



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **EFICIENCIA OVULATORIA DEL ACETATO DE BUSERELINA EN DIFERENTES NIVELES EN PRESENCIA FOLICULAR EN VACAS LECHERAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI**

**SANDRA MARISELA YAMBAY RIOFRIO**

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAGÍSTER EN REPRODUCCIÓN ANIMAL MENCIÓN  
REPRODUCCION BOVINA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

Enero 2022

**©2022, Sandra Marisela Yambay Riofrío**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

### CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado **Eficiencia Ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en presencia folicular en vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi**, de responsabilidad de la señora **Sandra Marisela Yambay Riofrío** ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

#### Tribunal:

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida, PhD.

**PRESIDENTE**

Ing. Edgar Washington Hernández Cevallos, M.Sc.

**DIRECTOR**

Md. Luis Agustín Condolo Ortíz, Mag.

**MIEMBRO**

Ing. Hermenegildo Díaz Berrones, M.Sc.

**MIEMBRO**

LUIS EDUARDO  
HIDALGO  
ALMEIDA

Firmado digitalmente por LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA  
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION ECIBCE, l=QUITO, serialNumber=0000445780, cn=LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA  
Fecha: 2022.01.18 01:18:44 -05'00'

EDGAR  
WASHINGTON  
HERNANDEZ  
CEVALLOS

Firmado digitalmente por EDGAR WASHINGTON HERNANDEZ CEVALLOS  
Fecha: 2022.01.13 11:46:51 -05'00'

LUIS AGUSTIN  
CONDOLO  
ORTIZ

Firmado digitalmente por LUIS AGUSTIN CONDOLO ORTIZ  
DN: cn=LUIS AGUSTIN CONDOLO ORTIZ c=EC, l=RIOBAMBA  
Motivo:  
Ubicación:  
Fecha: 2022-01-13 12:50:05:00

 Firmado digitalmente por:  
**HERMENEGILDO  
DIAZ BERRONES**

Riobamba, enero 2022

## DERECHOS INTELECTUALES

Yo, **Sandra Marisela Yambay Riofrío** declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

SANDRA  
MARISELA  
YAMBAY RIOFRIO



Firmado digitalmente  
por SANDRA MARISELA  
YAMBAY RIOFRIO  
Fecha: 2022.01.13  
20:45:00 -05'00'

---

**SANDRA MARISELA YAMBAY RIOFRIO**

**No. Cédula: 0603961731**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Sandra Marisela Yambay Riofrío**, declaro que el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

SANDRA  
MARISELA  
YAMBAY RIOFRIO



Firmado digitalmente  
por SANDRA MARISELA  
YAMBAY RIOFRIO  
Fecha: 2022.01.13  
20:45:00 -05'00'

---

**SANDRA MARISELA YAMBAY RIOFRIO**

**No. Cédula: 0603961731**

## **DEDICATORIA**

*Con todo mi amor dedico esta tesis a mi esposo Gustavo por su apoyo y fortaleza a pesar de altos y bajos; a mi amado hijo Alejandro, por ser mi fuente de motivación y superación diaria.*

*Sandra.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la vida y a mi Dios, por tener la oportunidad de estar en este mundo, a mis padres Manuel y Marthita quienes me han formado para ser y estar donde estoy ahora como madre, hija, esposa y profesional.*

*No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias por sus aportes, conocimientos y apoyo incondicional a ustedes Dr. Pedro Castillo e Ing. Carlos Santos y por ende a la Unidad Académica y de Investigación en Bovinos Lecheros de la Estación Experimental Tunshi de la ESPOCH*

*Sandra.*

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMEN .....                                                                  | xv  |
| SUMMARY .....                                                                  | xvi |
| CAPÍTULO I.....                                                                | 1   |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                                          | 1   |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                                            | 1   |
| 1.1.1 <i>Situación del problema</i> .....                                      | 2   |
| 1.1.2 <i>Formulación del problema</i> .....                                    | 3   |
| 1.1.3 <i>Justificación de la investigación</i> .....                           | 4   |
| 1.1.3.1 <i>Justificación teórica</i> .....                                     | 4   |
| 1.1.3.2 <i>Justificación metodológica</i> .....                                | 5   |
| 1.1.3.3 <i>Justificación práctica</i> .....                                    | 6   |
| 1.2 <b>Objetivos de la investigación</b> .....                                 | 8   |
| 1.2.1 <i>Objetivo General</i> .....                                            | 8   |
| 1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....                                       | 8   |
| 1.3 <b>Hipótesis</b> .....                                                     | 8   |
| 1.3.1 <i>Hipótesis general</i> .....                                           | 8   |
| 1.3.2 <i>Hipótesis específica</i> .....                                        | 8   |
| CAPÍTULO II .....                                                              | 10  |
| 2. MARCO TEÓRICO .....                                                         | 10  |
| 2.1 Revisión del ciclo estral.....                                             | 10  |
| 2.2 Conceptos sobre dinámica folicular.....                                    | 11  |
| 2.2.1 <i>Endocrinología del desarrollo folicular</i> .....                     | 12  |
| 2.3 Sincronización del celo .....                                              | 12  |
| 2.4 Prostaglandina .....                                                       | 13  |
| 2.5 Acetato de Buserelina .....                                                | 15  |
| 2.5.1 <i>Modo de administración de la Buserelina</i> .....                     | 15  |
| 2.5.1.1 <i>Vía parenteral</i> .....                                            | 16  |
| 2.5.1.2 <i>Vía nasal</i> .....                                                 | 16  |
| 2.5.2 <i>Advertencias y precauciones de la Buserelina</i> .....                | 16  |
| 2.5.3 <i>Las Reacciones adversas a la aplicación de la Buserelina</i> .....    | 18  |
| 2.6 Uso de la Buserelina y el Cloprostenol para la Sincronización de Celo..... | 19  |
| 2.7 Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras.....               | 21  |
| 2.8 Antecedentes de investigaciones anteriores .....                           | 22  |
| CAPÍTULO III.....                                                              | 27  |
| 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....                                           | 27  |

|               |                                                                                                                                                                                        |           |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1</b>    | <b>Tipo y diseño de la investigación</b> .....                                                                                                                                         | 27        |
| <b>3.2</b>    | <b>Métodos de investigación</b> .....                                                                                                                                                  | 27        |
| <b>3.2.1</b>  | <i>Método deductivo</i> .....                                                                                                                                                          | 27        |
| <b>3.2.2</b>  | <i>Método inductivo</i> .....                                                                                                                                                          | 27        |
| <b>3.2.3</b>  | <i>Método experimental</i> .....                                                                                                                                                       | 28        |
| <b>3.3</b>    | <b>Enfoque de la investigación</b> .....                                                                                                                                               | 28        |
| <b>3.4</b>    | <b>Alcance de la investigación</b> .....                                                                                                                                               | 28        |
| <b>3.5</b>    | <b>Población y muestra</b> .....                                                                                                                                                       | 29        |
| <b>3.5.1</b>  | <i>Población</i> .....                                                                                                                                                                 | 29        |
| <b>3.5.2</b>  | <i>Unidad de análisis</i> .....                                                                                                                                                        | 29        |
| <b>3.6</b>    | <b>Técnica de Recolección de datos</b> .....                                                                                                                                           | 29        |
| <b>3.6.1</b>  | <i>Número de tratamientos</i> .....                                                                                                                                                    | 29        |
| <b>3.6.2</b>  | <i>Número de repeticiones y tamaño de la unidad experimental</i> .....                                                                                                                 | 29        |
| <b>3.7</b>    | <b>Mediciones experimentales</b> .....                                                                                                                                                 | 29        |
| <b>3.7.1</b>  | <i>Características fisiológicas de las vacas</i> .....                                                                                                                                 | 30        |
| <b>3.7.2</b>  | <i>Características biológicas</i> .....                                                                                                                                                | 30        |
| <b>3.8</b>    | <b>Técnicas estadísticas</b> .....                                                                                                                                                     | 30        |
| <b>3.9</b>    | <b>Procedimiento experimental</b> .....                                                                                                                                                | 31        |
| <b>3.10</b>   | <b>Metodología de la evaluación</b> .....                                                                                                                                              | 33        |
|               | <b>CAPÍTULO IV</b> .....                                                                                                                                                               | <b>35</b> |
| <b>4.</b>     | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....                                                                                                                                                    | <b>35</b> |
| <b>4.1</b>    | <b>Evaluación de la eficiencia ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en la presencia folicular de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi</b> ..... | <b>35</b> |
| <b>4.1.1</b>  | <i>Peso Inicial en kilogramos</i> .....                                                                                                                                                | 35        |
| <b>4.1.2</b>  | <i>Peso final, Kilogramos</i> .....                                                                                                                                                    | 37        |
| <b>4.1.3</b>  | <i>Edad, meses</i> .....                                                                                                                                                               | 38        |
| <b>4.1.4</b>  | <i>Condición corporal, puntos</i> .....                                                                                                                                                | 40        |
| <b>4.1.5</b>  | <i>Presencia de estrógenos 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina</i> .....                                                                                              | 41        |
| <b>4.1.6</b>  | <i>Presencia de progesterona 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina</i> ..                                                                                               | 43        |
| <b>4.1.7</b>  | <i>Presencia de estrógenos en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina</i> .....                                                                           | 44        |
| <b>4.1.8</b>  | <i>Presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina</i> .....                                                                         | 46        |
| <b>4.1.9</b>  | <i>Tamaño del folículo al tercer día</i> .....                                                                                                                                         | 48        |
| <b>4.1.10</b> | <i>Tamaño del folículo al quinto día</i> .....                                                                                                                                         | 49        |
| <b>4.1.11</b> | <i>Coloración del parche 24 horas después de colocados los tratamientos</i> .....                                                                                                      | 50        |

