

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DISPOSITIVO DE
PROGESTERONA E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A
TIEMPO FIJO EN GANADO BOVINO DE CRIANZA EN
FINCA SAN JULIÁN PATULUL SUCHITEPÉQUEZ.**

Emerson López Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2,010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE VETERINARIA

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DISPOSITIVO DE
PROGESTERONA E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO
EN GANADO BOVINO DE CRIANZA EN FINCA SAN JULIÁN
PATULUL SUCHITEPÉQUEZ.**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

EMERSON LÓPEZ ARDÓN

Al conferírsele el grado académico de

MÉDICO VETERINARIO

Guatemala, Noviembre 2010

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

DECANO	Med.Vet. Leónidas Ávila Palma
SECRETARIO	Med.Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I	Med.Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras
VOCAL II	Mag. Sc. M.V. Fredy R. González Guerrero
VOCAL III	Med.Vet.y Zoot. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV	Br. Set Levi Samayoa López
VOCAL V	Br. Luis Alberto Villeda Lanuza

ASESORES

Med. Vet. Ligia Anaite González Quiñonez
Mag. Sc. M.V. Fredy R. González Guerrero
Mag. Sc. MV. Gustavo Taracena

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS
ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA PRESENTO A SU CONSIDERACIÓN
EL TRABAJO DE TESIS TITULADO**

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DISPOSITIVO DE
PROGESTERONA E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO
FIJO EN GANADO BOVINO DE CRIANZA EN FINCA SAN
JULIÁN PATULUL SUCHITEPÉQUEZ.**

**QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA PREVIO A OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE:**

MÉDICO VETERINARIO

DEDICATORIA

- A Dios: Ser Supremo, que desde mi existencia siempre ha guiado mi camino por medio de su espíritu.
- A la Virgen María: Madre santísima, quien siempre ilumina mi vida como una luz maternal y me ayuda a seguir adelante.
- A mis Padres: Marco Antonio López Ramírez y Braulia Elizabeth Ardón de López, por su apoyo, amor, sabios consejos y ayuda en mi formación profesional.
- A mis Abuelos: Manuel López Palencia (Q.E.P.D.) y Juana Dolores Ramírez, Benjamín Ardón (Q.E.P.D.), María del Rosario Cruz de Ardón.
- A mis hermanas: Silvana Elizabeth, María Antonia y Andrea Ximena, por brindarme apoyo, sabiendo que puedo contar con ellas siempre.
- A mis Tíos y Primos: Por su amor y apoyo haciendo más fácil mi diario vivir.
- A mis sobrinos: Angélica, Javier y Lester por contagiarme de su alegría y energía.
- A mis amigos: Vinicio Ríos, Edilzath Hernández, Oswaldo Colón, Eugenia Velásquez, Johana Romero, María José Cruz, Wendy Burgos, Antonio Perea, Raúl García y Julio Ovando, por haberme apoyado en todo momento y por compartir conmigo este triunfo.
- A mi novia: Grethel Fabiola Ponciano Marroquín, quien llegó a mi vida para darle una fuente de inspiración y motivación
- A: Todos los que sin hacer mención saben de mi agradecimiento y respeto.

AGRADECIMIENTOS

- A: Dios, Ser todo poderoso que me permitió alcanzar esta meta.
- A: Mis padres por sus esfuerzos, sabios consejos, dedicación, al formarme como la persona que hoy en día soy.
- A: Mis asesores, quienes tuvieron el tiempo disponible y compartieron los conocimientos necesarios para llevar a término el presente trabajo de tesis.
- A: Personal de la Finca San Julián Patulul Suchitepéquez.
- A: Ana Margoth Selva, Ing. César René Selva por su apoyo y motivación en todo momento de mi vida.
- A: Todos los docentes por compartir sus conocimientos y experiencias para mi formación profesional.
- A: Todas las personas que de una forma u otra hicieron posible alcanzar mi meta.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Principios fundamentales de endocrinología	4
4.1.1 Concepto de hormona	4
4.1.2 Clasificación por estructura química de las hormonas	4
4.1.3 Síntesis, depósito, liberación y transporte de hormonas	5
4.1.4 Mecanismos de acción hormonal	5
4.1.5 Regulación de hormonas sexuales	6
4.1.5.1 Hipófisis	6
4.2 Hormonas de importancia en la reproducción bovina	7
4.2.1 Hormonas gonadotropinas	7
4.2.1.1 Hormonas hipofisarias	7
4.2.1.2 Hormonas no hipofisarias	7
4.2.2 Hormonas derivadas de esteroides	8
4.2.2.1 Estrógenos	8
4.2.2.2 Progesterona	8
4.3 Mecanismos reguladores de la función reproductiva	8
4.4 Ciclo sexual en la vaca	9
4.4.1 Ciclo ovárico	9
4.4.1.1 Maduración folicular	10
4.4.1.2 Ovulación y formación de <i>corpus rubrum</i>	10
4.4.1.3 Desarrollo de cuerpo lúteo	10
4.4.1.4 Involución del <i>corpus luteum</i>	11
4.4.2 Ciclo uterino	11
4.4.2.1 Fase proliferativa	11
4.4.2.2 Fase de secreción	12
4.4.2.3 Fase de involución	12

4.5 Ciclo estral en la vaca	12
4.5.1 Proestro	13
4.5.2 Estro	13
4.5.3 Metaestro	14
4.5.4 Diestro	14
4.5.5 Anestro	14
4.6 Métodos de sincronización de celo en vacas	14
4.6.1 Beneficios	14
4.6.2 Principios en los que se basan los diagnósticos de sincronización	15
4.6.3 Métodos de sincronización del estro en vacas	15
4.6.3.1 Inyección de progesterona	15
4.6.3.2 Progestágenos orales	16
4.6.3.3 Implantes silásticos	16
4.6.3.4 Esponjas intravaginales	16
4.6.3.5 Progestágenos de corto plazo	16
4.6.3.6 Inyección de prostaglandinas	17
4.7 Característica del método de sincronización a base de dispositivo de progesterona, GnRH y prostaglandinas	18
4.7.1 Progesterona	18
4.7.2 Factor Liberador de Gonadotropina (GnRH)	18
4.7.3 Prostaglandinas PGF2 α	19
4.8 Inseminación artificial (IA)	19
4.8.1 Momento de la inseminación	19
4.8.2 Manejo adecuado del semen	20
4.8.3 Preparación para I.A.	21
4.8.4 Técnica de inseminación recto cervical	22
4.9 Diagnóstico de gestación	23
4.9.1 Primera Fase (30-35 días de preñez)	23
4.9.2 Segunda Fase (2-3 meses de preñez)	23
4.9.3 Tercera Fase (3-4 meses)	24

4.9.4 Cuarta Fase (5-6 meses)	24
4.9.5 Quinta Fase (7-9 meses)	24
V. MATERIALES Y MÉTODOS	25
5.1 Materiales	25
5.1.1 Recursos humanos	25
5.1.2 Equipo	25
5.1.3 Biológicos	26
5.1.4 Características de la finca	26
5.1.5 Centros de Referencia	27
5.2 Metodología	27
5.2.1 Selección de animales	27
5.2.2 Sincronización de la ovulación	28
5.2.3 Diagnóstico de gestación	28
5.2.4 Diseño Estadístico	28
5.3 Análisis Estadísticos	29
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
VII. CONCLUSIONES	31
VIII. RECOMENDACIONES	32
IX. RESUMEN	33
XI. BIBLIOGRAFÍA	34

I. INTRODUCCIÓN

La Inseminación Artificial (I.A.) es una técnica importante para el mejoramiento genético de los hatos bovinos en Guatemala; a pesar de su implementación algunas veces se presenta como inconveniente la detección de celo.

