

INFORME FINAL DE PASANTÍA PROFESIONAL EN LA EMPRESA
SUMINISTROS VETERINARIOS Y GENÉTICA.

Presentado al programa de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la
Universidad de Pamplona como requisito para optar por el título de Médico Veterinario

Por Luis Ernesto Saravia Saravia

2016

INFORME FINAL DE PASANTÍA PROFESIONAL EN LA EMPRESA
SUMINISTROS VETERINARIOS Y GENÉTICA.

LUIS ERNESTO SARA VIA SARA VIA

Código 74814604

Tutores

Rosa Aleida Gómez MV,Esp, MSc

Diana Ríos Bacterióloga, MSc

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
PAMPLONA
2016

AGRADECIMIENTOS

Expreso sinceros agradecimientos a Dios por darme la oportunidad, la fortaleza y los medios para culminar nuestros objetivos académicos.

A todos los profesores y cuerpo administrativo del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Pamplona por los conocimientos, aprendizaje y colaboración recibida.

A los doctores Raúl Sarmiento y Hennys Díaz, propietarios de la empresa S.V y genética quienes me brindaron confianza y apoyo para realizar la pasantía.

A la profesora Gladys Montañez Acevedo por su asesoría estadística en la investigación

A mis padres, hermano y amigos que incondicionalmente siempre nos fortalecen el espíritu y nos brindan cada día su apoyo y amistad.

LISTA DE ABREVIATURAS

ACTH: Hormona Adrenocorticotrópica.

BE: Benzoato de estradiol.

CMT: California Mastitis Test.

ECP: Cipionato de estradiol.

DIB: Dispositivo intravaginal bovino.

E2: Estradiol

eCG: Gonadotropina coriónica.

FSH: Hormona folículo estimulante.

GH: Hormona de Crecimiento.

GnRH: Hormona liberadora de gonadotropina.

IATF: Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.

IM: Intra Muscular.

LH: Hormona luteinizante.

P₄: Progesterona.

PGF₂ α : Prostaglandina factor 2 alfa.

S.V y Genética: Suministros Veterinarios y Genética.

T1: Tratamiento número 1.

T2: Tratamiento número 2.

TSH: Hormona Estimulante de Tiroides.

U.I: Unidades internacionales

μ g: Microgramos.

mg: Miligramos.

(BE+CE) Benzoato más Cipionato.

(BE+BE) Benzoato más Benzoato.

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| 1. JUSTIFICACIÓN | 10 |
| 2. OBJETIVOS | 12 |
| 2.1 Objetivo General | 12 |
| 2.2 Objetivo Específico..... | 12 |
| 3. DESCRIPCION DEL SITIO DE PASANTÍA | 13 |
| 3.1 Presentación..... | 13 |
| 3.2 Funciones del pasante | 13 |
| 3.3 Actividades realizadas en la pasantía | 14 |
| 3.3.1 Control sanitario..... | 15 |
| 3.3.2 Área reproductiva..... | 16 |
| | |
| EVALUACIÓN DEL USO DE DOS ÉSTERES DE ESTRADIOL EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS MULTIPARAS EN UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN..... | 18 |
| Resumen | 18 |
| INTRODUCCIÓN..... | 20 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 22 |
| OBJETIVOS | 23 |
| Objetivo General | 23 |
| Objetivo Específico..... | 23 |
| 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 7.1 Conclusiones del caso | 56 |
| 8. CONCLUSIONES DE PASANTÍA..... | 58 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 59 |
| ANEXOS | 64 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Resumen de las actividades en el área sanitaria en la pasantía..... | 15 |
| Figura 2. Resumen de las actividades en el área reproductiva en la pasantía. | 17 |
| Figura 3. Hormonas implicadas en la reproducción, su origen, función principal y estructura química..... | 28 |
| Figura 4. Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero..... | 30 |
| Figura 5. Diagrama del ovario de una vaca en el día 18 del ciclo estral (día 0 = ovulación). | 33 |
| Figura 6. Etapas de del ciclo estral..... | 34 |
| Figura 7. Vida media del estradiol y sus sales sintéticas | 36 |
| Figura 8. Representación esquemática de la dinámica folicular en un ciclo estral de 3 ondas..... | 40 |
| Figura 9. Esquema de los protocolos utilizados..... | 43 |
| Figura 10. Verificación de normalidad de los datos..... | 48 |
| Figura 11. Grupo vs tratamiento respecto al número de vacas preñadas. | 50 |
| Figura 12. Número de vacas preñadas vs tratamiento grupo. | 51 |
| Figura 13. Porcentaje de preñez obtenido con los protocolos de sincronización utilizados. | 52 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Resultados de preñez obtenidos representados en forma absoluta y relativa..... | 44 |
| Tabla 2. El arreglo matricial general para el diseño de dos factores..... | 46 |
| Tabla 3. Resultados del análisis de la varianza “ANOVA” | 48 |
| Tabla 4. Comparación de medias respecto al grupo y tratamiento. | 49 |
| Tabla 5. Efecto de la aplicación de ECP al momento de retirado un dispositivo con progesterona sobre los porcentajes de preñez en vacas y vaquillonas inseminadas a tiempo fijo..... | 54 |

INTRODUCCIÓN

La Medicina Veterinaria no sólo contribuye a mejorar las condiciones de vida de un animal, también contribuye a la prevención de enfermedades que implican a los seres humanos; es por ello que la práctica profesional llevada a cabo en el décimo semestre del programa de medicina veterinaria de la Universidad de Pamplona tiene como finalidad ampliar y aplicar los conocimientos adquiridos durante la vida académica, así mismo se reafirman aquellos conocimientos en un área de elección, permitiendo con ello complementar el aprendizaje, con el fin de desenvolverse de manera adecuada, eficiente y ética en los diversos casos que puedan presentarse.

En el presente informe, se describen las actividades y labores desarrolladas durante el periodo de pasantía en Suministros Veterinarios y Genética, bajo la supervisión de profesionales expertos en el área, en el cual se desarrollaron actividades relacionadas con el área reproductiva en bovinos, donde se logra ampliar y poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera, así mismo en el transcurso de la práctica se profundizó y desarrolló una investigación en la que se evaluó el porcentaje de preñez obtenida bajo el uso de dos inductores de ovulación (benzoato y cipionato de estradiol).

1. JUSTIFICACIÓN

El programa de Medicina Veterinaria proporciona al estudiante diversos escenarios para la realización de sus prácticas, de tal manera que allí profundiza su conocimiento en pro de mejorar las prácticas con el manejo de animales, así mismo le permite al estudiante aplicar lo aprendido, desarrollar actitudes, habilidades y destrezas en el momento de abordar un paciente.

Es común que al finalizar y aprobar todas las asignaturas teórico-prácticas, se determinen algunas debilidades que solo podrán ser fortalecidas mediante el ejercicio profesional. La empresa Suministros Veterinarios y Genética (S.V y Genética), es un lugar ideal para la realización de la pasantía, cuenta con profesionales capacitados en las áreas de la Medicina Veterinaria, especialmente con lo relacionado a las técnicas de biotecnología reproductiva en la explotación bovina; además posee infraestructura y equipamiento adecuado, lo cual es necesario para brindar un excelente servicio a la comunidad y al mismo tiempo permite que se desarrolle satisfactoriamente la pasantía, permitiendo consolidar nuevo conocimiento con el fin de afrontar acertadamente las situaciones que puedan presentarse.

Por otra parte, la producción ganadera representa uno de los principales renglones de la economía en las diferentes regiones del territorio nacional; no obstante, se ha encontrado que las explotaciones bovinas en su mayoría tienen como base modelos de explotación tipo doble propósito que integran un manejo poco tecnificado, representado en ganaderías extensivas y con bajos índices en los parámetros zootécnicos y productivos. En este

sentido, la producción ganadera bovina en la zona de trópico se caracteriza por la presencia de factores como la baja implementación de programas de selección y mejoramiento genético, inadecuado manejo nutricional y/o sanitario y falencias en la detección de celos, que incide negativamente en el desempeño reproductivo de los animales. Como alternativas para superar los déficits nutricionales se han implementado los sistemas de pastoreo rotacional y a nivel reproductivo la incorporación de técnicas como la inseminación artificial y la regulación del ciclo estral mediante el uso de hormonas para sincronizar los celos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Aplicar los conocimientos teóricos obtenidos durante la época de formación académica, adquiriendo experiencia en el manejo de técnicas de biotecnología reproductiva en la explotación bovina, durante el periodo de pasantía.

2.2 Objetivo Específico

- Perfeccionar las habilidades en el abordaje clínico del perfil reproductivo de la hembra bovina.
- Identificar las diferentes técnicas y planteamientos terapéuticos aplicados en la inseminación artificial.
- Aplicar las destrezas adquiridas en el proceso de evaluación, colecta y congelación de semen bovino.

3. DESCRIPCION DEL SITIO DE PASANTÍA

3.1 Presentación

La empresa S.V y Genética, se encuentra ubicada en el municipio de San Alberto, (Cesar), creada con el fin de abastecer el sector ganadero del país. Dentro de los servicios ofrecidos está la venta de insumos, equipos, capacitación, asistencia técnica y genética (semen y embriones). Es una empresa que abastece al sector ganadero del Cesar. Dentro de los apartados individuales prestados por Suministros Veterinarios y Genética, se hace énfasis la prestación de servicios como:

Primeros auxilios en ganadería, manejo básico de medicamentos y servicio de inyectología, tratamiento de heridas y protocolos de manejo relacionados con los partos y recién nacidos.

Para su funcionamiento cuenta con un equipo de profesionales altamente calificados, para la planificación, ejecución y desarrollo de procesos y protocolos de biotecnología reproductiva, a nivel de campo y laboratorio, desarrollados dentro de las normas zoonosanitarias establecidas en las buenas prácticas de bioseguridad.

3.2 Funciones del pasante

La función del pasante en la empresa S.V y Genética, es colaborar y apoyar logística y operativamente los procesos de capacitación, asistencia técnica, y administración que se ejecutan en las diversas ganaderías de la región. A continuación, se mencionan algunas de las actividades realizadas:

- Atención del periodo pre y postnatal, acompañamiento y control de la hembra postparto.

- Atención médica y control del rebaño en eventos como: heridas, diarreas, afecciones respiratorias, claudicaciones, control de parasitosis hemáticas, internas y externas, deficiencias minerales, avitaminosis etc.
- Recolección, y digitalización de la información mediante el Software- ganadero TP, USATI, donde se relacionan datos concernientes con inventarios, ingresos (nacimientos, compra, etc.), egresos (muertes, ventas, pérdidas, otros), clasificación y movilización del ganado entre lotes según su estado productivo y/ o reproductivo.
- Pesajes (leche y carne), chequeos reproductivos, vacunaciones y vermifugaciones, Observar y realizar el manejo contable y administrativo de la ganadería.
- Participar en actividades externas como asistencia técnica profesional a usuarios de la empresa en diagnóstico reproductivo, evaluación andrológica, colecta y congelación de semen, inseminación artificial a término fijo IATF y transferencia de embriones.
- Participar activamente en las capacitaciones que los tutores inmediatos ofrecen a los practicantes, durante el periodo de la pasantía.
- Analizar y sustentar semanalmente un artículo científico suministrado por el tutor encargado de la pasantía.

3.3 Actividades realizadas en la pasantía

Para presentar algunas de las actividades realizadas durante el periodo de la pasantía (27 de agosto al 8 de diciembre 2015), se resumen en dos grupos: Control sanitario y área reproductiva, los cuales se describen a continuación.

3.3.1 Control sanitario.

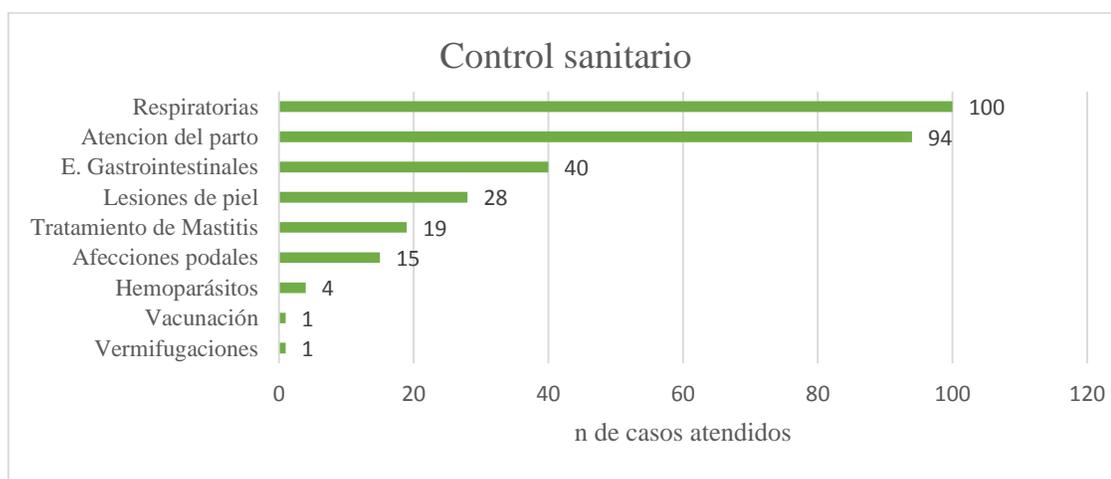


Figura 1. Resumen de las actividades en el área sanitaria en la pasantía

Fuente: Saravia, L. (2015).

