

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS REPETIDORAS CON  
LA APLICACIÓN DE eCG AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN  
ARTIFICIAL.”

**AUTOR:**

TANIA LORENA IDROVO SIGCHA.

**TUTOR:**

DR. FROILAN PATRICIO GARNICA MARQUINA.

**CUENCA-ECUADOR**

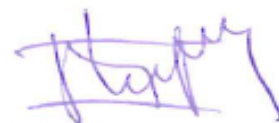
**2016**

***“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS  
REPETIDORAS CON LA APLICACIÓN DE eCG AL MOMENTO  
DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL”***

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD DEL TUTOR DEL TRABAJO  
EXPERIMENTAL.**

Yo Patricio Garnica doy fe que el presente trabajo titulado ***“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS REPETIDORAS CON LA APLICACIÓN DE eCG AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.”***, ha sido revisado en la fase de campo como también en el documento final con absoluta claridad y de forma transparente por cuanto doy confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuenca, 23 Marzo del 2016.



-----  
Dr. Patricio Garnica

**TUTOR**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, TANIA LORENA IDROVO SIGCHA, autora del Trabajo Experimental ***“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS REPETIDORAS CON LA APLICACIÓN DE eCG AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL”*** declaro que el contenido que se emite en el presente tema de investigación, así como sus resultados, conclusiones y recomendaciones es de exclusiva responsabilidad del autor y autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma para fines académicos.

Cuenca, 23 Marzo del 2016.



-----  
Tania Lorena Idrovo Sigcha

**AUTORA**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo y esfuerzo está dedicado a mi padre Dios por darme la vida, a la Virgen del Cisne por ser mi guía y mi protectora.

A mi Padre Emiliano Idrovo por ser más que un padre un amigo, que nunca ha dejado de apoyarme y siempre confió en mí depositando toda su confianza para poder lograr la culminación de mis estudios universitarios.

A mi madre bella Ibelia Sigcha quien me ayudo a cumplir mis metas y anhelos más deseados.

A mi esposo Luis Inga y a mi hija Brianna quienes han luchado conmigo siendo el apoyo y mi fortaleza.

A mis hermanos Liliana, Isabel y Alex por apoyarme en este largo camino.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida y permitirme alcanzar una meta más, trazada a lo largo de la existencia.

A mis padres Emiliano Idrovo e Ibelia Sigcha, por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, por sus enseñanzas, consejos y por ser un ejemplo de sabiduría, lucha y trabajo.

A mi esposo Luis Inga, por ser el motor de apoyo para culminar mis estudios.

Al Dr. Daniel Guamán por ser un excelente profesional y un excelente amigo quien formo parte de este trabajo experimental, ya que comparte cada uno de sus conocimientos sin reserva alguna enseñando la grandeza de la amistad y el servicio.

Al Dr. Patricio Garnica Tutor de este trabajo experimental y a todos los profesores, quienes dedicaron su tiempo para impartir sus conocimientos en el salón de clase, gracias por compartir conmigo sus enseñanzas y así poder llegar a la meta de ser un profesional.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la hacienda El Cortijo ubicada en la Parroquia Jerusalén perteneciente al Cantón Biblián de la Provincia del Cañar; cuya finalidad fue analizar el efecto que tiene la hormona eCG (Gonadotropina Coriónica Equina) aplicada al momento de la Inseminación Artificial en vacas repetidoras, verificando si existe aumento en el porcentaje de preñez.

La investigación se realizó con una población de 60 vacas, con una edad de 4 a 8 años, condición corporal de 2,0 y 3.5 en la escala de 1 a 5, las cuales fueron distribuidas en dos grupos experimentales, cada uno de estos grupos con 30 animales; seleccionadas las vacas repetidoras se continuó con el tratamiento.

Tratamiento A (n=30) Inseminación Artificial sin la aplicación de eCG, en el Tratamiento=B (n=30) Inseminación Artificial con la aplicación de 500 UI de eCG (Folligon) por vía intramuscular. La variable analizada fue la preñez, los resultados se analizaron mediante " t de Student ".

Con los datos obtenidos se realizó la tabulación en la distribución t de student con igual número de repeticiones, lo que demostró que existe diferencia significativa entre las medias de los Tratamientos A y B; los resultados demostraron que el promedio de vacas preñadas más alto fue del Tratamiento B= 1.08; en relación a A= 1,03, por lo que se acepta la hipótesis que con la aplicación de la hormona eCG al momento de la I.A existen cambios en el porcentaje de preñez. Se obtuvo un Coeficiente de Variación del 2,85 % lo que indica que la investigación se encuentra dentro de los parámetros de confiabilidad.

En el análisis Costo- Beneficio se determinó la viabilidad económica de los tratamientos pudiendo considerar como una alternativa al Tratamiento B que presento un costo de \$46,03 por animal, demostrando estadísticamente respuestas positivas en la tasa de preñez.

Previo al análisis estadístico, los datos fueron transformados a  $\sqrt{(x + 0.5)}$ , esto para homogenizar sus valores.

## ABSTRACT

This research was conducted at the El Cortijo located in the parish belonging to Jerusalem Biblián Canton of the Province of Cañar; whose purpose was to analyze the effect of the hormone eCG (Equine Chorionic Gonadotropin) at the time of Artificial Insemination in repeat breeder cows, checking if there is increase in the percentage of post pregnancy application.

The research was conducted with a population of 60 cows, aged 4 to 8 years, body condition of 2.0 and 3.5 on the scale of 1 to 5, which were divided into two experimental groups, each of these groups 30 animals; Selected repeat breeder cows continued treatment.

Treatment A (n = 30) artificial insemination without the application of eCG, in the treatment = B (n = 30) Artificial Insemination with the application of 500 IU of eCG (Folligon) intramuscularly. The outcome was pregnancy. The results were analyzed using Student's t .

With the obtained data tabulation was made in the student t distribution with the same number of repetitions, which showed that there is significant difference between treatment means A and B; the results showed that the highest average was pregnant cows treatment B = 1.08; relative to A = 1.03, so the hypothesis that the application of the hormone eCG at I.A there are changes in the pregnancy rate is accepted. a Coefficient of Variation of 2.85% indicating that the investigation is within the parameters of reliability was obtained.

Cost-benefit analysis on the economic viability of the treatments can be considered as an alternative to treatment B I present a cost of \$ 46.03 per animal, statistically showing positive responses in the pregnancy rate was determined.

Prior to statistical analysis, data were transformed to  $\sqrt{(x + 0.5)}$ , this to homogenize their value.



## ÍNDICE GENERAL

<b>I.</b>	<b>CUERPO DEL TRABAJO ACADÉMICO .....</b>	<b>1</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	PROBLEMA .....	3
1.3.	DELIMITACIÓN.....	5
1.3.1.	Temporal .....	5
1.3.2.	Espacial .....	5
1.3.3.	Académica.....	6
1.4.	EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.5.	OBJETIVOS.....	8
1.5.0.	Objetivo General .....	8
1.5.1.	Objetivo Específico.....	8
1.6.	HIPÓTESIS .....	8
<b>II.</b>	<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>9</b>
<b>III.</b>	<b>REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL.....</b>	<b>10</b>
3.1.	REPRODUCCIÓN BOVINA .....	10
3.2.	CAUSAS DE INFERTILIDAD EN VACAS LECHERAS .....	11
3.2.1.	DEFICIENCIAS HORMONALES.....	11
3.2.2.	REPETICIÓN DE SERVICIOS .....	12
3.2.3.	OBSERVACIÓN DE ESTROS .....	12
3.2.4.	OTROS EVENTOS DE FALLA REPRODUCTIVA .....	13
3.3.	ANATOMÍA BOVINA .....	13
3.3.1.	OVARIOS.....	14
3.3.2.	OVIDUCTOS O TROMPAS DE FALOPIO.....	14
3.3.3.	ÚTERO .....	15
3.3.4.	CÉRVIX.....	16

3.3.5.	VAGINA.....	16
3.3.6.	GENITALES EXTERNOS.....	16
3.4.	CICLO ESTRAL DE LA VACA.....	17
3.4.1.	FISIOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL EN EL VACUNO.....	18
3.4.2.	ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL.....	20
3.4.3.	FASES DEL CICLO ESTRAL.....	21
3.4.4.	DINÁMICA FOLICULAR.....	24
3.5.	HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN BOVINA.....	27
3.5.1.	Hormonas hipotalámicas.....	27
3.5.2.	Hormonas adenohipofisarias.....	28
3.5.3.	Gonadotropinas placentarias.....	30
3.5.4.	Hormonas neurohipofisarias.....	33
3.5.5.	Hormonas gonadales y del tracto reproductor de la vaca.....	34
3.6.	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	37
3.6.1.	VENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	37
3.6.2.	DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	38
3.6.3.	MOMENTO ÓPTIMO PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	38
3.7.	FECUNDACIÓN.....	39
3.7.1.	INTERACCIÓN DEL ESPERMATOZOIDE Y EL ÓVULO.....	39
3.7.2.	OVULACIÓN.....	40
3.7.3.	PROCESO DE FECUNDACIÓN.....	41
3.7.4.	PERIODO DE GESTACIÓN.....	41
3.8.	DIAGNÓSTICO DE LA PREÑEZ.....	42
3.8.1.	ULTRASONOGRAFÍA.....	43
3.8.2.	PALPACIÓN RECTAL.....	43
<b>IV.</b>	<b>RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA.....</b>	<b>44</b>
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>50</b>

5.1. MATERIALES .....	50
5.1.1. DE OFICINA .....	50
5.1.2. DE CAMPO .....	51
5.2. Método.....	52
5.2.1. Proceso .....	52
5.2.2. Técnica .....	52
5.2.3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA.....	53
➤ SELECCIÓN DE LA MUESTRA (REVISIÓN DE REGISTROS) .....	53
➤ CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE ANIMALES.....	53
➤ APLICACIÓN DE LA eCG EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL ..	53
➤ CHEQUEO GINECOLÓGICO (ULTRASONOGRAFÍA) Y TOMA DE DATOS .....	53
5.3. DISEÑO .....	54
5.3.1. VARIABLES EN ESTUDIO .....	54
5.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	55
5.5. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	56
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>57</b>
6.1. PREÑEZ.....	58
6.2. MARCO LOGÍSTICO .....	60
6.2.1. CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO .....	63
6.3. DISCUSIÓN.....	65
<b>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
7.1. CONCLUSIONES.....	66
7.2. RECOMENDACIONES .....	67
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>

<b>IX. APÉNDICE- ANEXOS.....</b>	<b>72</b>
ANEXO 1. TRATAMIENTO A (IA sin eCG) VACAS REPETIDORAS.....	72
ANEXO 2. TRATAMIENTO B (IA con eCG) VACAS REPETIDORAS....	73
ANEXO 3. RESULTADOS OBTENIDOS (VACAS PREÑADAS Y NO PREÑADAS) .....	74
ANEXO 4. NÚMERO DE VACAS PREÑADAS, PARA UN " t de STUDENT " CON DOS TRATAMIENTOS A= (IA), B= (IA + eCG) CON DATOS TRANSFORMADOS A ( $x + 0,5$ ).....	75
ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS .....	76

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1.</b> DATOS METEOROLÓGICOS (PROMEDIO ANUAL).....	06
<b>CUADRO 2.</b> CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS Y VIDA MEDIA DE LAS GONADOTROPINAS.....	31
<b>CUADRO 3.</b> HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN.....	36
<b>CUADRO 4.</b> EQUIPO DE OFICINA.....	50
<b>CUADRO 5.</b> EQUIPO DE CAMPO.....	51
<b>CUADRO 6.</b> VARIABLES DEPENDIENTES (EVALUACIÓN DE PREÑEZ)...	54
<b>CUADRO 7.</b> VARIABLES INDEPENDIENTES (APLICACIÓN DE FOLLIGON).....	55
<b>CUADRO 8.</b> DISTRIBUCIÓN DE ANIMALES POR TRATAMIENTO.....	55
<b>CUADRO 9.</b> “ t de STUDENT ” Para el FACTOR DE PREÑEZ de los TRATAMIENTOS A= IA, B=IA (eCG) CON DATOS TRANSFORMADOS A $\sqrt{(x + 0,5)}$ .....	57
<b>CUADRO 10.</b> COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	60
<b>CUADRO 11.</b> COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO.....	61
<b>CUADRO 12.</b> COSTO POR ANIMAL TRATAMIENTO B.....	62
<b>CUADRO 13.</b> COSTO POR ANIMAL TRATAMIENTO A.....	62
<b>CUADRO 14.</b> ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS.....	63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1.</b>	UBICACIÓN DE LA PARROQUIA JERUSALÉN.....	05
<b>GRÁFICO 2.</b>	UBICACIÓN DEL CANTÓN BIBLIAN.....	06
<b>GRÁFICO 3.</b>	CICLO ESTRAL DE LA VACA.....	17
<b>GRÁFICO 4.</b>	FISIOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL.....	19
<b>GRÁFICO 5.</b>	ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL.....	20
<b>GRÁFICO 6.</b>	DINÁMICA FOLICULAR.....	26
<b>GRÁFICO 7.</b>	GESTACIÓN 35 DÍAS.....	42
<b>GRÁFICO 8.</b>	PREÑEZ OBTENIDA CON LOS TRATAMIENTOS.....	57
<b>GRÁFICO 9.</b>	NÚMERO DE VACAS PREÑADAS Y NO PREÑADAS.....	58
<b>GRÁFICO 10.</b>	PORCENTAJE DE PREÑEZ POR TRATAMIENTO.....	59
<b>GRÁFICO 11.</b>	PORCENTAJE DE COSTO Y BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS .....	64

# **I. CUERPO DEL TRABAJO ACADÉMICO**

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

La situación actual de la ganadería exige a los productores una máxima eficiencia para generar retornos económicos realizando técnicas reproductivas rentables, lo que incrementaría el valor productivo del animal.

La implementación de tratamientos hormonales permiten que el ser humano pueda manipular el ciclo estral de muchas especies de animales, en este caso de los bovinos; lo que ayudará a remediar problemas presentes en la fertilidad, en especial en la I.A en vacas repetidoras que presentan fallas en la detección de celos, anestro y especialmente anovulación.

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es saber la acción de la aplicación de la hormona (eCG) Gonadotrofina Coriónica Equina (Folligon) al momento de la Inseminación Artificial en vacas repetidoras, evaluando su efectividad en cuanto a preñez.

Se debe tener en cuenta que la principal función de la eCG es la acción FSH y LH cuando es aplicada en especies distintas al equino, además posee un alto contenido en carbohidratos, hecho que le confiere características propias desde el punto de vista farmacocinética, con una vida media prolongada que favorece su uso en una sola dosis a diferencia de la FSH cuya vida media es extremadamente corta y requiere aplicaciones múltiples (Martinez, 2000)

Los resultados de dicha investigación servirán de gran utilidad para que los ganaderos puedan incrementar sus índices de concepción reproductiva en sus explotaciones ganaderas.



## 1.2. PROBLEMA

La I.A es una de las técnicas reproductivas más aplicadas en las ganaderías lecheras, pero se vuelve ineficiente al enfrentar problemas en la detección de celos y la incapacidad ovulatoria de las vacas creando animales problema o vacas repetidoras, esto por la incapacidad del folículo para ovular durante un ciclo normal o por la presencia de quistes ováricos; lo que provoca que la vaca presente una conducta de estro normal y el folículo ovárico alcanza el tamaño preovulatorio, pero no se rompe. Para enfrentar dicho problema se propone realizar la evaluación de la tasa de preñez en vacas repetidoras con la aplicación de eCG al momento de la Inseminación Artificial.