En los programas de I.A. la tasa de fertilidad puede mermar debido a la baja eficiencia al detectar celo en ganado bovino, ya que el ganado en ocasiones no demuestra o enmascara la expresión del estro natural, principalmente aquellos animales que son de origen *Bos indicus* o sus cruces.

La utilización de un método de sincronización de la ovulación e inseminación artificial a tiempo fijo es una herramienta que permite a los productores mejorar la eficiencia reproductiva de sus hatos incrementando así la rentabilidad ya que esto permite que las vacas queden preñadas a un mismo tiempo en una época determinada. El presente trabajo tubo como objetivo encontrar el porcentaje de fertilidad obtenido al utilizar dispositivos de progesterona junto a GnRH y prostaglandinas, presentando un método de sincronización donde se pueda inseminar a tiempo fijo sin tomar en cuenta la presencia o no de celo. Con la información obtenida se espera ampliar el campo de investigación reproductivo, mejorar los hatos existentes y facilitar la utilización de la inseminación artificial.

II. HIPÓTESIS

El protocolo de sincronización de celo a tiempo fijo con dispositivo de progesterona, más GnRH y prostaglandinas, al inseminar artificialmente da un 50 por ciento de preñez en el ganado bovino de carne.

III. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Contribuir al manejo reproductivo del ganado bovino de carne.

3.2 ESPECÍFICO

Determinar el porcentaje de vacas preñadas al sincronizar por medio de dispositivo de progesterona, más GnRH y prostaglandinas; inseminando a tiempo fijo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE ENDOCRINOLOGÍA

4.1.1 Concepto de hormona

Una hormona se define como una sustancia segregada a la circulación a partir de una glándula endocrina y que es reconocida a distancia por órganos específicos que responden de forma característica. Algunas hormonas también son formadas en la circulación a partir de *precursores* o en los mismos órganos blancos por transformaciones de *prehormonas* circulantes y muchas acciones hormonales se desarrollan localmente en los mismos lugares de producción ejerciendo una *función* autocrina (células de origen) y paracrina (mismo tejido en el que se sintetizan) (3).

4.1.2 Clasificación por estructura química de las hormonas

- **Hormonas Peptídicas:** Están compuestas por cadenas de aminoácidos y derivan de la hipófisis, paratiroides y páncreas. Por su composición bioquímica, sus receptores se encuentran en la membrana donde comienza a producirse una serie de reacciones que dan lugar a productos bioquímicos que actúan como segundo mensajeros (3).
- **Hormonas derivadas de Aminas:** Son secretadas por la glándula tiroides y la médula suprarrenal y su receptor se encuentra en el núcleo de la célula receptora. Entre ellas tenemos: Adrenalina, Noradrenalina, T3 y T4 (3).
- **Hormonas esteroideas:** Son derivadas del colesterol y por ende, pueden atravesar la célula y unirse con su receptor que se encuentra en el citoplasma de la célula blanco o diana. Este tipo de hormona es secretada por la corteza suprarrenal y las gónadas. Entre ellas tenemos: Estrógenos, Andrógenos, Progesterona (hormonas sexuales), Glucocorticoides y Mineralocorticoides (Corticosteroides adrenales) (3).

4.1.3 Síntesis, depósito, liberación y transporte de hormonas

Las glándulas endocrinas son los órganos clásicos donde se sintetizan la mayor parte de hormonas, pero también puede ocurrir en otros tejidos: Cerebro, tubo digestivo, tejido adiposo y piel (3).

Raras veces se hallan cantidades significativas de hormonas en depósito, pues casi siempre la síntesis es seguida por un recambio metabólico rápido (3).

La liberación de hormonas se realiza mediante difusión pasiva, solubilización previa o por exocitosis de los gránulos secretores intracelulares. Puede ser periódica o rítmica, variando la frecuencia de los ciclos desde minutos a horas (ultradiano), días (circadiano) o meses o años (infradiano). Algunas hormonas se liberan de forma pulsátil y la mayoría de estos ciclos se encuentran bajo control neurógeno (3).

Las hormonas son transportadas por el plasma a través de proteínas de transporte donde solamente la hormona libre entra en la célula. En la mayoría de ocasiones la hormona libre se difunde pasivamente a través de la membrana celular (3).

4.1.4 Mecanismos de acción hormonal

Todas las hormonas actúan a través de su unión con receptores, que son moléculas que reconocen y fijan el ligando u hormona con alta especificidad y responden a su fijación transmitiendo una señal al interior de la célula. Existen dos tipos de receptores:

- **Receptores de membrana plasmática:** Reconocen ligandos solubles en agua tales como neurotransmisores y hormonas peptídicas. La semivida de este tipo de ligandos es a menudo de segundos (neurotransmisores) o minutos (la mayoría de las hormonas peptídicas). Funcionan transmitiendo una señal después de la fijación del ligando. La activación puede ser: Directa con receptores que constituyen canales iónicos o enzimas e Indirecta transduciendo señales a través de proteínas G y aumentando la concentración de segundos mensajeros intracelulares (3).
- **Receptores intracelulares:** Localizados en el citosol, son los utilizados por las hormonas esteroides y tiroideas que alcanzan el citoplasma celular mediante difusión pasiva (3).

4.1.5 Regulación de hormonas sexuales

4.1.5.1 Hipófisis

Es una glándula que tiene forma de pera y se encuentra en una estructura ósea llamada "silla turca", localizada debajo del cerebro. Esta glándula es la encargada de producir muchas hormonas que controlan a la mayoría de las glándulas endocrinas del organismo, recibiendo el nombre de "hormona principal" (2, 3, 5).

La hipófisis es controlada a su vez por el hipotálamo, que es una región que se encuentra por encima de la hipófisis. La misma está formada por dos lóbulos: El anterior (adenohipófisis) que es controlada por el hipotálamo mediante la segregación de sustancias parecidas a las hormonas, que llegan hasta los vasos sanguíneos que conectan a las dos zonas; y el lóbulo posterior (neurohipófisis) que igualmente es controlado por el hipotálamo mediante impulsos nerviosos (2, 3, 5).