|               |                                         |           |
|---------------|-----------------------------------------|-----------|
| <b>4.1.12</b> | <b><i>Detección de preñez</i></b> ..... | <b>52</b> |
|               | <b>CONCLUSIONES</b> .....               | <b>54</b> |
|               | <b>RECOMENDACIONES</b> .....            | <b>55</b> |
|               | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                     |           |
|               | <b>ANEXOS</b>                           |           |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                   |                                                                                                                                                                       |    |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1-2:</b> | Indicaciones de uso, posología, edad o peso, condición fisiológica, vía de administración y modo de empleo de la buserelina en vacas y yeguas.....                    | 17 |
| <b>Tabla 2-2:</b> | Indicaciones de uso, posología, edad o peso, condición fisiológica, vía de administración y modo de empleo de la buserelina en conejas y cerdas. ....                 | 18 |
| <b>Tabla 1-3:</b> | Esquema del experimento.....                                                                                                                                          | 31 |
| <b>Tabla 2-3:</b> | Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).....                                                                                                                         | 31 |
| <b>Tabla 1-4:</b> | Evaluación de la eficiencia ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en la presencia folicular en vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi | 36 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                      |                                                                                                                     |    |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1-4.</b>  | Peso inicial de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi.....                                          | 37 |
| <b>Gráfico 2-4.</b>  | Peso final de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi. ....                                           | 38 |
| <b>Gráfico 3-4.</b>  | Edad de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi. ....                                                 | 39 |
| <b>Gráfico 4-4.</b>  | Evaluación de la condición corporal de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi. ....                  | 40 |
| <b>Gráfico 5-4.</b>  | Evaluación de la presencia de estrógenos (pg/ml) 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina.....          | 42 |
| <b>Gráfico 6-4.</b>  | Evaluación de la presencia de progesterona (ng/ml) 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina.....        | 43 |
| <b>Gráfico 7-4.</b>  | Evaluación de la presencia de estrógenos (ng/ml) 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina.....    | 45 |
| <b>Gráfico 8-4.</b>  | Evaluación de la presencia de progesterona (ng/ml) 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina. .... | 47 |
| <b>Gráfico 9-4.</b>  | Evaluación del tamaño del folículo al quinto día.....                                                               | 48 |
| <b>Gráfico 10-4.</b> | Evaluación del tamaño del folículo al quinto día.....                                                               | 49 |
| <b>Gráfico 11-4.</b> | Evaluación de Coloración del parche 24 horas después de colocados los tratamientos. ....                            | 51 |
| <b>Gráfico 12-4.</b> | Evaluación del porcentaje de preñez de las vacas de la Estación Experimental Tunshi.....                            | 53 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1-2.</b> El Ciclo estral en bovinos.....                            | 10 |
| <b>Figura 2- 2.</b> Fórmula estructural y presentación de la buserelina. .... | 21 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Evaluación estadística del peso inicial de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo B:** Evaluación estadística del peso final de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo C:** Evaluación estadística de la edad de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo D:** Evaluación estadística de la condición corporal de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo E:** Evaluación estadística de la presencia de estrógenos en la sangre 24 horas después de la aplicación de prostaglandina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo G:** Evaluación estadística de la presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de prostaglandina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo H:** Evaluación estadística de la presencia de estrógenos en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo I:** Evaluación estadística de la presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo J:** Evaluación estadística del tamaño del folículo al tercer día de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”
- Anexo K:** Evaluación estadística del tamaño del folículo al quinto día de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal la evaluación de la eficiencia ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en presencia folicular en vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi, la población de estudio estuvo conformada por 18 vacas lecheras de diferentes edades que pertenecían al hato, se utilizó un Diseño Completamente al Azar, se utilizó un análisis de Varianza (ADEVA), y la comparación de medias por Tukey ( $P < 0,01$ ), como instrumentos de análisis se utilizando el software estadístico Infostat, Los resultados indican que la utilización de acetato de buserelina mejora la eficiencia ovulatoria y el porcentaje de fertilidad de las vacas lecheras, la dosis más adecuada de acetato de buserelina fue el 2% puesto que se provocó un mayor porcentaje de vacas que ovularon, pero en diferentes tiempos no exactamente, por lo que la Inseminación Artificial se realizó paulatinamente, de acuerdo a las características de folículo. No todos los protocolos en especial los de a Tiempo Fijo funcionaron como tal, ya que cada vaca es un mundo diferente y las hormonas actúan dependiendo al estado nutricional, y la época del año. Al utilizar la técnica de ultrasonido se determinó el porcentaje de preñez y la reabsorción folicular en los ovarios derecho e izquierdo, al mes de aplicar los diferentes niveles de buserelina; así como, la eficiencia reproductiva del hato que fue mejor al aplicar 2% (T2), debido a que el porcentaje de preñez fue de 100 % , el uso del parche se utilizó como un indicativo de que hay manifestación de celo cuando otras vacas montan y frotan el parche cambiándolo de color, sin embargo se aprecia una mayor presencia de color anaranjado en el tratamiento T2 (2 %).

**Palabras Clave:** <EFICIENCIA OVULATORIA> <ACETATO DE BUSERELINA> <EFICIENCIA OVULATORIA> <HORMONA> <ULTRASONIDO> <OVARIOS> <PORCENTAJE DE PREÑEZ>

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por LUIS  
ALBERTO CAMINOS VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN: c=EC, l=RIOBAMBA,  
serialNumber=D602766974,  
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.04.21 18:01:56  
-05'00'



0050-DBRAI-UPT-IPEC-2021

## **SUMMARY**

The main objective of the research was the evaluation of the ovulatory efficiency of buserelin acetate at different levels in follicular presence in dairy cows from the Tunshi Experimental Station, the study population consisted of 18 dairy cows of different ages that belonged to the herd. A completely random design, the analysis of Variance (ADEVA) and the comparison of means by Tukey ( $P < 0.01$ ) were used as analysis instruments using the statistical software Infostat. The results indicate that the use of buserelin acetate improves ovulatory efficiency and the fertility percentage of dairy cows, the most adequate dose of buserelin acetate was 2% since a higher percentage of cows that ovulated was caused, but not exactly at different times, therefore that artificial insemination was carried out gradually. According to the characteristics of the follicle. Not all protocols, especially those of fixed time worked as such, since each cow is a different world and hormones act depending on the nutritional status, and the time of year. Using the ultrasound technique, the percentage of pregnancy and follicular reabsorption in the right and left ovaries were determined, one month after applying the different levels of buserelin; as well as, the reproductive efficiency of the herd that was better when applying 2% (T2), because the pregnancy percentage was 100%, the use of the patch was used as an indication that there is manifestation of heat when other cows mount and they rub the patch changing its color. However, a greater presence of orange color is observed in the T2 treatment (2%).

**Keywords:** <OVULATORY EFFICIENCY> <BUSERELIN ACETATE> <OVULATORY EFFICIENCY> <HORMONE> <ULTRASOUND> <OVARIES> <PREGNANCY PERCENTAGE>

# CAPÍTULO I

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas para el área de reproducción animal, y sobre todo en lo que a ganadería lechera refiere, ha sido el desarrollo de técnicas que permitan un manejo adecuado de los ciclos estrales de las vacas lecheras, manipulándolos a conveniencia para hacer un uso correcto de la inseminación artificial (IA) y cumplir el objetivo final que es la preñez y el parto.

En la vaca durante el período postpartum, la actividad reproductiva se ve alterada tanto por factores externos e internos, los cuales por diversos mecanismos y con diferente intensidad alteran el equilibrio neuro-endocrino; prolongando el anestro durante este período y disminuyendo la eficiencia reproductiva que enfrenta la empresa lechera.

Otro problema que afecta el desarrollo normal de una lechería es el control adecuado de la eficiencia reproductiva dependiente del comportamiento reproductivo de las hembras. Se ha reconocido que la principal deficiencia reproductiva de la vaca es ocasionada por un anestro prolongado postpartum. Por lo tanto una de las herramientas para solventar la situación del anestro en el postpartum de la vaca lechera, es la suplementación con hormonas GnRH, así como una nutrición balanceada y la adecuación física del medio ambiente para contrarrestar el efecto que ejerce el estrés calórico sobre la actividad reproductiva; lo cual resulta un reto para la vaca lechera y quienes desarrollan el manejo ya que todo esto ocurre durante el período lactacional de mayores alteraciones metabólicas y de producción; es decir en los primeros 120 días después del parto.

El proceso de sincronización del ciclo estral en las hembras (vacas), para que entren en celo en un momento determinado permite la Inseminación Artificial (IA) a gran escala, así como también la economía en la mano de obra que es necesaria para monitorear las hembras en celo. La adopción del uso de hormonas para garantizar la ovulación y seguidamente la inseminación artificial se ha desarrollado debido a cambios en la estructura del mercado donde se proporcionan incentivos para el mejoramiento genético, además de las tasas de preñez obtenidas las cuales son similares a las logradas con los programas de Inseminación Artificial (IA), que dependen de la detección de celo.

## 1.1 **Planteamiento del problema**

### *1.1.1 Situación del problema*

La inseminación artificial es una biotécnica que permite lograr un gran avance en el ámbito de la actividad ganadera, pero es necesario considerar que las principales limitaciones para el empleo de la inseminación artificial en el ganado lechero son fallas en la detección de celos y garantizar la ovulación. Los aspectos relevantes en la presente investigación se basan principalmente en solucionar la detección del celo y la ovulación que influyen sobre los protocolos de Inseminación Artificial, por lo tanto, una alternativa muy viable en la sincronización con productos tales como prostaglandinas y Acetato de Buserelina, entre otros.

El Acetato de buserelina es un producto análogo de la hormona liberadora de gonadotropinas natural (gonadorelina; GnRH, LHRH). El efecto farmacológico inicial de la buserelina consiste en la estimulación de la liberación de gonadotropinas y de la secreción de testosterona. La modificación de los ciclos astrales para que todas las hembras presenten celo en un período breve de tiempo es el objetivo que ha estimulado el desarrollo de numerosas líneas de trabajo de investigación por muchos años.