Como se observa en la Figura 1. En donde se cuantifican las actividades realizadas dentro del control sanitario; se asistieron un total de 302 casos, donde predominan las afecciones respiratorias que correspondieron a un 33,11% de los casos. Esta enfermedad aparece con mucha frecuencia en época de lluvias donde la humedad relativa y del terreno son mayores. En segundo se lugar se atendieron 94 casos, que corresponden al 31,13% a la atención de partos y asistencia al neonato; adicionalmente, se atendieron varios animales con afecciones gastrointestinales, como diarreas comunes en terneros, ocasionadas por coccidias o por excesivo consumo de leche, enfermedades presentadas en un 13,25 %, Así mismo se trataron 28 casos correspondientes al 9,27% relacionados con lesiones de piel.

Por otra parte, mediante el uso del California Mastitis Test (CTM), se detectaron 19 casos (6,25%) del total, de mastitis subclínica. Así mismo se trataron 15 casos (4,97%) relacionados con afecciones podales, concernientes a lesiones de tipo traumático complicadas por invasión secundaria de agentes patógenos. En una menor proporción se atendieron 4 casos (1,32%) relacionados con hemoparásitos. Se realizó una jornada de vacunación contra la fiebre aftosa y una vermifugación a terneros que presentaban sintomatología compatible, representada en un 0,33% cada una respectivamente.

3.3.2 Área reproductiva.

En el área reproductiva se realizaron 941 actividades, las cuales se resumen en la Figura 2. Dentro de este grupo una de las más frecuentes es la palpación transrectal, actividad de vital importancia como diagnóstico para el chequeo reproductivo. Representan estas actividades el 31,14% de los casos realizados. Se ejecutaron 265 procedimientos, de inseminación artificial que corresponden al 28,16%.

También se realizó el proceso de sincronización de celos, representado por 25,08% del total de las actividades. El diagnóstico ecográfico representó un 10,31% (97 casos) del total de actividades.

Por ultimo en el área andrológica, se realizaron prácticas de examen, colecta, y congelación de semen, representadas dentro del total de actividades por (1,17, 2,13 y 1,28%) respectivamente.

Los procedimientos de cesárea asistidos fueron 4 casos, equivalentes al 0,43%.

Dentro de las actividades realizadas se participó en el protocolo, colecta y transferencia de embriones, que dentro de las actividades corresponden cada uno al 0,11%. En esta práctica se

sincronizaron 4 donantes y 25 receptoras; obteniendo 12 embriones viables, que fueron transferidos por el método no quirúrgico. En la Figura 2 se resumen dichas actividades.

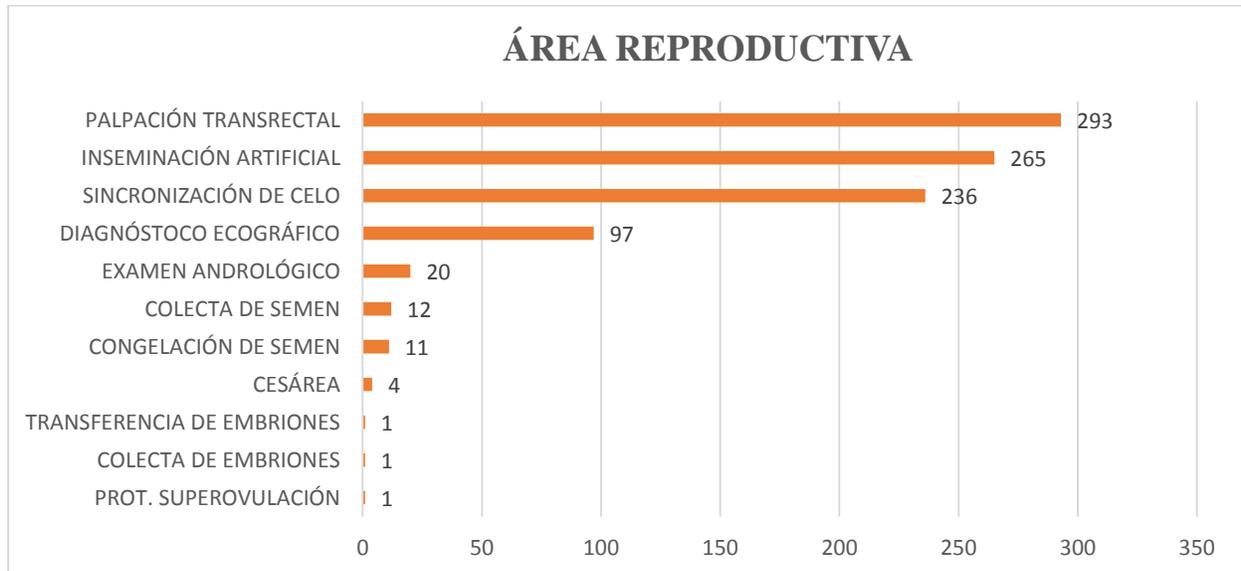


Figura 2. Resumen de las actividades en el área reproductiva en la pasantía.

Fuente: Saravia, L (2015)

EVALUACIÓN DEL USO DE DOS ÉSTERES DE ESTRADIOL EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN VACAS MULTIPARAS EN UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN

Resumen

El siguiente estudio tuvo como propósito evaluar dos formulaciones de estradiol E₂: Benzoato de estradiol BE y Cipionato de estradiol CE en vacas multíparas de la finca la Ceiba del municipio de San Alberto del departamento del Cesar. El tipo de muestreo aplicado fue no probabilístico con selección de muestra con criterios de exclusión. Fueron seleccionadas 150 vacas mestizas doble propósito (*Bos taurus* por *Bos indicus*) con cría al pie, de (50±15) días postparto y con un promedio de (4±2) partos cada una. Para la aplicación de los tratamientos se clasificaron aleatoriamente tres grupos G1, G2 y G3, cada grupo conformado por 50 vacas. A su vez cada grupo fue dividido en dos subgrupos de 25 cada uno para un total de 6 subgrupos muestrales. En el día 0 todas las vacas recibieron un Dispositivo Intravaginal Bovino DIB, junto con 2 mg de BE. En el día 8 los DIB fueron retirados y las vacas recibieron una dosis de 150 µg de PGF₂ α más 400 U.I de eCG (Folligon®). La mitad de las vacas recibieron 1 mg de CE en el Día 8 del tratamiento (CE 0h) y la otra mitad 1 mg de BE en el día 9 (BE 24 h). Posteriormente se realizó la IATF el día 10, 54 a 56 h después del retiro del DIB. Todas las vacas fueron examinadas por ultrasonografía el día 40 post inseminación. Los datos se analizaron mediante la técnica estadística ANOVA, con un nivel de significancia del 5% y los paquetes estadísticos utilizados fueron el SPSS, EXCEL y STATISTIX 10.0. Los resultados obtenidos no conllevaron a rechazar la hipótesis nula, es decir no se observaron diferencias significativas (P-valor>0.05) en el número de vacas preñadas ni por tratamiento ni por grupo, por lo tanto, se puede utilizar el protocolo de benzoato más cipionato para evitar un encierro de los animales sin afectar la tasa de preñez.

Palabras clave: Benzoato, Cipionato, Inseminación a término fijo IATF, Ovulación.

Abstract

The following study was aimed to evaluate two formulations of estradiol E₂ estradiol benzoate (BE) and estradiol Cypionate (CE) in multiparous cows at a farm in Ceiba from the municipality of San Alberto in the state of Cesar. The type of sampling that was applied was non-probabilistic with sample selection with criteria of exclusion. One hundred fifty (150) mixed breed cows of double purpose (*Bos taurus* by *Bos indicus*) were selected, close to birth) of (50±15) days postpartum and with an average of (4±2) births each one. For the application of the treatments, three groups G1, G2 and G3 were randomly classified, each group made up of 50 cows. In turn, each group was divided into two groups of 25 each for a total of 6 sample subgroups. On day 0 all of the cows received a DIB along with 2 mg of EB. On day 8, the DIB were removed and the cows received a dose of 150 ug of PGF₂, plus 400 U.I of eCG (Folligon). Half of the cows received 1 mg of CE on Day 8 of the treatment (BE 0h) and the other half 1 mg of BE on Day 9 (BE 24h). Subsequently the IATF on Day 10 was achieved, 54 to 56 h after the removal of the DIB. All of the cows were examined by ultrasonography on day 40 post insemination. The date was analyzed by means of the statistical technique ANOVA, with a significance level of 5% and the statistical software that was used was SPSS, EXCEL and STATISTIX 10.0. The obtained results did not lead to reject the null hypothesis, no significant difference (P-value>0.05) in the number of pregnant cows or by treatment or per group were observed, therefore, one can use the protocol benzoate plus cypionate to avoid the confinement of animals without affecting the pregnancy rate.

Key words: Benzoate, cypionate, fixed-term AIFT, insemination, Ovulation.

INTRODUCCIÓN

Una alta rentabilidad en una explotación ganadera, ya sea de carne o de leche depende en gran parte de un eficaz manejo reproductivo, este manejo integra servicios tempranos, bajas tasas de mortalidad prenatales, altas tasas de concepción y baja frecuencia de animales anéstricos; estos parámetros mencionados se pueden lograr al tener un manejo reproductivo planificado, lo cual requiere de control y sincronización de los celos (Syntex, s.f.).

El mercado actual exige una máxima eficiencia en la producción en las empresas agropecuarias, con la finalidad de mejorar la rentabilidad. En la actividad ganadera de doble propósito, uno de los pilares para mejorar la eficiencia es acercarse a la producción ideal que es destetar un ternero por vaca por año (Valderrama & Vélez, 2012).

Se puede dividir a los protocolos de Inseminación Artificial a Término Fijo (IATF), en aquellos que utilizan combinaciones de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}), llamados protocolos Ovsynch y los que utilizan dispositivos con progesterona y estradiol (Bó, Cutaia, & Tribulo, 2002).

Actualmente los protocolos para sincronizar el estro se basan principalmente en el uso de progestágenos, siendo el dispositivo intravaginal liberador de progesterona uno de los más utilizados. A pesar de que con el uso de estos agentes sincronizadores se pueden agrupar estratégicamente los estros, los resultados obtenidos al implementar programas de (IATF), en términos de fertilidad después de la sincronización del estro, han sido bajos (Díaz *et al*, 2002 & Ross *et al*, 2004).

La IATF es una técnica que permite sincronizar los celos y ovulaciones de los bovinos, mediante la utilización de hormonas, lo cual hace posible inseminar una gran cantidad de animales en un corto periodo de tiempo (Quijano, Artunduaga, & López, 2015).

Con la finalidad de mejorar la respuesta cuando se sincroniza el estro con el DIB, se ha implementado la aplicación de otras hormonas como la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la gonadotropina coriónica equina (eCG) y el estradiol (E_2), en sus diferentes presentaciones Benzoato de estradiol (BE), Cipionato de estradiol (CE) y Valerato de estradiol (VE).

Los tratamientos que combinan GnRH con PGF y los que utilizan combinaciones de estrógenos y progesterona han demostrado ser los más efectivos en el control del ciclo estral para la implementación de la (IATF) (Cutaia, 2014).

En la IATF, se obtienen porcentajes de preñez que van desde 25-65% en el caso del ganado de carne y del 40 a 45 % en ganado de leche, estos resultados están influenciados por factores como la alimentación, manejo, clima, raza y/o cruces, tipo de hormona utilizada, destreza del inseminador y aplicación correcta de la técnica entre otros (Valderrama & Vélez, 2012).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar un protocolo de sincronización del celo con dos inductores de ovulación (BE y CE) en vacas paridas en el municipio de San Alberto Cesar, comparando el porcentaje de preñez presentado para cada uno de los tratamientos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas de producción de ganadería doble propósito representan un renglón importante en la economía nacional, por esta razón un manejo adecuado de los índices reproductivos, constituye el pilar de la eficiencia y la rentabilidad de dichas explotaciones. No obstante, la mayoría de estas explotaciones están constituidas por cruces de razas taurinas por índicas, debido a que la implementación de este tipo de cruces, mejora la adaptabilidad a las condiciones tropicales sin dejar a un lado los parámetros de producción láctea. Sin embargo, en estos modelos doble propósito el manejo tecnificado es poco eficiente y está representado por ganaderías de tipo extensivo, lo que influye en los bajos parámetros productivos y reproductivos.

En ese orden de ideas, la utilización de programas para la manipulación del ciclo estral y de técnicas como la inseminación artificial han sido utilizadas para optimizar el desempeño reproductivo de los animales, ya que el uso de hormonas representa una alternativa eficiente y aplicable en la sincronización del estro en las hembras bovinas de las ganaderías.

Los estudios sobre IATF que se han realizado bajo condiciones del trópico colombiano son pocos o corresponden a protocolos usados en distintas regiones de la geografía nacional, obteniéndose resultados negativos representados por bajas tasas de preñez, incidiendo en el aumento del número de días abiertos (Silva, L. 2014). Que no deberían ser mayores a 80 días, para poder lograr el ideal de un ternero/vaca/año (Ossa, Suárez, & Pérez, 2006). Según lo descrito por Silva (2014) existen deficiencias en el manejo de las técnicas biotecnológicas sumadas a la falta de conocimiento de la fisiología de la hembra bovina, que tiene que ser comprendida para poder ser aplicadas específicamente en los sistemas de producción ubicados en el trópico. Sobre la base de las consideraciones anteriores, se procede a evaluar dos esteres de

estradiol en el porcentaje de preñez en vacas multíparas en un protocolo de sincronización de la ovulación.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluación del uso de dos ésteres de estradiol en el porcentaje de preñez en vacas multíparas en un protocolo de sincronización de la ovulación.