El lóbulo anterior o adenohipófisis produce hormonas que estimulan la función de otras glándulas endocrinas, por ejemplo la adrenocorticotropina, hormona adrenocorticotropa (ACTH) que estimula la corteza suprarrenal, la hormona estimulante de la glándula tiroides o tirotropina (TSH) que controla la tiroides, la hormona estimulante de los folículos o folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) que estimulan las glándulas sexuales. La prolactina, que, al igual que otras hormonas especiales, influye en la producción de leche por las glándulas mamarias; la hormona somatotropica (STH) mantiene en actividad el cuerpo lúteo, estimula la producción de leche en la hembra, actúa en la producción de la hormona del crecimiento o somatotropina, que favorece el desarrollo de los tejidos del organismo (en particular la matriz ósea y el músculo) y una hormona denominada estimuladora de los melanocitos, que estimula la síntesis de melanina en las células pigmentadas o melanocitos (2, 3, 5).

El lóbulo posterior de la hipófisis o neurohipófisis, secreta las hormonas oxitocina y antidiurética, ambas secretadas por el hipotálamo y almacenadas en la

hipófisis. La primera se encarga de las contracciones uterinas durante el parto y estimula la expulsión de leche de la mama y la segunda controla el agua excretada por los riñones y ayuda a mantener la presión arterial elevada (2, 3, 5).

Los niveles hormonales están regulados de forma directa o indirecta por la actividad metabólica de la propia hormona a través de circuitos de retroalimentación negativa o positiva que responden en cuestión de minutos o de horas a los cambios de la demanda metabólica para mantener el control homeostático dentro de un estrecho margen (salvo excepciones, como la espermatogénesis) (2, 3, 5).

4.2 HORMONAS DE IMPORTANCIA EN LA REPRODUCCIÓN BOVINA

4.2.1 Hormonas gonadotropinas

Las hormonas gonadotrópicas se dividen en 2 grupos: Gonadotropinas hipofisiarias y gonadotropinas no hipofisiarias. La clasificación se da según la localización donde se formen dichas hormonas (1, 2, 4, 5).

4.2.1.1 Hormonas hipofisiarias

- **Hormona folículo estimulante (FSH):** Su función en el organismo femenino es el desarrollo del folículo, la FSH estimula la división mitótica de las células de la granulosa, así como la formación de células tecaes a partir de células del estroma. En el macho es responsable de la inducción de la espermatogénesis (1, 2, 4, 5).

- **Hormona Luteinizante (LH):** Controla la maduración de los folículos, la ovulación, la iniciación del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona. La LH estimula la ovulación y la producción de testosterona masculina. En el macho regula la secreción de testosterona, actuando sobre las células de Leydig, en los testículos (1, 2, 4, 5).

4.2.1.2 Hormonas no hipofisiarias

- **Gonadotropina Coriónica Humana (hCG):** Las propiedades fisiológicas de la hCG en el organismo femenino son semejantes a las de la LH. En la hembra, la

hCG mantiene el cuerpo lúteo, sobre todo en el primer tercio de la gestación. En veterinaria, si se administra en hembras, se produce maduración folicular y ovulación. También estimula la capacitación de los espermatozoides en el útero (1, 2, 4, 5).

- **Gonadotropina Sérica de Yegua Preñada (PMSG):** Se produce por células trofoblásticas, estimula la maduración del óvulo y en los machos la producción de testosterona en los testículos (1).

4.2.2 Hormonas derivadas de esteroides

4.2.2.1 Estrógenos: Los estrógenos inducen fenómenos de proliferación celular sobre los órganos, principalmente endometrio, glándula mamaria y el mismo ovario (1).

4.2.2.2 Progesterona: Junto con los estrógenos, forman el binomio hormonal femenino por excelencia. Su principal fuente de producción es el ovario (cuerpos lúteos) y la placenta, también pueden sintetizarse en las glándulas adrenales y el hígado (1).

La progesterona es una de las hormonas sexuales que se desarrollan en la pubertad en el sexo femenino, actúa principalmente durante la segunda parte del ciclo sexual, parando los cambios endometriales que inducen los estrógenos y estimulando los cambios madurativos, preparando así al endometrio para la implantación del embrión. Estos efectos también ocurren en la glándula mamaria (1).

4.3 MECANISMOS REGULADORES DE LA FUNCIÓN REPRODUCTIVA

En los mamíferos el hipotálamo tiene un comando central de regulación de la función reproductiva. Los estímulos endógenos, principalmente a través de las variaciones en las concentraciones sanguíneas de determinadas hormonas sexuales, así como efectos endógenos, (nivel nutricional, luz, temperatura ambiental, bioestimulación) ejercen un efecto positivo o negativo sobre la producción y liberación de la hormona liberadora de

gonadotropina (GnRH) por parte del hipotálamo. La GnRH llega a la hipófisis a través del sistema porta hipofisiario alcanzando su lóbulo anterior donde regula la producción de las gonadotropinas FSH y LH (2, 4, 5).

Luego de la pubertad las vacas comienzan a desencadenar eventos cíclicos regulados por la liberación de la GnRH. Los estímulos de liberación de la FSH promueven el crecimiento folicular en forma de ondas, generalmente son 2 ó 3 durante un ciclo estral, lo que lleva al aumento en la concentración de estrógeno debido al crecimiento de los folículos. El crecimiento folicular induce a una mayor concentración de estrógeno que termina regulando la liberación de LH. La liberación de LH ocurre en forma de pico, aproximadamente 6 hrs. antes de ocurrida la ovulación (2, 4, 5).

Inmediatamente después de la ovulación por la influencia de la LH, comienza el proceso de luteinización de las células de la teca interna del folículo. Se inicia entonces el crecimiento del tejido lúteo con la formación del llamado cuerpo amarillo responsable de la secreción de progesterona, el cual ejerce un efecto negativo principalmente sobre la liberación de LH. Este cuerpo amarillo va a desaparecer por efecto de la hormona prostaglandina $F2\alpha$, la cual es secretada por el endometrio, teniendo un efecto luteolítico, que hace que el mismo regrese. Una vez que desaparece el bloqueo ejercido por la progesterona, se restablece nuevamente el ciclo (2, 4, 5).

4.4 CICLO SEXUAL EN LA VACA

El ciclo sexual se puede definir como un proceso fisiológico de origen hormonal que comienza en la pubertad y se prolonga hasta el climaterio o menopausia. En el ciclo sexual se observan cambios morfológicos y de comportamiento a nivel del sistema reproductor de la hembra, dichos cambios se renuevan cíclicamente (2, 4).

Aunque los cambios en el ciclo sexual ocurren casi conjuntamente, éstos se dividen para su estudio en: Ciclo ovárico, ciclo uterino, y ciclo de celo (2, 4, 5).

4.4.1 Ciclo ovárico

El ciclo ovárico es gobernado por las hormonas gonadotróficas hipofisiarias y por influjos locales del útero (2, 4). Se divide en:

- Maduración folicular.
- Ovulación y formación de *corpus rubrum*.
- Desarrollo de cuerpo lúteo.
- Involución del *corpus luteum*.

4.4.1.1 Maduración folicular

En el curso de maduración folicular, el folículo primario se transforma de folículo primario a folículo secundario y posteriormente a folículo terciario o maduro.