Basándonos en que los protocolos hormonales pretenden incrementar las tasas de fertilidad en vacas que tienen un promedio del 35%. Lo que ayudará a los ganaderos a incrementar sus hatos de cría.

Además, se resalta análisis de previas investigaciones con dicha hormona lo que nos ayuda a tener más conocimientos de su eficacia en la reproducción bovina permitiéndonos tener diferentes visiones de acción de la eCG.

(Garnica, 2013) Explica que el efecto de la adición de eCG al protocolo E2+P4 y PGF2 $\alpha$ , si bien no mejora el diámetro folicular, pero incrementa la expectativa supuesta para la ovulación (20%) en un 35.5% (con datos originales), en vacas Holstein pos-parto tratadas con eCG, manejadas en óptimas condiciones nutricionales y de salud dentro del experimento.

(Sagbay, 2012) Manifiesta que la adición de eCG al protocolo de sincronización conformado por BE + CIDR+ PGF2 $\alpha$ , en vacas con una condición corporal favorable (2,5-3,5) no repercute significativamente en el incremento del porcentaje de preñez ya que estos animales no requieren de un estímulo extra para poder mejorar su performance reproductiva.

(Orellana, 2015) En su investigación indica que el efecto de la eCG en la tasa de preñez con protocolos de IATF en vacas Brown Swiss, es no significativo por lo que resalta que los tratamientos se comportan de igual manera en la tasa de preñez, siendo estos T1 (IATF más 400UI de eCG) y T2 (IATF sin eCG).

## 1.3. DELIMITACIÓN

### 1.3.1. Temporal

La investigación tuvo una duración de 400 horas que se desarrolló aproximadamente en 3 meses.

### 1.3.2. Espacial

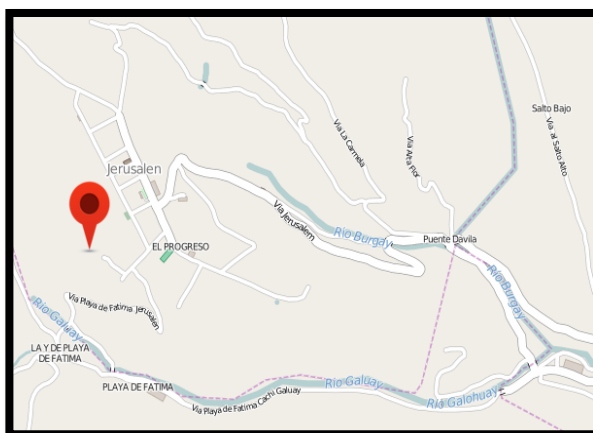
La investigación y evaluación tuvo lugar en la Hacienda “EL CORTIJO.”

**Parroquia:** Jerusalén

**Cantón:** Biblián

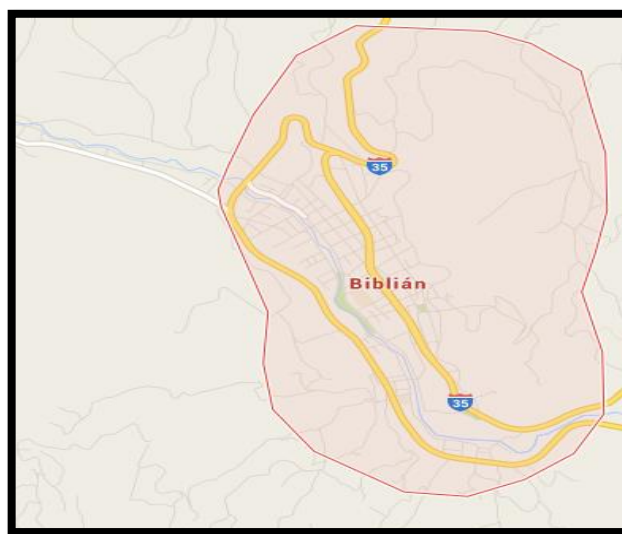
**Provincia:** Cañar

**GRÁFICO 1. UBICACIÓN DE LA PARROQUIA JERUSALÉN.**



**FUENTE:** (Google maps 2016)

## GRÁFICO 2. UBICACIÓN DEL CANTÓN BIBLIÁN



FUENTE: (Google maps 2016)

## CUADRO 1. DATOS METEOROLÓGICOS (PROMEDIO ANUAL)

<b>T°</b>	<b>14.2 °C.</b>
<b>Precipitación</b>	1180 mm al año.
<b>Altitud</b>	2640 msnm
<b>Longitud</b>	78° 58' 7"
<b>Latitud</b>	2° 42' 57"

### 1.3.3. Académica

Con el presente trabajo experimental, se quiere fortalecer los conocimientos en el área de zootecnia, para beneficio de ganaderos, estando destinado al manejo directo con los animales en el ámbito reproductivo.

#### 1.4. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA

La relación de causa y efecto entre producción láctea y anovulación no es clara, pero el alto rendimiento de leche puede ser una respuesta a cambios hormonales en vacas con tales afecciones.

La enfermedad de los ovarios quísticos es frecuente en vacas lecheras, dichas vacas afectadas presentan ninfomanía pero la mayoría deja de presentar estro.

Estos quistes pueden ser foliculares o de cuerpo lúteo, los primeros experimentan cambios cíclicos; crecen e involucionan alternativamente, pero no ovulan; los quistes lúteos persisten por un periodo prolongado presentando anestro.

Además el desarrollo de quistes ováricos se ha relacionado con la alta producción de leche, cambios estacionales, predisposición hereditaria y disfunción de la hipófisis.

Buscando evitar dichos problemas se han implementado protocolos de sincronización del estro y la ovulación, para lo cual se emplean combinaciones hormonales.

Para esta investigación se ha seleccionado la eCG (Gonadotropina Coriónica Equina) antes conocida como gonadotropina del suero de yegua preñada, resaltando desde el punto endocrinológico su actividad FSH y LH cuando es administrada en especies distintas al equino.

La utilización de la eCG en veterinaria está fundamentada desde el punto de vista endocrinológico, como una terapia para la maduración final del folículo dominante en animales en anestro.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.0. Objetivo General**

- Mejorar la tasa de preñez utilizando la Inseminación Artificial con la aplicación de eCG en vacas repetidoras.

### **1.5.1. Objetivo Específico**

- Determinar los porcentajes de preñez utilizando eCG al momento de la Inseminación Artificial.
- Analizar valores de costo\_ beneficio en la Inseminación Artificial más la adición de eCG en vacas repetidoras.

## **1.6. HIPÓTESIS**

La aplicación de la hormona eCG (Gonadotropina Coriónica Equina) al momento de la Inseminación Artificial en vacas repetidoras, tiende a mejorar la Tasa de fertilidad.

## **II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Este Trabajo Experimental está enfocado a presentar resultados confiables de la eficacia de la aplicación de la eCG al momento de la Inseminación Artificial en vacas repetidoras, considerando que dicha hormona posee actividad FSH y LH, principales hormonas de la reproducción.

Se resalta que la eCG estimula la maduración del folículo dominante permitiendo la ovulación.

También se expresa que este tratamiento puede ser eficaz para el tratamiento de quistes foliculares considerándoles como afecciones principales de la incapacidad ovulatoria.

Además presentará datos confiables para consultas necesarias enfocadas en Tratamientos Reproductivos.

### **III. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

#### **3.1. REPRODUCCIÓN BOVINA**

El proceso reproductivo constituye la esencia de la renovación biológica en todas las especies. Una alta eficiencia reproductiva es requisito indispensable para el éxito económico, tanto de la ganadería lechera como de la de carne. La baja eficiencia reproductora se traduce en mermas directas en la producción láctea y cosecha de becerrada, e indirectamente en la producción. El proceso reproductivo está regulado por el sistema endocrino e influenciado fuertemente por las condiciones ambientales en que se desenvuelven los animales. (Cano, 2006)

##### **3.1.1. EVENTOS REPRODUCTIVOS**

A lo largo de la vida de una hembra, se debe registrar la eficiencia de sus parámetros reproductivos, esto para decidir usarlas como reemplazo en el hato o ponerlas en venta; también se toman en cuenta el número de lactaciones y su producción de leche. Estas consideraciones toman mayor importancia cuando la producción es más intensiva y los gastos, de manejo y alimentación se vuelven más demandantes. (Cano, 2006)

Para que las hembras sean rentables dentro de una explotación, deben:

- Tener rápido crecimiento desde el nacimiento hasta la pubertad.
- Alcanzar la pubertad a edad temprana.
- Producir crías viables.
- Producir leche suficiente para su cría y para la venta.
- Retornar temprano al estro durante el posparto para gestar nuevamente. (Cano, 2006)



### **3.1.2. IMPORTANCIA DE LA REPRODUCCIÓN**

La reproducción es una función de lujo y es el punto de partida de la producción. El conocimiento del ciclo estral y sus diferentes fases permite al veterinario realizar una evaluación del “estatus” reproductivo, productivo y del sistema en general. Es de fundamental importancia el conocimiento del ciclo estral para la evaluación reproductiva y en la regulación artificial o natural del ciclo sexual, (Ej. Sincronización de celo: prostaglandina). El conocimiento del ciclo permite también la definición del tiempo de espera voluntario para el inicio de los servicios. Permite definir los momentos de este proceso en el año. Hoy en día en Uruguay se están viendo disminuidos los periodos de manifestación de celo, lo que implicaría cambiar los actuales sistemas de inseminación. (Bearden, 1985)

## **3.2. CAUSAS DE INFERTILIDAD EN VACAS LECHERAS**

### **3.2.1. DEFICIENCIAS HORMONALES**

“ La baja fertilidad se indicaba solo a las vacas repetidoras con más de tres servicios infértiles, sin embargo, actualmente se sabe que este problema es crítico desde el primer servicio, en el cual con frecuencia el porcentaje de concepción no supera el 30% “. (Morales, 2000)

“ Se han observado vacas altas productoras de leche, con bajas concentraciones séricas de progesterona, lo cual se asocia con la sub- fertilidad “. (Hernandez, 2001)

### **3.2.2. REPETICIÓN DE SERVICIOS**

Las hembras repetidoras manifiestan estro repetidamente de ser montadas por un macho fértil. Una vaca de estas características muestra signos normales de estro cada 18 a 24 días, pero requiere más de tres servicios para quedar preñada. La mayor parte de las pérdidas embrionarias ocurren en una etapa mucho más temprana de lo que antes se pensaba. Tanto las fallas en la fertilización como las muertes embrionarias ocurren con mucha mayor frecuencia que en vacas normales cinco a seis semanas después de la inseminación. Es incierta la causa de la pérdida de alrededor del 50% de los embriones durante las tres primeras semana de gestación en vacas repetidoras, aunque se han sospechado algunos factores. (Hafez, 2002)

“ La incidencia de repetición de servicio es mayor en hatos lecheros empleando inseminación artificial, que en aquellos que se recurre al servicio natural. La mortalidad embrionaria disminuye al aumentar el número de parto hasta la quinta preñez, y luego aumenta”. (Hafez, 2002)

### **3.2.3. OBSERVACIÓN DE ESTROS**

La escasa capacitación del personal en la detección de estros reduce la fertilidad de las vacas, problema que padecen los ganaderos. Desde hace más de 50 años se ha aplicado la regla práctica de inseminación AM-PM y PM-AM, entendiéndose que las vacas que presentan celo en la mañana son inseminadas en la tarde y las de la tarde se inseminan en la mañana siguiente. Esta práctica asegura la fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente detección de estros. (Llun, 2008)

### **3.2.4. OTROS EVENTOS DE FALLA REPRODUCTIVA**

“ También ocasionan fallas reproductivas, los quistes ováricos, abortos, retención placentaria, anestro, metritis, reabsorción embrionaria y diversas alteraciones anatómicas (adherencias, tumores, urovagina, entre otras). ” (Llue, 2008)

#### **3.2.4.1. QUISTES OVÁRICOS**

“ Los quistes ováricos (Quistes foliculares, quistes luteales) en las vacas lecheras alarga los intervalos entre partos, ocasionando pérdida económica y disfunción reproductiva en la ganadería. La incidencia reportada de quistes ováricos en vacas lecheras varía de 10 a 13% ”. (Llue, 2008)

### **3.3. ANATOMÍA BOVINA**

“ Hay dos Ovarios, dos Oviductos, dos Cuernos Uterinos, un Útero, la Cérvix, la Vagina y la Vulva. La Vejiga está ubicada debajo del aparato reproductor, y está conectada a la apertura uretral en la base de la Vagina. El Recto está ubicado encima del aparato reproductor. ” (Delarnette, 2008)

### **3.3.1. OVARIOS**

Descripción. Los ovarios son gónadas femeninas. El ovario está compuesto por una corteza o parte externa y una medula o parte interna.

Función. El ovario es el sitio de desarrollo de los ovocitos, e interviene activamente en la producción hormonal.

Forma. Ovoide semejante a una almendra.

Peso. 10-20 g. (Rangel, 2009)

### **3.3.2. OVIDUCTOS O TROMPAS DE FALOPIO**

Descripción. Los oviductos son órganos tubulares que conectan al útero con los ovarios.

Función. Captación del ovocito y conformación del sitio de fertilización.

Anatomía. El oviducto se divide en tres porciones: el extremo ovárico está expandido en forma de embudo rodeando al ovario y se conoce como infundíbulo; su borde presenta proyecciones filiformes que constituyen la fimbria, y la apertura se denomina ostium. La siguiente parte es la ampulla la cual abarca cerca de la mitad de la longitud del oviducto. La parte más cercana al cuerno uterino es el istmo el cual se conecta con el cuerno por la unión útero tubarica. (Rangel, 2009)

### **3.3.3. ÚTERO**

Descripción. El útero es un órgano tubular que conecta al oviducto con el cérvix; y que en las especies domesticas se encuentra dividido en dos cuernos y el cuerpo.

Función: el útero es el órgano encargado de albergar la gestación.

Anatomía. Los úteros de las especies domesticas se clasifican como bicornuales, ya que poseen dos cuernos, un cuerpo y un cérvix. El grado de unión que presentan los cuernos uterinos varía de una especie a otra. (Rangel, 2009)

#### **3.3.3.1. CUERNOS DEL ÚTERO**

“El oviducto termina donde inicia el cuerno uterino, 9 días después, el huevo fecundado ya es un embrión maduro y ha atravesado todo el oviducto y puede estar localizado en el cuerno derecho o en el izquierdo dependiendo en donde se produjo la ovulación”.

#### **3.3.3.2. CUERPO DEL ÚTERO**

Éste es el lugar donde el feto va a crecer y a desarrollarse. El útero durante el celo está turgente y lleno de líquido uterino, el cual es el medio donde los espermatozoides pueden desplazarse hacia los cuernos y luego hacia el oviducto. 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. (Hincapie, 2005)

#### **3.3.4. CÉRVIX**

Descripción. El cérvix es una estructura en forma de esfínter, que se proyecta de la parte caudal del útero hacia la vagina.

Función. El cérvix forma una barrera física entre la vagina y el útero. Por otro lado, es el responsable de producir el moco cervical.

Anatomía. El cérvix se caracteriza por tener una pared muscular gruesa y poseer pliegues o anillos que son capaces de cerrarlo herméticamente, los cuales varían en número y forma en las diferentes especies domésticas. (Rangel, 2009)

#### **3.3.5. VAGINA**

Descripción y Función. La vagina es un órgano dilatable para la copula, además de que forma el canal para la salida del feto y la placenta al momento del parto; también es el órgano por donde se expulsa la orina.