Objetivo Específico

- Recolectar, digitalizar y analizar datos mediante el Software- ganadero, TP, USATI.
- Aplicar las diferentes técnicas y planteamientos terapéuticos utilizados en la inseminación artificial en bovinos.
- Diagnosticar a través de ultrasonografía la preñez de las hembras tratadas.
- Evaluar mediante técnicas estadísticas la efectividad del tratamiento con dos esteres de estradiol en el porcentaje de preñez en vacas multíparas en un protocolo de sincronización de la ovulación.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para soportar el estudio de caso clínico realizado en la modalidad de pasantía se hizo necesario revisar algunos aspectos: Anatomía, Fisiología reproductiva de la hembra bovina, control neurológico y endocrino de la reproducción y rol del estradiol en el ciclo estral.

4.1 Anatomía

La anatomía del aparato reproductivo de la hembra bovina según lo referido por Hopper (2015) “Se puede agrupar funcionalmente en un componente asociado con la producción y transporte de oocitos, y otro asociado con la gestación y la copula” (p.191).

De una manera simplificada está conformado por órganos externos, internos y por los huesos pélvicos. Su función consiste en producir hormonas, recibir los espermatozoides, producir y liberar el óvulo, ofrecer el ambiente para que ocurra la fertilización, garantizar la gestación y expulsar la cría al momento del parto.

“El ovario es la parte productora de gametos y hormonas del aparato genital femenino, siendo el oviducto y el útero la parte conductora y portadora de los mismos. Otros órganos sirven como vías blandas para el parto (vulva, vagina, cérvix) y para la cópula (Sánchez, 2008, p.2).

En los ovarios se encuentran los folículos inmaduros, en crecimiento y maduros; dentro de los folículos se encuentran el huevo u oocito que es expulsado al momento de la ovulación. Durante un ciclo normal de la vaca solo un folículo llega a madurar y ovular, raras veces dos (ABS 2006).

El ovario se compone de dos estructuras, región medular: abarca la región central del ovario y se forma de tejido conectivo, vasos y fibras nerviosas. Región Cortical: contiene folículos (en

diferentes estadios), cuerpos lúteos (en diferentes estados de evolución). Entre estas estructuras se coloca el estroma ovárico.

Anatomía del Oviducto

De acuerdo a lo expuesto por Sánchez (2008) El oviducto se compone de tres zonas no muy bien delimitadas anatómicamente pero sí funcionalmente que son:

Infundíbulo: con forma de embudo, se abre a la cavidad peritoneal estando libre excepto en un punto en que se fija dorsalmente al ovario. Presenta unas proyecciones (fimbrias) que hacen más probable la captura del óvulo.

Ampolla: la mitad del trayecto del oviducto.

Istmo: parte más estrecha que se une al útero por la unión uterotubárica

Anatomía del Útero

Según Hincapié (2004) el cuerpo del útero está situado entre la cavidad abdominal y pelviana. Su longitud varía entre 3-4 cm, éste es fijado por el ligamento ancho del útero.

El útero conecta los oviductos y la vagina. Lo forman sus dos cuernos, cuerpo y cuello.

Los cuernos son curvados craneoventralmente presentando una bifurcación externa y otra interna.

El cuerpo es corto, la estructura de su pared es similar en cuerpo y cuello contando con perimetrio (serosa), miometrio (muscular) y endometrio (mucosa). (Sánchez, 20011)

Cuello o cérvix

Al referirse a esta estructura Sánchez (2008) expone que es un “órgano tubular que separa el cuerpo del útero de la vagina. Ejerce funciones relacionadas con el transporte espermático. Sirve de barrera. Canal cervical: En su interior destacan múltiples pliegues o anillos que sobresalen hacia la luz” (p. 8).

Orificio cervical externo: Separa la vagina del útero.

Vagina:

Es un tubo de paredes mucosas que al momento del celo se encuentra lubricado por moco cervical. La vagina está conectada a la vejiga urinaria, por lo tanto, también interviene en la función de evacuar la orina. Está comprendida entre el cuello del útero y la vulva (ABS 2011).

Vulva

Es la parte más externa del tracto, se puede apreciar a simple vista. Está formada por dos labios vulvares que forman la comisura dorsal y ventral, estos toman una coloración roja (hiperemia) y aumentan de tamaño (edema) cuando la vaca está en celo por la acción de los estrógenos (Hincapié 2004).

4.2 Fisiología reproductiva de la hembra bovina

En los mamíferos, el proceso reproductivo está controlado por dos sistemas reguladores. El sistema endocrino y el nervioso tienen cada uno un papel específico, y es esencial una interacción sutil entre ambos, siendo necesario que interactúen de manera exitosa para el mantenimiento de una descendencia sana.

Los estímulos del entorno son recibidos por los sentidos y transmitidos al cerebro. Con respecto a la reproducción, como ejemplos de señales sensoriales del entorno, tenemos la información recibida

mediante la vista (luz, otros animales de la misma especie), el olfato (feromonas) y el tacto (proximidad a otros animales), siendo transmitidos al cerebro por los nervios óptico, olfatorio. El cerebro traduce la información y, a medida que va siendo necesario, reacciona enviando impulsos a lo largo de fibras nerviosas para la producción de hormonas hasta un órgano diana. Una hormona puede definirse como una sustancia química producida en una glándula o un tejido y que provoca una reacción concreta en un tejido sensible a la hormona, en la Figura 3, se describen algunas características y funciones de ellas. El sistema hormonal ejerce su influencia mediante estos mensajeros químicos, y está regulado por complejos de procesos de feedback (o retroalimentación) que pueden definirse como la interacción del sistema nervioso y distintos órganos blanco. Su actividad puede subdividirse según la forma en que las hormonas llegan a las células diana (Ptaszynska, 2007).

| Hormona | Origen | Función principal | Estructura química |
|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| Melatonina | Glándula pineal | Indicador de la duración día/noche | Indolamina |
| GnRH | Hipotálamo | Estimula la liberación de FSH y LH por parte de la hipófisis | Péptido (10 aminoácidos) |
| FSH | Hipófisis anterior | Hembra: estimula el desarrollo y la maduración de los folículos Macho: estimula la espermatogénesis | Glicoproteína (>200 aminoácidos) |
| LH | Hipófisis anterior | Hembra: estimula la maduración de los folículos. Induce la formación y el mantenimiento del cuerpo lúteo en el ovario Macho: estimula la producción de testosterona | Glicoproteína (>200 aminoácidos) |
| Estrógenos (17 β estradiol) | Ovario (granulosa del folículo) | Induce el comportamiento propio del celo. Estimula la descarga preovulatoria de LH | Esteroide |
| Inhibina | Hembra: ovario (granulosa) Macho: testículo (células de Sertoli) | Inhibe la secreción hipofisaria de FSH (efecto de retroalimentación) | Péptido |
| Progesterona | Ovario (cuerpo lúteo) | Prepara al endometrio para la nidación de un embrión. Mantiene la gestación. Disminuye la secreción de GnRH, impidiendo así nuevas ovulaciones | Esteroide |
| Prostaglandina F _{2a} | Útero | Regresión del cuerpo lúteo | Ácido liposoluble |

Figura 3. Hormonas implicadas en la reproducción, su origen, función principal y estructura química.
Fuente: Ptaszynka, M. (Ed). (2007). Compendium de reproducción animal (9 a. Ed.). Uruguay: Intervet.

4.3 Control Neurológico y Endocrino De La Reproducción

La regulación de la actividad sexual está constituida en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-útero-ovárico, Figura 4. El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción interrelacionado hipotálamo, hipófisis, ovario y hormonas LH, FSH y esteroides ováricos, para conformar la esencia de la maduración folicular, ovulación, implantación y mantenimiento de la gestación. Todo esto está claramente influenciado por factores hereditarios, nutricionales y ambientales que pueden modificar el ciclo en cualquier animal (Caicedo, Caccia, Alonso, Tríbulo, & Bó, 2003).

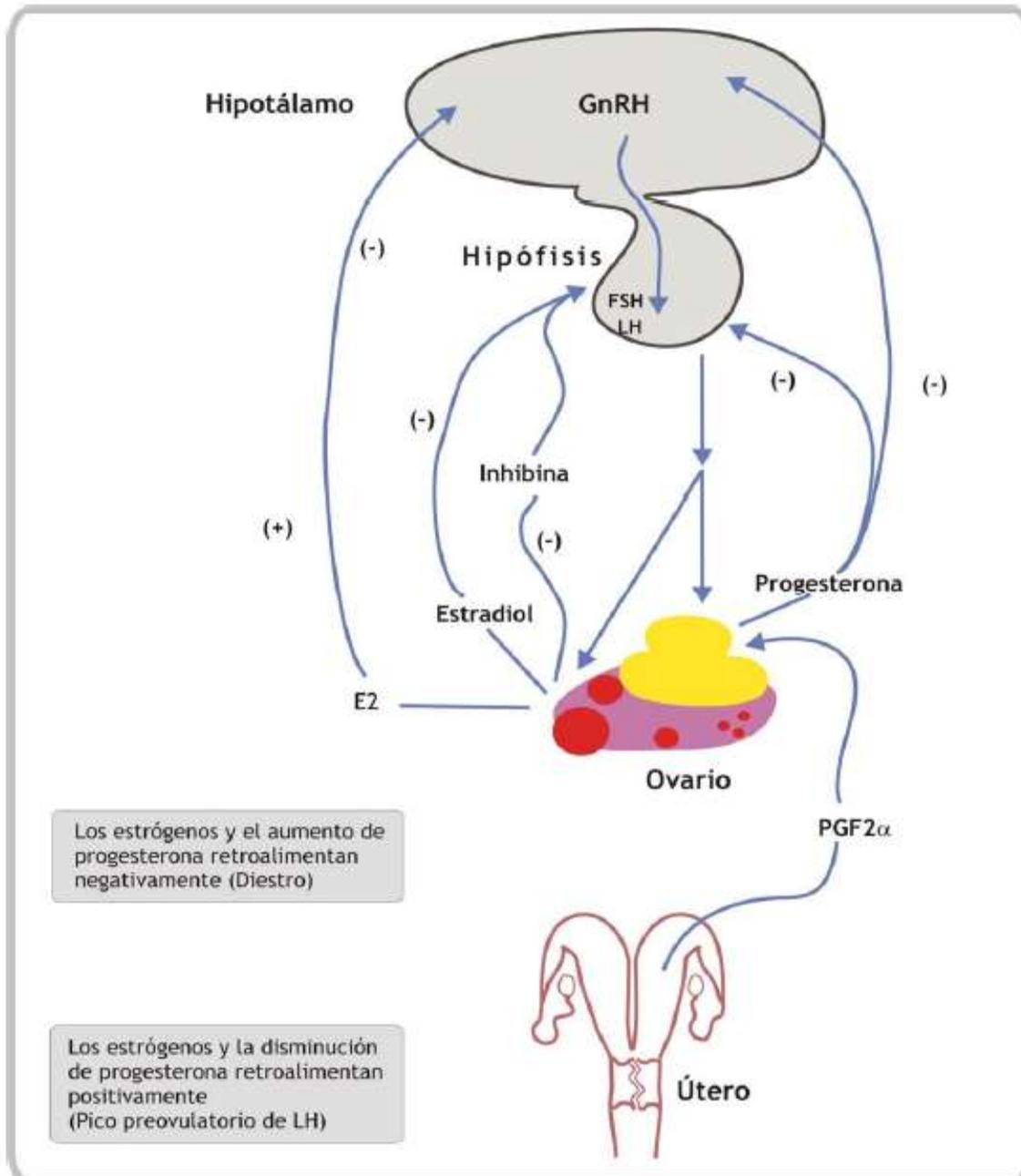


Figura 4. Esquema simplificado de las interrelaciones hormonales del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero
Fuente: Universidad autónoma de México. (s.f.).

4.3.1 Hipotálamo

Forma la base del cerebro y se encuentra localizado sobre la glándula pituitaria. Sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH, en la eminencia media, se difunde a los capilares del sistema porta hipofisario y de aquí a las células de la adenohipófisis estimulándolas para que sintetice y secrete las hormonas hipofisarias: folículo-estimulante (FSH) y luteinizante (LH) (Syntex, 2005).

4.3.2 Hipófisis

La hipófisis es una pequeña glándula que ocupa una depresión central del cuerpo del hueso basofenoides, llamada fosa hipofisial de la silla turca. Esta glándula compleja está presente en todos los vertebrados (Sisson & Grossman, 2005). “La hipófisis cerebral se compone de la adenohipófisis (pars distalis o lóbulo anterior), la neurohipófisis (pars nervosa o lóbulo posterior), la pars intermedia (lóbulo intermedio) y la pars tuberalis)” (Cunningham, 2003, p.331).