El folículo primario está compuesto por el oocito y células que lo cubren las cuales forman el folículo secundario. El folículo secundario está formado por células de la granulosa, células tecales, un ovocito y el *antrum* folicular. El folículo terciario contiene las mismas estructuras que el folículo secundario pero se diferencia por su tamaño y porque en él se ha formado un conjunto de células granulosas llamada *Cumulus oophorus* (2, 4, 5).

4.4.1.2 Ovulación y formación de corpus rubrum

La ovulación es la salida del óvulo maduro desde el folículo terciario y su paso al oviducto. Se cree que la eclosión del folículo terciario se da por factores mecánicos y bioquímicos influenciados por la hormona LH sobre el folículo maduro. El óvulo está compuesto de las siguientes estructuras: Corona radiada, zona pelúcida, espacio perivitelino, membrana plasmática, núcleo, vitelo y células del *cumulus*. Después de la salida del óvulo se da una pequeña hemorragia en el interior del folículo terciario rellenándose de sangre y formando un cuerpo rojo que recibe el nombre de *corpus rubrum* (2, 4, 5).

4.4.1.3 Desarrollo de cuerpo lúteo

El cuerpo rojo desaparece por la influencia de la LH transformándose en el cuerpo lúteo o cuerpo amarillo. Este proceso se da porque después de la ovulación

la capa de la granulosa que formaba parte del folículo terciario empieza a engrosarse y rellena toda la estructura folicular y se capilariza por medio del tejido conjuntivo techal. El color amarillo del cuerpo lúteo se da por pequeñas gotas de lípidos que contienen lipocromos que se originan de las células granulosas de luteína, donde también se produce progesterona bajo el influjo de las hormonas luteotrópicas (LH, LTH) (2, 5).

Si no ocurre fecundación el cuerpo lúteo se llama *corpus luteum periodicum*, el cual se desarrolla e involuciona en cada ciclo sexual. Si existe fecundación hay un *corpus luteum gravidatis*, que produce progesterona para mantener la preñez. Si el cuerpo lúteo no involuciona se produce una patología llamada *corpus luteum persistens* (2, 4, 5).

4.4.1.4 Involución del corpus luteum

A nivel de útero o del oviducto se producirán unas sustancias denominadas prostaglandinas las cuales producirán la luteolización (2, 4, 5).

4.4.2 Ciclo uterino

Bajo la influencia de las hormonas se producen alteraciones periódicas en la mucosa uterina, que sirven para la creación de un medio de transporte adecuado para las células seminales que han de trasladarse por la luz uterina y para la capacitación, el mantenimiento del óvulo fecundado hasta su implantación y la preparación de la mucosa para la nidación del blastocito (2, 4, 5).

En el ciclo uterino se pueden diferenciar tres fases que son: Fase proliferativa, fase de secreción, y fase de involución (2, 4, 5).

4.4.2.1 Fase proliferativa

Durante el proestro y el estro, los estrógenos producidos en el folículo dan lugar a la proliferación de la mucosa uterina. Se caracteriza este efecto por un aumento de grosor, una intensa edematización y un claro aumento de la irrigación

sanguínea, es decir, hiperemia. La hiperemia puede ser tan intensa que algunas veces se observa hemorragia al momento del celo de la vaca (2, 3, 4, 6).

Junto a la hiperemia de la mucosa, se produce una hipertrofia de las glándulas uterinas que se encuentran en la mucosa de este órgano; este fenómeno se manifiesta por un aumento de la altura del epitelio, una amplificación de la luz de las glándulas y un aumento de las sinuosidades de las mismas. En la fase proliferativa también se da un almacenaje de sustancias de reserva como glicógeno y el epitelio superficial del endometrio se encuentra en estado de secreción (2, 3, 4, 6).

4.4.2.2 Fase de secreción

Con el comienzo de la función endocrina del cuerpo amarillo, o también llamada actividad progesteronica, se transforma el endometrio entrando a su fase de secreción. Se caracteriza esta fase por una gran actividad secretora de las glándulas uterinas. Las sustancias de reserva, almacenadas durante la fase proliferativa, se movilizan y quedan dispuestas para el mantenimiento del embrión cuyo desarrollo de espera (2, 3, 4, 6).

4.4.2.3 Fase de involución

Cuando la preñez no tiene lugar, involuciona la mucosa, las glándulas uterinas vuelven a su estado normal, su luz se estrecha y se suspende la secreción. En la mujer se da una hemorragia menstrual, por la eliminación de la totalidad de la mucosa con la correspondiente pérdida de sangre. En las especies domésticas no tiene lugar este proceso. Durante la maduración del nuevo folículo recomienza la fase proliferativa (2, 3, 4, 6).

4.5 CICLO ESTRAL EN LA VACA

Es el tiempo transcurrido entre un estro y el comienzo del siguiente. En el ciclo estral hay cambios fisiológicos, cambios de comportamiento y morfológicos en las hembras a nivel de ovario y vías accesorias genitales. Este período se renueva cíclicamente dando lugar al ciclo estral (2, 5).

El ciclo estral se subdivide en 4 fases:

- Proestro
- Estro
- Metaestro
- Diestro (2, 3, 4, 6).

4.5.1 Proestro

Es la fase previa al estro y se manifiesta porque la hipófisis secreta altas concentraciones de FSH, lo que estimula el crecimiento de folículo de Graaf (folículo terciario). A medida que este folículo crece, hay un incremento de estrógenos. Las concentraciones de progesterona son bajas. El útero se hace más vascular con desarrollo de sus glándulas y secreciones y se inicia la actividad sexual. Las hembras muestran una inquietud y comportamiento alterado pero rechazan todavía el acercamiento por parte del macho. En las vacas se puede observar que montan a otras vacas (2, 3, 6).

4.5.2 Estro

También llamado celo o calor. En esta fase del ciclo estral la hembra se encuentra en condiciones fisiológicas y psicológicas adecuadas para permitir la cópula. El estro coincide con el máximo desarrollo de los folículos ováricos y sus manifestaciones psicológicas se deben a los estrógenos que se producen en el folículo terciario.

A medida que aumenta la secreción de estrógenos, se bloquea la liberación de FSH en la hipófisis. En este período el útero se encuentra en fase proliferativa, inmediatamente antes de la ovulación la hipófisis secreta altas concentraciones de LH, estimulándose la ovulación al final del estro o comienzo del metaestro y coincidiéndose con el inicio del cuerpo amarillo. En este momento la vaca permite ser montada y hay presencia de moco en la vulva. (2, 3, 6).

4.5.3 Metaestro

Es la fase que se continúa del estro donde el cuerpo amarillo alcanza su máximo desarrollo por la LH. A medida que se forma el cuerpo amarillo se secreta progesterona que inhibe la producción de FSH y la aparición de más folículos terciarios. Las concentraciones de estrógenos son disminuidas y el útero se encuentra en fase de secreción (2, 3).

4.5.4 Diestro

Período de reposo sexual donde el cuerpo lúteo involuciona. La actividad hipofisiaria disminuye la concentración sanguínea de progesterona, lo que estimula al lóbulo anterior de la hipófisis para secretar FSH y se inicie el nuevo ciclo estral. Si hay gestación el cuerpo lúteo sigue secretando progesterona. Pero si no hay gestación el útero se encuentra en fase de involución (2, 6).