Las hormonas utilizadas para controlar el ciclo estral en las vacas, imitan las hormonas reproductivas que se encuentran cuando el semoviente está en fase normal. La mayoría de los sistemas de sincronización de celo emplea un método para controlar el desarrollo de la onda folicular, promoviendo la ovulación en vaquillas que se encuentran en la fase denominada anestro, haciendo que regrese el cuerpo lúteo en vacas cíclicas y sincronizando el celo y la ovulación al final del tratamiento, es necesario acotar que las hormonas son sustancias producidas naturalmente en el cuerpo de la vacas principal función es actuar como mensajeros químicos además de controlar la actividad de las células y órganos.

Los beneficios del uso del acetato de buserelina en la dosis adecuada serviría para inducir la ovulación y mejorar la tasa de concepción. Las técnicas de sincronización hormonal de celo mejoran la productividad del ganado bovino. De esta forma es posible planificar el celo y las condiciones óptimas de cada hembra bovina para la inseminación y concepción. Se han desarrollado una serie de protocolos hormonales destinados a inducir o sincronizar el celo y la ovulación, favoreciendo la inseminación artificial.

Al utilizar un porcentaje adecuado de acetato de buserelina se pretende demostrar el uso oportuno y adecuado de uno de estos protocolos provoca el incrementando en el porcentaje de preñez que es lo que interesa conseguir para así obtener más crías por año y beneficiar la productividad del

ganadero, debido a que muchas veces la amplitud en los días abiertos desmejora la eficiencia reproductiva de las vacas de la Estación Experimental Tunshi.

### ***1.1.2 Formulación del problema***

En los países en desarrollo el uso de la sincronización del celo, generalmente se limita a las explotaciones ganaderas de manejo intensivo que se encuentran bajo la supervisión de departamentos de gobierno encargados del desarrollo de la ganadería, o para las explotaciones más pequeñas de granjeros asociados a cooperativas en las que la Inseminación Artificial se utiliza de manera rutinaria (FAO, 2010 pág. 1).

No obstante, su utilización ha aumentado por diferentes ganaderías y técnicos que cuentan con experiencia en su aplicación. La Inseminación Artificial es una de las biotecnologías reproductivas más antiguas e importantes para el mejoramiento genético de los hatos bovinos, cuya implementación en la Sierra Ecuatoriana está altamente difundida, puesto que las explotaciones ganaderas inclusive tienen a su disposición la venta de semen de buena calidad genética, que asegurará que la descendencia presente buenas características, (Becaluba, 2006 pág. 46)

La actual situación de la ganadería a nivel mundial exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico más eficiente y en el menor tiempo posible. En este contexto, la optimización de la eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar las ganancias. La incorporación de técnicas diseñadas para controlar la dinámica folicular y la ovulación en los últimos años ha reducido los problemas asociados con la detección de celos y permitido sistematizar en gran medida los trabajos reproductivos en los tambos (Allico, 2012 pág. 56).

Es posible optar por distintos tratamientos de sincronización de celos que van desde los más simples, que utilizan inyecciones periódicas de prostaglandina  $F2\alpha$ , a los más complejos, que utilizan además GnRH o dispositivos con progesterona. La adición de gonadotrofina coriónica equina (eCG) a los tratamientos con dispositivos con progesterona y estradiol ha brindado la posibilidad de aplicar la inseminación artificial a tiempo fijo con altas tasas de preñez en vacas para leche cíclicas y no cíclicas. Una de las alternativas más útiles que en el tiempo actuales se ha empoderado para incrementar la cantidad de vacas inseminadas en un período corto es la utilización de protocolos que sincronizan la ovulación y permiten la inseminación sistemática sin la necesidad de detectar celo, generalmente denominados protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Además, el desarrollo de protocolos para las vacas en anestro posparto permitirá la inseminación de una población de animales significativamente mayor.

### **1.1.3 Justificación de la investigación**

#### **1.1.3.1 Justificación teórica**

La investigación sobre la eficiencia ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en presencia folicular en vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi se encuentra dentro del campo de las biotecnologías reproductivas, que se han desarrollado para la sincronización de la onda folicular y la inducción de una ovulación fértil una gran cantidad de protocolos de uso de hormonas y sus análogos agonistas.

La mayoría de estos protocolos se refieren a la utilización de agentes luteolíticos para provocar una regresión anticipada del cuerpo lúteo, acortando así el ciclo estral, para luego provocar la maduración de un folículo y la liberación de un óvulo fértil usando agonistas de la hormona liberadora de Gonadotropinas (GnRH). Uno de los protocolos más conocidos es el programa Ovsynch, el cual combina tratamientos con GnRH, o sus agonistas, con agentes luteolíticos para sincronizar el momento de ovulación de los bovinos, permitiendo así la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF); programa que ha demostrado incrementar la tasa de servicio y mejorar la eficiencia reproductiva en hatos lecheros (Palma, 2001 pág. 49).

Se tienen noticias de que la Inseminación Artificial en vacas fue utilizada por los árabes en el siglo XIV, pero los primeros datos de utilización de la técnica aparecen en 1779. El fisiólogo italiano Lázaro Spallanzani, inyectó en la vagina de una perra en celo esperma recogido directamente del macho y esta parió tres cachorros, (Becaluba, 2006 pág. 103).

Datos de la aplicación de la inseminación artificial en grandes animales aparecen en 1890 cuando Repiquet en Francia y Hoffman en Alemania, la aplican con éxito en la yegua. Los datos de aplicación en la ganadería comienzan con la escuela rusa, donde se practica la inseminación artificial (Jácome, 2018 pág. 58).

Al respecto de este tema Elie Ivanov comienza aplicándola en la yegua y obtiene en 1912, 31 concepciones de 39 yeguas inseminadas y continúa aplicándola en ganado vacuno y ovino. Con sus colaboradores, Ivanov pone a punto la vagina artificial y publica estudios de fisiología del esperma. Pero el gran impulso de la IA se inicia después de la segunda guerra mundial, cuando el método es adoptado y aplicado en todo el mundo y se comienzan con la práctica de congelación del semen, (Jácome, 2018 pág. 46).

La gran mejora genética lograda por Inseminación Artificial, en ganado lechero se debe al uso de toros de calidad probada. Los toros jóvenes son seleccionados cuidadosamente durante la prueba de progenie y a los sobresalientes se les colecta semen para inseminar los rodeos. Es importante realizar una preparación, colecta y procesamiento adecuado del semen para preservar la máxima cantidad de espermatozoides viables de cada toro, para asegurar la reproducción en las vacas lecheras, (Huanca, 2001 pág. 68).

El uso de acetato de buserelina, es una tecnología nueva en nuestra provincia, sobre todo porque existe un gran desconocimiento de sus bondades sobre todo para controlar las funciones ováricas de la vaca incrementando la precisión de la sincronía del estro y ofrece el potencial de disminuir la incidencia de un ciclo estral corto.

### 1.1.3.2 *Justificación metodológica*

El presente estudio tiene como finalidad aportar información sobre distintos enfoques de los diferentes protocolos de sincronización, por lo tanto, la justificación partirá con una breve reseña histórica sobre el tema. Desde su inicio, la sincronización del estro ha evolucionado como una herramienta de ahorro de trabajo y mano de obra para los productores, con el principal objetivo de obtener una mejora genética a través del uso de la Inseminación Artificial (IA), la cual se ha vuelto esencial para el manejo reproductivo de los hatos ganaderos.

Existen protocolos para la sincronización del estro que puede inducir la presencia de calores en un 75 – 90 % de los animales en un período de 5 días. Sin uso de la sincronización del estro, solo se puede alcanzar un 30 % de detección de celos en los animales. Con la sincronización se alcanza un rango de concepción del 65 %, la diferencia radica en el rango de preñez, en donde con sincronización se alcanza un porcentaje de preñez del 49 % y solo un 21 %, sin el uso de esta técnica. (Bo, 1998 pág. 34)

Son muchos los factores que se deben tomar en cuenta para poder elegir un protocolo de sincronización; tiempo, trabajo, facilidad y costos, así como el entendimiento de la función del mismo, se vuelve una garantía para su correcta realización. Actualmente existen 2 grupos hormonales utilizados para la sincronización del celo en bovinos, los progestágenos y las prostaglandinas y sus análogos que se pueden implementar de diferentes maneras. (Zarate, 2009).

Existe evidencia de que Evans en 1937, descubrió que la aplicación de dosis de progesterona a la coneja inhibía la ovulación de ésta. Posteriormente Christian y Casida en 1948, informaron sobre la primera propuesta sobre la manipulación del ciclo estral de la vaca, ellos utilizaron la

progesterona con el fin de bloquear la función reproductiva, los resultados mostraron que la mayoría de los animales presentaron síntomas de celo (Blanco, 2008). Más tarde; en 1968 Witbank y Kasson verificaron que la adición de un estrógeno con efecto luteolítico (valerato de estradiol), al inicio del tratamiento, aumentaba la incidencia de celos en los animales tratados y permitía la reducción del período de bloqueo con progesterona.

La mayoría de la información existente en la actualidad está basada en estudios realizados antes del 2005, sin embargo, estudios posteriores han demostrado importantes mejoras, costos, metodología, diferentes dosis hormonales y manejo de las diferentes hormonas. Se tiene expectativas que los resultados reportados en el presente estudio sean de gran utilidad y valor para las diferentes personas que lo consulten puedan implementar en el campo práctico las técnicas para mejorar sus sistemas de producción.

Para conseguir este fin se revisaron artículos publicados de arbitraje nacional e internacional relacionados con el tema de sincronización del estro en bovinos publicados actualmente, así mismo se realizaron búsquedas relacionadas con el tema en medios electrónicos disponibles y/o centros de investigación.