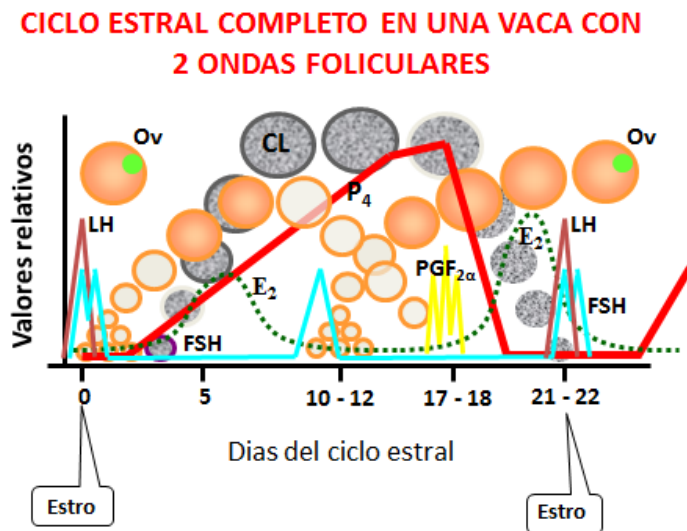
Anatomía. El piso de la vagina, en su parte posterior se conoce como vestíbulo, que es una porción común al sistema urinario y reproductor, ya que alberga el orificio uretral, además contiene las glándulas de Gartner. (Rangel, 2009)

#### **3.3.6. GENITALES EXTERNOS**

Descripción y función. Los genitales externos están formados por: la vulva, que tiene la función de aislar la vagina del exterior y está conformada por los labios vulvares mayores y menores (en las especies domesticas solo hay labios menores). La vulva aloja en su comisura ventral el clítoris, que es el homologo femenino del pene. (Rangel, 2009)

### 3.4. CICLO ESTRAL DE LA VACA

GRÁFICO 3. CICLO ESTRAL DE LA VACA



FUENTE. (Melo, 2011)

Consiste en una serie de eventos reproductivos predecibles que comienzan en el estro y terminan en el estro siguiente. Se continúan a lo largo de la vida adulta y son interrumpidos por la gestación, lactancia, nutrición inadecuada o cuando las condiciones ambientales son estresantes. Condiciones patológicas del tracto reproductivo como infecciones uterinas y momificación fetal también pueden causar anestro, período en el cual la ciclicidad se ve interrumpida. El ciclo estral provee a las hembras repetidas oportunidades para quedar gestadas. La receptividad sexual y copulación son los eventos comportamentales principales que ocurren durante el estro. La copulación generalmente ocurre temprano en el ciclo estral. Si no ocurre la concepción comienza otro ciclo estral, proporcionándole a la hembra otra oportunidad para concebir. (Palma, 2001)

Es una cantidad muy pequeña de los folículos presentes en la pubertad se desarrollarán y ovularán. Los folículos protegen y nutren a los ovocitos en desarrollo; secretan hormonas que regulan la conducta en el celo y proporcionan las células que darán lugar al cuerpo lúteo después de la ovulación. El cuerpo lúteo es una glándula endocrina transitoria que se forma después de la ovulación a partir de las células que formaron parte del folículo. (Sanchez, 2007)

El ciclo estral bovino tiene una duración promedio de 21 días y se produce en forma continua a lo largo del año por lo que se clasifica a las hembras bovinas poliéstricas continuas. Los mecanismos involucrados definen el control del ciclo Estral (ovulación, función luteal, dinámica folicular) dan las bases para comprender y establecer métodos eficientes de sincronización de celo, así como también tratamientos que aumenten el número de ovulaciones. (Mucci, 2009)

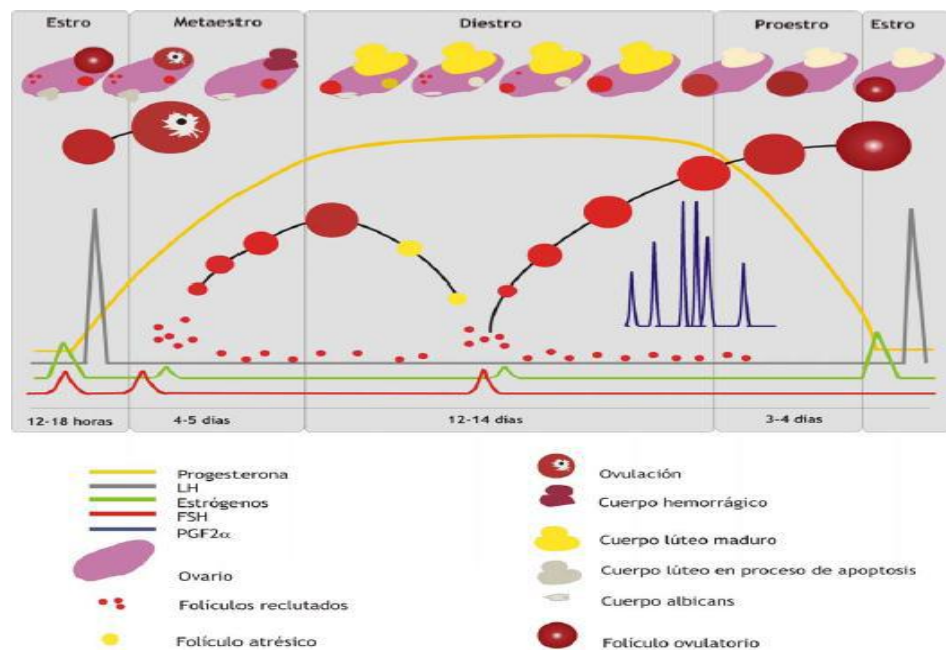
### **3.4.1. FISIOLÓGÍA DEL CICLO ESTRAL EN EL VACUNO**

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. Dura relativamente poco, 18 horas de promedio, con un rango de 4-24 horas. La ovulación se da unas 30 horas después del inicio del estro, es decir, después del final del estro comportamental. La fertilización del óvulo se da en el oviducto. El blastocisto llega al útero alrededor del día 5. La gestación dura 279-290 días. El intervalo entre el parto y la primera ovulación varía enormemente dependiendo de la raza de la vaca, su nutrición, rendimiento lechero, estación y la presencia de un ternero mamando. La primera ovulación tras el parto no suele verse acompañada del comportamiento propio del estro, y es conocida con el nombre de “celo silencioso”. (Ptaszynska, 2007)



Cuando la hembra alcanza la pubertad manifiesta cambios rítmicos en su conducta sexual (receptividad sexual), denominada celo o estro. Los acontecimientos que comienzan en un celo y finalizan en el siguiente recibe el nombre de ciclo estral. El ciclo estral bovino tiene una duración promedio de 21 días (rango 17- 25) y se produce en forma continua a lo largo del año, por lo que se clasifica a las hembras bovinas como poliéstricas continuas. El conocimiento de los mecanismos involucrados en el control del ciclo estral (de la ovulación, de la función luteal, de la dinámica folicular, etc.) dan las bases para comprender y establecer métodos eficientes de sincronización del celo, como así también tratamientos que aumenten el número fisiológico de ovulaciones (superovulación). (Cordova, 2011)

**GRÁFICO 4. FISIOLÓGÍA DEL CICLO ESTRAL**

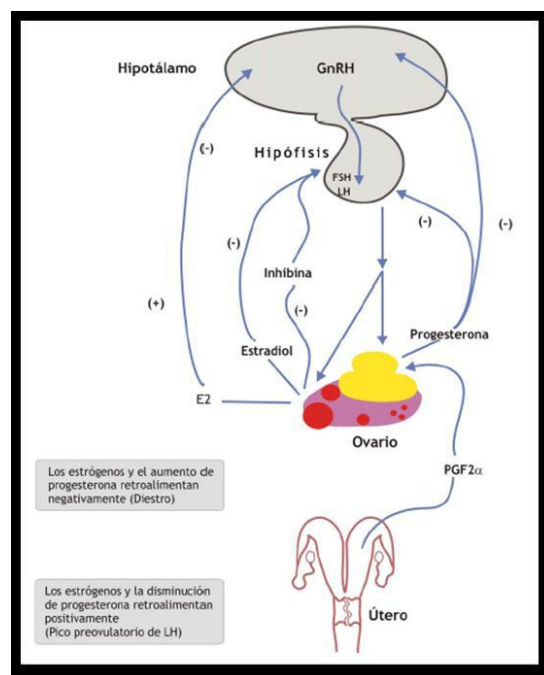


**FUENTE.** Manejo reproductivo en bovinos en sistemas de producción de leche, por (Hernandez, 2001)

### 3.4.2. ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL

El control endógeno del ciclo estral del bovino implica la secreción interrelacionada de varias hormonas producidas en el hipotálamo, la pituitaria anterior, los ovarios y el útero, que incluyen la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) secretada por el hipotálamo, la hormona estimulante de los folículos (FSH) y la hormona luteinizante (LH) secretadas por la glándula pituitaria, estrógenos, progesterona e inhibina secretados por los ovarios y prostaglandina F2 $\alpha$  secretada por el útero. (Hernandez, 2001)

#### GRÁFICO 5. ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL



**FUENTE.** Tomado de Manejo reproductivo en bovinos en sistemas de producción de leche, por (Hernandez, 2001)

### **3.4.3. FASES DEL CICLO ESTRAL**

“ El ciclo estral se puede dividir en tres fases

Fase folicular o de regresión lútea (proestro)

Fase periovulatoria (estro y metaestro)

Fase luteal (diestro).” (Sintex, 2005)

#### **3.4.3.1. PROESTRO**

El proestro es el periodo comprendido entre el comienzo de la luteolisis hasta el inicio del celo. Es el periodo en el que se produce el desarrollo del folículo. La actividad ovárica durante el proestro se inicia con la regresión del CL correspondiente al ciclo anterior y el consiguiente descenso de los niveles séricos de la progesterona que el CL produce. Por otro lado, comienza el crecimiento del folículo ovulatorio. Durante este periodo el folículo destinado a ovular crece espectacularmente, pasando desde unas dimensiones microscópicas hasta adquirir la estructura de burbuja que le caracteriza con unas dimensiones de 2 a 2,5 cm de diámetro. (Ungerfeld, 2002)

“ Aunque durante el proestro pueden desarrollarse varios folículos, solo uno (dos en el caso de gemelos) será seleccionado para ovular. Este folículo dominante se diferencia de los demás en que es estimulado por la hormona FSH para producir estrógenos. ” (Ungerfeld, 2002)

### 3.4.3.2. ESTRO

El celo es un periodo de aceptación para el apareamiento (receptividad sexual) que normalmente se presenta en novillas pubescentes y vacas no preñadas. Este periodo de receptividad entre 2 y 30 horas con una duración media de 15 horas. Durante el estro se produce la maduración final del ovulo y del folículo que lo contiene. La producción continuada de estrógenos por parte del folículo en desarrollo induce a la liberación de LH y FSH por parte de la hipófisis; de este modo se alcanza el nivel de producción máxima de estrógenos a nivel del folículo.

Los altos niveles de estrógenos son responsables de, además de los cambios de comportamiento que se observan durante el estro, el aumento de las contracciones a nivel del tracto reproductor, facilitando de este modo el transporte de los espermatozoides a través de él. Los estrógenos también influyen en la cantidad y en la composición de los fluidos que se producen en oviductos, útero, cérvix, vagina. La descarga mucosa de aspecto claro y consistencia filante que se observa durante el estro está producida por el cérvix y se supone sirve de ayuda a la migración del esperma a través de esta estructura anatómica de la hembra. (Ungerfeld, 2002)

“ El comienzo de la actividad de celo sigue diferentes patrones, con la mayoría de la actividad durante las últimas horas de la tarde, a lo largo de la noche, y en las primeras horas de la mañana. ” (Wattiaux, 1998)

### **3.4.3.3. METAESTRO**

“ El metaestro, es el periodo comprendido desde el final del celo (rotura del folículo) hasta la formación del cuerpo lúteo. Durante los 3 días siguientes se desarrollara el CL a partir de las paredes del folículo roto. Es en esta fase del ciclo cuando se libera el ovulo.” (Ungerfeld, 2002)

Una vez producida la ovulación, las células de la teca y de la granulosa del folículo se hacen sensibles a la LH y, por su estímulo, formaran el cuerpo lúteo o cuerpo amarillo, que empezara a producir progesterona. Esta hormona es la responsable de preparar el utero para la gestación y de inhibir la actividad cíclica estral.

Entre uno y tres días tras el estro es posible encontrar sangre en las descargas procedentes de la vagina; esta sangre no procede del folículo ovulado, sino del utero donde se produjo cuando decrecieron los niveles de estrógenos. Este hallazgo, origen muy frecuente de errores, indica que el estro ya pasó y que, con toda probabilidad, el próximo tendrá lugar en unos 18 a 20 días. Es, por tanto, un signo de utilidad para predecir el próximo celo. (Ungerfeld, 2002)

### **3.4.3.4. DIESTRO**

“El diestro, se prolonga alrededor de 12 a 15 días. Se corresponde con el periodo durante el cual el CL está produciendo progesterona ”. (Wattiaux, 1998)

Durante esta fase la estructura dominante en el ovario es el CL, el cual se desarrolló a partir principalmente de las células de la granulosa que tapizan la pared del folículo que ha ovulado. La misma hormona, la LH, que produjo la ovulación es también la responsable de los cambios que se producen en la granulosa y que terminan con la formación del CL, este alcanzara su tamaño

máximo a los 8-10 días y se mantienen hasta el día 16 o 18 del ciclo, en el caso de que no exista gestación. (Wattiaux, 1998)

Si la vaca no está gestante se producirá la regresión del CL mediante la liberación de prostaglandina por el útero. Esta sustancia, que es transportada directamente al CL, interfiere con la síntesis de progesterona descendiendo los niveles sanguíneos de esta hormona. Esta situación permite a la FSH estimular el desarrollo de un nuevo folículo en los siguientes 3 o 4 días. Conforme madura el folículo van subiendo los niveles de estrógenos, repitiéndose el ciclo. (Wattiaux, 1998)

#### **3.4.4. DINÁMICA FOLICULAR**

En rumiantes, el crecimiento folicular ocurre de forma continua en forma de olas de crecimiento, proceso conocido como dinámica folicular. Una ola de crecimiento folicular se caracteriza el reclutamiento inicial de un grupo de folículos en crecimiento. De ellos uno es seleccionado y continuo 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 ola, a este efecto se le llama dominancia. Dependiendo de si el cuerpo lúteo regresa o no, el folículo ovulará o regresará [...]

El desarrollo del cuerpo lúteo en tamaño y consistencia va a acompañar al de los folículos a lo largo de la oleada. Nuestra habilidad para valorar su consistencia va a ser crucial para juzgar la parte central del ciclo, que es la más complicada ya que en ella pueden convivir folículos dominantes, reclutados, seleccionados y cuerpos lúteos en el mismo ovario o en ovarios diferentes [...].

El inicio de cada ola de crecimiento folicular está precedido por un incremento en la concentración de FSH, y después de la misma, hay un descenso significativo de la FSH debido al incremento en la concentración de estradiol. [...]

El mecanismo de selección del folículo dominante se basa en una desviación o en un cambio en la capacidad de respuesta a la FSH y a la LH. Ello implica primero un descenso de la concentración de FSH debido al feedback negativo que ejercen el estradiol y la inhibina producidos por todos los folículos en crecimiento. El folículo dominante desarrolla la capacidad de seguir creciendo con bajas concentraciones de FSH, que son insuficientes para folículos más pequeños. Un segundo mecanismo importante para la selección del folículo dominante es que cuando éste adquiere el diámetro clave de 8 mm comienza a desarrollar receptores para LH en las células de la granulosa, que funciona como la gonadotropina folículo estimulante, y ello le permite seguir creciendo con bajas concentraciones de FSH. Hacia el final de la fase de crecimiento, dependiendo de si el cuerpo lúteo regresa o no, se producirá la ovulación o bien la pérdida de los receptores para la LH y la atresia del folículo dominante. Cuando cesa la secreción folicular de estradiol, la FSH vuelve a subir y ello desencadena la emergencia de la siguiente oleada, y el ciclo ovárico se vuelve a repetir. (Sanchez, 2007)

“Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última.”