4.5.5 Anestro

El anestro es un período de descanso hormonal donde el aparato sexual está inactivo, no hay receptividad sexual, la concentración de estrógenos y progesterona están disminuidos (2, 4, 5).

4.6 MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO EN VACAS

4.6.1 Beneficios:

- Se reduce el tiempo empleado para la detección del estro.
- Se facilita el uso de la inseminación artificial, sobre todo en grupos de ganado de engorde donde se puede tratar a los animales en grupo.
- Se puede alimentar a los animales en base a grupos uniformes, sobre todo cuando se alimenta de acuerdo al estado de gestación de la vaca.
- Para limitar el período de parto en un rebaño después de una fecundación sincronizada.
- Se permite la supervisión del nacimiento con tal de reducir la mortalidad neonatal y redistribuir eficazmente la crianza.

- Para permitir el destete, el engorde y la comercialización uniforme de grupos de animales.
- Para poder introducir estrictas medidas sanitarias para el control de enfermedades, especialmente en lo referente al uso de locales y edificios.
- Para facilitar el empleo de la técnica de trasplante de embriones (2, 5).

4.6.2 Principios en los que se basan los diagnósticos de sincronización

La sincronización del estro en un grupo de animales puede realizarse de dos formas:

- Suprimir o inducir la regresión del cuerpo luteo: Para que todos los animales del grupo entren en la fase folicular al mismo tiempo y mantengan más o menos esta sincronización durante el estro (2).
- Supresión del desarrollo folicular durante una fase lutéica extendida artificialmente, de modo que al retirar el bloqueo farmacológico después de un período de tratamiento, todos los animales entren en la fase folicular aproximadamente al mismo tiempo. Este método tiene la ventaja de que queda muy poco tiempo para perder la sincronía por causa de diferentes ritmos intrínsecos. En contraste con la manipulación de la fase lutéica, la fase folicular solo se puede acortar un día o como máximo dos, en la vaca, cerda, y oveja. Los intentos de prolongar una fase folicular activa inevitable desembocan en ovulación, atresia o anormalidades foliculares, tales como quistes (2).

4.6.3 Métodos de sincronización del estro en vacas

4.6.3.1 Inyección de progesterona

Este método consiste en inyectar una solución de progesterona para simular la fase lutéica e inhibir la hipófisis anterior. Esto se logra manteniendo un depósito subcutáneo de dicha hormona en aceite, inyectando diariamente una dosis de 50mg durante 18 ó 20 días. No existe un cambio claro al cesar el tratamiento por el depósito subcutáneo de la hormona pero en promedio el apareamiento del estro es de 5 días después del tratamiento (4, 5).

4.6.3.2 Progestágenos orales

Aquí tenemos al Acetato de Megestrol (MGA) y Acetato de Medroxiprogesterona (MPA). El tratamiento tarda de 15 – 18 días y los síntomas de celo aparecen de 3 – 5 días después de suspender el tratamiento. La fertilidad es baja en el primer celo (42%) y alta en el segundo celo (82%) (2, 4, 5).

Existe también la combinación con estrógenos y hormonas gonadotropinas y el bloqueo con MGA pero los resultados no cambiaron (2, 4, 5).

4.6.3.3 Implantes silásticos

Estos implantes están impregnados con Acetato de Megestrol (MGA). De aplicación subcutánea en el cuello, después de 22 - 24 días se retiran para que las vacas entren en celo a las 36 – 72 horas. La fertilidad es baja y solo un 64% de los animales tratados entran en celo (2, 4, 5).

4.6.3.4 Esponjas intravaginales

Son esponjas impregnadas de aceite que contiene progesterona con antibiótico, se introducen en la vagina y se dejan durante 18 – 21 días, esto facilita la absorción de la hormona y la supresión del estro. Al retirar la esponja los síntomas de celo se empiezan a observar en 24 – 72 horas. Existe el inconveniente de que algunos animales se pueden quitar el dispositivo y como consecuencia se desgarra la mucosa vaginal (2, 4, 5).

4.6.3.5 Progestágenos de corto plazo

Con el fin de resolver el problema de la disminución de fertilidad después de un tratamiento con progestágenos de 15 – 18 días de duración, se continúa con un tratamiento de hormonas en un período de 9 – 12 días (2, 4, 5).

Por ejemplo: Al colocar implantes, esponjas, o dispositivos intravaginales durante un período de solo 9 – 10 días en combinación de una inyección de 5 – 7.5 mg. de Benzoato de Estradiol y 50 – 250 mg de progesterona (al comienzo del tratamiento) los estrógenos provocan la regresión prematura de un cuerpo

lúteo en desarrollo y la progesterona bloquea una posible ovulación inminente de manera que después del tratamiento con progestágenos todos los animales entren en fase folicular independientemente del estado de sus ovarios antes del tratamiento (2, 4, 5).

En teoría con este método los animales entran en celo a las 56 horas después de terminar el tratamiento (2, 4, 5).

4.6.3.6 Inyección de prostaglandinas

Es un método muy eficaz para sincronizar celo en las vacas ya que después de su aplicación se producen fenómenos que imitan perfectamente parte del proceso luteolítico natural y de este modo se puede evitar la disminución de fertilidad que se presenta en tratamientos con progestágenos (2, 4, 5).

Las prostaglandinas funcionan mejor después de 4 días después del ciclo éstrico cuando el cuerpo lúteo es más sensible a ellas (2, 4, 5).

El análogo más utilizado de las prostaglandinas $PGF_{2\alpha}$ es el Cloprostenol en una dosis de 500 μ g intramuscular administrada en cualquier momento de la fase luteínica después de los días 4 – 5 tras un ciclo éstrico (2, 4, 5).

Los animales tratados entran en celo a las 48 – 72 horas después del tratamiento y la ovulación se produce a las 24 horas después del comienzo del estro inducido. Como este tratamiento no influye en gran parte en el ciclo éstrico natural se recomiendan 2 inyecciones de Cloprostenol para abarcar a todo el hato que se quiere sincronizar (por desconocer el estado de los ciclos). Las inyecciones se administran con intervalos de 10 a 12 días, así el 90 al 95% de los animales estarán en el momento de la segunda inyección en la fase luteínica sensitiva del ciclo (2, 4, 5).

Se insemina una vez a las 60 – 72 horas después del tratamiento o bien 2 veces, a las 72 y 96 horas (2, 4, 5).

4.7 CARACTERÍSTICA DEL MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN A BASE DE DISPOSITIVO DE PROGESTERONA, GnRH Y PROSTAGLANDINAS

Se utiliza un dispositivo intravaginal de progesterona impregnado de 1g de progesterona natural seguido por la aplicación de 100 mcg de GnRH por vía intramuscular. Al séptimo día se retira el dispositivo de progesterona, y se administran 25 mg de prostaglandina, al noveno día se aplican nuevamente 100 mcg de GnRH vía intramuscular y se insemina al día 10 (2, 5).

