 129.
18. CASTRO, J; Gutierrez, A; (1992). Evaluación de algunos factores de importancia zootécnica en un programa de transferencia de embriones. Trabajo de grado (zootecnia). Universidad Nacional de Colombia.
19. CELY, E. I., (2009). Asociación de Criadores de Ganado Simmental-Simbrah y sus Cruces (Asosimmental-Simbrah) de Colombia. Director Ejecutivo Asosimmental Simbrah de Colombia.
20. COLAZO, M, Mapletoft,R.(2014).Fisiología del ciclo estral bovino;Revista Ciencias Veterinarias, Vol. 16, N° 2.
21. COLAZO, M, Mapletoft,R,Martínez, M,Kastelie,J.(2007). El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas, ciencia veterinaria, vol 9.
22. COLLOTON, J. (2008). Bovine theriogenology y fetal ultrasound. 81 a ponencia en coherencia de veterinaria 2008. (On line) <http://www.comnibooksonline.com/data/papers>.
23. COOL LOOR, J. P., & Loor Velásquez, R. J. (2016). Evaluación de benzoato de estradiol y cipionato de estradiol en vacas cebuinas receptoras de embriones sobre los parámetros reproductivos (Bachelor's thesis, Calceta: Espam).
24. CÓRDOVA, A., Rodríguez, G., Córdova, M., Córdova, C., Pérez, J., (2005). Ganancia diaria y peso al destete en terneros de cruces Bos Taurus con Bos Indicus en trópico húmedo. Rev. MVZ Córdoba, vol.10 no.1 Córdoba P4.

25. CUTAIA, L. Veneranda, G., Tribulo, R., PS., Bó GA. (2003). Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. Vº simposio internacional de reproducción animal. Huerta Grande, Córdoba;119 – 132.
26. CHAGAS, J., Lopez, L., Robalo, J. (2002). Plasma progesterone profiles and factors affecting embryo-fetal mortality following embryo transfer in dairy cattle. *Theriogenology*. 58: 51-59.
27. Departamento de Drugs & Foods de los Estados Unidos de Norteamérica, (2009). Update on drugs prohibited from extralabel use in food animals. (on line) [http:// www.DeepI.com/pro](http://www.DeepI.com/pro).
28. DE LA MATA, J. J., & Bó, G. A. (2012). Sincronización de celos y ovulación utilizando protocolos de benzoato de estradiol y GnRH en períodos reducidos de inserción de un dispositivo con progesterona en vaquillonas para carne. *Taurus*, 55, 17-23.
29. DONALSON, L. (1982). Embryo transfer in the cattle. *Rio Vista International*.
30. FERNÁNDEZ, S., Fuentes, L., García, M. (2014). Sustancias anabolizantes en carne. ETSIAMN - Universitat Politècnica de València., Departamento de Tecnología de Alimentos.
31. GARCIA ALARCÓN, M. F. (2017). Análisis de factibilidad para la creación de una empresa comercializadora de ganado F1 Blonde x Brahman en el Municipio de el Cairo Valle del Cuaca (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
32. GONZALES - Stagnaro, C. (2001). Reproducción bovina. Venezuela. Ed. Fundación Girarz.
33. GORDON, I. (1999). Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos. Zaragoza, España. Ed. Acribia.
34. GUÁQUETA, H. (2008). El ultrasonido como herramienta diagnostica a nivel de las fincas. 2º Congreso internacional de reproducción bovina. Bogotá. Colombia. Septiembre 15 – 17 de 2008. Págs. 27 – 46.
35. GRAJALES, J., de Armas, R., & Solís, A. (2018). Efecto de factores técnicos y biológicos sobre la tasa de recuperación y calidad de ovocitos obtenidos por aspiración folicular en bovinos.
36. HERRERA, A. L., Saldarriaga, O. A., Arango, A. E., Tobon, F. N. Z., Olivera, M., Bermúdez, N. R., ... & Londoño, J. O. (2001). Ganado Blanco Orejinegro (BON): Una alternativa para la producción en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14(2), 121-128.
37. HUERTAS, I. y Huertas, V. (1991). Manual práctico y moderno de inseminación artificial. Transferencia de embriones. Reproducir LTDA.
38. JENNIFER L. Davis; Geof W. Smith; Ronald E; Lisa A; Alistair I; Jim E. (2009), Update on drugs prohibited from extralabel use in food animals; *JAVMA*, Vol 235, No. 5, September 1.