#### 1.1.3.3 *Justificación práctica*

En las ganaderías de leche, la fertilidad de las vacas en lactancia es particularmente baja debido a la escasa eficiencia en la detección de celos y a la baja fertilidad de los mismos. A los efectos de mejorar la eficiencia de detección de celos, muchos productores lecheros utilizan programas de Inseminación artificial a tiempo fijo, es una tecnología que, mediante la aplicación secuencial de determinadas hormonas, sincroniza la ovulación permitiendo la inseminación sistemática de vientres en un corto período de tiempo sin necesidad de detectar celo, (De Nava, 2018),

Actualmente en nuestro país los protocolos para sincronizar el estro en vacas se basan principalmente en el uso de progestágenos, siendo el dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR), que es un dispositivo intravaginal en forma de T destinado al control del ciclo estral en vacas y novillas cíclicas y no cíclicas, esto incluye: sincronización del estro en grupos de animales y sincronización de animales donantes y receptores para el transplante de embriones uno de los más utilizados, por su conocimiento y factibilidad de aplicación que no requieren de implementos muy sofisticados ni técnicas que no están al alcance de los conocimientos de las personas encargadas del manejo de los bovinos.

Sin embargo, existe un producto innovador denominado Buserelina que al ser combinado con progesterona incrementa el porcentaje de preñez, con el fin de apoyar a gerentes, técnicos y personal de apoyo de los establos ganaderos en obtener el desempeño productivo óptimo de sus hatos, maximizando el potencial genético para la producción y la reproducción del mismo (Carvalho, 2008 pág. 34).

Las características fisiológicas y de comportamiento de las vaconas *Holstein* ha causado: corta duración del celo y alta incidencia de celo nocturno, lo que dificulta las labores de detección de celo que incrementan el intervalo parto concepción y, en consecuencia, afecta negativamente el desempeño reproductivo del hato, (SOCIEDAD CORPORATIVA SERAGRO, 2009 pág. 36).

Una alternativa para superar las particularidades del ciclo estral, es el desarrollo de protocolos de sincronización, que permitan a los productores inseminar las vaquillas, eliminando de esta forma tiempo y labor requeridas para detectar el celo, teniendo en cuenta, que un protocolo exitoso para ganado requiere un control preciso del desarrollo folicular y regresión del cuerpo lúteo, (Becaluba, 2006 pág. 45).

La sincronización de celos consiste en cortar y prolongar el ciclo estral con la utilización de hormonas que induzcan la luteolisis o prolonguen la vida del cuerpo lúteo, de manera que un grupo de vacas entre en estro y ovule durante un período de tiempo. El objetivo de un buen programa de sincronización es un control preciso del celo y la inseminación artificial a tiempo fijo, (Palomares, 2009 pág. 67).

A pesar de que con el uso de estos agentes sincronizadores se pueden agrupar estratégicamente los estros, los resultados obtenidos al implementar programas de inseminación artificial (IA), en términos de fertilidad después de la sincronización del estro, han sido bajos. Un tratamiento de sincronización de celos adecuado debe contemplar la funcionalidad del cuerpo lúteo y el desarrollo folicular, permitiendo regular el momento de la ovulación para un folículo de buena calidad, (Lucas, 2012 pág. 37).

## 1.2 **Objetivos de la investigación**

### 1.2.1 *Objetivo General*

- Medir la eficiencia ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en presencia folicular en vacas lecheras pertenecientes a la estación experimental Tunshi.

### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Aplicar y establecer la dosis adecuada de Acetato de buserelina (1,75; 2 y 2,25 ml), que permita la ovulación en vacas lecheras pertenecientes a la estación experimental Tunshi, para incrementar el porcentaje de preñez.
- Evaluar la madurez, el crecimiento folicular y el número de folículos en cada ovario presentes en vacas lecheras, después de la aplicación del protocolo a diferentes niveles de acetato de buserelina en la estación experimental Tunshi.
- Determinar el porcentaje de preñez y reabsorciones foliculares a través de la técnica de ultrasonido, al mes de aplicado los tratamientos con acetato de buserelina.

## 1.3 **Hipótesis**

### 1.3.1 *Hipótesis general*

- ¿Con la aplicación del acetato de buserelina en diferentes niveles si se elevará la eficiencia ovulatoria en vacas lecheras pertenecientes a la estación experimental Tunshi?

### 1.3.2 *Hipótesis específica*

- ¿Al aplicar diferentes dosis de acetato de buserelina (1,75; 2 y 2,25 ml), más una dosis fija de Prostaglandina (2ml), si permite la ovulación y el desarrollo folicular en vacas lecheras?
- ¿Al evaluar la utilización de acetato de buserelina en diferentes niveles si acelera la madurez, el crecimiento folicular y si aumenta el número de folículos presentes en vacas lecheras, con inseminación artificial a tiempo fijo?

¿La técnica de ultrasonido si determina el porcentaje de preñez y la reabsorción folicularen los ovarios derecho e izquierdo, al mes de aplicar los diferentes niveles de acetato de buserelina; ¿así como, la eficiencia reproductiva del ható?

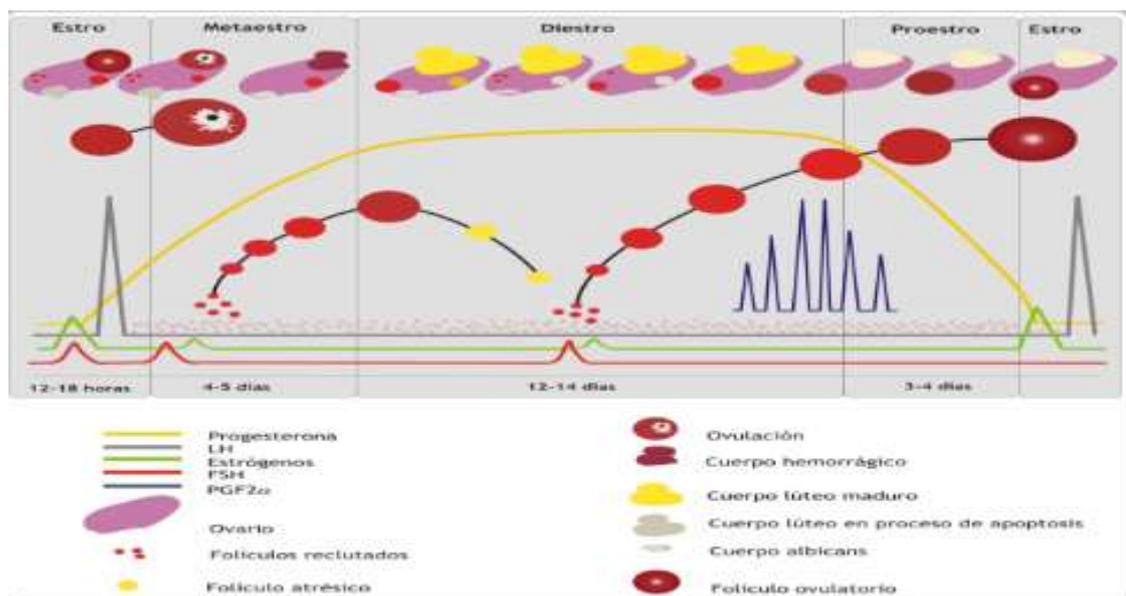
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Revisión del ciclo estral

En las vacas el ciclo estral es el lapso comprendido entre dos periodos de estro o calor consecutivo y es el conjunto de acontecimientos fisiológicos que se producen en el ovario de la vaca, como consecuencia de las variaciones en los niveles hormonales y que regula la receptividad de la hembra. El ciclo estral tiene una duración normal entre los 18 a 24 días los cuales sólo son interrumpidos por la gestación o debido a alguna patología, (Gonzales, 2018 pág. 46).

Las posibilidades de contar con nuevas técnicas como el análisis hormonal y la ecografía transrectal de tiempo real han contribuido a mejorar el conocimiento sobre los eventos relacionados con la dinámica folicular ovárica en los bovinos, así como la posibilidad de manipular la función folicular ovárica mediante la aplicación de hormonas exógenas. La respuesta ovárica a la aplicación de hormonas depende del estado fisiológico de los ovarios en el momento del tratamiento, cuando los ciclos estrales son inferiores a este tiempo se consideran anormales mientras que más largos se deben muy probablemente a una falla en la detección de calores como un fallo en la detección de celos, en la figura 1-2, se indica una ilustración del ciclo estral de los bovinos (Palomares, 2009 pág. 47).



**Figura 1-2.** El Ciclo estral en bovinos.

Fuente: (Gonzales, 2018 pág. 78).

Mediante el uso de la ultrasonografía ha sido posible confirmar que los folículos bovinos se desarrollan en ondas y que en cada ciclo estral se producen 2 o 3 ondas folículoares. Estas ondas folículoares consisten en que un grupo de folículos antrales inician un crecimiento hasta los 4 mm y a partir de allí se produce una selección de un folículo dominante, que continua con su crecimiento, mientras que los demás folículos se convierten en subordinados e inician un proceso de atresia (Adams, 2002 pág. 57).

La emergencia de la primera onda folículoar, sea en ciclos de 2 o 3 ondas, ocurre inmediatamente después de la ovulación, mientras que la segunda onda ocurre entre los días 9 o 10 en ciclos de 2 ondas y en los días 8 o 9 en los ciclos de 3 ondas, con una tercera onda emergiendo en los días 15 y 16, del ciclo (Blanco, 2008 pág. 78).

## 2.2 Conceptos sobre dinámica folículoar

Se conoce como dinámica folículoar al proceso de crecimiento y regresión de folículos antrales que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folículoar ocurren durante un ciclo estral bovino, y el folículo preovulatorio deriva de la última. Para describir la dinámica folículoar bovina es necesario definir conceptos de reclutamiento, selección y dominancia (Allico, 2012 pág. 67).

- 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.

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 folículoar (Allico, 2012 pág. 57).