4.7.1 Progesterona

La progesterona liberada evita que el animal vuelva en celo al inhibir la liberación de la FSH y la LH. Los supraluteales ($> 1\text{ng/ml}$) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivo provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la siguiente onda folicular (2, 5).

Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de progesterona a niveles subluteales ($< 1\text{ng/ml}$) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo, y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (2, 5).

4.7.2 Factor Liberador de Gonadotropina (GnRH)

Esta hormona es producida en el hipotálamo. La GnRH hace que la glándula pituitaria produzca la LH y la FSH. La hormona LH causa la ovulación de cualquier folículo grande que esté presente. Un folículo será ovulado en un 80% de las vacas que se le da la primera inyección de GnRH, esto asegura que el cuerpo lúteo esté en los ovarios y así se previene que la vaca entre en celo en los últimos días. La inyección también causa que se de un nuevo crecimiento del folículo por secreción de la FSH. Justo antes de que la vaca entre en celo se le administra la segunda dosis de GnRH, en

este momento el nuevo folículo dominante tiene suficiente tamaño para ovular, por lo que la segunda inyección provocara la ovulación (2, 5).

4.7.3 Prostaglandinas PGF₂α

Esta hormona actúa sobre el cuerpo lúteo. Cuando se destruye el cuerpo lúteo, cesa la producción de progesterona y la glándula pituitaria empieza a aumentar la secreción de gonadotropinas. Altos niveles de LH estimulan al folículo dominante a producir estrógenos y traer al animal de regreso al celo. Esta se utiliza para causar una regresión del cuerpo lúteo presente en el ovario y así dejar que el nuevo folículo dominante proceda a la ovulación antes de que ésta entre en celo (2, 5).

4.8 INSEMINACIÓN ARTIFICIAL (I.A.)

4.8.1 Momento de la inseminación

Uno de los aspectos más importantes para la I.A., y que es determinante en los resultados que se obtienen, lo constituye la inseminación en el momento más adecuado. Para ello es necesario que se lleve a cabo una buena detección del estro ya que no solamente permite asegurar una correcta relación entre la ovulación y la inseminación, sino que también permite introducir fácilmente el catéter a través del cérvix (1, 6).

Por otra parte, se considera que la vida media de los espermatozoides es relativamente corta y para que ocurra una fertilización óptima, éstos deben sufrir primero la capacitación que dura en promedio de 4 a 6 horas, por lo tanto este proceso debe finalizar cerca del momento de la ovulación para que el espermatozoide pueda lograr la fecundación del óvulo. También el óvulo debe ser fecundado en las primeras horas después de su liberación; si la fecundación ocurre tiempo después, el porcentaje de concepción es bajo y el embrión resultante no evoluciona correctamente (1, 6).

Para obtener buenos resultados en la I.A. es necesario considerar el inicio de la ovulación ya que generalmente ésta se realiza entre las 8 y las 24 horas después de iniciado el celo, pero el mejor momento se encuentra entre las 12 y las 16 horas. Inseminaciones realizadas antes o después de este tiempo dan como resultado un porcentaje más bajo de fertilidad (1, 6).

El sistema que se emplea universalmente es la regla AM-PM, es decir, que las vacas que son detectadas en estro por la mañana se inseminan en la tarde del mismo día y las que son detectadas en celo por la tarde son inseminadas por la mañana del día siguiente. Necesariamente este sistema se encuentra dentro del rango donde se obtienen los mejores resultados (1, 6).

4.8.2 Manejo adecuado del semen

El semen es por sí solo la inversión más grande en un programa reproductivo. Es por ello que se debe procurar el máximo de protección (1).

La regularización de la temperatura es el factor más importante a considerar cuando se maneja el semen. Las fluctuaciones en la temperatura van a ocasionar que la calidad del semen se deteriore rápidamente. Cuando se maneje el semen los cambios de temperatura deben de ser mínimos. La transferencia de semen de un tanque a otro se realiza de forma rápida. La manera en la que se maneje el semen afecta grandemente la tasa de concepción de todo el hato. Como consecuencia, es extremadamente importante que se sigan las recomendaciones de la compañía de inseminación artificial que procesó el semen.

El semen se congela en pajillas. Cada pajilla está marcada con el código del toro, el nombre registrado, número del registro y el código de recolección. Esto asegura la identificación positiva de cada lote de semen (1, 6).

En el manejo del semen existen 2 aspectos básicos:

- **Control de temperatura:** El semen almacenado en una unidad o termo de nitrógeno líquido mantendrá su calidad original. Cuando remueva una pajilla del termo debe tener cuidado de proteger el semen que se mantiene en la unidad. Levante la canastilla hasta el cuello del termo para poder sacar la pajilla deseada (nunca saque la canastilla más de 10 cm. del cuello del termo). Para remover una pajilla incline la parte superior de la caña un poco. Utilice unas pinzas para remover la pajilla. Una pajilla congelada se puede romper así que no trate de doblarla. Rápidamente devuelva la canastilla al termo. Nunca se debe tener la

canastilla en el cuello del termo por más de 10 segundos. Después de este tiempo vuelva a sumergir la canastilla para que se enfríe de nuevo (1, 6, 8).

- **Procedimiento de descongelación:** Agite la pajilla una o dos veces antes de ponerla en el termo de descongelación. Esto ayuda a prevenir que el tapón de algodón explote. Se coloca la pajilla en el termo de descongelación sobresaliendo una tercera parte arriba del nivel de agua contenida en el termo. La pajilla debe ser descongelada un mínimo de 45 segundos en el agua a 37 °C de temperatura. Utilice el semen inmediatamente después de sacarlo del agua. Bajo ninguna circunstancia se debe utilizar semen que ha sido descongelado por más de 15 minutos fuera del agua tibia (1, 6, 8).

4.8.3 Preparación para la I.A.

Si la temperatura exterior es menor a 21°C (70°F) la preparación de la pistola se debe hacer en un sitio protegido, puede ser en la sala de ordeño, en un almacén o en el carro (1, 6).

- Remueva la pajilla descongelada del agua. Agítela una o dos veces para que la burbuja suba a la punta que está sellada. Con una toalla de papel séquela muy bien. Siempre verifique la identificación del toro en la pajilla para que esté seguro del semental que va a usar (1, 6, 8).
- Precaliente el aplicador (pistola) frotándola vigorosamente con una toalla de papel.
- Coloque la pajilla dentro del aplicador (pistola), el lado sellado de la pajilla hacia afuera. Utilice un corta pajillas o tijeras para cortar el extremo que está sellado, sin que este corte se haga más abajo del nivel del semen y que el ángulo no sea mayor de 45 grados (1, 6, 8).
- Colocar el aplicador dentro de la funda (camisa) hasta que la funda tope al final del aplicador o lo sujete con el aro plástico (1, 6, 8).