La adenohipófisis secreta dos hormonas proteicas de importancia en la reproducción, a éstas se las llama gonadotropinas y son: la hormona folículo estimulante (FSH), y la hormona luteinizante (LH), y una tercera de menor importancia llamada prolactina. Existen además varias hormonas que también son producidas por la hipófisis, las cuales son: hormona del crecimiento (GH), la corticotropina (ACTH) y la tirotrópica (TSH) (Cunningham, 2003).

La FSH es una glicoproteína que posee dos unidades en su constitución: alfa y beta. Esta Gonadotropina tiene un peso molecular alrededor de 32000 daltons, su principal función en la reproducción es promover el crecimiento y maduración del folículo ovárico o de Graaf, la FSH

para estimular el flujo de estrógeno actúa en conjunto con la LH se menciona también que la hormona luteinizante es una glicoproteína formada de las unidades alfa y beta y posee un peso molecular de 30000 daltons, ésta gonadotrofina se caracteriza ya que tiene una actividad media de 30 minutos. La LH para inducir la secreción de estrógeno actúa en asociación con la FSH. La principal función de la LH es de promover la ovulación, la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo (Hafez, 2002).

4.3.3 Útero

Compuesto por cuatro partes anatómicas: cérvix, cuerpo del útero, cuernos uterinos y oviductos.

El cérvix está formado por paredes gruesas, conecta la vagina con el útero. Su estructura interna presenta pliegues circulares que forman anillos que le dan una consistencia más dura semejando un cuello de gallina o pavo; mide unos 10 cm de largo y entre 3 y 5 cm de grosor, dimensiones que varían de acuerdo con la edad del animal (novillas o vacas). Durante el diestro y durante la gestación el cuello del útero se encuentra cerrado, aislándolo del exterior. Durante el estro se abre o dilata para permitir la entrada de los espermatozoides y durante el parto normal para garantizar la expulsión de la cría. (De jarnette, 2007)

El cuerpo del útero se encuentra a continuación del cuello o cérvix, es corto; de aproximadamente 4–5 cm, a partir de los cuales se bifurca dando origen a los cuernos uterinos (derecho e izquierdo). La pared muscular del útero es muy delgada. La consistencia de los cuernos varía de acuerdo con los niveles hormonales del animal: se tornan tensos, turgentes o tónicos durante el celo o estro y flácidos, sin tono, durante el diestro (Wattiaux, 2000).

El oviducto es la continuación de los cuernos uterinos hacia los ovarios, sirviendo para canalizar el óvulo al desprenderse del ovario durante la ovulación, son largos y más o menos flexuosos. El extremo libre es amplio como embudo y rodea o circunda al ovario, lo que le permite recibir al óvulo en el momento de la ovulación; esta parte o extremo se denomina fimbria ovárica o infundíbulo. La otra parte está unida al extremo anterior de los cuernos uterinos, propiamente dichos. Flexuosa y delgada, conduce al óvulo hacia el extremo anterior del cuerno uterino (De jarnette, 2007).

4.3.4 Ovario

En este orden de ideas, el ovario Figura 5. Es una estructura ovoide y relativamente densa “cuya función principal es la producción de los gametos femeninos (óvulos) y hormonas como: estrógenos y progesterona. El cuerpo lúteo produce a su vez oxitocina, inhibina y activina” (Senger, 2003, p.2).

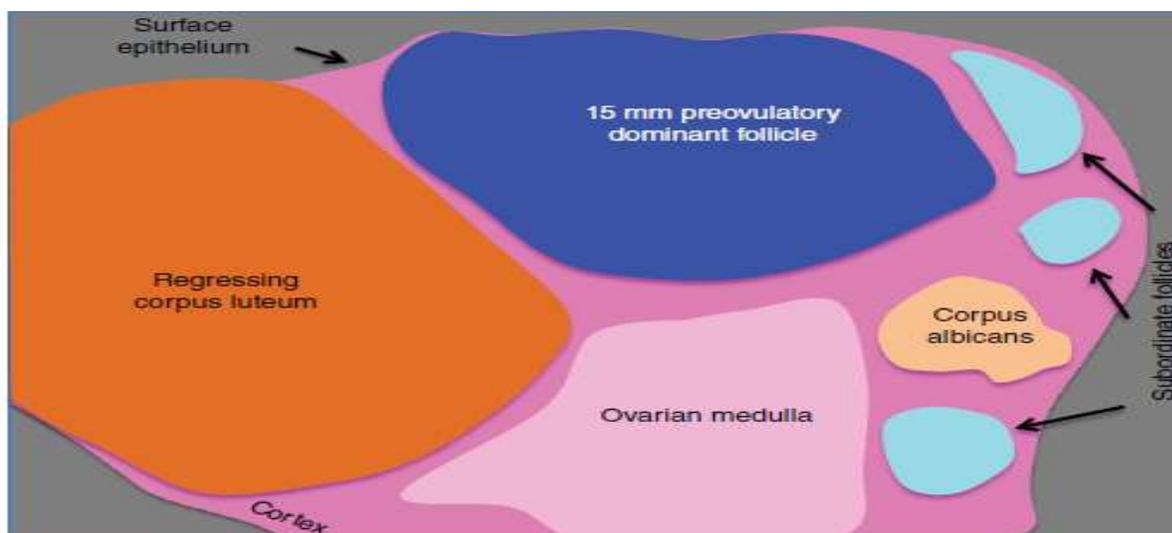


Figura 5. Diagrama del ovario de una vaca en el día 18 del ciclo estral (día 0 = ovulación).
Fuente: Hopper, R. (Ed). (2015). Bovine Reproduction. Ames, Iowa: John Wiley & Sons, Inc

Los estrógenos son hormonas esteroideas producidas en el folículo ovárico y son los responsables de estimular la conducta sexual o de celo actuando sobre el sistema nervioso central del animal; además, tienen acción sobre otros órganos del aparato reproductivo como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina y la vulva. Los estrógenos tienen un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo la liberación de GnRH que a su vez inducirá la liberación de FSH y LH en la hipófisis anterior como se evidencia en la figura 4. La progesterona es también una hormona esteroide producida en el cuerpo lúteo por acción de la LH; es responsable de la preparación del útero para permitir la implantación del embrión y de mantener la gestación. Produce un efecto de retroalimentación negativa sobre el hipotálamo Figura 4. La inhibina es una hormona proteica producida en el folículo que interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH y tiene un efecto de retroalimentación negativa sobre la hipófisis anterior produciendo una menor secreción de FSH (Rippe, 2004, p.2).

4.4 Ciclo estral



Figura 6. Etapas de del ciclo estral

Fuente: Cavestany, D. (s.f.). *Fisiología reproductiva de la hembra*.

El ciclo estral es el periodo comprendido entre dos celos, que a su vez se subdivide etapas como se muestra en la Figura 6. Un celo es desencadenado por niveles elevados de estradiol en

relativa ausencia de progesterona, que actúan sobre el hipotálamo para inducir la manifestación externa del celo (Allrich, R. 1994).

La vaca es un animal poliéstrico anual (cicla todo el año) y cada ciclo dura entre 17 y 23 días, el celo entre 6 y 18 horas, y la ovulación tiene lugar 24 a 30 h después de comenzado el celo (Palma, 2005).

“El ciclo sexual de la vaca suele ser independiente de la estación del año. El estro o celo se observa cada 21 días en promedio, con un rango de 18-24 días. El día del estro se considera como el día 0. (...) La ovulación se da unas 30 horas después del inicio del estro, es decir, después del final del estro comportamental” (Ptaszynska, 2007, p.17).

4.4.1 Rol del estradiol en ciclo estral

Los estrógenos son hormonas esteroideas, producidas en el folículo ovárico, cuyo mecanismo de síntesis expuesto en Syntex (2005) menciona que:

La Hormona Luteinizante hipofisaria (LH) interacciona con su receptor ubicado en las células de la teca interna y produce andrógenos; estos pasan a través de la membrana basal y entran en las células granulosa. En estas actúa la Hormona Folículo estimulante hipofisaria (FSH), quien estimula una enzima aromatasa que transforma a los andrógenos en estrógenos, los cuales pasan al líquido folicular y a la circulación general. Posteriormente llegan a su blanco y ejercen su acción mediante el modelo de receptor móvil o intracelular.

Por lo anterior, los estrógenos a nivel uterino actúan como hormonas tróficas, En el miometrio producen una hipertrofia de la capa muscular circular y longitudinal y sensibilizan sus células a la acción de la oxitocina, por lo cual favorecen la contractibilidad y conductibilidad de las mismas (...) En el cérvix producen relajación, aumentan su diámetro y aparece una abundante secreción

mucosa, filante y transparente. En la vagina y la vulva se congestionan los vasos y aparece edema, además, en la vagina se estimula el crecimiento del epitelio hasta la cornificación. En las Trompas de Falopio se produce la hipermotilidad y se estimula su crecimiento. En el sistema nervioso central se estimula la conducta de celo y en el hipotálamo ejercen un "feed back" negativo sobre el centro tónico y positivo sobre el centro cíclico (Syntex, 2005).

El uso de estradiol exógeno, en cualquiera de sus sales en el control del ciclo estral tiene como objetivo desencadenar la luteolisis, 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. (Syntex, 2005)

El EC es una sal de estradiol con mayor vida media que el EB y puede adaptarse a un esquema de aplicación de estradiol como inductor de la ovulación en el momento de retirar el dispositivo con progesterona (Chesta, Cutaia, & Bó, 2015). En la Figura 7. Podemos apreciar la vida media del estradiol y sus sales sintéticas.

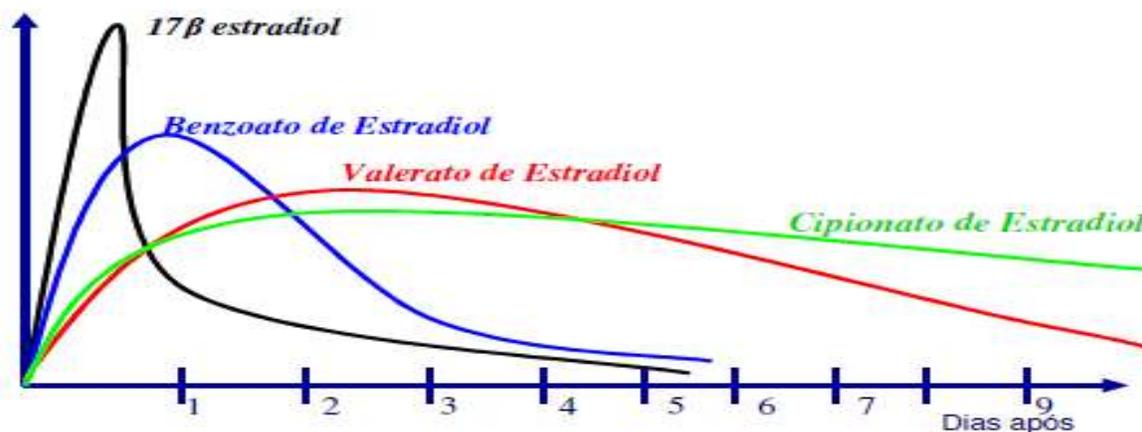


Figura 7. Vida media del estradiol y sus sales sintéticas

Fuente: Tecnopec®. (s.f.). *Diferenças entre Benzoato e Cipionato de Estradiol na indução da ovulação em programas de IATF em fêmeas bovinas.*

Con el objeto de hacer un análisis detallado de las interacciones endocrinas durante el ciclo estral, es conveniente dividirlo en 3 etapas (Hansel, & Convey, 1983).

- Fase folicular o de regresión luteal.
- Fase periovulatoria y Fase luteal.

4.4.1 Fase folicular o de regresión luteal (proestro)

La fase del proestro se inicia con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior o luteolisis (Rippe, 2009), en el que las concentraciones de progesterona en sangre decaen abruptamente a niveles menores a un ng/ml entre 24 a 36 h de iniciada la luteolisis ya sea en forma natural (Dieleman, Bevers, van, & Willemse, 1986) o inducida por PGF₂ (Schams, 1987).

Después del inicio la luteolisis:

La caída de las concentraciones de progesterona elimina la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotrofinas, consecuentemente aumenta frecuencia de los pulsos de LH y en menor grado la de FSH, el incremento en la frecuencia de pulsos de LH estimula el desarrollo del folículo dominante que secreta cantidades crecientes de estradiol. El grado de desarrollo folicular al momento de la luteolisis determina el tiempo que transcurre hasta que un folículo completa su crecimiento y es capaz de producir cantidades suficientes de estradiol como para iniciar el celo y la descarga preovulatoria de LH. (Instituto de Reproducción Animal de Córdoba. [IRAC], 1997)

4.4.2 Fase periovulatoria (estro – metaestro)

Periodo de actividad y receptividad sexual en donde el signo principal es que el animal se mantiene en pie y quieto al ser montado por otro. También se observa, entre otros signos, inquietud, inflamación de la vulva, secreción de moco claro y transparente que sale por la vulva (Rippe, 2009). Se da el inicio la onda preovulatoria de gonatropinas y la ovulación.

El intervalo entre el inicio de la luteolisis y el comienzo del celo es 58 a 60 h aproximadamente (Dieleman *et al.*, 1986).

Los niveles de estradiol aumentan desde la regresión luteal hasta alcanzar niveles máximos el día previo al inicio del celo, dicha elevación del estradiol provoca el comportamiento propio del celo e induce la descarga preovulatoria de LH, esta tiene una duración de 6 a 10 h, se inicia junto con el celo y alcanza su valor máximo en forma de pico con un patrón pulsátil a las 4 o 5 h más tarde (Dieleman *et al.*, 1986).