39. JIMÉNEZ, A. Manrique, C. (2019). Estimulación de las tasas de preñez en protocolos de transferencia de embriones convencionales con adición de GnRH y suplementación proteica en fincas del municipio de Vichada. *Revista el Cebú* No. 425.
40. KURZROK, R. and Lieb C.C. Biochemical studies of Human Semen n. The action of semen on the Human Uterus. *Proc. Soco expi Biol. Med.* 28: 268, 1939.
41. LAYME, P. Málaga, J (2019) Efecto de GnRH y eCG en la tasa de concepción y niveles de progesterona en vacas inseminadas a celo natural. Pág 2-6.
42. LEFEBVRE DM, Block E. (1992). Effect of recombinant bovine somatotropin on estradiol-induced estrous behavior in ovariectomized heifers. *J. Dairy Sci.* 75: 1461–4.
43. LUCY MC, McDougall S, Nation DP (2004) The use of hormonal treatment to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pasture-based management systems. *Anim. Reprod. Sci.* 82–83: 495–512.
44. MACMILLAN, K.L., Peterson, J (1993). Intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for estrus synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of postpartum anestrus. *Anim Reprod. Sci;* 33:1 – 25.
45. MAPLETOFT, R. J; Bó, G. A. (1999). Control del desarrollo folicular y su aplicación en programas de superovulación de donantes de embriones. En *Revista Taurus* 1 Pág. 14-17.
46. MIKKOLA, M. & Taponen, J. (2017). Embryo yields in dairy cattle after superovulation with follitropin or pluset. *Theriogenology*, 88: 84–88. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.09.052>.
47. MORA, A. P. (2019). efecto de dos protocolos de sincronización sobre la tasa de aprovechamiento, gestación y pérdida embrionaria en receptoras en el sureste de México (doctoral dissertation, universidad nacional de Córdoba).
48. MUNAR, C. J. (2019). Selección, manejo y sincronización de celos en receptoras de embriones bovinos.
49. MUNÉVAR MG. Blanco Orejinegro, Clave para Cruces. *Carta Ganadera*, 1990; 27(8): Bogotá – Colombia.
50. MUNAR, C. J. (2020). Selección, manejo y sincronización de celos en receptoras de embriones bovinos.
51. NAVA, G. (2011). Manejo Reproductivo Controlado en Tambos. XV Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría (2011):35- 43.

52. NAVA, G. (2020). Reporte sobre la inconveniencia de restringir el uso de benzoato de estradiol en programas de IATF en Uruguay. http://www.academiadeveterinaria.uy/wp-content/uploads/2020/06/ROU_Estradiol_Informe-De-Nava-2020.pdf.
53. NAVA, G. (2013). Reproducción Bovina Aplicada: Validación y desarrollo de programas de inseminación a tiempo fijo en Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. 136 pag.
54. NARANJO CASCANTE, G. (1981). Prostaglandinas.
55. NEBEL, R. (2009) Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. Select reproductive solutions.
56. OYUELA, L. A. (2009). Factores que afectan la tasa de preñez en programas de transferencia de embriones producidos in-vitro, en razas cebuinas. Tesis de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional.
57. OLIVERA, M.; Martínez, N.; Vélez, G., (1993). Importancia de la vaca receptora en transferencia de embriones de la raza Brahman. En Revista El Cebú. No.272. Bogotá. p.p.114-166
58. PERRY, G. (2016). Statistics of embryo collection and transfer in domestic farm animals. International embryo technology society (IETS) data retrieval committee. [En línea]. 2016. https://www.iets.org/pdf/comm_data/IETS_Data_Retrieval_Report_2016_v2.pdf.
59. PONCE-COVARRUBIAS, J. L., Mendoza-Medel, G., Hernández-Ruiz, P. E., Pineda-Burgos, B. C., Valencia-Franco, E., Velázquez-Morales, J. V., & García y González, E. C. (2019). Superovulatory response and embryonic quality of Brahman suckling cows synchronized with low doses of FSH under conditions in southern Mexico Respuesta superovulatoria y calidad embrionaria de vacas Brahman lactando sincronizadas con dosis bajas de FSH en condiciones del sur de México. *Agroproductividad*, 12(11).
60. RENSIS F, López-Gatius F, 2014. Use of Equine Chorionic Gonadotropin to Control Reproduction of the Dairy Cow: A Review. *Reprod Domest Animal*.
61. ROCHE, J.F., Crowe, M.A., Boland, M, P. (1992). Postpartum anestrus in dary abd beef cows. *Anim reprod Sci*; 28:371 – 378.
62. RUIZ, F. VÉLEZ, G. (2020). Vacas donadoras jóvenes; la mejor opción. *Revista de carne*, edición 47, págs 12 - 14.
63. SERGEANT, E. (2007). HGP Literature Review. Meat and Livestock Australia Limited Locked Bag 991 North Sydney, NSW 2059. 25 pag.

64. SARTORI, R., Haughian, J., Shaver, R., Rosa, G., Wiltbank, M. (2004). Comparison of Ovarian Function and Circulating Steroids in Estrous Cycles of Holstein Heifers and Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*. 87: 905-920.
65. SUMANO, H. (2006). *Farmacología Veterinaria*. México: McGraw Hill Interamericana.
66. SINTEX (2005). *Manejo Farmacológico del ciclo estral del bovino*
67. SHEARER, (2003) *Fisiología de la reproducción bovina*.
68. TRIBULO, H. (2019). Producción y transferencia de embriones in vitro. 2º Simposio internacional de avances sobre producción bovina.
69. URIBE ACOSTA, C. (2018). Evaluación del porcentaje de preñez por transferencia de embriones para los predios Centenario y Fundadores durante el periodo 2015 a 2017 (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
70. VÉLEZ, G. (2011). *Manual de la vaca Receptora para Transferencia de embriones*. Impreso en doble click sistemas y suministros Colombia. Págs. 27.
71. VÉLEZ, G. (2020). *Manual de sincronización e inseminación a tiempo fijo en ganado de carne*. ISBN: 978 958 48 8590-6., junio 2020.
72. VÉLEZ, G. (2019). Sincronización masiva de calores. *Revista de carne* (Edición 39) págs. 36-39.
73. VÉLEZ, G. (2016). ¿Por qué utilizar ganado cebú en el trópico? ISBN 978-958-46-9242-9 impreso por poligráficas Ltda © todos los derechos reservados.
74. VERA CEDEÑO, J. A. (2017). Efecto del celo y el tratamiento con GnRH sobre la tasa de concepción en programas de inseminación artificial y transferencia de embriones bovinos (Máster 's thesis).