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

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

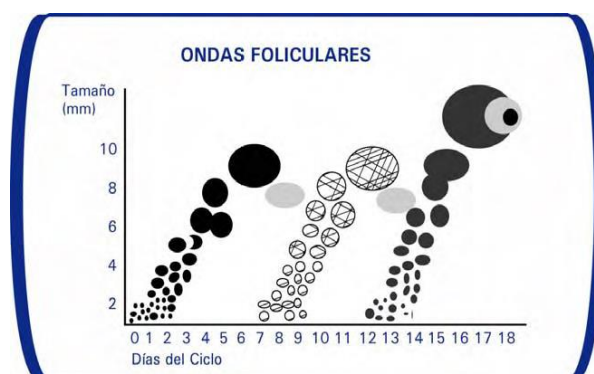
**Selección:** Es el proceso por el cual un folículo es elegido y evita la atresia con la posibilidad de llegar a la ovulación.

**Dominancia:** Es el proceso por el cual el folículo seleccionado domina ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos. Este folículo alcanza un tamaño marcadamente superior a los demás, es responsable de la mayor secreción de estradiol y adquiere la capacidad de continuar su desarrollo en un medio hormonal adverso para el resto de los folículos. (Sanchez, 2007)

La causa por la cual regresiona el folículo dominante de las primeras ondas (1 de 2 ondas y 2 de 3 ondas) sería la presencia de una baja frecuencia de los pulsos de LH debido a los altos niveles de progesterona, que provocarían una menor síntesis de andrógenos y en consecuencia una menor síntesis de estradiol que iniciarían la atresia folicular. (Sintex, 2005)

En la siguiente figura se puede observar un esquema de la dinámica folicular durante un ciclo estral bovino, surgido de estudios realizados por medio de ultrasonografía.

**GRÁFICO 6. DINÁMICA FOLICULAR**



**FUENTE:** (Sintex, 2005)



### **3.5. HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN BOVINA**

Son sustancias fisiológicas, orgánicas y químicas sintetizadas y secretadas por glándulas endocrinas de la reproducción. Derivan principalmente de cuatro sistemas u órganos principales: núcleos hipotalámicos, lóbulos anterior y posterior de la hipófisis, gónadas (testículo y ovario, incluso tejido intersticial y cuerpo lúteo), útero y placenta. Las hormonas reproductivas se agrupan según su estructura bioquímica, en glucoproteínas, polipéptidos, esteroides, ácidos grasos y aminas. Según su estructura química se dividen en: Proteínas, hormonas polipeptídicas con un peso molecular de 300 a 70.000 daltons, como la oxitocina, FSH y LH. Esteroides, derivados del colesterol con un peso molecular de 300 a 400 daltons, por ejemplo, testosterona, estrógeno y progesterona. Ácidos grasos, derivados del ácido araquidónico, con un peso molecular alrededor 400 daltons, por ejemplo, prostaglandina, y las Aminas, derivados de tirosina o triptófano, como por ejemplo, la melatonina. (Gutierrez, 2008)

#### **3.5.1. Hormonas hipotalámicas**

“ De origen hipotalámico nos interesa la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), decapeptido (10 aminoácidos) con peso molecular de 1183 daltons. ” (Morgan, 2006).

Se sintetiza y se almacena en el hipotálamo basal medio. La GnRH proporciona un enlace humoral entre los sistemas neural y endocrino. En respuesta a las señales neurales, se liberan pulsos de GnRH hacia el sistema portal hipofisario para la liberación de FSH y LH de la hipófisis anterior. La secreción de las hormonas liberadoras hipotalámicas es modulada por los niveles de las hormonas secretadas en los órganos- blanco primarios y

secundarios. En el caso del GnRH, el control de la secreción es hecho por las propias gonadotropinas hipofisarias LH y FSH, como por la progesterona y el estradiol (en la hembra) y la testosterona (en el macho). Debido al enorme mercado potencial para los tratamientos hormonales y las ventajas económicas de su aplicación, la industria farmacológica además del decapeptido natural ha desarrollado diversos análogos y agonistas (producidos artificialmente) de diversa potencia, como la buserelina sintética. La buserelina es 17 veces más potente que la GnRH natural debido a su menor tasa de degradación y mayor vida-media (mayor duración en circulación). Otro agonista de la GnRH, el fertirelin se obtiene por sustitución de aminoácidos en las posiciones tres, seis y nueve. La GnRH ofrece soluciones para el control reproductivo del ciclo y en vacas con un definido problema de baja fertilidad, siendo amplia su aplicación clínica en la prevención de la mortalidad embrionaria, inducción de la ovulación en casos de disfunción ovárica y del anestro posparto, en el control del desarrollo folicular y en los programas de sincronización de la ovulación en conjunto con la PGF 2 alfa. (Gutierrez, 2008)

### **3.5.2. Hormonas adenohipofisarias**

El lóbulo anterior de la hipófisis, además de la prolactina que tiene que ver con la fisiología de la lactación, secreta dos hormonas gonadotrópicas, FSH y LH. Ambas son glucoproteínicas con un peso molecular de alrededor 32.000 daltons. Cada una de ellas consiste en dos diferentes subunidades, alfa y beta. La subunidad alfa ( $\alpha$ ) es común a la FSH y a la LH en una especie determinada, mientras que la subunidad beta ( $\beta$ ) es diferente y otorga especificidad a cada gonadotropina. La secuencia de aminoácidos de las subunidades  $\alpha$  de LH y FSH, es igual en todas las especies (92 aminoácidos) pudiendo existir diferencias en el contenido de carbohidratos, mientras que las subunidades  $\beta$  difieren para cada especie, siendo la fracción responsable por las características biológicas e inmunológicas de la hormona. Las subunidades  $\alpha$  y  $\beta$  libres no son biológicamente activas; tan solo los dímeros

son activos. La cadena b tiene entre 115 y 147 aminoácidos, dependiendo de la gonadotropina y de la especie. La secreción de las gonadotropinas hipofisarias está bajo control de la GnRH hipotalámica, obedeciendo a una modulación o *feedback* negativo por parte de los esteroides gonadales (estrógeno y progesterona en la hembra, testosterona en el macho).

La secreción basal de FSH y LH es pulsátil, siendo interrumpida por un pico masivo de LH durante el estro, el cual es disparado por un pico de GnRH, ocasionado por la mayor liberación de 17\_-estradiol durante el proestro (*feedback* positivo). Los agentes opiáceos exógenos causan disminución, tanto de la frecuencia como de los niveles o de los picos de secreción de LH. Este hecho puede tener importancia cuando se relaciona con el estrés y con la consecuente secreción de opioides endógenos; por ejemplo, durante los primeros días postparto por efecto del amamantamiento sobre la inhibición de la función reproductiva. (Gutierrez, 2008)

“ La inhibina, hormona glicoproteica secretada por las células de Sertoli del testículo y por las células de la granulosa del ovario, causa inhibición específica sobre la secreción de FSH de la hipófisis “. (Gutierrez, 2008)

#### **3.5.2.1. Hormona Folículo estimulante (FSH).**

“Promueve el crecimiento y la maduración del folículo ovárico o de Graff en la hembra. Esta no causa la secreción de estrógeno del ovario por sí sola, sino que necesita de la presencia de LH para estimular la producción de estrógeno. En el macho participa, junto con la testosterona, de la espermatogénesis“. (Gutierrez, 2008)

### **3.5.2.2. Hormona Luteinizante (LH).**

Glucoproteína compuesta de una subunidad alfa y una beta con un peso molecular de 30.000 daltons y una actividad biológica de 30 minutos. Los niveles tónicos o basales de LH actúan en conjunto con la FSH para inducir la secreción de estrógeno del folículo maduro. LH induce la ovulación y mantiene el cuerpo lúteo; estimula junto con la FSH, la secreción de esteroides, tanto en el ovario (estrógenos en el folículo y progesterona en el cuerpo lúteo) como en el testículo (testosterona en las células de Leydig. (Gutierrez, 2008)

### **3.5.3. Gonadotropinas placentarias.**

La placenta de la yegua y de la mujer sintetiza gonadotropinas con características similares a las gonadotropinas hipofisarias. Estas gonadotropinas extra-hipofisarias son la gonadotropina coriónica equina (eCG), antes conocida como gonadotropina del suero de yegua preñada (PMSG) y la gonadotropina coriónica humana (hCG). Esas hormonas actúan sobre las células gonadales de la hembra gestante estimulando la biosíntesis de las hormonas esteroidales. Las cadenas de hCG y eCG son mayores en número de aminoácidos al ser comparadas con las gonadotropinas hipofisarias. También poseen mayor contenido de carbohidratos, lo que les confiere vida media más prolongada. (Gutierrez, 2008)

**CUADRO 2. CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS Y VIDA MEDIA DE LAS GONADOTROPINAS**

<b>Hormona</b>	<b>Peso molecular</b>	<b>Glúcidos (%)</b>	<b>Ácido siálico (%)</b>	<b>Vida media (h)</b>
LH	28.500	16	1-2	0,5
FSH	34.000	30	5	2
Hcg	36.700	32	8,5	11
eCG	68.000	48	10,4	26

**3.5.3.1. GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA eCG (PMSG)**

La eCG es una glicoproteína de vida media larga que tiene en la vaca un efecto similar al de FSH. Esta hormona es un polipéptido producida por las copas endometriales de la placenta de la yegua entre los días 35 y 150 de gestación. Aunque su acción es FSH (folículo estimulante), su actividad biológica es de carácter mixto, mayor efecto FSH y menor efecto LH que ejerce directamente sobre el ovario. La hCG muestra gran similitud con LH, desde el punto de vista estructural y fisiológico.

Desde el punto de vista endocrinológico es importante resaltar dos valiosas características de la eCG que la distinguen de otras hormonas glicoproteicas,

la primera es el hecho de poseer actividad FSH (folículo estimulante) y LH (luteinizante) cuando es administrada en especies distintas al equino, en donde sólo posee actividad LH y la segunda característica es su alto contenido en carbohidratos, hecho que le confiere características propias desde el punto de vista farmacocinética, como una vida media prolongada que favorece su uso en una sola dosis a diferencia de la FSH cuya vida media es extremadamente corta y requiere aplicaciones múltiples. (Martinez, 2000)

La Gonadotropina Coriónica Equina (eCG), es utilizada para estimular la maduración final del folículo dominante en animales en anestro, se ha recurrido a combinar los tratamientos con base a Prostaglandinas, con la eCG, también llamada gonadotropina del suero de yegua preñada con actividad FSH/LH.

La utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona dio como resultado un aumento en la concentración de progesterona en plasma y en las tasas de preñez en vacas amamantadas tratadas durante el anestro posparto. Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin un cuerpo lúteo) al inicio del tratamiento. (Martinez, 2000)

Los tratamientos con eCG han mostrado un incremento en el porcentaje de preñez en vacas con cria con alta incidencia de anestros. Sin embargo, cuando se ha usado junto con P4+EB en protocolos de IATF en vacas en buena condición corporal los porcentajes de preñez no se incrementaron con respecto a los grupos que no recibieron la eCG. Esto se debería a que estas vacas no necesitarían del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular por encontrarse en buena condición corporal y por lo tanto la adición de eCG solo tendría resultados positivos en vacas en una condición corporal comprometida. (Sagbay, 2012)

### **3.5.3.1.1. INDICACIONES Y DOSIS.**

Se han realizado investigaciones con diferentes dosis de eCG, en vacas, consiguiendo una estimulación directa en el desarrollo, la maduración y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas. La utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona dio como resultado un aumento en la concentración de progesterona en el plasma y en las tasas de preñez en vacas amamantadas, tratadas durante el anestro posparto. Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o sólo con folículos (sin un cuerpo lúteo) al inicio del tratamiento. (Garnica, 2013)

“La Gonadotropina Coriónica Equina aplicada en un protocolo con dispositivo intravaginal de progesterona permitió detectar la ovulación en hembras durante los primeros 10 días de culminados los tratamientos. El 78.9% de las vacas tratadas con eCG ovularon frente al 29% de vacas que ovularon del grupo control sin eCG”. (Garnica, 2013)

### **3.5.4. Hormonas neurohipofisarias**

Las hormonas llamadas de la hipófisis posterior (neurohipófisis) difieren de las hormonas adenohipofisarias en que no se originan en la hipófisis, donde únicamente se almacenan hasta su utilización. Las dos hormonas, oxitocina (secreción de leche y parto) y vasopresina (hormona antidiurética o ADH), se originan en el hipotálamo y son transferidas a la hipófisis posterior siguiendo la vía de los axones del sistema nervioso.

**Oxitocina.** Sintetizada en el núcleo supraóptico del hipotálamo es transportada por los axones de los nervios hipotalámicos, en pequeñas vesículas rodeadas de una membrana. Además se produce en el cuerpo lúteo. La secreción de oxitocina es estimulada vía neurogénica por el amamantamiento, ordeño, parto, dilatación cervical o vaginal o el estímulo clitoridiano, siendo la acetilcolina el modulador estimulante y la adrenalina y la noradrenalina los agentes inhibidores.

La acción principal de la oxitocina es la secreción de leche mediante contracción de las células mioepiteliales que rodean los alvéolos mamarios. Además se le atribuye un papel importante en la estimulación de las contracciones uterinas, que facilitan el transporte del espermatozoide en las vías genitales de la vaca. También se secreta durante el parto produciendo las contracciones uterinas necesarias para la expulsión del feto. El término “oxitócico” proviene del griego y significa “parto rápido”. Los estrógenos son necesarios para la acción de la oxitocina, pues estimula la síntesis de receptores para oxitocina; por tanto los estrógenos aumentan la respuesta del útero a la oxitocina. La progesterona, por su parte, inhibe la secreción de oxitocina, lo que explica que durante la gestación la respuesta del útero a la oxitocina está muy reducida. El cuerpo lúteo también secreta oxitocina, estando involucrada en el proceso de luteólisis en la mayoría de mamíferos. (Gutierrez, 2008)

### **3.5.5. Hormonas gonadales y del tracto reproductor de la vaca**

#### **3.5.5.1. Estrógeno.**

Esteroide secretado por la teca interna del folículo ovárico es responsable del comportamiento sexual, características sexuales secundarias y posee un efecto anabólico. Los estrógenos derivan del ciclo-pentano-perhidro-fenantreno, poseen un núcleo esteroidal formado de tres anillos con seis carbonos cada uno y un ciclo pentano. Existen diferentes preparados comerciales de



estrógenos, que se diferencian en cuanto a su efecto farmacológico principalmente a su vida media o duración. Esta respuesta debe ser considerada cuando se administran en combinación con progestágenos en los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), ya que la respuesta en la dinámica folicular variará de acuerdo al tipo de estrógeno utilizado, la dosis aplicada y el momento de la aplicación (al comienzo o al fin del tratamiento). Dentro de los diferentes tipos de estrógenos disponibles en el mercado se pueden citar: (Gutierrez, 2008)

- 17 Beta-Estradiol (17\_E). Estrógeno natural, vida media muy corta (24-36 horas)
- Benzoato de Estradiol (BE). Se caracteriza por ser de vida media corta (3 días)
- Valerato de Estradiol (VE). Tiene vida media larga, variando entre 7 a 9 días
- Cipionato de Estradiol (ECP®). Posee vida media muy larga, entre 10 a 12 días

#### **3.5.5.2. Progesterona.**

Producida en el cuerpo lúteo del ciclo o de la gestación, aunque en algunas especies, se produce también en la placenta y en las glándulas adrenales. Su acción es mantener la gestación en las hembras preñadas (en la vaca casi durante toda la gestación, pues la placenta bovina secreta escasos niveles de progesterona). En una vaca cíclica, su acción principal es regular la duración del ciclo gracias a su efecto inhibitor del celo y de la ovulación. La progesterona natural tiene una vida media muy corta, apenas entre 3-4 minutos, lo que implica la necesidad de utilizar altas dosis.