4.8.4 Técnica de inseminación recto cervical

- Póngase el guante de palpación y lubríquelo con aceite mineral o agua.
- Tome toallas de papel (1, 6, 8).
- Acérquese a la vaca despacio. Hágale saber que usted está allí. Sea tan cuidadoso como pueda. No golpee, abuse o excite a la vaca, o haga algún ruido innecesario (1, 6, 8).
- Sujete la cola.
- Después de haber limpiado el recto de cualquier exceso de excremento, con cuidado limpie la vulva y los labios de la misma con una toalla de papel. Esto debe de hacerse con suavidad. Tenga cuidado para que ni excremento ni residuos se introduzcan dentro de la vulva. Vigile que los bordes de las toallas no irriten o rasguñen (1, 6, 8).
- Inserte la pistola en el tracto reproductivo (6).
- Los labios de la vulva pueden ser abiertos ligeramente para permitir una inserción limpia de la pistola. Esto puede hacerse aplicando una ligera presión hacia abajo y hacia atrás con la palma de la mano y la muñeca en el recto, justo dentro de la apertura (1, 6, 8). La pistola debe introducirse en la vagina lo más profundo posible sin que toque los labios de la vulva. Esto puede hacerse si la vulva está perfectamente limpia y se sigue el procedimiento arriba indicado (6).
- El paso de la pistola por la vagina debe ser lo más suave posible. Los primeros centímetros de la pistola deben de estar ligeramente dirigidos hacia arriba con el objeto de no introducirla dentro de la vejiga, luego nivele la pistola en lo que resta del pasaje hasta el cérvix o cuello del útero (1, 6, 8). A medida que la pistola es pasada por la vagina, mueva la mano izquierda que está dentro del recto hacia adelante. Esto debe de hacerse en forma simultánea (6). Cuando la pistola se detenga, la punta de la pistola debe de haber llegado al cuello del útero y posteriormente se atraviesa la cérvix pasando por los 3 anillos cervicales. Se deposita el semen lentamente a nivel de útero (6).
- No realice la inseminación con prisa. Esta es una actividad en la que no se debe correr. Es un paso crítico e importante (6).

- Retire la pistola y la mano con el mismo cuidado con el que entró (6).
- Doble con cuidado la punta de la funda con la mano enguantada y desatornille el émbolo de la pistola. Coloque la pistola nuevamente en su funda. Mientras todavía se encuentra sujetando la funda quítese el guante. Dentro de guante debe de permanecer la funda (1, 6, 8).
- El guante y la funda pueden ser incinerados (1, 6, 8).

4.9 DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN

El diagnóstico de gestación en vacas puede ser por medios químicos, pruebas biológicas, detección de progesterona en leche a los 21 días, físico (palpación rectal) y ultrasonido.

El método que más se utiliza en nuestro medio para diagnosticar preñez en vacas es el método de palpación rectal, ya que da la oportunidad de tener un mejor concepto del estado normal o patológico de los órganos genitales (7).

El diagnóstico de gestación se divide en 5 fases:

4.9.1 Primera Fase (30-35 días de preñez): Hay ausencia del retorno al celo y presencia de un cuerpo lúteo (de forma cónica) funcional a nivel de ovario del cuerno sospechoso a preñez. Existe deslizamiento de la membrana y fluctuación de líquidos, ya se logra palpar la asimetría en el cuerno preñado pero es más notorio a los 50 días, tiene un diámetro de unos 4 -5 centímetros. Puede sentirse el embrión al pasar los dedos a lo largo del cuerno preñado como un cinco dentro de una vejiga llena de 50 ml de agua (7).

4.9.2 Segunda Fase (2-3 meses de preñez): Existe presencia de cuerpo lúteo en el ovario, el embrión es palpable (10 – 12 cm.) como el tamaño de un ratón y el útero empieza a desplazarse hacia la cavidad abdominal (7).

4.9.3 Tercera Fase (3-4 meses): El útero toma forma de balón, la cantidad de líquido presente es de 2 a 5 litros y se inicia el rebote del feto que ya mide de 10 a 20 cm. Los placentomas ya son detectables y la arteria interna media muestra frémito (7).

4.9.4 Cuarta Fase (5-6 meses): El útero ya contiene de 5 a 8 litros y ha descendido a la cavidad abdominal entrando a la fase negativa (6 meses). En esta fase es posible pensar que la vaca no está gestando debido a la posición del feto por su colocación en la cavidad abdominal sobre todo vacas muy grandes o de muchos partos. Aquí se puede orientar por medio del frémito de la arteria uterina media ya que es fuerte (7).

4.9.5 Quinta Fase (7-9 meses): Se pueden palpar los cotiledones (tamaño de un huevo de gallina), son palpables los perfiles de la cabeza y extremidades a la altura del borde pélvico, el frémito es fuerte y hay relajación de los ligamentos pélvicos. Externamente la vulva está edematosa y la glándula mamaria está aumentada de tamaño (7).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 MATERIALES

5.1.1 Recursos humanos

Estudiante investigador

Tres Médicos Veterinarios asesores

Personal de la finca.

5.1.2 Equipo:

- Termo de nitrógeno
- Nitrógeno líquido
- Varillas de inseminación
- Fundas para inseminar
- Tijeras (cortar pajillas)
- Termo
- Agua a 37 °C
- Termómetro
- Cronómetro
- Papel mayordomo
- Aplicador de dispositivo DIB ® Sintex®
- Guantes de palpación
- Guantes de látex
- Catéter de inseminación artificial
- Jeringas
- Agujas hipodérmicas
- Manga de trabajo
- Vehículo de transporte
- Gasolina
- Pintura de aceite
- Brocha de 1 pulgada

- Hielera
- Hielo
- Libreta de apuntes
- Portapapeles
- Lapiceros

5.1.3 Biológicos:

- 25 vacas vacías
- Pajillas de semen de toro
- 3 bolsas de 10 dispositivos con 1gr. de progesterona natural en cada dispositivo intravaginal bovino (DIB® Syntex®)
- Prostaglandinas PG2 α
- GnRH

5.1.4 Características de la finca

La investigación se realizó en Finca San Julián, propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- **Características:** La finca se encuentra ubicada en el municipio de Patulul, departamento de Suchitepéquez, a 126.5 km de distancia de la capital. Con ubicación geográfica de 14 25'16'' latitud norte y 91 09'36'' longitud oeste. Posee una temperatura media anual de 23.6 - 30 °C, humedad relativa de 74%, una precipitación pluvial de 3,559 mm distribuida a lo largo de todo el año principalmente en los meses de abril a noviembre. Se caracteriza por tener una zona de vida de bosque muy húmedo tropical (cálido) y sobre la base del sistema Thornthwaite, uno; cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo con vegetación natural, características de selva, los suelos son del grupo declive del Pacífico de la serie Panam, bien drenados, relieve suavemente inclinado, textura franco arenosa, de color oscuro y pH 6.1, con altura de 3100 pies sobre el nivel del mar (9).

- **Distribución:** Cuenta con una extensión total de 326 hectáreas equivalentes a 7.5 caballerías de las cuales 3 manzanas son para el casco de finca, 4.82 mz para rancherías, 16.19 mz para callejones, caminos y orillas de río, 22.35 mz para chacaras (frutales), 47.6 mz para astilleros, 30 mz para rescate de especies silvestres, 192.10 mz para potreros de crianza y engorde de ganado y 156.50 mz para café, haciendo un total de 472.56 mz (9).
- **Producción:** Su producción principal es el café, maíz, banano, proyectos de reforestación, producción de leche, y producción de huevos (9).