### **2.2.1 Endocrinología del desarrollo folicular**

La eficiencia reproductiva en las hembras bovinas determina el desempeño de los hatos bovinos, eficiencia que está determinada a partir del desarrollo de los folículos contenidos en los ovarios, Estos folículos, que son la unidad fundamental, determinan desde el momento del nacimiento el potencial reproductivo que puede exhibir una hembra a lo largo de su vida. Las hormonas hipofisarias folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), son las responsables de la emergencia de las ondas foliculares y la selección de un folículo dominante. Elevaciones de la concentración plasmática de FSH son responsables de la emergencia de una onda folicular, la que posteriormente es suprimida por productos de los folículos en crecimiento, (Ginther, 2009 pág. 56).

El folículo que primero adquiere receptores para LH llega a adquirir la condición de folículo dominante, mientras que los restantes se convierten en “folículos subordinados” y van a sufrir atresia. La secreción de progesterona por el cuerpo lúteo suprime la acción de la LH y como consecuencia, hace que el folículo dominante cese en sus funciones metabólicas y que regrese; sin embargo, cuando ocurre la regresión del cuerpo lúteo, permite un incremento de la frecuencia de pulsos de LH y unido a altas concentraciones de estradiol facilita la ovulación, (Becaluba, 2006 pág. 68).

### **2.3 Sincronización del celo**

La sincronización del celo es una técnica que emplea el uso de hormonas con el propósito de programar en las hembras el celo y la posterior inseminación involucra el control o manipulación del ciclo estral con el propósito de que las hembras elegidas en un rebaño expresen celo (celo) aproximadamente al mismo tiempo. Uno de los tratamientos más comunes de sincronización de celos es mediante el uso de la prostaglandina (PGF). Una de las desventajas es la falta de efectividad en la inducción de la luteolisis en los primeros 5 o 6 días y la variabilidad en la distribución de presentación de celo en un periodo hasta de 5 días, debida al estado folicular al momento del tratamiento, (Drost, 2002 pág. 46).

Existen otros métodos para sincronizar la presentación de celos y ellos están referidos a sincronizar el desarrollo de las ondas foliculares. La ablación del folículo dominante es un método confiable para sincronizar el crecimiento folicular y la ovulación, pero esta técnica no es práctica a nivel de campo. La disponibilidad comercial de la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH) en los años 70, permitió su utilización como tratamiento para los quistes foliculares, (Arthur, 2006 pág. 78).

Así mismo, esta hormona también es utilizada al momento del servicio como una alternativa para asegurar la ovulación. Un esquema de sincronización de la ovulación utilizando GnRH para la Inseminación artificial a tiempo fijo llamado “Ovsynch” fue desarrollado por Pursley, La administración de una GnRH a una vaca con un folículo dominante en crecimiento induce la ovulación de éste con la emergencia de una nueva onda folicular aproximadamente 2 días más tarde. (Macmillan, 2001 pág. 69)

El tratamiento con PGF 6 o 7 días después de la GnRH resulta en la ovulación del nuevo folículo dominante, especialmente cuando una segunda inyección de GnRH fue aplicada a las 48 horas después de la PGF, realizando una Inseminación Artificial a tiempo fijo entre las 16 - 18 horas después de la última aplicación de GnRH, (Brogden, 2017 pág. 54).

El protocolo “Ovsynch” ha sido más eficaz en vacas lecheras en lactancia que en vaquillas, siendo aún desconocida la causa de estas diferencias, pero la ovulación en respuesta a la primera aplicación de GnRH, ocurrió en el 85% de las vacas y en solo el 54% de las vaquillas. Sin embargo, este protocolo de sincronización ha sido ampliamente usado en diversos establecimientos ganaderos de EEUU, (Carvalho, 2008 pág. 68).

Existen otros protocolos desarrollados recientemente para la sincronización de celo y ovulación para la inseminación a tiempo fijo. Un experimento con la aplicación de CIDR-B por 7 días y MGA oral por 6 días como grupos de sincronización y 3 tratamientos con aplicación de: a) Benzoato de Estradiol (2mg) + Progesterona (50 mg) y Benzoato de Estradiol (1 mg) 24 horas después de la remoción del progestágeno; b) 100 ug GnRH al inicio y 100 ug GnRH al momento de IA y c) 12.5 mg LH al inicio y 12.5 mg LH al momento de la IA, determinó diferencias en la presentación de celo pero no en los porcentajes de preñez, (Mapletoft, 2001 pág. 56)

## 2.4 Prostaglandina

La prostaglandina es un conjunto de sustancias de carácter lipídico derivadas de los ácidos grasos de 20 carbonos, que contienen un anillo ciclopentano y constituyen una familia de mediadores celulares, con efectos diversos, a menudo contrapuestos. A pesar de que la prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF) es el tratamiento más utilizado para la sincronización de celo en bovinos, tiene algunas limitaciones importantes. Los animales deben estar ciclando y en un estadio apropiado de su ciclo estral. La PGF no es efectiva para la inducción de la luteólisis hasta unos 5 ó 6 días después del celo y si el tratamiento se administra cuando el ciclo estral está avanzado, puede que la luteólisis ya haya comenzado por la acción de la PGF endógena, (De Nava, 2018 pág. 67).

Cuando se induce la luteólisis con un tratamiento de PGF, el comienzo del estro se distribuye en un periodo de 6 días. Esta variación se debe al estado del desarrollo folicular al momento del tratamiento. En función de los conocimientos de la respuesta luteal a la PGF, se diseñaron diferentes protocolos para agrupar o sincronizar los celos, (Una mirada al uso de la inseminación Artificial en bovinos, 2012 pág. 57).

Uno de los primeros protocolos utilizados fue el tratamiento de 2 dosis de PGF, con un intervalo de 10 u 11 días entre dosis. Teóricamente, todos los bovinos deberían tener un CL que responda a la PGF en el segundo tratamiento y la manifestación de celos se agruparía en un periodo de 3 a 5 días, (Huanca, 2001 pág. 57).

Sin embargo, se informó una tasa de concepción más elevada con un intervalo de 14 días, porque es más probable encontrar un folículo dominante en ese momento. Además, existe evidencia de que los bovinos inyectados con PGF en diestro avanzado tienen una respuesta de celo mayor y tasas de concepción más elevadas que los animales inyectados durante el diestro temprano o medio, (Lucas, 2012 pág. 57).

Aunque este tipo de protocolos es decir la aplicación de 2 dosis de PGF reduciría el tiempo dedicado a la detección de celos, también podrían reducir la tasa de concepción, especialmente en esos animales que presentan celo después del primer tratamiento con PGF. Por lo tanto, se recomienda inseminar a todos aquellos animales que presenten celo después del primer tratamiento con PGF y tratar con la segunda dosis de PGF, solamente a los animales que no presentaron celo, (Jácome, 2018 pág. 45).

Otro método consiste en detectar celo e inseminar a los animales durante aproximadamente 5 días, tratar con PGF a aquellos animales no detectados en celo y continuar con la detección de celos e inseminación artificial (IA), por 5 - 6 días más. Aunque este método incrementaría el tiempo utilizado en la detección de celos, tendría varias ventajas, (Mapletoft, 2018).

La primera es que permite monitorear la actividad sexual del rodeo antes de la administración de prostaglandina PGF, además permite un uso más efectivo de la PGF porque se evita tratar animales que estarían en el comienzo o final del ciclo estral. El tercer método utilizado por los veterinarios es el que combina palpación rectal de las estructuras ováricas y el tratamiento con prostaglandinas PGF a aquellos animales que presentan un cuerpo lúteo funcional (Adams, 2002 pág. 37).

Aunque este método, como el anterior, permitiría un uso más efectivo de la prostaglandina (PGF), los resultados han sido variables, particularmente debido a la gran variación entre veterinarios en determinar la presencia de un cuerpo lúteo funcional. Por último, la fertilidad del celo inducido al administrar un análogo sintético de la prostaglandina en vaquillonas lecheras con cuerpo lúteo palpable ha sido similar al logrado con un celo natural (y esto ha sido recientemente confirmado en vacas lecheras, (Dennir, 2011 pág. 54)

## **2.5 Acetato de Buserelina**

La buserelina es un producto análogo de la hormona liberadora de gonadotropinas natural (gonadorelina; GnRH, LHRH). El efecto farmacológico inicial de la buserelina consiste en la estimulación de la liberación de gonadotropinas y de la secreción de testosterona. Está indicado en casos de reducida fertilidad por disminución ovárica, para inducir la ovulación y para mejorar la tasa de concepción, (Suarez, 2015 pág. 47).

En vacas es utilizada para problemas de quistes foliculares, anestro, aciclia, ovulación retardada o atresia folicular, incremento del índice de concepción en la inseminación artificial y también después de la sincronización del celo. Incremento de la tasa de concepción. Prevención de problemas en la fertilidad por inducción prematura del ciclo post parto, es una solución inyectable de hormona GnRH sintética que estimula la liberación de gonadotropinas se utiliza para el control de problemas de fertilidad en bovinos, equinos, conejos y porcinos, para el tratamiento de infertilidad ligado a folículos quísticos (Thompson, 2010 pág. 67).

### **2.5.1 Modo de administración de la Buserelina**

El acetato de buserelina mejora de la fertilidad en hembras con antecedentes de ovulación retardada y con atresia folicular, además provoca el Incremento del índice de fecundidad en la inseminación artificial o en la monta natural, así como provoca la Inducción y sincronización del estro y ovulación en combinación con prostaglandinas F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) o análogos, con o sin progestágenos, como parte de un protocolo de inseminación artificial programada, (González, 2016 pág. 34).