Una alternativa es imitar la fase luteal del ciclo, utilizando progestágenos o análogos de la progesterona, los cuales requieren dosis menores, sin producir

efectos secundarios. Prostaglandina F2 alpha (PGF<sub>2</sub>α). Los prostanoideos son metabolitos obtenidos del ácido araquidónico a través de la vía metabólica conocida como ciclooxigenasa.

Uno de ellos es la PGF<sub>2</sub>α, sustancia con actividad marcada sobre el control del ciclo estral. Estructuralmente es un ácido graso insaturado compuesto por 20 átomos de carbono. Contiene un anillo ciclopentano y dos cadenas laterales. La PGF<sub>2</sub>α se produce en el endometrio, siendo transportada por un mecanismo de contracorriente desde la vena uterina hasta la arteria ovárica, ejerciendo su acción específica o luteolisis sobre el cuerpo lúteo del ovario. También provoca contracciones uterinas. (Gutierrez, 2008)

### CUADRO 3. HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN

<b>HIPOTALÁMICAS</b>	<b>Oxitocina</b>	Peptídica, vida media corta: contracción de músculo uterino, excreción de la leche, luteolisis
	<b>GnRH</b>	Factor de liberación, decapeptido, síntesis y liberación de LH y FSH.
<b>HIPOFISIARIAS GONADALES</b>	<b>FSH</b>	Glicoproteica, subunidades $\alpha$ y $\beta$ : estimula el crecimiento folicular y la síntesis de estradiol, hay receptores en la células de la granulosa
	<b>LH</b>	Glicoproteínas, subunidades $\alpha$ y $\beta$ : actúa en la ruptura de la pared folicular y ovulación; hay receptores en las células de la teca interna y de la granulosa
	<b>Prolactina</b>	Proteica, interviene en la lactancia, comportamiento materno.
<b>GONADALES</b>	<b>Relaxina</b>	Polipeptídica, subunidades $\alpha$ y $\beta$ : secretada en el CL de la preñez; interviene en la dilatación del cérvix y vagina antes del parto.
	<b>Inhibina</b>	Proteica; subunidades $\alpha$ y $\beta$ ; secretada en las células de sertoli y de la granulosa, inhiben secreción de FSH.
	<b>Estrógenos</b>	18C; estradiol-17- $\beta$ , estrona y estradiol; secretados en folículos: células de la teca interna y granulosa; producen comportamiento de estro, aumento del endometrio y miometrio; retroalimentación (+) y (-) de la liberación de LH y FSH.
	<b>Progestágenos</b>	Esteroides de 21 C; progesterona; secretados en el CL, placenta y glándulas adrenales; prepara el útero para la implantación y mantenimiento de la preñez, desarrollo de alveolos mamarios, afecta los picos de LH.
<b>UTERINAS</b>	<b>Prostaglandinas</b>	Ácidos grasos no saturados: acción paracrina y endocrina; control de la presión sanguínea, lipólisis, secreciones gástricas, coagulación sanguínea, etc.
	<b>PGF<sub>2</sub>α</b>	Liposoluble: uterina: en bovinos atraviesa las paredes de la vena útero - ovárica a la arteria ovárica; luteolítica, estimula contracciones uterinas, transporte espermático.

Fuente: (Amilcar, 2008)

### **3.6. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

“ La Inseminación artificial es la biotecnología de la reproducción que mayor masificación ha alcanzado en bovinos de producción lechera ” (Ungerfeld, 2002)

“ La inseminación artificial consiste en depositar el semen mecánicamente en el tracto reproductor de la hembra, sin necesidad de la copula ”. (Vargas, 2003)

#### **3.6.1. VENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

- Evita la transmisión de enfermedades venéreas.
- Facilita el transporte y la distribución del semen.
- Permite realizar un mejoramiento genético acelerado, mediante el uso de sementales probados.
- Evita la presencia del macho en el hato, gasto de su mantenimiento y elimina el peligro que representa.
- Facilita la implementación de programas de sincronización y cruzamientos.
- Posibilita la adquisición de animales valiosos por parte de ganaderos de escasos recursos.
- Se puede hacer prueba de progenie de un semental más rápido que con monta natural, ya que permite cubrir un gran número de vacas de diferentes lugares al mismo tiempo.
- Pueden servirse vacunas y vacas de tamaño pequeño sin causar daños, que a veces se presentan cuando se sirven con monta natural utilizando toros muy pesados.
- La posibilidad de utilizar toros valiosos después de muertos y toros físicamente impedidos por la monta por problemas mecánicos o por peso. (Galina C. y., 1995)

### **3.6.2. DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

- El costo inicial de un programa de inseminación artificial es alto.(compra de equipo, construcción de instalaciones)
- Las enfermedades pueden difundirse cuando se utilizan sementales enfermos.
- La consanguinidad tiende a incrementarse cuando se utilizan sementales de una sola línea genética durante muchos años.
- Implica de un dominio de la técnica. Es necesario que el técnico inseminador sea entrenado en una empresa especializada que cuente con bastante experiencia.
- Requiere una muy buena detección del celo (capacitar al personal). (Galina C. y., 1995)

### **3.6.3. MOMENTO ÓPTIMO PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

La necesidad de actuar en el momento adecuado viene dada por las propias características de ambos gametos: mientras que la vida útil del ovulo tras la ovulación es de solo 10 o 12 horas, el esperma puede sobrevivir, una vez depositado en el tracto reproductor de la hembra, entre 24 y 48 horas.

Aunque por la larga vida del esperma, parece que el tiempo en el que se insemina no es un factor determinante, no hay que olvidar que el esperma debe permanecer en el tracto reproductor de la hembra entre 4 y 6 horas antes de ser capaz de llevar a cabo la fertilización del ovulo. Esto explica porque se obtienen mayores índices de concepción cuando se insemina en la mitad o en el final del celo que cuando se hace después del final de este. (Vargas, 2003)

### **3.7. FECUNDACIÓN**

La gestación es un estado fisiológico de la hembra mamífera en el cual se realiza el desarrollo del nuevo ser. Comprende un periodo desde la fertilización hasta el parto, la fertilización en mamíferos representa el inicio de una nueva vida. Para que se lleve a cabo es necesario que tanto el espermatozoide como el óvulo estén maduros y se encuentren de forma sincronizada. (Gonzalez, 2006)

Es difícil precisar en qué momento se inicia exactamente la gestación pero se asume que es a partir de la unión del espermatozoide con el óvulo eclosionado y alojado en el infundíbulo salpingiano mediante una serie de procesos fisicoquímicos de ambos gametos. Tras la concepción se restaura el número de cromosomas a la dotación completa. Los gametos masculino y femenino poseen 30 cromosomas cada uno y al unirse (singamia) forman una célula de características diploides con la dotación completa de cromosomas. (Schroeder, 1999)

La interacción del espermatozoide y del huevo inicia una serie de transformaciones que involucran a los componentes nucleares y citoplásmicos de ambos gametos. Estas transformaciones constituyen el proceso de fertilización, que comienza con la interacción y subsecuente fusión de los gametos y termina con la asociación de los grupos correspondientes de cromosomas derivados de los dos pronúcleos, uno de origen materno y el otro paterno. (Galina C. V., 2006)

#### **3.7.1. INTERACCIÓN DEL ESPERMATOZOIDE Y EL ÓVULO**

Del eyaculado depositado dentro del tracto reproductivo, solamente un pequeño grupo de espermatozoides capacitados alcanzan el ovocito después de pasar a través del ``cumulus oophorus`` formado principalmente por las

células de la granulosa y ácido hialurónico. Este último paso se logra gracias a la motilidad hiperactivada adquirida durante la capacitación y por la acción de la proteína PH-20 localizada en la membrana plasmática del espermatozoide que posee un dominio con actividad hialuronidasa. (Velasquez, 2004)

### **3.7.2. OVULACIÓN**

“ Sucede entre 25 y 36 horas después del inicio de estro. Se refiere a la ruptura de la pared folicular y estructuras que la separan de la superficie ovárica, constituida por fibras del tejido conectivo.” (Hernandez, 2001)

Los folículos preovulatorios experimentan tres cambios principales durante el proceso ovulatorio:

- a) Maduración citoplasmática y nuclear del oocito.
- b) Pérdida de la cohesividad de las células del montículo ovárico entre las células de la capa granulosa.
- c) Adelgazamiento y rotura de la pared folicular externa Acabado el crecimiento, el folículo maduro o de Graaf es capaz de responder ante la descarga preovulatoria de gonadotropinas (LH y en menor medida FSH), de tal forma que se produce una reestructuración completa del mismo y la subsiguiente liberación de un ovocito fértil a través de un pequeño orificio (estigma) producido en el punto de ruptura de su pared celular y de las capas celulares más superficiales de la corteza ovárica, cuyo grosor en este momento es muy reducido. (Buxade, 1995)

### **3.7.3. PROCESO DE FECUNDACIÓN**

El proceso se inicia con la colisión entre el ovocito y el espermatozoide y termina con la fusión de su pronúcleo. La célula diploide resultante que contiene el código genético para un nuevo individuo es el cigoto. El primer paso en la fertilización incluye la penetración del espermatozoide a través de las células del cumulo y de la corona radiada que golpea con su cabeza la zona pelúcida. Dos enzimas ayudan en este paso, la hialuronidasa y las enzimas penetrantes de la corona los dos se asocian con la cabeza del espermatozoide. La liberación de dichas enzimas es posible por la captación y la reacción del acrosoma. (Bearden, 1985)

Una vez que se ha producido la ovulación, el ovulo sale del ovario hacia el oviducto. La fecundación de este ovulo ocurre específicamente en la zona Ampula-Itsmo del oviducto, después de la fertilización en la porción ampular del oviducto, el cigoto es transportado al utero. Este proceso tarda de 3 a 4 días en la mayoría de los mamíferos. El huevo fecundado pasa alrededor de tres días en el oviducto antes de migrar al utero. Esta migración se produce por contracciones del oviducto y por movimientos de los cilios que recubren su interior. Luego del embrión llega al utero, se implanta 30 días después de la fertilización en vacas. (Galina C. y., 1995)

### **3.7.4. PERIODO DE GESTACIÓN**

Es el periodo de la preñez. Se inicia con la fertilización y termina con el parto. Existen diferencias tanto individuales como de raza. En las vacas, la gestación es un poco más prolongada cuando estas producen machos que cuando producen hembras. La gestación es un poco más corta cuando produce gemelos. El periodo de gestación de la vaca esta entre 283 días, con una variación en más o menos de 12 días (9 meses). (Bearden, 1985)

“ Para que la gestación sea posible y el embrión culmine su desarrollo es necesario que existan señales embrionarias para evitar la luteolisis y la disminución de los niveles de progesterona. De no ser suficientemente fuertes las mismas, se desencadenara la luteolisis, interrumpiéndose la gestación “. (Ungerfeld, 2002)

### 3.8. DIAGNÓSTICO DE LA PREÑEZ

A partir de los 25 – 28 días post- inseminación es posible detectar el saco gestacional con la precisión (95%) y con mínimo riesgo de pérdida debido a la escasa o nula manipulación del aparato genital. Pudiendo detectar la gestación aun en forma más precoz (20 días post- inseminación) esta crece de sentido práctico ya que entre los 20 y 56 días post-inseminación el porcentaje de pérdida de gestación en el ganado lechero oscila entre el 6 y 14%. Por lo tanto de rutina todas las hembras diagnosticadas preñadas por ultrasonografía alrededor de los 25 días post-inseminación deben ser explorados nuevamente a los 60 días, momento en el cual disminuye la tasa de pérdida. (Sagbay, 2012)

#### GRÁFICO 7. GESTACIÓN 35 DÍAS



Fuente: (Sagbay, 2012)



### **3.8.1. ULTRASONOGRAFÍA**

“ La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de órganos internos y de tejido. La ultrasonografía comenzó a utilizarse como método fidedigno de diagnóstico de gestación temprano en la vaca en la década del 80.” (Ungerfeld, 2002)

El principal objetivo al realizar el diagnóstico de preñez en las vacas inseminadas en un rodeo, no es determinar que vacas están preñadas, sino al contrario, que vacas están vacías con el fin de reinseminarlas o refugiarlas del rodeo. Es por ello que tradicionalmente se recomienda realizar el diagnóstico de preñez previamente al segundo celo luego de la inseminación- 42 días. (Momont, 1991)

Debido a los problemas de muerte embrionaria iatrogénica por realizar un diagnóstico de preñez temprano, y a la falta de exactitud y costo elevado en el diagnóstico de preñez mediante la cuantificación de progesterona, el diagnóstico de gestación temprana (25-28 post-inseminación) mediante el uso de ultrasonografía es una herramienta de diagnóstico muy útil para determinar en forma precisa los animales vacíos y rápidamente re- sincronizarlos. (Ungerfeld, 2002)

### **3.8.2. PALPACIÓN RECTAL**

Indica en un estudio reciente ha demostrado que vacas que fueron diagnosticadas preñadas por palpación rectal entre los días 30 y 36 post-inseminación tuvieron un intervalo entre partos 2 semanas más largo que aquellas examinadas más tarde. La mortalidad embrionaria luego de realizar el diagnóstico de preñez por palpación rectal antes del día 35 post-inseminación es de 5,8%, entre los 35 y 45 es de 6 % y luego del día 45 es menor al 1%. (Ungerfeld, 2002)

#### IV. RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA

En su estudio (Cano, 2006) concluye que:

El " proceso reproductivo " constituye la esencia de la renovación biológica en todas las especies. Una alta eficiencia reproductiva es requisito indispensable para el éxito económico, tanto de la ganadería lechera como de la de carne. La baja eficiencia reproductora se traduce en mermas directas en la producción láctea y cosecha de becerrada, e indirectamente en la producción. El proceso reproductivo está regulado por el sistema endocrino e influenciado fuertemente por las condiciones ambientales en que se desenvuelven los animales. A lo largo de la vida de una hembra, se debe registrar la eficiencia de sus parámetros reproductivos, esto para decidir usarlas como reemplazo en el hato o ponerlas en venta; también se toman en cuenta el número de lactaciones y su producción de leche.

Para que las hembras sean rentables dentro de una explotación, deben:

- Tener rápido crecimiento desde el nacimiento hasta la pubertad.
- Alcanzar la pubertad a edad temprana.
- Tener buenos parámetros de fertilidad.
- Producir crías viables.
- Producir leche suficiente para su cría y para la venta.
- Retornar temprano al estro durante el posparto para gestar nuevamente.
- Continuar produciendo crías y leche a intervalos regulares en su vida reproductiva.

A su vez (Morales, 2000) menciona que la baja fertilidad se indicaba solo a las vacas repetidoras con más de tres servicios infértiles, sin embargo, actualmente se sabe que este problema es crítico desde el primer servicio, en el cual con frecuencia el porcentaje de concepción no supera el 30%.