Las funciones principales del LH son la estimulación de la maduración folicular final, la activación del ovocito para que continúe con la meiosis (...) y el mantenimiento del cuerpo lúteo. La descarga preovulatoria de LH concurre al comienzo del estro, concurrentemente con el pico de FSH. Se cree que este pico de LH causa la ovulación e inicia la luteinización de las células de la granulosa y la teca.

Generalmente la ovulación ocurre entre las 24 y 30 h después del comienzo de las descargas preovulatorias de LH y FSH (IRAC, 1997).

4.4.3 Fase luteal o diestro

Esta fase comienza después de la ovulación y se caracteriza por la presencia y dominio del cuerpo lúteo en el ovario y la producción de progesterona, y está regulada por las secreciones de

la glándula pituitaria anterior, útero, ovario y la presencia de un embrión (Niswender, 1976, citado por Lamb, 2009) y va desde el día 5 del ciclo estral hasta el día 18.

En esta fase las concentraciones de progesterona comienzan a elevarse en los días 3 o 4 alcanzando un pico entre los 8 y 12 días después del celo y luego disminuyen hasta concentraciones basales hasta el próximo estro. Como respuesta a la secreción uterina de $\text{PGF}2\alpha$ y en ausencia de un embrión viable en el útero (Adams, Singh, & Malhi, 2008).

Todavía existe controversia sobre el mecanismo de luteolisis en el cual intervienen diferentes hormonas provenientes de los folículos ováricos como el estradiol el cuerpo lúteo mismo que produce oxitocina y el endometrio con la secreción de $\text{PGF}2\alpha$. (Instituto de Reproducción animal de Córdoba (IRAC, 1997).

El estradiol proveniente del folículo dominante interactúa con sus receptores endometriales e induce la síntesis de receptores para la oxitocina, luego la oxitocina circulante la cual proviene en primera instancia de la neurohipófisis luego del cuerpo lúteo se une a sus receptores activa la fosfolipasa A, libera ácido araquidónico e induce la cascada sintética de araquidónico que llevará a la producción de $\text{PgGF}2\alpha$ uterina. La $\text{PgF}2\alpha$ sale del útero por el sistema venoso y llega al ovario por el sistema arterial, estimula a su vez la liberación de oxitocina por el cuerpo lúteo y esta oxitocina luteal induce una mayor secreción de $\text{PgF}2\alpha$ por el endometrio, estableciendo de esta manera un feedback positivo entre ambas hormonas que conduce al aumento de los niveles de $\text{PgF}2$ con la consecuente lisis del cuerpo lúteo (IRAC, 1997)

4.4.4 Ovogénesis foliculogénesis y dinámica folicular

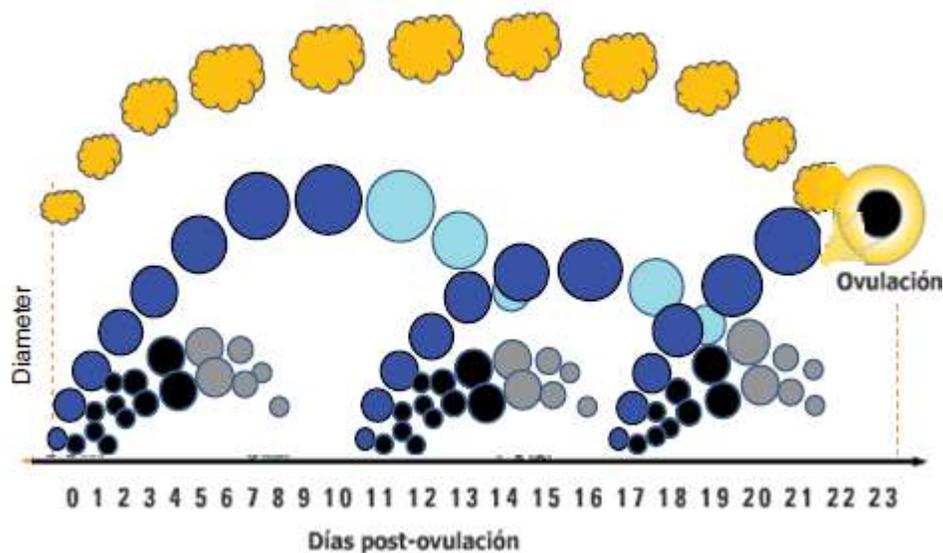


Figura 8. Representación esquemática de la dinámica folicular en un ciclo estral de 3 ondas

Fuente: Modificado de Hopper, R. (Ed). (2015). Bovine Reproduction. Ames, Iowa: John Wiley & Sons, Inc.

Sánchez (2008) menciona que:

Hablamos de ovogénesis y foliculogénesis cuando nos referimos a los cambios que se dan en lo que posteriormente serán las gónadas femeninas ya en su periodo fetal. Las células germinales primordiales se multiplican hasta convertirse en ovocitos de primer orden (folículos primordiales durmientes) y se mantienen así hasta después del nacimiento (el total de ovocitos presentes al nacer es el total de los disponibles en la vida del animal). (p.13)

Hasta la pubertad, estos folículos no son sensibles a la acción de las hormonas y, aunque ya hay oleadas de crecimiento folicular en las primeras semanas de vida, en todos los casos desembocan en atresia del folículo dominante, sin llegar a completarse la ovulación. Solo

después de la pubertad y llegada de la fase sexualmente adulta podemos hablar de oleadas foliculares que se completan con ovulaciones (Sánchez, 2008).

Sobre la dinámica folicular en una publicación de Syntex, 2005, alude que: “Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio.” (p.1). “En vacas, el desarrollo folicular ocurre en forma de ondas Figura 8, y se observan tanto en animales jóvenes como adultos, en vacas preñadas (excepto durante los últimos 30 días de gestación), durante el postparto y durante el ciclo estral” (Rippe, 2009, p.114). Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última onda folicular. Para describir la dinámica folicular bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia (Syntex, 2005).

Una oleada de crecimiento folicular se caracteriza por: el reclutamiento inicial de un grupo de folículos en crecimiento. De ellos uno es seleccionado y continúa su crecimiento, mientras que los otros sufren atresia. Una vez seleccionado, el folículo tiene un papel activo en la inhibición del crecimiento de los demás Folículos de la misma oleada, a este efecto se le llama dominancia. Dependiendo de si el cuerpo lúteo regresa o no, el folículo ovulará o regresará (folículo dominante anovulatorio). El desarrollo del cuerpo lúteo en tamaño y consistencia va a acompañar al de los folículos a lo largo de la oleada tal y cómo se ve en la Figura 8 (Sánchez, 2008).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue experimental tipo ensayo clínico y transversal, la población de estudio estuvo constituida por 250 hembras bovinas reproductoras de la finca la Ceiba, ubicada en el municipio de San Alberto Cesar, vereda Monte rey. La muestra obtenida fue probabilística y aleatoria simple de acuerdo a la fórmula de tamaño muestral para comparar los porcentajes de preñez obtenidos bajo cada uno de los tratamientos y estuvo conformada por 150 vacas mestizas doble propósito (*Bos taurus por Bos indicus*) con cría al pie, de (50 ± 15) días postparto y con un promedio de (4 ± 2) partos cada una, fueron distribuidas en tres grupos (G1 y G2, G3), dividiendo aleatoriamente a su vez cada subgrupo en dos; 50/50, para comparar los dos protocolos en cada grupo. Todas las hembras fueron mantenidas bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación, pastoreo de manejo rotacional según leyes de Voisin, con pasto solana (*Bothriochloa pertusa*) y *brachiaria decumbens*, sal mineralizada, (Somex®) al 6% y agua *ad libitum*; de condición corporal entre 3,0 y 3,5 (escala de 1 a 5). Así mismo los animales cuentan con un plan sanitario vigente, (ver anexo 1)

El procedimiento a realizar fue el siguiente:

El día 1 del parto, 50 U.I, 5 (ml). de oxitocina Over ® vía im fueron aplicadas a cada hembra que iba a ingresar a los protocolos, el día 7 post parto se aplicó 2 ml de PGF₂α (Cloprostenol, Prostal®), posteriormente el día 15 se realizó vacunación preventiva con Bovisan® total (Laboratorios Virbac). En la figura 9, se muestran los tratamientos implementados a partir del día (50 ± 15) postparto. El protocolo implementado se realizó de la siguiente manera, el inicio del procedimiento (Día 0), el tratamiento es idéntico para tratamiento 1 (T1) y tratamiento 2 (T2), y consistió en aplicar P₄ (progesterona) mediante un dispositivo intravaginal bovino de primer uso

(DIB) (1 gr-Syntex Argentina), más la aplicación im de 2mg (2 ml) de (B.E Von Franken®).

Para el (T1), el día 8, se retiró el implante y se aplicaron 150 µg, 2 ml de PGF2α (Prostal®) más 400 U.I. 2 ml de Gonadotropina coriónica equina (eCG) (Folligon).

El día 9, 24 h después del retiro del DIB, se aplicó 1mg 1 ml de (B.E) IM. Posteriormente 54 a 56 horas después de retirado el dispositivo se procede con la IATF. El tratamiento 2 (T2) día 8, se retira el implante y se aplica 150 µg de PG2α (Prostal®) + 400 UI eCG (Folligon®) más 1 mg 1 ml (EC) (Cipiosyn ®). Posteriormente el día 10, se realizó la IATF. En cada experimento, la IATF fue realizada por el mismo operador, a las 54 a 56 horas de retirado el dispositivo, utilizando semen fresco de un mismo reproductor, los parametros obtenidos tras analisis microscopico de dicho semen se presentan en el anexo 2.

El diagnóstico de gestación fue realizado por medio de ultrasonografía (mindray dp-2200 5 MHz) a los 40 días post IATF.

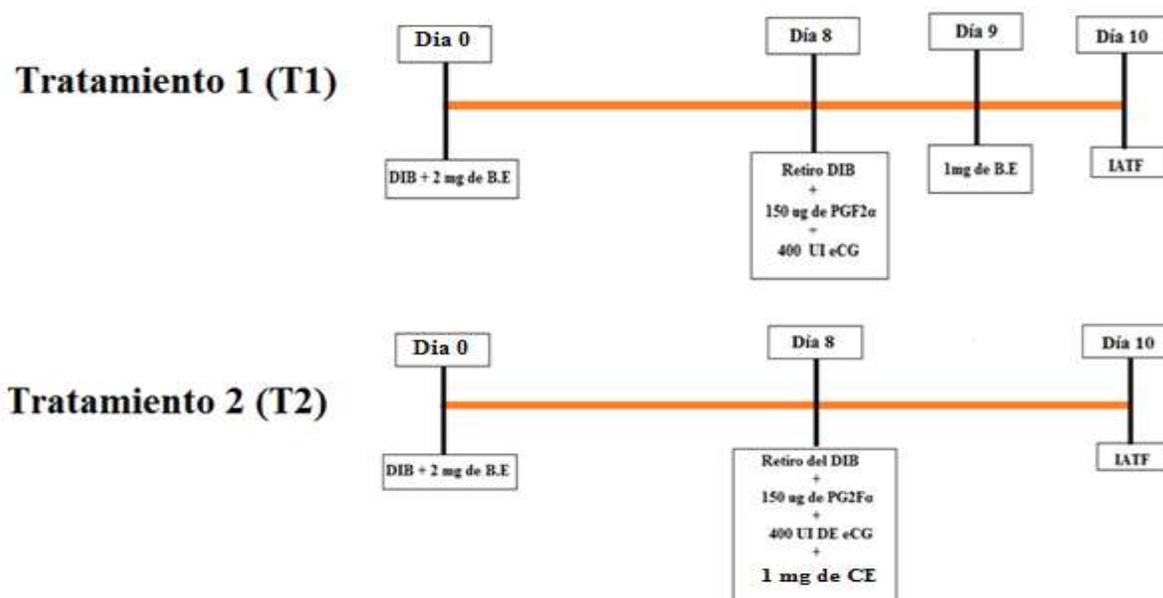


Figura 9. Esquema de los protocolos utilizados.

(DIB, Dispositivo intravaginal bovino; BE, benzoato de estradiol; CE, cipionato de estradiol, eCG, gonadotropina coriónica equina; PGF2α, Prostaglandina f dos alfa; IATF, Inseminación artificial a término Fijo).

Fuente: Saravia, L. (2015).

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para la presentación de los resultados obtenidos del caso clínico el cual refiere “la evaluación de dos ésteres de estradiol en el porcentaje de preñez en vacas multíparas en un protocolo de sincronización de la ovulación”, llevado a cabo durante el periodo de pasantía, se seleccionaron 150 vacas mestizas como se dijo antes con cría al pie, de (50 ± 15) días postparto y con un promedio de (4 ± 2) partos cada una, las cuales fueron distribuidas en tres grupos (G1 y G2, G3), aleatoriamente en cada grupo hasta completar 50 en cada uno. Para probar los tratamientos BE+BE y BE+CE, las hembras fueron mantenidas bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación, pastoreo de manejo rotacional, de acuerdo como se describe en materiales y métodos. Los resultados numéricos obtenidos se presentan En la Tabla 1. En forma absoluta y relativa.