Es recomendable Utilizar procedimientos asépticos para inyectar el medicamento. Puede producirse infección si bacterias anaerobias penetran el tejido en el lugar de inyección, en particular tras la administración intramuscular, (Becaluba, 2006 pág. 67):

### 2.5.1.1 *Vía parenteral.*

La aplicación por vía parenteral de aplicación de la buserelina comprende los siguientes ítems (Becaluba, 2006 pág. 65):

- Inyección SC: se inyectará de preferencia en la pared lateral del abdomen. Para cada inyección se elegirá un punto diferente.
- Implante subcutáneo: se inyectará subcutáneamente un implante, que consiste en un cilindro, en la pared abdominal. Antes de la inyección se puede aplicar un anestésico local.

### 2.5.1.2 *Vía nasal*

La vía nasal comprende los siguientes aspectos a ser tomados en cuenta, (Becaluba, 2006 pág. 65):

- Solución para pulverización nasal: administrar a partir del octavo día de tratamiento con solución inyectable.
- La absorción del principio activo a través de la mucosa nasal también se produce si el paciente se encuentra resfriado, siempre y cuando se administre correctamente. En estos casos se recomienda que se suene la nariz antes de la administración.

Las contraindicaciones de la buserelina se describen a continuación, (Brogden, 2017 pág. 54):

- Hipersensibilidad a buserelina o a análogos de la LHRH,
- Orquiectomía bilateral,
- Enfermedades tumorales con insensibilidad hormonal demostrada,
- Preñez y
- Lactancia.

### 2.5.2 *Advertencias y precauciones de la Buserelina*

Al utilizar la buserelina se debe controlar los niveles de testosterona, fosfatasa ácida, antígeno-prostático-específico y densidad mineral ósea. Riesgo de desarrollar síndrome de hiperestimulación ovárica y aumento de pérdida de masa y matriz óseas. Riesgo de anemia, enfermedades cardiovasculares, muerte súbita), diabetes mellitus, en tabla 1- 1 y 2-1, se expone las indicaciones de uso, posología, edad o peso, condición fisiológica, vía de

administración y modo de empleo de la buserelina, en vaca, yeguas, conejas y cerdas (Becaluba, 2006 pág. 65):

**Tabla 1-2:** Indicaciones de uso, posología, edad o peso, condición fisiológica, vía de administración y modo de empleo de la buserelina en vacas y yeguas.

| <b>ESPECIE Y TRATAMIENTO</b>                                                                                                                                    | <b>Dosis</b>  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Vaca                                                                                                                                                            |               |
| - Para el tratamiento de infertilidad ligado a folículos quísticos.                                                                                             | 5 ml/animal   |
| - Para el mejoramiento del índice de preñez, seguido de la inyección en el momento de la inseminación artificial (IA) o durante la fase luteal seguido de la IA | 2,5 ml/animal |
| - Para la sincronización del estro y ovulación (permitiendo IA a tiempo fijo) en conjunto con la administración de prostaglandina F2 $\alpha$ o progestágeno    | 2,5 ml/animal |
| Yegua                                                                                                                                                           |               |
| - Para inducción de ovulación cuando un folículo maduro está presente, así sincronizando la ovulación más cerca del apareamiento de las yeguas.                 | 10 ml/animal  |
| - Para el mejoramiento del índice de concepción después de la administración durante la fase lútea seguido del apareamiento o Inseminación Artificial           | 10 ml/animal  |

**Fuente:** (Brogden, 2017 pág. 54)

**Tabla 2-2:** Indicaciones de uso, posología, edad o peso, condición fisiológica, vía de administración y modo de empleo de la buserelina en conejas y cerdas.

| ESPECIE Y TRATAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Dosis         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Coneja                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| Inducción de ovulación                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,2 ml/animal |
| Mejoramiento del índice de concepción.                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,2 ml/animal |
| Cerda                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |
| Para inducción de la ovulación (permitiendo IA a tiempo fijo) luego de la sincronización del estro. En chanchillas aplicar el producto 115-120 horas después de la última dosis del tratamiento de sincronización con un progestágeno. La IA debe realizarse 30-33 horas post administración del producto | 2,5 ml/animal |
| Para inducción de la ovulación (permitiendo IA a tiempo fijo) luego de la sincronización del estro.<br><br>En cerdas aplicar el producto 83-89 horas después del destete. La IA debe realizarse 30-33 horas post administración del producto.                                                             | 2,5 ml/animal |

Fuente: (Armendariz, 2018 pág. 54)

### 2.5.3 *Las Reacciones adversas a la aplicación de la Buserelina*

El mecanismo de acción del acetato de buserelina se correlaciona con el efecto endocrino fisiológico de la hormona estimulante de Gonadotropinas, en el lóbulo anterior de la hipófisis estimula la síntesis y liberación de FSH y LH. Tanto la FSH como la LH actúan en los receptores específicos ubicados en los órganos diana (ovarios) donde producen su función. La FSH estimula el crecimiento, desarrollo y función del folículo, la LH causa la ovulación y el desarrollo y función del cuerpo lúteo (Lamiratta, 2020 pág. 3)

El Acetato de Buserelina está indicado en casos de reducida fertilidad por disminución ovárica, para inducir la ovulación y para mejorar la tasa de concepción. Cuando se aplica en vacas sirven para controlar problemas de quistes foliculares, anestro, aciclia, ovulación retardada o atresia folicular. Los beneficios de este producto son el incremento en el índice de concepción en la inseminación artificial y también después de la sincronización del celo, así como el incremento de la tasa de concepción de las vacas, prevención de problemas en la fertilidad por inducción prematura del ciclo post parto.

- En Vacas: Quistes foliculares: 5 ml.
- Anestro o aciclia: 5 ml
- Ovulación retardada o atresia folicular: 2,5 ml
- Incremento del índice de concepción en la inseminación artificial o natural y/o después de la sincronización del celo: 2,5 ml
- Prevención de problemas en la fecundidad por inducción prematura del ciclo post parto: 5 ml

## 2.6 Uso de la Buserelina y el Cloprostenol para la Sincronización de Celo

Uno de los mayores retos para el área de reproducción en Medicina Veterinaria, y sobre todo en lo que a ganadería lechera refiere, siempre ha sido el desarrollo de técnicas que permitan un manejo adecuado de los ciclos estrales de los animales, manipulándolos a conveniencia para hacer un uso correcto de la inseminación artificial (IA) y cumplir el objetivo final: la preñez, (Aspiazu, 2018 pág. 50).

La Inseminación artificial es una técnica cuyo fin es sincronizar la onda folicular e inducir una ovulación fértil, sea cual fuese el protocolo usado; para luego introducir el semen de un macho seleccionado por ciertas características particulares para lograr la preñez y a mejora del hato. Esta técnica ha alcanzado una gran difusión y extensión debido a su simplicidad y a la gran mejora que implica su implementación, (Vizuet, 2012 pág. 69)

En relación a las biotecnologías reproductivas, se han desarrollado para la sincronización de la onda folicular y la inducción de una ovulación fértil una gran cantidad de protocolos de uso de hormonas y sus análogos agonistas. La mayoría de estos protocolos se refieren a la utilización de agentes luteolíticos para provocar una regresión anticipada del cuerpo lúteo, acortando así el ciclo estral para luego provocar la maduración de un folículo y la liberación de un óvulo fértil usando agonistas de la hormona liberadora de Gonadotropinas (GnRH), (Zarate, 2009 pág. 47).

Uno de los protocolos más conocidos es el programa Ovsynch, el cual combina tratamientos con GnRH, o sus agonistas, con agentes luteolíticos para sincronizar el momento de ovulación de los bovinos, permitiendo así la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF); programa que ha demostrado incrementar la tasa de servicio y mejorar la eficiencia reproductiva en hatos lecheros (Rivera, 2012 pág. 65)

Existe una gran variedad de análogos agonistas de la GnRH como la leuprolida, histrelina, goserelina, deslorelina, nafarelina y triptorelina (Van Loenen *et al*, 2002); sin embargo, uno de los agonistas más usados en el campo de la reproducción animal, y el cual ha tomado gran importancia es la buserelina, (Palomares, 2009 pág. 46)

La acción de la buserelina se basa en la estimulación de la glándula pituitaria para que esta libere las hormonas Luteinizante (LH) y Folículo-Estimulante (FSH) y puede usarse tanto como para inducir la ovulación como para el tratamiento de desórdenes ováricos como quistes, y mejorar los índices de concepción. Por otro lado, la prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) es un prostanoides con una marcada actividad sobre el control del ciclo estral. La PGF2 $\alpha$  natural o sus análogos sintéticos (tiaprost, cloprostenol y fenprostaleno) tienen la capacidad de regular la vida del cuerpo lúteo, (Rojas, 2012 pág. 64)

El cloprostenol provoca una rápida regresión del cuerpo lúteo al mismo tiempo que provoca estimulación de la musculatura uterina y relajación del cérvix. Se indica para el tratamiento de quistes luteales, piometra o endometritis crónica y expulsión de fetos momificados (Plumb, 2011). El uso de cloprostenol, al inducir la regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo, provoca el regreso al estro y a la ovulación normal en ganado (Cardono, 2018 pág. 64)

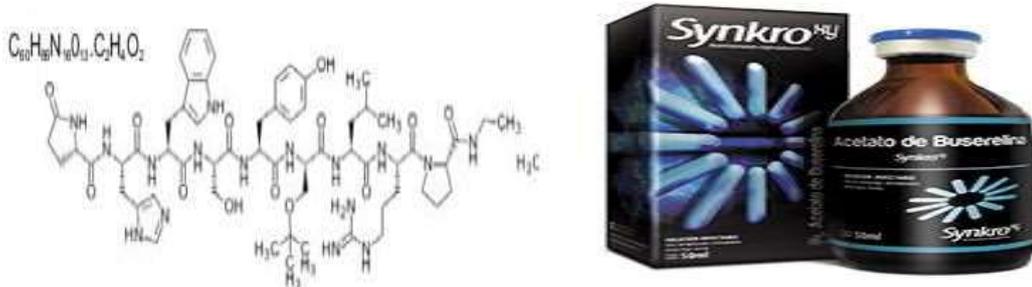
El uso de agonistas, tanto de la GnRH, como de la PGF2  $\alpha$ , se ha sentado como la base del protocolo Ovsynch. Así, tomando en cuenta las ventajas que nos ofrecen los análogos mencionados anteriormente (Buserelina y Cloprostenol), podríamos recomendar la aplicación de Buserelina al inicio de nuestra sincronización de celo, siendo esta para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo y una nueva onda folicular, llevando a los animales al inicio de un nuevo ciclo estral (Uso del protocolo Ovsynch en el control de anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito., 2005 pág. 54).