5.1.5 Centros de referencia

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia
- Bibliotecas particulares
- Red mundial Internet
- Comunicación personal: M.V. MSc. Fredy Rolando González Guerrero

5.2 METODOLOGÍA

5.2.1 Selección de los animales

Se realizó una selección de vacas de acuerdo a:

- Historial de partos
- Sesenta días post-parto
- Sin anomalías clínicas a la palpación
- Buena condición corporal

5.2.2 Sincronización de la ovulación:

Día	Hora del día	Descripción
Día 0	De 10:00 - 12:00	Se utilizó un dispositivo intravaginal de progesterona DIB impregnado de 1 gr. de progesterona natural, por vaca, seguido por la aplicación de 100 mg. por vía intramuscular de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH).
Día 7	De 10:00 - 12:00	Se retiró el dispositivo de progesterona (DIB) y se aplicó 25 mg. de Dinoprost Trometamina (prostaglandina)
Día 9	De 10:00 - 12:00	Se aplicó 100 mg. de GnRH
Día 10	De 7:00 - 8:00	Se inseminó a tiempo fijo (IATF)

5.2.3 Diagnóstico de gestación

Se realizó por palpación rectal después de 60 días de la inseminación artificial.

5.2.4 Diseño Estadístico

La variable analizada fue el porcentaje de preñez en las vacas después de 60 días de la inseminación artificial.

Para el análisis de datos se utilizó diferencia de proporciones y se construyó en intervalo de confianza tablas y gráficas.

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se construyó un intervalo de confianza para una hipótesis de dos colas a un nivel de confianza de 95% para la proporción de vacas preñadas. La equivalencia con respecto a la prueba de hipótesis resulta de comparar el valor esperado de 50%. Según la literatura, si el valor está entre los límites, la hipótesis es aceptada. Si dicho valor es igual o menor que el límite inferior o igual o mayor que el límite superior entonces se rechaza la hipótesis.

Las ecuaciones para calcular los límites superior e inferior fueron:

$$IC = P \pm 1.96 \times SE (P)$$

$$\text{Donde } SE (P) = [P (1-P)/n]^{1/2}$$

IC = Intervalo de confianza

P = Proporción esperada de la producción

1.96 = Valor de Z para un nivel de confianza de 95%

SE = Error estándar

n = Número de animales del experimento

$$\text{Donde } SE (P) = [P (1-P)/n]^{1/2}$$

$$\text{Donde } SE (P) = [50(1-50)/25]^{1/2} = \underline{-0.99}$$

$$IC = P \pm 1.96 \times SE (P)$$

$$IC = 50 \pm 1.96 \times -0.99 = \underline{50 \pm 1.94}$$

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente trabajo se utilizó un total de 25 vacas sin anormalidades del tracto reproductor a la exploración clínica, además de tener más de sesenta días post parto.

El porcentaje de preñez obtenido fue del 8%, el cual es bajo comparado con la hipótesis propuesta de obtener por lo menos un 50% de preñez como lo recomienda la casa productora de los medicamentos utilizados.

Al realizar la comparación con el intervalo de confianza (IC) como medida estadística se encontró que el valor obtenido (8%) está por debajo del intervalo construido el cual se sitúa entre 48.06% y 51.94%. Dentro de los factores que pudieron afectar para obtener un mayor resultado de preñez fueron, el manejo del hato, calidad del semen, el clima, factores nutricionales y amamantamiento del ternero.

VII. CONCLUSIONES

1. Se encontró que el porcentaje de preñez en vacas destinadas a la crianza en Finca San Julián utilizando el método de sincronización con progesterona e inseminando a tiempo fijo fue de 8%.
2. Al realizar la comparación con el intervalo de confianza (IC) como medida estadística se encontró que el valor obtenido (8%) está por debajo del intervalo construido el cual se sitúa entre 48.06% y 51.94%.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Investigar a profundidad las teorías hormonales en ganado con cruce *Bos indicus*.
2. Mejorar criterios de dosificación y tratamiento empleados para aumentar el porcentaje de preñez.
3. Efectuar estudios que integren temas nutricionales conjunto a un método de sincronización e inseminación artificial.
4. Investigar otras alternativas para mejorar la aplicación de estas tecnologías en ganado de carne con encaste *Bos indicus*.

IX RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Finca San Julián de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia localizada en Patulul, Suchitepéquez.

Se utilizó el método de sincronización de celo a base de progesterona, prostaglandinas y GnRH y se realizó inseminación artificial a tiempo fijo.

Se utilizaron 25 vacas con 60 días post parto, sin anormalidades clínicas a la palpación, ovarios funcionales sin alteraciones genitales determinando por medio de examen ginecológico, y una buena condición corporal.

El diagnóstico de la gestación se realizó por palpación rectal después de 60 días de la inseminación. La variable a medir fue el porcentaje de preñez, determinándose por medio del Intervalo de Confianza.

El porcentaje de preñez encontrado fue de 8% el cual se considera bajo posiblemente por efecto del amamantamiento del ternero.

X BIBLIOGRAFÍA

1. Bavera, GA. 2007. Curso teórico práctico de inseminación artificial en bovinos (en línea) Consultado 22 ene. 2010, Disponible en www.engormix.com/curso_teorico_practico_inseminacion_s_articulos_1354_GDL.ht
2. Ellendorff, F; Smidt D, 1972. Endocrinología y fisiología de la reproducción de los animales zootécnicos. Trad. A Núñez Cachaza. Zaragoza, ES, Acribia, 395 p.
3. Gandica. K. 1997. Universidad central de Venezuela Facultad de Medicina Escuela Experimental de Enfermería. Departamento Ciencias Básicas. Cátedra: Morfofisiología II (en línea) Consultado 2 ene. 2010. Disponible en www.monografias.com/trabajos16/sistema-Endocrino/sistema-endocrino.
4. Gordon, L. 1996. Reproduccion controlada del ganado vacuno y búfalos, Trad. M Illera Martín, Zaragoza, ES, Acribia. 514 p.
5. Hunter, RHF. s, f, Fisiología y tecnología de la reproducción de la hembra de los animales domésticos, Trad. JM Ibeas Delgado, Zaragoza, ES, Acribia. 362 p.
6. Inseminación artificial en bovinos 2010. (en línea) Consultado 02 feb. 2010, Disponible en www.monografias.com/.../inseminacion.../inseminacion-bovinos2.shtml
7. Mena, Roy. 2,010. Monografías (en línea) Consultado 10 feb. 2010 Disponible en www.monografias.com/trabajos39/inseminacion-bovinos/inseminacion-bovinos.shtml
8. Monroy, MA. 2006. Buiatría. El arte de curar bovinos Guatemala, GT, USAC. p. 290 -203.

9. Ponce Ruano, OE. 2004. Efectos de la dosis reducida del factor liberador de Gonadotropina en la sincronización de la ovulación en vacas de doble propósito en Finca San Julian, Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC. FMVZ. 25 p.