Tabla 1. Resultados de preñez obtenidos representados en forma absoluta y relativa.

| Tratamiento | Grupo 1 | | Grupo 2 | | Grupo 3 | |
|---------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|------------|
| | N° | % | N° | % | N° | % |
| BE +BE | 13 | 52% | 9 | 36% | 14 | 56% |
| BE+CE | 11 | 44% | 8 | 32% | 15 | 60% |

Fuente: Saravia, L. (2015)

Para evaluar si hubo o no diferencias significativas en el número de vacas preñadas según el grupo y tratamiento aplicado se aplicará la técnica estadística “Diseño experimental, el cual tiene sus orígenes en los trabajos de Ronald Fisher (1890-1962), desarrollados en la Estación Agrícola Experimental de Rothamsted, en el Reino Unido, donde introdujo el concepto de aleatorización y el análisis de varianza o ANOVA. A lo largo de varias décadas, la teoría del diseño de

experimentos y sus aplicaciones se consolidó y se expandieron, y, en años recientes, recibieron un fuerte impulso por las contribuciones de Genichi Taguchi, un estadístico japonés ampliamente conocido en Occidente. El diseño de experimentos hace referencia a una serie de técnicas estadísticas de investigación que permiten establecer diferencias o relaciones entre una variable dependiente y otras independientes de un problema a través de métodos científicos, buscando comprobar o rechazar una hipótesis para verificar los efectos de las variables independientes que para el caso específico de esta investigación son de tipo cuantitativo y que más adelante se describen ampliamente. La técnica estadística ANOVA, permite estudiar simultáneamente los efectos de dos o más fuentes de variación y el objetivo principal de ésta técnica es contrastar hipótesis sobre la existencia o no de diferencias entre los valores promedio de los puntajes o variables implicadas en el estudio. Sea que se quiera contrastar dos o más medias se asume para este procedimiento un error aleatorio que sigue una distribución normal con media 0 y varianza constante.

Se aplica la técnica estadística Análisis de varianza (ANOVA), ya que como se dijo antes, uno de los objetivos específicos de la investigación plantea evaluar mediante técnicas estadísticas la efectividad de los dos tratamientos utilizados para observar la efectividad sobre la preñez bovina.

Por la naturaleza de la información, se aplicó un diseño factorial de dos factores, o análisis de varianza de dos vías (Montgomery, 2006, p.175). El factor aquí implicado lo constituye el tipo de medicamento con dos niveles o tratamiento (BE+BE) y (BE+CE) aplicados tal y como se estipula en el protocolo y la variable dependiente a evaluar será el número de vacas preñadas.

Para probar la validez del modelo fue necesario confirmar los contrastes de hipótesis mediante el estudio de los residuos: Normalidad, tendencias, etc. y la realización de un contraste de homocedasticidad (homogeneidad de varianzas).

Para las pruebas estadísticas aplicadas a la investigación, se utilizó un nivel de significancia del 5% y para correr los datos se utilizó el software: Statistix 10.0, SPSS, EXCEL.

A continuación, en la Tabla 2. Se presenta el arreglo matricial general del modelo y el contraste de hipótesis a probar para el diseño de dos factores y los resultados de ANOVA.

Tabla 2. El arreglo matricial general para el diseño de dos factores.

| | | | |
|---|----------------|--|--------------|
| FACTOR B : GRUPO | GRUPO 1 | FACTOR A: TIPO DE MEDICAMENTO | |
| | GRUPO 2 | BE+BE | BE+CE |
| | | Y ₁₁ Y ₁₂Y _{1n} | |
| | GRUPO 3 | Y ₂₁Y ₂₂Ya ₂ | |
| Ya ₁Ya ₂Yan | | | |

Fuente: Saravia, L. (2015)

a. **Modelo del diseño.** El diseño para dos factores es el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Representa el número de vacas preñadas obtenido bajo el i-ésimo tratamiento en el j-ésimo grupo.

μ : Representa el puntaje promedio global obtenido de hembras preñadas en cada uno de los grupos bajo los tratamientos (BE+BE) y (BE+CE).

τ_i : Es el efecto obtenido en el número de vacas preñadas bajo el i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} : Error aleatorio.

b. Los contrastes de hipótesis a verificar fueron las siguientes:

$$\begin{cases} H_0: \mu_{BE+BE} = \mu_{BE+CE} \\ H_1: \mu_{BE+BE} \neq \mu_{BE+CE} \end{cases}$$

En teoría la simbología anterior significa que:

H_0 : No hay diferencias significativas en el número de vacas preñadas bajo los dos tratamientos antes mencionados ni por grupo.

H_1 : Significa igualmente lo que estipula la H_0 , pero aceptando las diferencias.

c. Resultados de ANOVA

Verificación de normalidad de los datos: La siguiente gráfica se hizo para verificar el supuesto de normalidad, necesario para la aplicación de la técnica ANOVA. Este supuesto requiere verificar siguiente contraste de hipótesis:

H_0 : Los datos del número de vacas preñadas provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos del número de vacas preñadas no provienen de una distribución normal

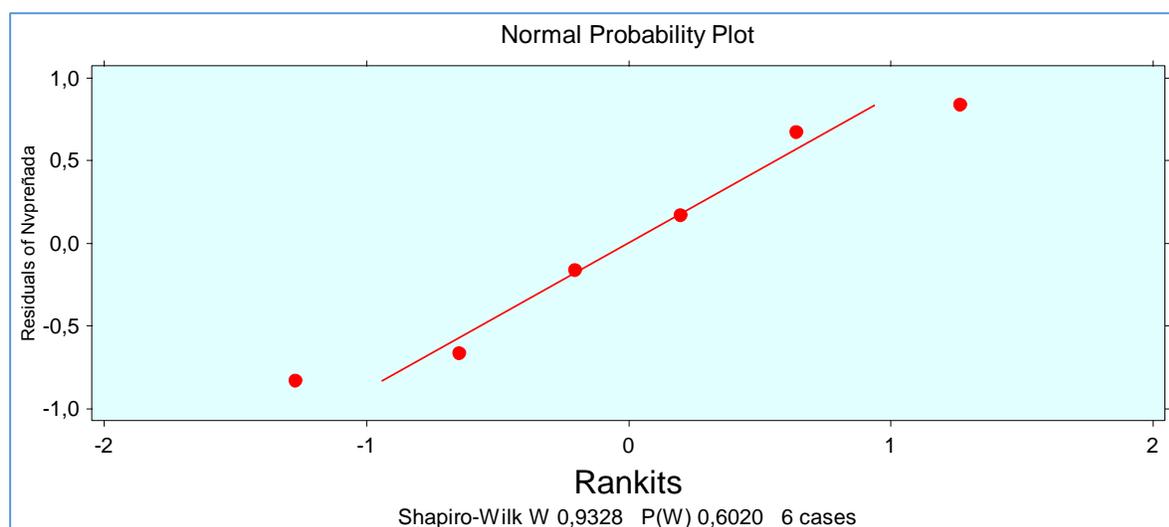


Figura 10. Verificación de normalidad de los datos.

Fuente: Saravia, L. (2015)

No se está violando el supuesto de normalidad (p-valor >0.05).

- **Resultados del análisis de la varianza “ANOVA”**

Tabla 3. Resultados del análisis de la varianza “ANOVA”

| Factorial AOV Table for N°.Vacas preñadas | | | | | |
|--|----|---------|---------|---------|-------------|
| Source | DF | SS | MS | F | P |
| Group | 2 | 36,3333 | 18,1667 | 15,57 | 0,0603 |
| Treatment | 1 | | 0,6667 | 0,6667 | 0,57 0,5286 |
| Error | 2 | 2,3333 | 1,1667 | | |
| Total | 5 | 39,3333 | | | |
| Grand Mean | | 11,667 | | | |
| CV | | 9,26 | | | |
| Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity | | | | | |
| Source | DF | SS | MS | F | P |
| Nonadditivity | 1 | 0,78287 | 0,78287 | 0,50 | 0,6067 |
| Remainder | | 1 | 1,55046 | 1,55046 | |

Fuente: Saravia, L. (2015)

Los resultados conllevan a no rechazar la hipótesis nula, esto significa que no hay diferencias significativas en el número de vacas preñadas ni por grupo ni por tratamiento. A continuación, se presenta los resultados de comparaciones múltiples sólo para verificar los valores promedio obtenidos en cada uno de los casos.

- **Comparaciones múltiples**

Tabla 4. Comparación de medias respecto al grupo y tratamiento.

| Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Nvpreñada for Treatment | | | |
|---|-------------|-------------------------------|--------|
| Treatment | Mean | Homogeneous Groups | |
| BE+BE | 12,000 | A | |
| BE+CE | 11,333 | A | |
| Alpha | 0,05 | Standard Error for Comparison | 0,8819 |
| Critical Q Value | 6,094 | Critical Value for Comparison | 3,8006 |
| There are no significant pairwise differences among the means. | | | |
| Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Nvpreñada for Group | | | |
| Group | Mean | Homogeneous Groups | |
| Grupo3 | 14,500 | A | |
| Grupo1 | 12,000 | A | |
| Grupo2 | 8,500 | A | |
| Alpha | 0,05 | Standard Error for Comparison | 1,0801 |
| Critical Q Value | 8,307 | Critical Value for Comparison | 6,3443 |
| There are no significant pairwise differences among the means. | | | |

Fuente: Saravia, L. (2015)

Estadísticamente no se observan diferencias significativas en el número de vacas preñadas respecto al tratamiento y al grupo. Sin embargo, se puede observar gráficamente un leve incremento en la tasa de preñez en el grupo 3 con los dos tratamientos. Habría que repetir el experimento en varios climas y controlando ciertas variables (raza, edad, condición corporal, alimentación entre otras) para establecer con más precisión una conclusión.

Los resultados anteriores se pueden observar más fácilmente en la Figura 11 y 12.

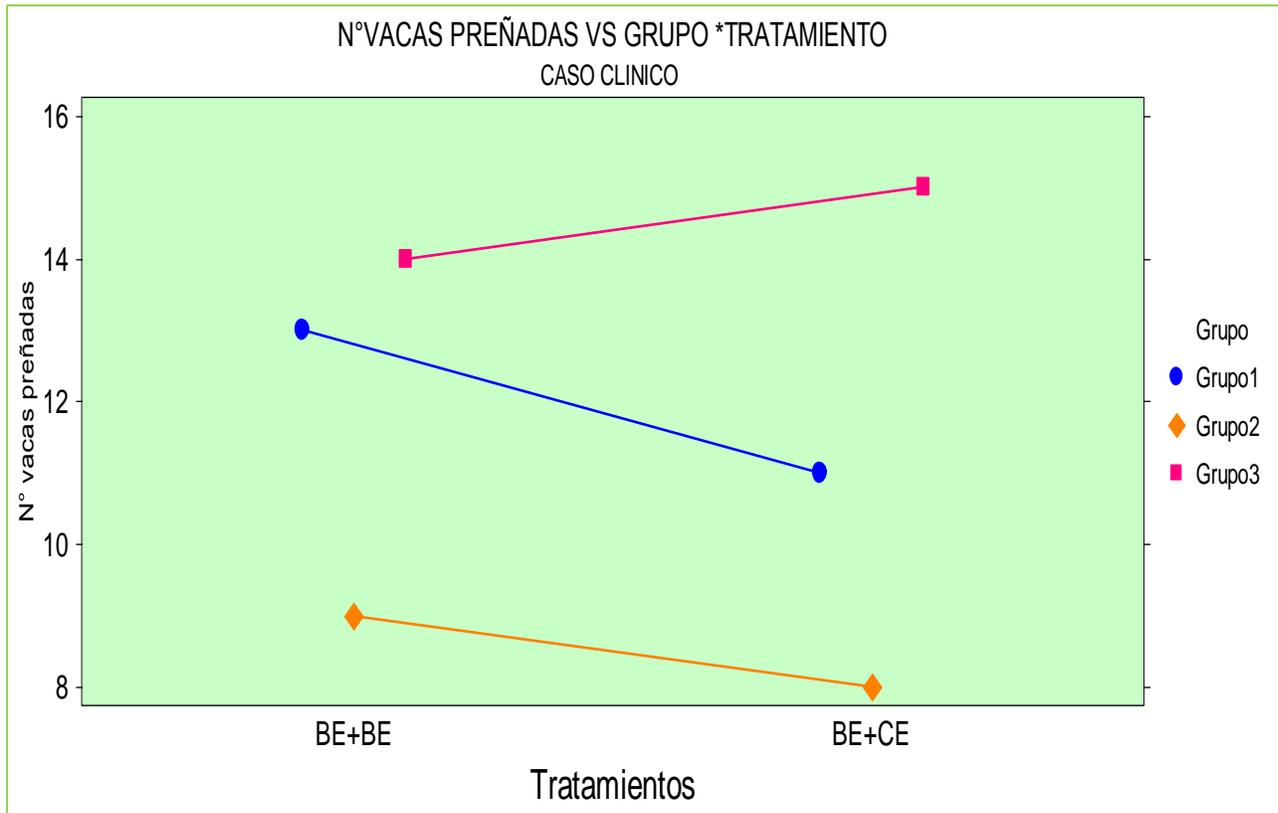


Figura 11. Grupo vs tratamiento respecto al número de vacas preñadas.
Fuente: Saravia, L. (2015)

En la Figura 11. Se puede analizar en forma más clara la tasa de preñez obtenida en cada uno de los grupos, evidenciándose que el grupo 2 presentó menor % de preñez.