El cloprostenol deberá ser administrado 7 días luego de la primera inyección de Buserelina, para provocar la regresión del cuerpo lúteo y una última aplicación de Buserelina 48 horas después para inducir la ovulación del nuevo folículo. La IA se debe llevar a cabo entre 16 a 24 horas después de la primera inyección (Cardono, 2018 pág. 64)

Diversos estudios han demostrado la efectividad de esta combinación de fármacos usando el protocolo Ovsynch, utilizando vaquillonas de raza Holstein, tratadas con Buserelina y Cloprostenol en combinación e implementando la inseminación artificial a tiempo fijo, consiguieron tasas de preñez de 50 % (6/12), (Leon, 2013 pág. 43).

En otro estudio, a 164 vacas y novillas de raza Charolesa se les administró 10-12 µg de buserelina. Siete días después de la aplicación, el 20.7% de las vacas (34 animales) no presento cuerpo lúteo y fueron descartadas. Los 130 casos con presencia de cuerpo lúteo fueron aplicados con cloprostenol, 48 h posteriores se les aplico una segunda dosis de buserelina (8-10 µg). Posteriormente se procedió a realizar una inseminación artificial a tiempo fijo a las 16-20 horas después de la última aplicación. Teniendo una tasa de preñez de 51.5% (67/130), (Lemay, 2006 pág. 65)

Queda claro que con un correcto manejo hormonal podemos aumentar nuestra tasa de celo y preñez, pero se debe mencionar también que una correcta suplementación de minerales puede aumentar la tasa de éxito por sí sola como lo ha demostrado, en donde se observó que los animales suplementados con una solución comercial a base de Fosforilcolamina, Gluconato de Cobalto, Sulfato de Zinc Heptahidratado, Gluconato de Manganeso Dihidrato, Selenito de Sodio y Yoduro de Potasio (Fertimin Se®) presentaron un aumento de 19.2% en la tasa de presentación de celo, en la figura 2-2, se ilustra la presentación del acetato de buserelina . (Ruiz, 2007 pág. 78)



**Figura 2- 2.** Fórmula estructural y presentación de la buserelina.

**Fuente:** (Callejas, 2003 pág. 31)

## 2.7 Inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras

Uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero está orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico, (Huanca, 2001 pág. 58)

La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y un satisfactorio retorno económico. Sin embargo, existen factores que dificultan la posibilidad de alcanzar las metas fijadas, entre los que podemos considerar las deficiencias del nivel nutricional y las diferencias de manejo de los animales en cada uno de los establecimientos.

La Inseminación Artificial (IA) ha demostrado ampliamente su gran aporte para el mejoramiento genético en la ganadería lechera y nadie puede negar el gran impacto de esta técnica en la mejora de los índices de producción lechera en diferentes partes del mundo. Sin embargo, aún subsisten algunos factores que atentan contra una mejor eficiencia de la técnica y entre las que se pueden mencionar las dificultades y deficiencias en la detección de celos (Callejas, 2003 pág. 31).

El avance en el conocimiento de la fisiología reproductiva de los bovinos, especialmente en lo referente a las características del desarrollo folicular ha contribuido al desarrollo de protocolos de IA a tiempo fijo, por lo que el objetivo de esta presentación es señalar algunos conceptos relacionados con los protocolos de IA a tiempo fijo y sus posibilidades de aplicabilidad en nuestras condiciones (Leon, 2013 pág. 34).

## **2.8 Antecedentes de investigaciones anteriores**

### **EFICIENCIA DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL AL PRIMER SERVICIO POR LA TÉCNICA TRANSVAGINAL EN HEMBRAS BOVINAS DE LA HACIENDA EL PRADO.**

Autor: Andrés Miguel Suárez Guevara (Suarez, 2015 pág. 34)

El presente estudio fue evaluar la eficiencia al primer servicio de la técnica transvaginal de inseminación artificial, con el kit "torito clásico" en hembras bovinas lecheras, previo protocolo de sincronización denominado IATF (inseminación artificial a tiempo fijo); cuyas variables a medir fueron: el tiempo de ejecución de la técnica en minutos obteniendo un promedio en vacas de 5,22 min. y en vaconas 6,41 min. Niveles de progesterona (P4) sérica a los 21 días rangos de 0.3-51.1ng/ml. Y el porcentaje de gestación al primer servicio mediante palpación rectal a los 60 días el cual se obtuvo en vacas el 40% y en vaconas el 50%.

El ensayo de campo fue el siguiente: se utilizaron 10 vacas y 10 vaconas cruce Holstein con Montbeliarde; al día cero (8am) se colocó el implante de progesterona (DIB) a todas las hembras por vía intravaginal, más una dosis de benzoato de estradiol (BE) 2mg por vía intramuscular (IM); al día 7 (8am) se retiró el DIB a las vaconas y se les aplicó una dosis de prostaglandinas (PG) IM, al día 8 (8am) se retiró el DIB a las vacas y se les aplicó 2ml de prostaglandinas IM y a las vaconas se les aplicó 1mg de benzoato de estradiol IM, al día 9 (8am) se aplicó 1mg de BE a las vacas IM y por la tarde (2pm) se realizó el servicio de inseminación artificial a las Vaconas, al día 10 por la tarde (2pm) se realizó el servicio de inseminación artificial a las vacas de 52-56 horas de retirado el DIB.

## **“EVALUACIÓN DE LA TASA DE PREÑEZ UTILIZANDO LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) A 0 – 10 - 20 HORAS POST APLICAR EL PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN OVSYNCH”.**

(Yanzaguano Romero, 2013). (Yanzaguano, 2013)

El trabajo realizado en la hacienda ubicada en la Parroquia Tomebamba del Cantón Paute de la Provincia del Azuay; fue con la finalidad de estudiar el protocolo Ovsynch a diferentes horas de inseminación a tiempo fijo, utilizadas en la actualidad con la regulación del ciclo estral verificaremos si aumenta el porcentaje de preñez en ganado bovino productor de leche; en la investigación se utilizó 27 vacas, entre una edad de 2,5 a 6 años , con un índice de condición corporal de 2 ,5 y 3.5 en la escala de 1 a 5, con un promedio partos de 1 - 4, las cuales fueron distribuidas en tres grupos experimentales, cada uno con 9 hembras; lo primero que se realizo fue evaluar el tractor reproductor, para luego sincronizar después de dar un resultado positivo a la evaluación ; se verifica su condición corporal y se continua con el tratamiento. Tratamiento A (n=9). El día 0 se aplicaron 0.25 mg de GnRH (Fertagyl 2.5ml) por vía intramuscular. Día 7 se procedió a la aplicación intramuscular de 0.5 mg. de Cloprostenol (sincromic 2 ml) intramuscular.

Día 9 aplicamos nuevamente GnRH en la misma dosis antes mencionada, intramuscular y la inseminación se realizó al momento de la aplicación de la GnRH del día 9. En el T=B se insemino a las 10 horas de la aplicación de GnRH del día 9 y el T=C fue a las 20 horas de la última aplicación de GnRH del día 9. A los 45 días de la inseminación artificial procederemos a la evaluación de las vacas por medio de la palpación rectal para verificar preñez.

La variable analizada fue la preñez dando como resultado para el TA 22.22%, TB 66.67%, TC 33.33% de gestación. Los resultados se analizaron mediante el ADEVA. Los cálculos se realizaron en Excel versión 2010

## **EVALUACIÓN DE CUATRO PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO CON INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO (IATF) EN GANADERÍAS LECHERAS DEL SECTOR SUR OCCIDENTAL DE LA HOYA DE LOJA”,**

Autor: César Augusto Rojas Román (Rojas, 2012)

La Presente investigación sobre la evaluación de cuatro protocolos de sincronización de celo con inseminación artificial a tiempo fijo (iatf) en ganaderías lecheras del sector sur occidental de la hoya de Loja” Se los realizó con 40 hembras Holstein Friessian mestizas en cuatro ganaderías de la hoya de Loja. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones.

Las variables analizadas fueron: Índice de animales con celo manifiesto el tratamiento 1 presentó un 20% de celos manifiestos; el tratamiento 2 un 10 %; el tratamiento 3 un 90% y el tratamiento 4 un 70%; demostrando que el Tratamiento 3 junto con el tratamiento 4, fueron los tratamientos que más animales con celo manifiesto presentaron, superando el 70% de eficiencia.

En el tiempo y duración del celo manifiesto tenemos que en el tratamiento 1 las unidades que presentaron celo manifiesto las hicieron a las 76 Hrs promedio de finalizado el tratamiento; en el tratamiento 2 las unidades que presentaron celo manifiesto las hicieron a las 26 Hrs promedio de finalizado el tratamiento; en el tratamiento 3 las unidades que presentaron celo manifiesto las hicieron a las 56 horas promedio de finalizado el tratamiento y en el tratamiento 4 las unidades que presentaron celo manifiesto las hicieron a las 20 horas promedio de finalizado el tratamiento. En cuanto a la duración de celos, se tuvo los siguientes resultados: Para el tratamiento 1: 12hrs; para el tratamiento 2: 12 horas; para el tratamiento 3: 14 horas; y para el tratamiento 4: 13hrs. Lo que muestra que el protocolo que presenta un celo manifiesto más prolongado es el Tratamiento 3. En el Índice de concepción o gestación se obtuvo con el tratamiento 1 y tratamiento 4, resultados similares, pues, de diez vacas tratadas un total de cuatro vacas gestantes, lo que corresponde al 40%; con el tratamiento 2 un 10% de gestación y con el tratamiento 3 se obtuvo el 60% de concepción, lo que demostró que el tratamiento con mejor índice de concepción es el 3 y el tratamiento con menor índice es el tratamiento 2. En el índice de retorno al estro en el periodo de 20 a 25 días post inseminación artificial.