Según las investigaciones de (Hafez, 2002) resalta que:

Las hembras repetidoras manifiestan estro repetidamente de ser montadas por un macho fértil. Una vaca de estas características muestra signos normales de estro cada 18 a 24 días, pero requiere más de tres servicios para quedar preñada. La mayor parte de las pérdidas embrionarias ocurren en una etapa mucho más temprana de lo que antes se pensaba. Tanto las fallas en la fertilización como las muertes embrionarias ocurren con mucha mayor frecuencia que en vacas normales cinco a seis semanas después de la inseminación. Es incierta la causa de la pérdida de alrededor del 50% de los embriones durante las tres primeras semana de gestación en vacas repetidoras, aunque se han sospechado algunos factores.

(Lluen, 2008) Enuncia que la escasa capacitación del personal en la detección de estros reduce la fertilidad de las vacas, problema que padecen los ganaderos. Desde hace más de 50 años se ha aplicado la regla práctica de inseminación AM-PM y PM-AM, entendiéndose que las vacas que presentan celo en la mañana son inseminadas en la tarde y las de la tarde se inseminan en la mañana siguiente. Esta práctica asegura la fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente detección de estros.

También ocasionan fallas reproductivas, los quistes ováricos, abortos, retención placentaria, anestro, metritis, reabsorción embrionaria y diversas alteraciones anatómicas (adherencias, tumores, urovagina, entre otras).

(Mucci, 2009) Expresa que el ciclo estral bovino tiene una duración promedio de 21 días y se produce en forma continua a lo largo del año por lo que se clasifica a las hembras bovinas poliéstricas continuas. Los mecanismos involucrados definen el control del ciclo estral (ovulación, función luteal, dinámica folicular) dan las bases para comprender y establecer métodos eficientes de sincronización de celo, así como también tratamientos que aumenten el número de ovulaciones.

(Sintex, 2005) Clasifica el ciclo estral en tres fases:

Fase folicular o de regresión lútea (proestro)

Fase periovulatoria (estro y metaestro)

Fase luteal (diestro)

(Gutierrez, 2008) Define a las hormonas reproductivas como:

Sustancias fisiológicas, orgánicas y químicas sintetizadas y secretadas por glándulas endocrinas de la reproducción. Derivadas principalmente de cuatro sistemas u órganos principales: núcleos hipotalámicos, lóbulos anterior y posterior de la hipófisis, gónadas (testículo y ovario, incluso tejido intersticial y cuerpo lúteo), útero y placenta. Las hormonas reproductivas se agrupan según su estructura bioquímica, en glucoproteínas, polipéptidos, esteroides, ácidos grasos y aminas. Según su estructura química se dividen en: Proteínas, hormonas polipeptídicas con un peso molecular de 300 a 70.000 daltons, como la oxitocina, FSH y LH. Esteroides, derivados del colesterol con un peso molecular de 300 a 400 daltons, por ejemplo, testosterona, estrógeno y progesterona. Ácidos grasos, derivados del ácido araquidónico, con un peso molecular alrededor 400 daltons, por ejemplo, prostaglandina y las Aminas, derivados de tirosina o triptófano, como por ejemplo, la melatonina.

(Martinez, 2000) Determinó que:

Desde el punto de vista endocrinológico es importante resaltar dos valiosas características de la eCG que la distinguen de otras hormonas glicoproteicas, la primera es el hecho de poseer actividad FSH (folículo estimulante) y LH (luteinizante) cuando es administrada en especies distintas al equino, en donde sólo posee actividad LH y la segunda característica es su alto contenido en carbohidratos, hecho que le confiere características propias

desde el punto de vista farmacocinética, como una vida media prolongada que favorece su uso en una sola dosis a diferencia de la FSH cuya vida media es extremadamente corta y requiere aplicaciones múltiples.

(Garnica, 2013) Explica que

Se han realizado investigaciones con diferentes dosis de eCG, en vacas, consiguiendo una estimulación directa en el desarrollo, la maduración y la ovulación en la mayoría de las especies domésticas. La utilización de 400 UI de eCG al momento de retirar el dispositivo de liberación de progesterona dio como resultado un aumento en la concentración de progesterona en el plasma y en las tasas de preñez en vacas amamantadas, tratadas durante el anestro posparto. Sin embargo, cuando se utilizaron vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o sólo con folículos (sin un cuerpo lúteo) al inicio del tratamiento.

Además (Sagbay, 2012) Menciona que

Los tratamientos con eCG han mostrado un incremento en el porcentaje de preñez en vacas con cría con alta incidencia de anestros. Sin embargo, cuando se ha usado junto con P4+EB en protocolos de IATF en vacas en buena condición corporal los porcentajes de preñez no se incrementaron con respecto a los grupos que no recibieron la eCG. Esto se debería a que estas vacas no necesitarían del estímulo extra que ofrece la eCG para el crecimiento folicular por encontrarse en buena condición corporal y por lo tanto la adición de eCG solo tendría resultados positivos en vacas en una condición corporal comprometida.

Para terminar se resalta que la Inseminación Artificial es la biotecnología de la reproducción que mayor masificación ha alcanzado en bovinos de producción lechera así lo define (Ungerfeld, 2002).

Consiste en depositar el semen mecánicamente en el tracto reproductor de la hembra, sin necesidad de la copula según (Vargas, 2003), también menciona que la necesidad de actuar en el momento adecuado viene dada por las propias características de ambos gametos: mientras que la vida útil del ovulo tras la ovulación es de solo 10 o 12 horas, el esperma puede sobrevivir, una vez depositado en el tracto reproductor de la hembra, entre 24 y 48 horas.

“ Aunque por la larga vida del esperma, parece que el tiempo en el que se insemina no es un factor determinante, no hay que olvidar que el esperma debe permanecer en el tracto reproductor de la hembra entre 4 y 6 horas antes de ser capaz de llevar a cabo la fertilización del ovulo.”

(Bearden, 1985) Explica que:

El proceso de Fecundación se inicia con la colisión entre el ovocito y el espermatozoide y termina con la fusión de su pronúcleo. La célula diploide resultante que contiene el código genético para un nuevo individuo es el cigoto. El primer paso en la fertilización incluye la penetración del espermatozoide a través de las células del cumulo y de la corona radiada que golpea con su cabeza la zona pelúcida. Dos enzimas ayudan en este paso, la hialuronidasa y las enzimas penetrantes de la corona los dos se asocian con la cabeza del espermatozoide.

Además aclara que: El periodo de Gestación el periodo de la preñez. Se inicia con la fertilización y termina con el parto. Existen diferencias tanto individuales como de raza. En las vacas, la gestación es un poco más prolongada cuando estas producen machos que cuando producen hembras. La gestación es un poco más corta cuando produce gemelos. El periodo de

gestación de la vaca esta entre 283 días, con una variación en más o menos de 12 días (9 meses).

Como posibles métodos de reconocimiento de una gestación (Sagbay, 2012) menciona que a partir de los 25 – 28 días post- inseminación es posible detectar el saco gestacional con la precisión (95%) y con mínimo riesgo de pérdida debido a la escasa o nula manipulación del aparato genital.

Pudiendo detectar la gestación aun en forma más precoz (20 días post-inseminación) esta crece de sentido práctico ya que entre los 20 y 56 días post-inseminación el porcentaje de pérdida de gestación en el ganado lechero oscila entre el 6 y 14%. Por lo tanto de rutina todas las hembras diagnosticadas preñadas por ultrasonografía alrededor de los 25 días post-inseminación deben ser explorados nuevamente a los 60 días, momento en el cual disminuye la tasa de pérdida.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. MATERIALES

#### 5.1.1. DE OFICINA

**CUADRO 4. EQUIPO DE OFICINA**

<b>MATERIALES DE OFICINA</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Paquete de hojas de papel bond	1	Unidad
Esfero	1	Unidad
Libreta de campo	1	Unidad
Computadora	1	Unidad
Cámara digital	1	Unidad
Lápiz	2	Unidad
Tinta de Impresión	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Tablero	1	Unidad



### 5.1.2. DE CAMPO

**CUADRO 5. EQUIPO DE CAMPO**

<b>MATERIALES DE CAMPO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Guantes ginecológicos</b>	Caja	1
<b>Catéter de inseminación</b>	Funda	1
<b>Pistola de inseminar</b>	Unidad	1
<b>Gel lubricante</b>	Galón	1
<b>Jeringas de 3ml</b>	Unidad	30
<b>Agujas descartables</b>	Unidad	30
<b>Ecógrafo</b>	Alquiler	1
<b>eCG</b>	UI	15 000 UI
<b>Pajuela de inseminación</b>	Unidad	60
<b>Transporte y alimentación</b>	Visitas	3
<b>Asesor</b>	Unidad	1

## **5.2. Método**

El método que se utilizó para el estudio de este trabajo de investigación fue el experimental inductivo, el cual permitirá estudiar los hechos o fenómenos bajo condiciones especiales.

### **5.2.1. Proceso**

Planteamiento del problema

Formulación de hipótesis

Comprobación de hipótesis

Presentación de resultados

### **5.2.2. Técnica**

Técnica de registros.

Técnicas de campo.

Toma de muestras de campo (chequeo ginecológico)

Análisis estadístico

### **5.2.3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA**

#### **➤ SELECCIÓN DE LA MUESTRA (REVISIÓN DE REGISTROS)**

Los animales fueron previamente seleccionados mediante un examen del sistema reproductivo, mediante palpación rectal, para identificar animales con problemas reproductivos, y excluir a animales que no estén dentro de los parámetros; después de la evaluación las vacas seleccionadas para la investigación fueron marcadas y registradas.

#### **➤ CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE ANIMALES.**

Se dividió en dos grupos cada grupo pertenece a un tratamiento pudiendo ser este el Tratamiento A (sin eCG ) o Tratamiento B (con eCG) cada uno compuesto por 30 animales, con el que se anotó en una libreta de registros el número de cada vaca correspondiente a cada tratamiento.

#### **➤ APLICACIÓN DE LA eCG EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

Al momento de realizar la IA se aplicó una dosis de 500UI de eCG dependiendo al tratamiento que corresponda, lo que nos ayudara a garantizar la ovulación.

#### **➤ CHEQUEO GINECOLÓGICO (ULTRASONOGRAFÍA) Y TOMA DE DATOS**

A los 45 días pos inseminación se realizó el chequeo ginecológico donde se verifico a cada animal que no haya retornado al celo y se obtuvo los datos de los animales que respondieron a los tratamientos.

### 5.3. DISEÑO

El Diseño Estadístico utilizado fue " t de Student " con dos tratamientos: tratamiento " A " Inseminación Artificial sin eCG, tratamiento " B " Inseminación Artificial más la aplicación de eCG (cada tratamiento consta de 30 muestras).

#### 5.3.1. VARIABLES EN ESTUDIO

**CUADRO 6. VARIABLES DEPENDIENTES (EVALUACIÓN DE PREÑEZ)**

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE
COMPORTAMIENTO DE LA VACA PARA LOGRAR LA PREÑEZ	BIOLÓGICA	✓ Ovulación ✓ Concepción	Presencia /Ausencia SI/NO

**CUADRO 7. VARIABLES INDEPENDIENTES (APLICACIÓN DE FOLLIGON)**

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE
eCG	FÍSICA	DOSIS	UI

**5.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población es de un total de 60 animales denominados unidades experimentales y la muestra corresponde al 100% de la población.

Se trabajó con 60 animales distribuidos en dos tratamientos, el Tratamiento A (IA sin eCG), Tratamiento B (IA con eCG) en vacas repetidoras que presenten celo

**CUADRO 8. DISTRIBUCIÓN DE ANIMALES POR TRATAMIENTO**

	TRATAMIENTOS	
	A (IA sin eCG )	B (IA con eCG)
UNIDADES EXPERIMENTALES	30	30

## 5.5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para el desarrollo de la presente investigación se contemplaron los siguientes aspectos éticos:

Se tuvo en cuenta el Bienestar animal y el texto de la norma ISO 26000 que ha incorporado el tema específicamente en dos de sus apartados centrales:

- Principio de la responsabilidad social, en bienestar animal es considerado como parte de la conducta ética de la organización, establece que el bienestar debería incluir la provisión de condiciones decentes de mantenimiento, procreación, producción, transporte y uso de acuerdo con las pautas establecidas por el Código de Salud de Animales Terrestres de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).
- Principio Ambiental, reconoce el Bienestar animal como un elemento asociado a la protección del medio y la biodiversidad.

Además La OIE establece una serie de principios básicos que sirven de pilar al bienestar animal, los cuales se resumen en:

- 1.- El bienestar animal está ligado a su salud.
- 5.- El empleo de animales en agricultura, ciencia, la compañía y el entretenimiento contribuye al bienestar de las personas.
6. El empleo de animales implica responsabilidad ética de velar por su bienestar.
7. El bienestar animal conlleva también a mejoras en la productividad y a beneficios económicos.
8. La comparación entre normas y recomendaciones en bienestar animal debe basarse en resultados. (OIE, 2010)

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**CUADRO 9. " t de STUDENT " P ara el FACTOR DE PREÑEZ de los TRATAMIENTOS A= (IA sin eCG), B= (IA con eCG) CON DATOS TRANSFORMADOS A  $\sqrt{(x + 0,5)}$**

<i>t. Cal</i>	<i>Significancia</i>	<i>t. Tabular</i>	
		5%	1%
<b>28,3</b>	**	1,69	2,46

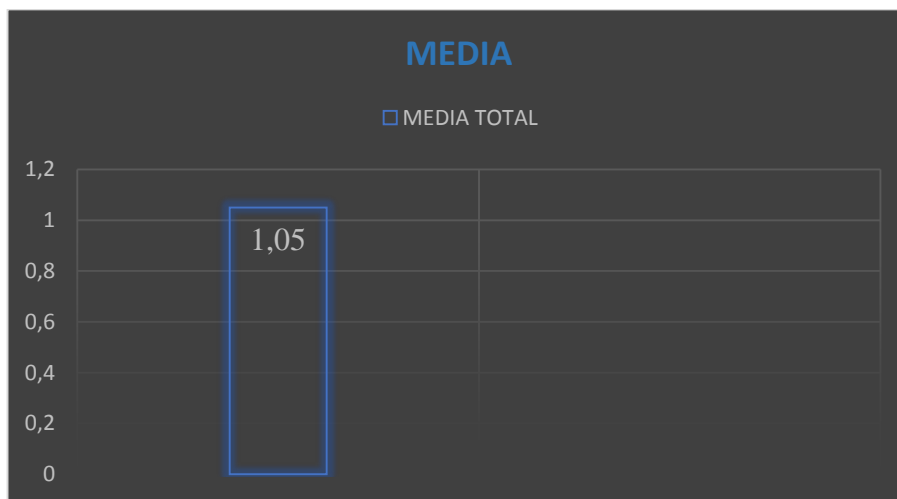
$$Sd = 0,037$$

$$x = 1,05$$

$$t \text{ cal} = 1,05 \div 0,037 = 28,3$$

$$CV = 2,85\%$$

**GRAFICO 8. PREÑEZ OBTENIDA CON LOS TRATAMIENTOS**



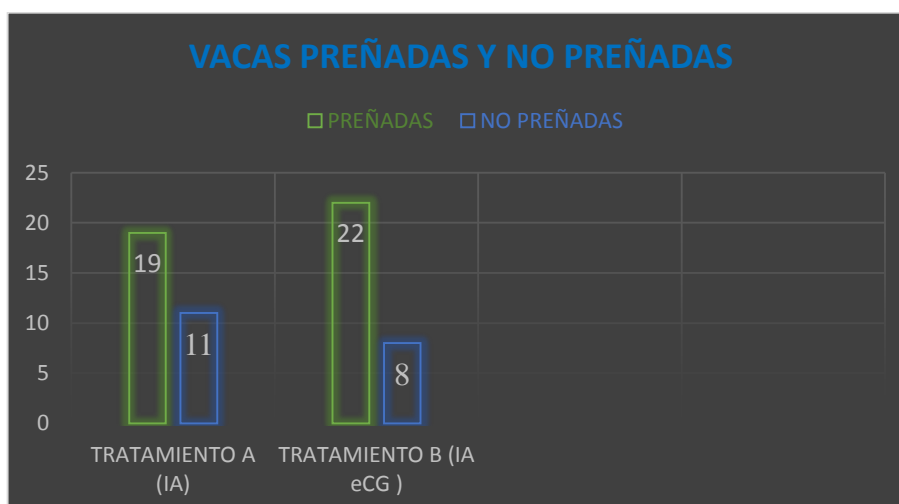
El "t de Student" muestra que el porcentaje de preñez de los dos tratamientos tiene diferencias significativas.