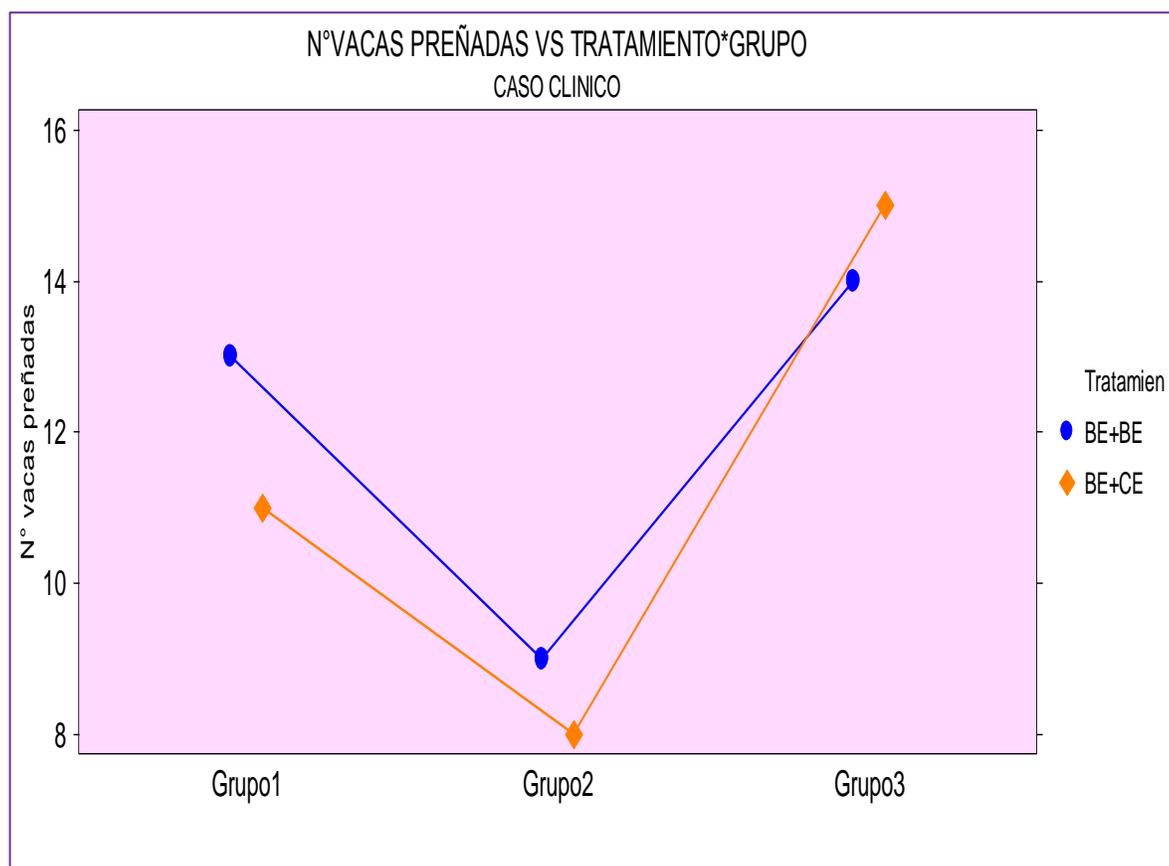


Figura 12. Número de vacas preñadas vs tratamiento grupo.
Fuente: Saravia, L. (2015)

En la figura 12. Se evidencia que el porcentaje de preñez estuvo homogéneo en cada uno de los grupos, esto debido a que coincidentalmente cada grupo presento un condición corporal similar, así: en el grupo uno las vacas presentaban en promedio una condición corporal de 3,3 el grupo dos de 3,0 y el grupo tres de 3,5. Se recomienda repetir esta clase de experimentos controlando más estrictamente variables como por ejemplo la condición corporal, como lo sugiere (Callejas, Uslenghi, Catalano, Larghi & Cabodevila, 2014).

En la Figura 13. Se presenta la tasa de preñez en la muestra analizada.

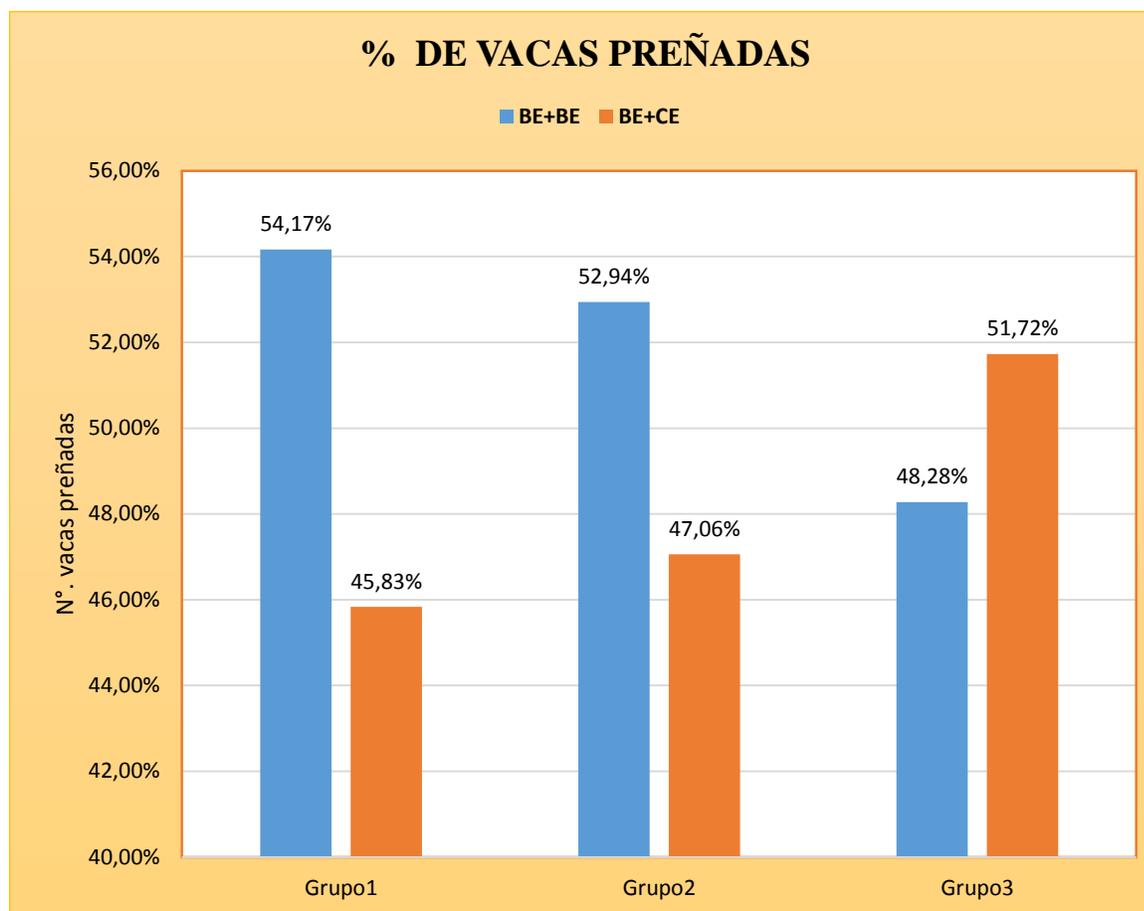


Figura 13. Porcentaje de preñez obtenido con los protocolos de sincronización utilizados.
Fuente: Saravia, L. (2015).

Visualmente podemos evidenciar que la utilización de benzoato más benzoato resulta en una mayor tasa de concepción, con resultados que superan el 50% en el grupo 1 y 2 razón por la cual podría inferir sobre la utilización de este protocolo en programas de IATF. Sin embargo, como ya se demostró anteriormente en el análisis estadístico en donde se concluyó que no había diferencias significativas entre los resultados obtenidos de dichos tratamientos en cada uno de los grupos. Se recomienda replicar este tipo de estudios para poder emitir con mayor precisión una conclusión sobre la utilización de estos protocolos.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadísticamente no se observan diferencias significativas en el número de vacas preñadas respecto al tratamiento y al grupo. Coincidiendo con los resultados observados por (Chesta., et al. 2015). Donde aluden que el tratamiento (BE+CE) implica menos trabajo, sin afectar la tasa de preñez. Adicionalmente Los resultados se encuentran dentro de los rangos informados por (Cesaroni., et al. (2000); Ross, et al. (2004), no encontrándose diferencias significativas entre tratamientos.

Resultados similares a los de este estudio encontrados por Quijano et al. (2015). En un estudio implementado en vacas raza criollo Caqueteño donde obtuvo un (40 %) de preñez para el protocolo (BE + BE) y 34% para el (BE+CE) respectivamente.

Contrariamente, Colazo et al. (2004) Observó diferencias significativas en la tasa de preñez con la aplicación de (CE) en novillas a las 24 horas posteriores al retiro del (DIB) con respecto al Benzoato aplicado al momento de la extracción o 24 horas más tarde, 65% frente a 52% respectivamente.

En la Tabla 5. Se resumen los resultados obtenidos en varios trabajos sobre los efectos de la aplicación del cipionato al momento de la extracción del dispositivo respecto a la aplicación del benzoato a las 24 horas post retiro.

Tabla 5. Efecto de la aplicación de ECP al momento de retirado un dispositivo con progesterona sobre los porcentajes de preñez en vacas y vaquillonas inseminadas a tiempo fijo.

| Referencia | N | Tipo/ Categoría | IATF* | EB 24 h** | ECP 0 h** | Valor de P |
|---------------------------------|-----|---------------------------------|---------|---------------------|---------------------|---------------|
| Colazo et al., 2002 | 300 | Bos taurus/ vaquillonas | 54 h | 63,1 % (65/103) | 63,3 % (62/98) | >0,7 |
| Callejas et al., 2005 | 97 | Angus/ vacas | 50-52 h | 23,5 % (8/34) | 41,4 % (12/29) | >0,05 |
| Cutaia et al., 2005 | 389 | Bonsmara/ vaquillonas | 52-54 h | 45,9 % (45/98) | 48,2 % (46/95) | >0,05 |
| Orgando et al., 2005 | 315 | Angus/ vacas c/cría | 52-56 h | 60,0 % (81/135) | 50,0 % (45/90) | >0,05 |
| Rocha et al., 2005 | 160 | Vacas c/cría | 52-56 h | 50,0 % (39/78) | 57,3 % (47/82) | 0,84 |
| Izando et al., 2007 | 100 | Bos indicus Vc /cría y Vq | 52-56 h | 42,0 % (21/50) | 40,0 % (20/50) | >0,05 |
| Feliciangeli et al., 2007 | 378 | Cruza cebú/ Vacas secas | 52-56 h | 36,2 % (54/95) | 33,6 % (77/152) | 0,6 |
| Resumen | | | | 52,8 % (313/593) | 54,9 % (518/943) | |

*Horas desde el retiro del dispositivo intravaginal hasta la IATF

** EB 24 h = Benzoato de Estradiol a las 24 h de retirado el dispositivo intravaginal

ECP 0 h = Cipionato de Estradiol al momento de retiro del dispositivo intravaginal

Fuente: Chesta, P., Cutaia, L., & Bó, G. (2015). Factores que afectan las tasas de preñez en programas de iatf en hatos de carne. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (I.R.A.C.). Córdoba. Argentina.

En este orden de ideas de acuerdo con Cutaia, et al (2001) en donde plantean que se ha demostrado que la adición de 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los protocolos que utilizan dispositivos intravaginales con progesterona y benzoato de estradiol (EB) resultan en un incremento de alrededor de 20 puntos en los porcentajes de preñez en esta categoría, llegando a valores promedio del 50%. Consecuentemente se encontró concordancia con los resultados obtenidos en este experimento en donde no presentan diferencias considerables a las observaciones hechas por este autor. En este orden de ideas se puede citar a Cutaia, Veneranda, Tribulo, Baruselli, & Bó. (2003). . Donde sugieren que los animales deben tener una condición corporal mínima de 2,5 (escala 1 al 5) o idealmente 3 para obtener buenos resultados de preñez.

En otro estudio llevado a cabo por (Callejas, et al. 2014). En donde utilizaron el mismo modelo experimental, se obtuvieron resultados superiores a los obtenidos en este estudio, con un (61%) para el (CE) y un (60%) para el (BE) respectivamente. Cabe agregar que en este modelo experimental utilizaron un grupo poblacional de novillas, variable que pudo influenciar los resultados finales.

El benzoato de estradiol aplicado al inicio del tratamiento tiene como función principal producir la regresión folicular y sincronizar la emergencia de una nueva onda folicular 4 días más tarde (Bó, et al. 1995).

El (CE) es una sal de estradiol con mayor vida media que el (BE) y puede adaptarse a un esquema de aplicación de estradiol como inductor de la ovulación en el momento de retirar el dispositivo con progesterona (colazo., et all 2003).

El propósito de incluir el (CE) en los protocolos de sincronización del estro es reducir el número de veces que los animales pasan por la manga, y permite la simplificación de dichos protocolos sin comprometer el % de preñez.