El análisis dio como resultado que el valor calculado supera los valores tabulares al 5 % y 1%, por lo tanto los porcentajes de preñez son significativos, el cual nos lleva a aceptar la hipótesis que "La aplicación de la hormona eCG (Gonadotropina Coriónica Equina) al momento de la Inseminación Artificial en vacas repetidoras, tiende a mejorar la Tasa de fertilidad."

El CV= 2,85% se encuentra dentro de los parámetros aceptables para este tipo de investigación lo cual da la confiabilidad a los datos.

### 6.1. PREÑEZ

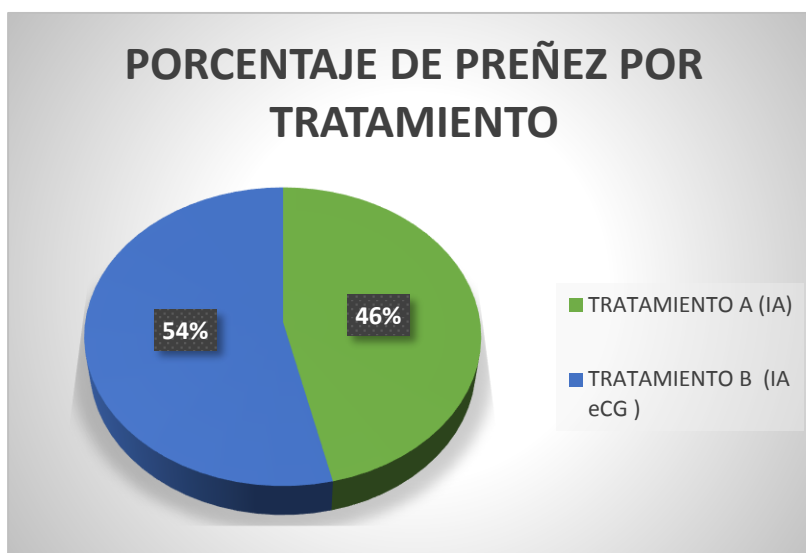
GRÁFICO 9. NÚMERO DE VACAS PREÑADAS Y NO PREÑADAS





En el gráfico 9 se puede apreciar los datos obtenidos de las vacas que respondieron como las que no respondieron a los tratamientos, al Tratamiento A (IA sin eCG ) 19 vacas repetidoras resultaron preñadas y 11 no respondieron, en el Tratamiento B (IA con eCG) 22 vacas repetidoras resultaron preñadas y 8 no respondieron al tratamiento.

#### GRÁFICO 10. PORCENTAJE DE PREÑEZ POR TRATAMIENTO



En el gráfico 10 es notable que el Tratamiento A que corresponde a la Inseminación Artificial sin eCG se obtuvo 19 vacas preñadas que corresponde al 46%; mientras que en el Tratamiento B que pertenece a la Inseminación Artificial más la aplicación de eCG se obtuvo 22 vacas preñadas que representa el 54 % de preñez.

## 6.2. MARCO LOGÍSTICO

### CUADRO 10. COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo Efectivo</i>
<b>ELEMENTOS FÍSICOS</b>				
<i>Guantes ginecológicos</i>	Caja	18	1	18,00
<i>Catéter de inseminación</i>	Funda	9	1	9,00
<i>Pistola de inseminar</i>	Unidad	60	1	60,00
<i>Gel lubricante</i>	Galón	30	1	30,00
<i>Jeringas de 3ml</i>	Unidad	0,2	30	6,00
<i>Agujas descartables</i>	Unidad	0,1	30	3,00
<i>Ecógrafo</i>	Alquiler	100	1	100
<i>eCG</i>	Dosis	15	15 frascos	225
<i>Asesor</i>	Unidad	200	1	200
<b>ELEMENTOS BIOLÓGICOS</b>				
<i>Pajuela de inseminación</i>	Unidad	20	60	120,00
<i>Subtotal Costos Directos</i>				
<b>771</b>				
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
<i>Cuaderno</i>	Unidad	3.00	1	3,00
<i>Empastado</i>	Unidad	15.00	3	45,00
<i>Hojas de impresión</i>	Paquete	5.00	3	15,00
<i>Impresiones</i>	Unidad	0.03	300	9.00
<b>Subtotal costos indirectos</b>				<b>72</b>
<b>TOTAL</b>				<b>843</b>
<b>IMPREVISTOS 10%</b>				<b>84,30</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>927,30</b>

**CUADRO 11. COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO**

<i><b>COSTO POR TRATAMIENTO</b></i>			
<i><b>MATERIAL</b></i>	<i><b>CANTIDAD</b></i>	<i><b>VALOR UNITARIO</b></i>	<i><b>VALOR TOTAL USD</b></i>
<i><b>Jeringas 3ml</b></i>	30	0,20	6,00
<i><b>Guantes ginecológicos</b></i>	30	0,60	18,00
<i><b>Catéter de Inseminación</b></i>	30	0,60	18,00
<i><b>Papel higiénico</b></i>	1	0,35	0,35
<i><b>Agujas Descartables</b></i>	30	0,10	3,00
<i><b>Gel lubricante</b></i>	1	30,00	30,00
<i><b>Pajuelas</b></i>	30	20	60,00
<i><b>Nitrógeno</b></i>	20 Kg	5,00	5,00
<i><b>eCG</b></i>	15 FRASCOS (1000 UI)	15	225,00
<i><b>Transporte</b></i>		10,00	10,00
<i><b>Impresiones</b></i>		10,00	10,00
<i><b>SUBTOTAL</b></i>			385,35
<i><b>IMPREVISTOS 10%</b></i>			38,53
<i><b>TOTAL INVESTIGACIÓN</b></i>			423,88

**CUADRO 12. COSTO POR ANIMAL (TRATAMIENTO B)**

<i>COSTO POR ANIMAL</i>			
<i>MATERIAL</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>VALOR UNITARIO</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
			<i>USD</i>
<i>Jeringas 3ml</i>	1	0,2	0,2
<i>Guantes ginecológicos</i>	1	0,6	0,6
<i>Catéter de Inseminación</i>	1	0,6	0,6
<i>Papel higiénico</i>	1	0,35	0,35
<i>Agujas Descartables</i>	1	0,1	0,1
<i>Pajuelas</i>	1	20	20
<i>Nitrógeno</i>	20 Kg	5	5
<i>eCG</i>	1 FRASCO (1000 UI)	15	15
<b><i>SUBTOTAL</i></b>			<b>41,85</b>
<b><i>IMPREVISTOS 10%</i></b>			<b>4,18</b>
<b><i>TOTAL INVESTIGACIÓN</i></b>			<b>46,03</b>

**CUADRO 13. COSTO POR ANIMAL (TRATAMIENTO A)**

<i>COSTO POR ANIMAL</i>			
<i>MATERIAL</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>VALOR UNITARIO</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
			<i>USD</i>
<i>Guantes ginecológicos</i>	1	0,6	0,6
<i>Catéter de Inseminación</i>	1	0,6	0,6
<i>Papel higiénico</i>	1	0,35	0,35
<i>Pajuelas</i>	1	20	20
<i>Nitrógeno</i>	20 Kg	5	5
<b><i>SUBTOTAL</i></b>			<b>26,55</b>
<b><i>IMPREVISTOS 10%</i></b>			<b>2,65</b>
<b><i>TOTAL INVESTIGACIÓN</i></b>			<b>29,20</b>

En los cuadros 10, 11,12 y 13 se observa el costo del trabajo experimental en conjunto.

El costo total del trabajo experimental es de \$ 927,30 lo que está distribuido en las 60 vacas en estudio, también se expresa el costo económico para cada uno de los tratamientos, correspondiendo \$ 423,88 para el Tratamiento B y para finalizar se especifica el costo por animal al aplicar el Tratamiento B que es de \$ 46,03.

### 6.2.1. CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Se asume el costo por animal dependiendo el tipo de tratamiento TA (sin eCG ) y TB (con eCG ) según pertenezcan a cada grupo.

Se considera una tasa de preñez del 70% para las vacas del Tratamiento B.

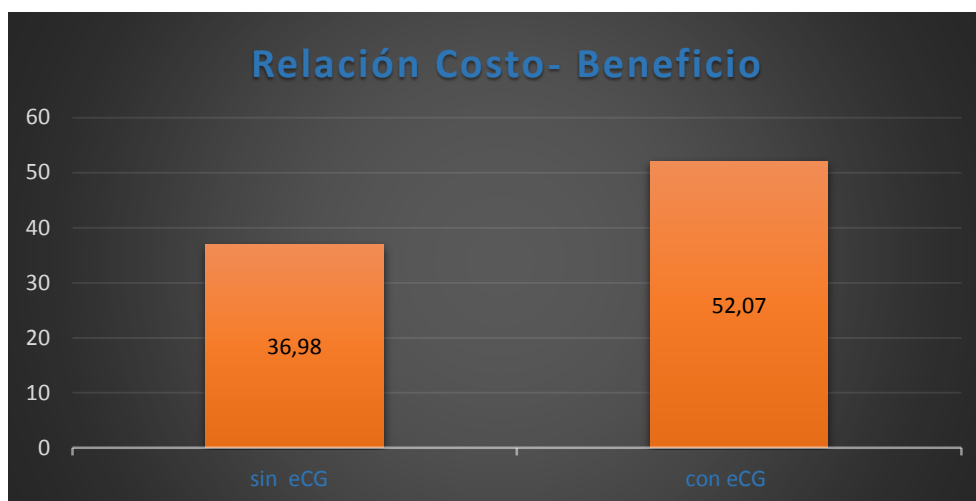
Se consideró un costo por cría vendida a \$100.

**CUADRO 14. ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS**

	<i>Sin eCG</i>	<i>Con eCG</i>
<b>INGRESOS</b>	<b>\$1200</b>	<b>\$2100</b>
<b>EGRESOS</b>	<b>\$876</b>	<b>\$1380.90</b>
<b>TOTAL BENEFICIO</b>	<b>\$324</b>	<b>\$719.10</b>
<b>PORCENTAJE DE BENEFICIO</b>	<b>36.98%</b>	<b>52.07%</b>

Realizando el análisis costo beneficio que se observa en el Cuadro 14, según el estilo de venta de las crías; se puede decir que existe una diferencia del 15.09% en el redito económico del TB con respecto al TA.

### GRÁFICO 11. PORCENTAJE DE COSTO Y BENEFICIO DE LOS TRATAMIENTOS



En el gráfico 11 se puede apreciar los porcentajes de costo beneficio de los tratamientos, teniendo como resultado que en el TA (sin eCG) el porcentaje de ganancia es de 36,98% y para el TB (con eCG) el porcentaje de ganancia es de 52,07%. Teniendo como resultado que para el TB la ganancia es mayor que para el TA.

### 6.3. DISCUSIÓN

En la presente investigación, se obtuvieron porcentajes de 46 % y 54% de preñez para TA y TB respectivamente. De acuerdo a los datos obtenidos en el "t de Student" el porcentaje de preñez de las vacas repetidoras, t calcular (28,37) es mayor al tabular al 5% (1,69) y 1% (2,46) de modo que la Inseminación Artificial más la aplicación de eCG, mejoró el porcentaje de preñez, en comparación con el porcentaje de preñez de las vacas repetidoras sometidas a la Inseminación Artificial sin eCG. Esto nos indica que existe suficiente evidencia para aceptar la hipótesis asumida que la aplicación de eCG al momento de la Inseminación Artificial tiende a mejorar la tasa de fertilidad en vacas repetidoras. Como corrobora (Martinez, 2000) "en vacas con pobre o moderada condición corporal la aplicación de eCG aumentó los porcentajes de preñez, sobre todo en vacas sin estructuras ováricas palpables o solo con folículos (sin un cuerpo lúteo) al inicio del tratamiento." También se debe considerar lo mencionado por (Garnica, 2013) en su investigación "Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG ) en la ovulación con protocolos de IATF en vacas Holstein posparto " en donde el resultado para la ovulación "si bien no mejoro el diámetro folicular como se planteó, sin embargo sobrepaso la expectativa de (incremento 20%) para la ovulación en un 35,5 % (con datos originales) en vacas Holstein posparto tratadas con eCG , manejadas en óptimas condiciones nutricionales y de salud dentro del experimento". Se debe señalar que " la baja fertilidad se indicaba solo a las vacas repetidoras con más de tres servicios infértiles, sin embargo, actualmente se sabe que este problema es crítico desde el primer servicio " según (Morales, 2000).

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados de la presente investigación, se concluye que:

- Los porcentajes de Preñez obtenidos para el Tratamiento A Inseminación Artificial sin eCG fue del 46% en vacas repetidoras y para el Tratamiento B Inseminación Artificial más la aplicación de una eCG fue del 54% en vacas repetidoras lo que quiere decir que el Tratamiento B presentó una mayor tasa de concepción.
- El Tratamiento B con la adición de eCG presenta costos superiores al Tratamiento A, lo que da a conocer que el costo por vaca es aceptable tomando en cuanto al porcentaje de vacas preñadas que se obtuvieron.
- Se debe tomar en cuenta que en el resultado obtenido resalta que en la Inseminación Artificial influyen también otros factores; como el manejo, alimentación, factores ambientales, la experiencia del Inseminador, entre otras.



## **7.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la Gonadotrofina Coriónica Equina (eCG) en el momento de la IA en vacas repetidoras para mejorar la ovulación y la tasa de preñez.
  
- El tratamiento con eCG se puede aplicar en hatos libres de enfermedades reproductivas.
  
- Impartir los resultados obtenidos en la presente investigación a los ganaderos de la Provincia, para que sea puesto en práctica y ayude a mejorar los porcentajes de concepción en vacas repetidoras.
  
- Es recomendable continuar con las investigaciones de productos hormonales, con la finalidad de mejorar la eficiencia reproductiva en los hatos ganaderos.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, V. (2007). *Compendio de Reproduccion Animal*. Obtenido de [http://www.sinervia.com/library\\_files/503416277\\_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf](http://www.sinervia.com/library_files/503416277_Compendio%20Reproduccion%20Animal%20Intervet.pdf).
2. Amilcar, G. y. (2008). *Fisiologia de la Reproduccion*. (Primera edicion).
3. Bearden, J. &. (1985). *Reproduccion Animal Aplicada*. Mexico, MEXICO.
4. Buxade, J. y. (1995). *Estructura, Etnologia, Anatomia y Fisiologia*. Mundi-Prensa.
5. Cano, P. (2006). *Reproduccion Bovina*. Mexico: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. Obtenido de [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e\\_bovina/10](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/10)
6. Cordova, A. (2011). *Protocolos de Siconizacion y Superovulacion para Transferecia de Embriones en Bovinos*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3050/1/mv167.pdf>
7. Delarnette, M. Y. (2008). *Anatomia y Fisiologia de la Reproduccion Bovina*. Obtenido de [http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive\\_anatomy\\_spanish.pdf](http://www.selectsires.com/dairy/spanresources/reproductive_anatomy_spanish.pdf)
8. Galina, C. V. (2006). *Reproduccion de Animales Domesticos*. Mexico: LIMUSA S.A.

9. Galina, C. y. (1995). *Reproduccion de Animales Domesticos*. Mexico: LIMUSA S.A
10. Garnica, P. (2013). “Efecto de la Gonadotrofina Corionica Equina (eCG) en la Ovulacion con protocolos de IATF en Vacas Holstein Posparto”. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/406/1/TESIS.pdf>
11. Gonzalez, J. M. (2006). *Obstetricia*.
12. Gutierrez, J. (2008). *Hormonas de la Reproduccion Bovina*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3050/1/mv167.pdf>
13. Hafez, B. (2002). *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales*. Mexico: Mc Granw-Hill.
14. Hernandez, J. (2001). *Manejo Reproductivo en Bovinos en Sistemas de Producción de Leche*. Obtenido de <http://www.venezuelaganadera.com/enciclopedia-ganadera/manual-de-manejo-reproductivo-de-bovinos-en-sistemas-de-produccion-de-leche-unam-mexico>
15. Hincapie, J. (2005). *Reproduccion Animal Aplicada*. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/402/1/SUPEROVULACIONYTRANSFERENCIADEEMBRIONESENBOVINOS.pdf>.
16. Lluen, G. (2008). *Causas de Infertilidad en Vacas Lecheras*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca-Facultad de Medicina Veterinaria.

17. Martinez, C. (2000). *Efecto de la aplicación de eCG al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B® sobre los porcentajes de inducción de celo.* Obtenido de [http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2010/T3036.pdf](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2010/T3036.pdf).
18. Melo, R. A. (2011). *animal transgenesis.*
19. Morales, J. H. (2000). *Comparación del porcentaje de Concepción y la Función Lútea en vacas de primer servicio, vacas repetidoras y vaquillas Holstein.* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
20. Mucci, N. T. (2009). *Superovulacion y Transferencia de Embriones.*
21. OIE, O. M. (2010). *Bienestar animal y el textode la norma ISO 26000.* Obtenido de [cegesti.org](http://cegesti.org)
22. Orellana, R. (2015). *Efecto de la Gonadotrofina Corionica Equina (eCG ) en la Tasa de Preñez con protocolos de la IATF en vacas Brown Swis.* CUENCA, ECUADOR: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8129/1/UPS-CT004903.pdf>
23. Palma, G. (2001). *Biotecnología de la Reproduccion.* Buenos Aires: Repro Biotec.
24. Ptaszynska, M. (2007). *Compendium de Reproduccion Animal.* Obtenido de [http://www.sinervia.com/pdf/resources/32/651\\_compendio%20reproduccion%20animal%20intervet.pdf](http://www.sinervia.com/pdf/resources/32/651_compendio%20reproduccion%20animal%20intervet.pdf)

25. Rangel, L. y. (2009). *Reproduccion Animal*. Obtenido de [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/60\\_Reproduccion\\_Animal.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/Manuales/60_Reproduccion_Animal.pdf)
26. Sagbay, C. (2012). Efecto de la Gonadotropina Corionica Equina (eCG) Aplicada al Momento de retirar el Dispositivo de Progesterona (P4) sobre el porcentaje de Preñez en Vacas Holstein Post-Parto. Cuenca, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2419/15/UPS-CT002426.pdf>
27. Sanchez, F. M. (2007). *El Ciclo Estral de la Vaca*. Obtenido de [www.edicionespecuarias.com.mx/libros/elcicloestral\\_delavaca2.pdf](http://www.edicionespecuarias.com.mx/libros/elcicloestral_delavaca2.pdf). - 978-84-935971-2-2.
28. Schroeder, W. (1999). *Fisiopatologia Reproductiva de la Vaca*.
29. Sintex. (2005). *Fisiologia Reproductiva del Bovino* . Obtenido de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
30. Ungerfeld, R. (2002). *Reproduccion en los Animales Domesticos*. Montevideo-Uruguay: MELIBEA.
31. Vargas, J. (2003). *Curso Intensivo de Inseminacion Artificial Bovina*. Quito: Genes.
32. Velasquez, P. (2004). *Estudio del Reconocimiento y la Union entre Gametos en la especie Bovina (Bos taurus)*. Tesis Doctoral.
33. Wattiaux, M. (1998). *Preñez y Parto*. Obtenido de [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de\\_10.es.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/de/es/de_10.es.pdf).

## IX. APÉNDICE- ANEXO

### ANEXO 1. TRATAMIENTO A (IA sin eCG) VACAS REPETIDORAS

TRATAMIENTO A INSEMINACIÓN ARTIFICIAL VACAS REPETIDORAS						
	N.- VACA	EDAD		CC	N.- SERVICIO S	CONDICIÓN
		AÑOS	MESES			
1	608	8		2,75	5	NO PREÑADA
2	680	8	3	3	2	PREÑADA
3	689	8	8	2,5	4	NO PREÑADA
4	703	7	11	3	2	PREÑADA
5	757	7	3	2,75	2	PREÑADA
6	796	8		3	4	NO PREÑADA
7	807	7	1	3	2	PREÑADA
8	838	6	11	3,5	3	PREÑADA
9	856	6	9	3,5	4	NO PREÑADA
10	858	6	10	2,5	2	PREÑADA
11	874	6	8	2,75	3	PREÑADA
12	888	6	4	3,5	6	NO PREÑADA
13	897	7	2	3	5	NO PREÑADA
14	923	6	2	3	4	NO PREÑADA
15	930	6	5	2,75	3	PREÑADA
16	947	5	4	3	3	PREÑADA
17	956	5	7	2,5	3	PREÑADA
18	965	5	8	3,5	3	PREÑADA
19	968	5	3	2,75	2	PREÑADA
20	971	6	2	3,5	4	NO PREÑADA
21	972	6	4	3	2	PREÑADA
22	973	6	6	3	2	PREÑADA
23	1601	8	3	2,75	5	NO PREÑADA
24	1634	8		2,75	2	PREÑADA
25	1666	8	2	3	3	PREÑADA
26	1671	7	11	2	4	NO PREÑADA
27	1678	6	10	2	2	PREÑADA
28	1683	7	3	3,5	2	PREÑADA
29	1685	7	7	2,75	2	PREÑADA
30	1686	8	3	2,5	4	NO PREÑADA

## ANEXO 2. TRATAMIENTO B (IA con eCG) VACAS REPETIDORAS

<b>TRATAMIENTO B ( IA + eCG ) VACAS REPETIDORAS</b>						
	<b>N.- VACA</b>	<b>EDAD</b>		<b>CC</b>	<b>N.- SERVICIOS</b>	<b>CONDICIÓN</b>
		<b>AÑOS</b>	<b>MESES</b>			
<b>1</b>	657	8	2	3	2	<b>NO PREÑADA</b>
<b>2</b>	660	8	4	3	2	<b>NO PREÑADA</b>
<b>3</b>	663	8	9	2,75	2	<b>PREÑADA</b>
<b>4</b>	682	7	10	2,5	2	<b>PREÑADA</b>
<b>5</b>	692	7	2	3	2	<b>PREÑADA</b>
<b>6</b>	727	8		2,5	2	<b>NO PREÑADA</b>
<b>7</b>	730	8	3	2,75	3	<b>PREÑADA</b>
<b>8</b>	731	8	5	2,75	3	<b>PREÑADA</b>
<b>9</b>	734	8	7	2	3	<b>PREÑADA</b>
<b>10</b>	762	7	5	2	2	<b>PREÑADA</b>
<b>11</b>	805	7	9	3,5	3	<b>NO PREÑADA</b>
<b>12</b>	808	6	8	3	2	<b>PREÑADA</b>
<b>13</b>	835	6	7	2,5	2	<b>NO PREÑADA</b>
<b>14</b>	840	6	3	3	3	<b>NO PREÑADA</b>
<b>15</b>	848	7	4	3,5	3	<b>PREÑADA</b>
<b>16</b>	881	6	3	3,5	2	<b>PREÑADA</b>
<b>17</b>	885	6	2	2,75	4	<b>NO PREÑADA</b>
<b>18</b>	886	7	5	3	2	<b>PREÑADA</b>
<b>19</b>	890	7	11	3	2	<b>PREÑADA</b>
<b>20</b>	893	7	9	3	3	<b>PREÑADA</b>
<b>21</b>	899	6	8	2	2	<b>PREÑADA</b>
<b>22</b>	904	6	4	2,5	3	<b>PREÑADA</b>
<b>23</b>	938	6	9	2,75	2	<b>PREÑADA</b>
<b>24</b>	948	4	5	2,75	2	<b>PREÑADA</b>
<b>25</b>	949	5	2	3	2	<b>PREÑADA</b>
<b>26</b>	951	5		3	2	<b>PREÑADA</b>
<b>27</b>	977	5	3	3,5	4	<b>NO PREÑADA</b>
<b>28</b>	1550	8	6	3,5	2	<b>PREÑADA</b>
<b>29</b>	1602	6	5	2,5	2	<b>PREÑADA</b>
<b>30</b>	1619	7	4	2,75	2	<b>PREÑADA</b>

**ANEXO 3. RESULTADOS OBTENIDOS (VACAS PREÑADAS Y NO PREÑADAS)**

	<b>B</b>	<b>A</b>
	<b>(I.A con eCG)</b>	<b>(I.A sin eCG)</b>
<i>I</i>	NO	NO
<i>II</i>	NO	SI
<i>III</i>	SI	NO
<i>IV</i>	SI	SI
<i>V</i>	SI	SI
<i>VI</i>	NO	NO
<i>VII</i>	SI	SI
<i>VIII</i>	SI	SI
<i>IX</i>	SI	NO
<i>X</i>	SI	SI
<i>XI</i>	NO	SI
<i>XII</i>	SI	NO
<i>XIII</i>	NO	NO
<i>XIV</i>	NO	NO
<i>XV</i>	SI	SI
<i>XVI</i>	SI	SI
<i>XVII</i>	NO	SI
<i>XVIII</i>	SI	SI
<i>XIX</i>	SI	SI
<i>XX</i>	SI	NO
<i>XXI</i>	SI	SI
<i>XXII</i>	SI	SI
<i>XXIII</i>	SI	NO
<i>XXIV</i>	SI	SI
<i>XXV</i>	SI	SI
<i>XXVI</i>	SI	NO
<i>XXVII</i>	NO	SI
<i>XXVIII</i>	SI	SI
<i>XXIX</i>	SI	SI
<i>XXX</i>	SI	NO
<b>Preñadas</b>	22	19
<b>No Preñadas</b>	8	11



**ANEXO 4. NÚMERO DE VACAS PREÑADAS, PARA UN "t de STUDENT" CON DOS TRATAMIENTOS A= (IA sin eCG), B= (IA + eCG) CON DATOS TRANSFORMADOS A  $\sqrt{(x + 0,5)}$**

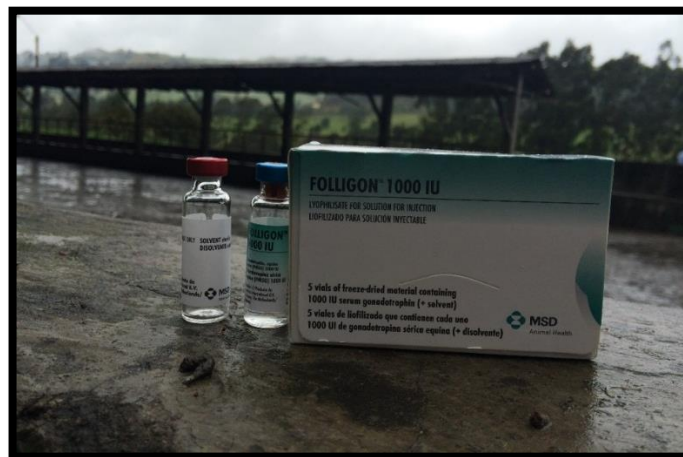
	<b>B I. A + ( eCG)</b>	<b>A I.A SIN ( eCG)</b>	
I	0,71	0,71	
II	0,71	1,22	
III	1,22	0,71	
IV	1,22	1,22	
V	1,22	1,22	
VI	0,71	0,71	
VII	1,22	1,22	
VIII	1,22	1,22	
IX	1,22	0,71	
X	1,22	1,22	
XI	0,71	1,22	
XII	1,22	0,71	
XIII	0,71	0,71	
XIV	0,71	0,71	
XV	1,22	1,22	
XVI	1,22	1,22	
XVII	0,71	1,22	
XVIII	1,22	1,22	
XIX	1,22	1,22	
XX	1,22	0,71	
XXI	1,22	1,22	
XXII	1,22	1,22	
XXIII	1,22	0,71	
XXIV	1,22	1,22	
XXV	1,22	1,22	
XXVI	1,22	0,71	
XXVII	0,71	1,22	
XXVIII	1,22	1,22	
XXIX	1,22	1,22	
XXX	1,22	0,71	<b>TOTAL</b>
<b>ΣTRATA</b>	<b>32,52</b>	<b>30,99</b>	<b>63,51</b>
<b>X</b>	<b>1,08</b>	<b>1,03</b>	<b>1,05</b>

## ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS

FOTO 1. Selección de las vacas



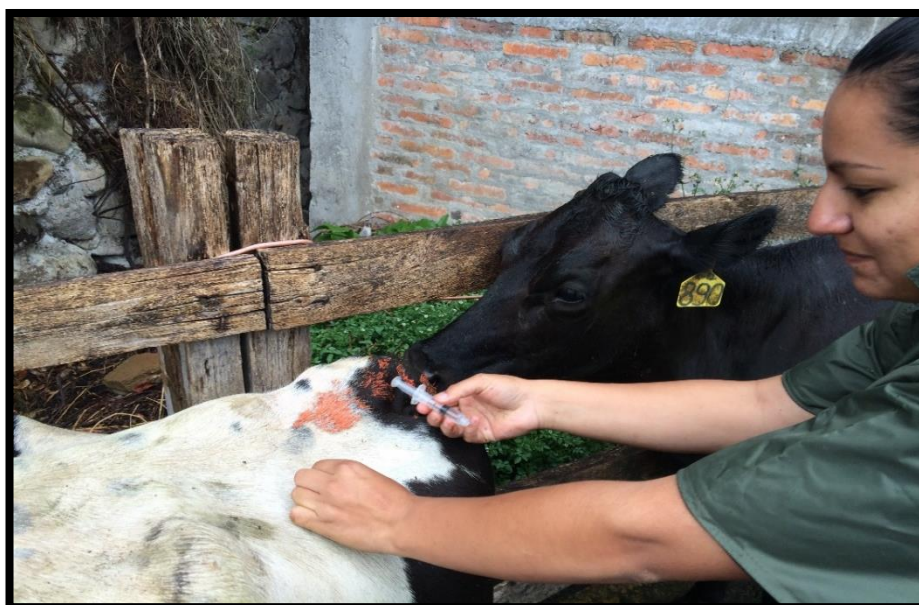
FOTO 2. Hormona eCG (FOLLIGON)



**FOTO 3. Preparación del FOLLIGON**



**FOTO 4. Aplicación de la hormona eCG**



**FOTO 5. Preparación de las pajuelas para Inseminar**





**FOTO 6. Inseminación de las vacas seleccionadas**



**FOTO 7. Pajuelas utilizadas para inseminar a las vacas seleccionadas**