7.1 Conclusiones del caso

Para lograr la máxima rentabilidad en la producción de carne o leche bovina, es preciso alcanzar primero la máxima eficiencia reproductiva. Esto se logra con un manejo planificado utilizando un sistema de control o sincronización del ciclo estral, que mejore los índices reproductivos

Existen diferencias en la dinámica folicular de las hembras *Bos taurus* y *Bos indicus*, lo que sugiere la importancia de conocer las particularidades del desarrollo folicular en las especies bovinas, con el fin de implementar protocolos de manejo reproductivo distintos para mejorar la eficiencia reproductiva.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio en donde los porcentajes de preñez no presentaron diferencias significativas entre cada uno de los grupos y tratamientos, y teniendo en cuenta que estos resultados se encuentran dentro del rango de las observaciones hechas por algunos autores. Se puede concluir que la utilización de (CE) a la hora de elegir un protocolo de sincronización de la ovulación, permitirá reducir el número de encierros de 4 a 3, simplificando el procedimiento sin afectar significativamente la tasa de preñez.

En mi vida practica recomendaría la utilización del protocolo que utiliza benzoato más benzoato ya que de acuerdo con el estudio evidencia un mayor número de preñeces obtenidas, sin embargo, hay que tener en cuenta que las condiciones de manejo de dichos lotes sean las más óptimas.

Es de vital importancia para la eficacia reproductiva de los hatos ganaderos el análisis consensuado de los grupos poblacionales a tratar, porque un inadecuado abordaje anamnésico y

clínico podría resultar en fracasos al momento de implementar estrategias biotecnológicas en la explotación bovina ya sea en la producción láctea o cárnica.

8. CONCLUSIONES DE PASANTÍA

La pasantía con la empresa SV y Genética permitió ubicar claramente una tendencia profesional, dirigida hacia el pate reproductivo de la explotación bovina; así mismo desarrollar actitudes, habilidades y destrezas frente el eventual desempeño en la vida profesional, permitiendo aumentar la experiencia laboral, conociendo el contexto y las aplicaciones en biotecnología reproductiva, obteniendo una visión más amplia acerca de las actitudes que se deben tomar en una empresa ganadera.

Las prácticas facilitan conocer diversos protocolos terapéuticos, y la forma de aplicación a la variedad de casuística asistida, aspecto muy relevante, ya que otorga al pasante un valioso enriquecimiento para el futuro rol que va a ejercer como titulado.

con el ejercicio de la pasantía se logró comprender lo vital que es el examen andrológico, ya que la condición del reproductor ha sido subestimada, muchas veces se infiere que los bajos índices de fertilidad de los hatos ganaderos, son netamente variables asociadas a la hembra, condiciones alimenticias o a deficiencias minerales, sin tener en cuenta la evaluación detallada de los parámetros reproductivos de los machos.

Finalmente, se cumplieron todas las expectativas logrando la ejecución de las actividades propuestas con el mayor entusiasmo y eficiencia. Dejando como resultado una serie de conocimientos y experiencias adquiridas, además de la satisfacción personal de haber dado lo mejor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABS. (2011). A.I. Management Manual. 6ª Edition. Volume 1. Wisconsin, USA.
- Adams, G., Jais, R., Singh J., & Malhi, P. (2008). Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*, *69*, 2-80.
- Allrich, RD. (1994). Endocrine and neural control of estrus in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *77*, 9:38-44. doi: 10.3168/jds.S0022-0302 (94)77216-7
- Bó G., Adams G., Pierson R., & Mapletoft R. (1995). Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology*, *43*, 31-40.
- Bó, G., Baruselli, P., & Martinez, M. (2003). Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.* *78*, 307-326.
- Bó, G., & L. Cutaia. (s.f). *Estado del arte en iatf: factores que afectan sus resultados. Recuperado el 14 de diciembre de 2015, de http://www.abspeplan.com.br/upload/library/Estado_del_arte_IATF.pdf.*
- Bó, G.A., Cutaia, L., & Tribulo, R. (2002). Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Primera Parte. *Taurus*; *14*, 10-21.
- Cavestany, D.(s.f). *Fisiología de reproductiva de la hembra*. Recuperado de www.fvet.edu.uy/sites/default/files/teriogenologia-archivos/Clase%20Fisiología.pdf.
- Caicedo, J., Caccia, M., Alonso, A., Tríbulo, R., & Bó, G. (2003). Sincronización de la ovulación en vacas y vaquillonas tratadas con SMB más benzoato de estradiol 24 h después. *Quinto Congreso Argentino de Reproducción Animal*, CABIA, Rosario, Argentina.

- Callejas, S., Uslenghi, G., Catalano, R. Larghi, J., & Cabodevila, J. (2014). Comparación de dos protocolos para sincronizar ovulación e implementar inseminación artificial en vaquillonas. *Rev. Vet*, (25)2, 100-104.
- Chesta, P., Cutaia, L., & Bó, G. (2015). *Factores que afectan las tasas de preñez en programas de iatf en hatos de carne. Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Córdoba. Argentina. Recuperado de <http://documents.tips/documents/factores-que-afectan-las-tasas-de-prenez-en-programas-de-iatf-en-hatos-de.html>*
- Cesaroni, G., Butler, H. Mc Dermott, E., & Cano, A. (2000) Preñez de vaquillonas inseminadas a tiempo fijo después de un tratamiento con CIDR asociado con GnRH o con benzoato de estradiol aplicado 0 o 24 hs pos tratamiento. *Taurus* 6, 20-25.
- Colazo, M., Kastelic, J., Mapletoft, R. (2003). Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. *Theriogenology*, 60, 855-65.
- Colazo, M., Kastelic, J.P., Martínez, M.F., Whittaker, P.R., Wilde, R., Ambrose, J.D., Corbett, R., Mapletoft, R.J. 2004. Fertility following fixed-time AI in CIDR-treated beef heifers given GnRH or estradiol cypionate and fed diets supplemented with flax seed or sunflower seed. *Theriogenology* 61: 1115-24.
- Cunningham, J. (2003). *Fisiología Veterinaria* (3a. ed.). Madrid: Elsevier.
- Cutaia, L, Moreno, D., Villata, M.L., & Bo. G. (2001). Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology*, 55-408 abstr.
- Cutaia L., Veneranda G., Tribulo R., Baruselli, P., & Bo G. (2003). *Programas de inseminación a tiempo fijo en rodeos de cría: Factores que lo afectan y resultados productivos. V Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba, Argentina, 119-132.*
- Cutaia, L. E. (2014). *Programas de inseminación artificial a tiempo fijo: análisis de costos e*

implementación. Consultado el 18/03/2014. Disponible en:

http://www.abspecplan.com.br/upload/library/Analise_costo_beneficio_IATF_monta_natural.pdf

De jarnette, M. (2007). *Anatomía y fisiología de la reproducción bovina*. Recuperado 07 de 11/2015 . www.selectsires.com.

Dieleman S., Bevers M., van T., & Willemse A. (1986). Peripheral plasma concentrations of estradiol, progesterone, cortisol, LH and prolactin during the estrous cycle in the cow, with emphasis on the peri-oestrous period. *Anim Repr*, 10, 275-292

Hafez, E. (Ed). (2002). *Reproducción e inseminación artificial en animales* (7a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Hansel, W., & Convey, E. (1983). *Physiology of the estrous cycle*. *J.Anim. Sci*, 57, 404- 424.

Hincapié, J.; Capallejas, R.; Pipaon, E. 2003. Reproducción animal aplicada: Fundamentos de fisiología y biotecnología. Ed. Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 233 p.

Hopper, R. (Ed). (2015). *Bovine Reproduction*. Ames, Iowa: John Wiley & Sons, Inc.

Instituto de Reproducción Animal de Córdoba [IRAC], (1997). Actualización en fisiología de la reproducción. Córdoba Argentina. Modulo I. pp. 19 52.

Lamb, G.C., Smith, G. Perry, J., Atkins, M. Risley, D. Busch, D., & Patterson. D, (2009).

Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. North Florida Research and Education Center: University of Florida

Montgomery (2006). *Diseño y análisis de experimentos*. Limusa wiley: México

Ossa, G., Suárez. M., & Pérez, J. (2006). Factores ambientales y genéticos relacionados con el intervalo entre partos en la raza romosinuano, *Rev.MVZ Córdoba*, 11 (2), 799-805

Palma, G. (2005) *Bilología y biotecnología de la reproducción* [CD-ROM]. Buenos Aires:

Reprobiotec.com.

Ptaszynska, M. (Ed). (2007). *Compendium de reproducción animal* (9 a. Ed.). Uruguay: Intervet.

Quijano, L., Artunduaga, J., & López, R. (2015). Evaluación de dos protocolos de inseminación artificial a término fijo (IATF) con dos inductores de ovulación (benzoato de estradiol y cipionato de estradiol) en vacas raza criollo caqueteño en el departamento del Caquetá, *Redvet*, 16 (9), 1-11.

Rippe, C. (2004) El ciclo estral. Recuperado el 14/10/2015, de

:><http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf><.

Ross P, Aller J, Callejas SS, Butler H, Alberio, R. (2004). Estradiol benzoate given 0 or 24 h after the end of progestagen treatment in postpartum suckled beef cows. *Theriogenology*, 62, 265-273.

Sánchez, M. (2008). *El ciclo estral de la vaca diagnostico fotográfico*. Zaragoza: Servet.

Sarmiento, R. (2012) Presentación suministros Veterinarios SVG.

Schams, D. (1987). Luteal peptides and intercellular communication. *J. Reprod*, 34, 87-99.

Silva, R. (2014). *Evaluación De Dos Protocolos Para Inseminación Artificial A Tiempo Fijo (IATF) Bajo Condiciones De Trópico Amazónico Colombiano* (Tesis de especialización Universidad nacional abierta y a distancia (UNAD) Florencia, Colombia). Recuperado de <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/4198/1/79540031.pdf>

Senger, P.L. (2003). *Pathways to pregnancy and parturition* (2a.ed.). Washington:

Current Conception Inc.

Sisson, S. & Grossman, J. (2005). *Anatomía de los animales domésticos* (5a. ed.). Barcelona:

Masson, S.A.

Syntex (s.f.). *Laboratorio Especialidades Veterinarias*. Manual de reproducción. Manejo

reproductivo planificado. Buenos Aires. Disco compacto. Consultado el 28 de octubre de 2015.

Syntex. (2005) *Fisiología reproductiva del bovino* (2a. ed.). En Laboratorio de Especialidades Veterinarias. Recuperado de: www.produccion-animal.com.ar.

Tecnopec®. (s.f.). Diferenças entre Benzoato e Cipionato de Estradiol na indução da ovulação em programas de IATF em fêmeas bovinas. Recuperado de http://www.abspecplan.com.br/upload/library/Tecnopec_Diferenca-entre-Benzoato.pdf.

Valderrama, R., & Vélez, E. (2012). Uso de dispositivos auriculares de nigestomet en inseminación artificial a tiempo en bovinos doble propósito, con amamantamiento permanente, *Rev CES Med Vet Zootec*, 7 (1), 63-71.

Wattiaux, M. (2000). *Detección de celo, servicio natural e inseminación artificial*. En: Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin: Madison.

ANEXOS

| VACUNA | PRODUCTO | EDAD DEL BOVINO MOMENTO DE VACUNACIÓN | REVACUNACIÓN | VIA DE APLICACIÓN | DOSIS ml |
|-------------------------------|--|--|--|-------------------|----------|
| FIEBRE AFTOSA | AFTOGAN Vecol  | Todas las edades en el ciclo de vacunación semestral (Mayo y Diciembre) | Cada seis meses | Subcutánea | 2 |
| BRUCELOSIS BOVINA |  RB-51 MSD | Todos los ternero al momento de marcarlos | 15 meses al momento de la preselección de las hembras s que ingresan a producción | Subcutánea | 2 |
| IBR-DVB LEPTOSPIRA | Combibac R8  | Terneras 3 meses de edad, Terneras a los 15 meses de edad al momento de la preselección, Novillas al momento del entore, Vacas 15 días postparto en el momento del tauado, Levamisol, Reproductores anual en Diciembre | Revacunación a los 21 días cuando se vacuna por primera vez | Intramuscular | 5 |
| NEUMO ENTERITIS |  Scour Bos 9 | Vacas y novillas a los 210 días de gestación. a la entrada al lote de maternidad, Aplicar vitamina A | Cada vez que la vaca o novilla entre al lote de maternidad con aproximadamente 7 meses | Subcutánea | 2 |
| LEPTOSPIRA | Reprostar® VI5HB Novartis  | Vacas al quinto mes de gestación, Reproductores anual en mayo | Cada vez que la vaca tiene 5 meses de gestación | Subcutánea | 2 |

Anexo 1. Plan sanitario implementado por S V y Genética.

| EXÁME ANDROLÓGICO | | | | | | |
|-------------------|----------------|--------------------|---------|-------------------------|--------|--|
| | identificación | Condición corporal | Raza | Circunferencia escrotal | edad | |
| | 4001-15 | 3.6(1-5) | Senepol | 42 cm | 9 Años | |

| Características del semen | |
|---------------------------|---------|
| Motilidad masal (MM) | ++++ |
| Motilidad individual (MI) | 95% |
| Volumen Eyaculado | 10 ml |
| % Normalidad | 95% |
| Diluyente Triladyl | 15 ml |
| Número de pajillas | 50 |
| Volumen de cada pajilla | 0,56 ml |

Anexo 2. Parámetros obtenidos en el examen andrológico.