Se observó que en el tratamiento 1; 6 UE retornaron en celo en los rangos normales (20-25 días), lo que corresponde al 60%; en el tratamiento 2; 2 UE retornaron en celo después de los 25 días establecidos, los mismos que corresponden al 20%; en el tratamiento 3; 1 UE retornó en celo antes de los rangos normales de retorno, lo que corresponde al 10% y en el tratamiento 4; con 3 UE, se obtuvo un porcentaje de retorno del 30%.

En relación al costo vaca preñada, se determinó que el tratamiento 1 tuvo un costo individual de sincronización de \$55.0 y el costo promedio estimado por vaca preñada fue de \$137; el tratamiento 2 tuvo un costo de individual de \$ 62 y un costo vaca preñada de \$ 620; en el tratamiento 3 el costo individual de sincronización fue de \$ 71 y el costo por vaca preñada fue de \$118,30 y en el tratamiento 4 el costo de la sincronización individual fue de \$65,40 y el costo estimado por vaca preñada fue de \$163; pudiéndose determinar que el tratamiento más económico por vaca preñada es el 3 y el tratamiento más caro es el 2.

Concluyendo con ello que el mejor protocolo resultante de esta investigación, fue el tratamiento 3 (Crestar), pues el 80% de las vacas tuvieron una respuesta positiva al tratamiento, con respecto a celo manifiesto post tratamiento, porcentaje de concepción (60%) y costos más bajos por vaca preñada (\$ 118,30). El uso de protocolos de sincronización a base de fuentes exógenas de P4 de acuerdo a los resultados de este trabajo, son los que se recomienda utilizar en animales con un manejo extensivo, semi-intensivo, al sogueo y con baja Condición corporal.

Según investigaciones realizadas por varios autores como: Montaña y Ruiz (2005); Macrae *et al.* (2006) y Llewellyn *et al.* (2007), Balarezo *et al.* (2016), la baja eficiencia reproductiva afecta la rentabilidad de un hato lechero, efecto que se debe al inadecuado manejo reproductivo, factores ambientales, genotipo, enfermedades reproductivas y aspectos nutricionales que provocan trastornos a nivel del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, lo que vendría a causar anestro o ciclos anovulatorios por un fallo en la síntesis o liberación de gonadotropinas que causan una hipofunción ovárica.

Dohoo *et al.* (1983) citado en Alocilla (2009), manifiestan que los índices reproductivos evolucionan continuamente en un mismo rebaño en el tiempo, características del sistema de producción, localización geográfica y época, entre otras.

Según, Olivares *et al.* (2012) el período inter-parto es el tiempo transcurrido entre un parto y el siguiente, expresado en días o meses. Por lo que podríamos decir que el período inter-parto es una medición histórica por los partos que deben ser culminados y registrados durante la vida reproductiva del animal.

En otro estudio, realizado por Chaparro (2011) concluye que los parámetros reproductivos están afectados por: número de parto (1º, 2º, 3º o más), año de parto, estación de parto; producción de leche estandarizada en 305 días ( $L_{305}$ ); esta última, basada en una metodología de modelos matemáticos sobre la producción de leche estimados para la raza *Holstein friesian*.

El desarrollo de la producción de leche desde el parto hasta el momento del secado puede ser graficada, a través de la curva de lactancia utilizando una función matemática. Proceso biológico complejo y afectados por una serie de factores genéticas y ambientales. (Mejía y Ortiz, 1990).

Es necesario resaltar al productor que el registro de la producción de leche es importante, para un manejo adecuado de los rebaños y realizar la mejora animal del ganado productor de leche.

Con el afán de reducir costos en la recolección y procesamiento de la información, en los últimos tiempos y en diferentes países se han desarrollado numerosos sistemas de registros de producción orientado a reducir costos sin afectar la precisión de los resultados individuales o finales.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación fue técnica-experimental, ya que estuvo centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto mediante referencias bibliográficas, además fue cuantitativa porque se basó en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición, sobre todo es experimental porque se fundamentó en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición, así como la investigación longitudinal que es un tipo de investigación que se caracteriza por realizar un seguimiento a unos mismos sujetos o procesos a lo largo de un período

#### 3.2 Métodos de investigación

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron tres métodos de investigación que son método deductivo, inductivo y experimental, que permitió al investigador generar juicios de valor y obtener resultados concretos frente al problema existente en la reproducción bovina del hato de la Estación Experimental Tunshi, a continuación, se detallan los métodos que se llevó a cabo para el desarrollo de la presente investigación:

##### 3.2.1 *Método deductivo*

El método deductivo utilizado, consistió en establecer conclusiones generales a partir de premisas o hipótesis particulares; teniendo como punto de partida la recolección de datos de fuentes bibliográficas de diferentes autores de los cuales se consiguió medir la eficiencia Ovulatoria del Acetato de buserelina en diferentes niveles en presencia folicular en vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi.

##### 3.2.2 *Método inductivo*

Además, se utilizó el método inductivo en el presente trabajo, ya que a partir de la aplicación de acetato de buserelina a diferentes niveles se consiguió determinar la madurez el crecimiento folicular y el número de folículos presentes en vacas, después de la aplicación del protocolo, para

proceder a la inseminación artificial, con el fin de conseguir la preñez de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi, es decir que el inductivismo va de lo particular a lo general.

### **3.2.3 Método experimental**

Este método consistió en realizar las observaciones adecuadas de condición corporal de las vacas lecheras para verificar su estado reproductivo y sobre todo en qué etapa reproductiva se encontraban y con ello se determinó si se encuentran aptas para la aplicación del protocolo con el acetato de bucerelina a diferentes niveles. Finalmente aplicando los métodos: deductivo, inductivo y experimental se aceptaron o se rechazaron las hipótesis planteadas en la presente investigación, logrando de esta forma obtener conclusiones generales del presente trabajo.

En la presente investigación se utilizó el método cuantitativo, el mismo que, busca ampliar el conocimiento mediante el análisis de datos para el caso de la presente investigación se analizaron tres diferentes niveles de acetato de buserelina aplicado a las vacas de la estación experimental Tunshi, y principios teóricos, en los cuales se fundamentan los antecedentes investigativos

### **3.3 Enfoque de la investigación**

La presente investigación tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo, debido a que se obtuvieron datos cuantitativos como son la edad, peso inicial, peso final, determinación de estrógenos antes de la aplicación de la prostaglandina, así como 2 horas después de la aplicación del acetato de buserelina, coloración del parche y preñez

### **3.4 Alcance de la investigación**

La presente investigación tuvo como alcance cuantitativo, debido a que existió individualidad en cada vaca estudiada ya que se realizó la aplicación de cada uno de los tratamientos y luego por ultrasonido se aprecia el tamaño de folículo observado; así como en forma visual la comparación y verificación del uso de parche detector de celo. Con el uso del acetato de buserelina se pretendió alcanzar la ovulación de las vacas en investigación considerando que fueron animales con buena condición corporal, para llegar a determinar lo porcentaje de preñez o la presencia de folículo o la reabsorción.

### 3.5 **Población y muestra**

#### 3.5.1 *Población*

La población de estudio estuvo conformada por 18 vacas lecheras de diferentes edades que pertenecían al hato de la Estación Experimental Tunshi. Para mejorar la precisión de los resultados a obtenerse se estableció que la muestra fuera igual a la población de animales registrados.

#### 3.5.2 *Unidad de análisis*

La unidad de análisis estuvo representada por cada vaca de las vacas manejadas en la Estación Experimental de Tunshi perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cuyos datos reproductivos fueron tomados con los diferentes instrumentos de medida que se encuentran en la estación.

### 3.6 **Técnica de Recolección de datos**

#### 3.6.1 *Número de tratamientos*

Los tratamientos fueron:

- **T1:** 1.75 ml de Acetato de Buserelina más 2 ml de prostaglandina
- **T2:** 2.0 ml de Acetato de Buserelina más 2 ml de prostaglandina
- **T3:** 2.25 de Acetato de Buserelina más 2 ml de prostaglandina

#### 3.6.2 *Número de repeticiones y tamaño de la unidad experimental*

4 repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 1 vaca por repetición dando un Total, de unidades experimentales de 18 vacas

### 3.7 **Mediciones experimentales**

Las mediciones experimentales que se consideraron en la presente investigación fueron:

### **3.7.1 Características fisiológicas de las vacas**

- Peso inicial, Kg.
- Peso final, Kg. (60 días)
- Edad de la vaca, meses

### **3.7.2 Características biológicas**

- Tamaño del folículo, cm (3-5 días)
- Tamaño del cuerpo lúteo cm
- Tasa de concepción, %
- Porcentaje de preñez %
- Numero de servicios por concepción
- Niveles de Estrógenos y Progesterona

### **3.8 Técnicas estadísticas**

En la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Para la determinación de la significancia de las variables paramétricas se utilizó un análisis de Varianza (ADEVA).
- Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ( $P < 0,01$ ),

Como instrumentos de análisis se utilizó el software estadístico Infostat y se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i * E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del nivel de acetato de buserelina

$E_{ij}$  = Error experimental

A continuación, se describe el esquema del experimento que se aplicará en la presente investigación:

**Tabla 1-3:** Esquema del experimento

| <b>Tratamiento</b>                              | <b>Código</b> | <b>Repeticiones</b> | <b>T.U.E</b> | <b>Total</b> |
|-------------------------------------------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|
| <b>T1:</b> 1,75 ml de Acetato de Buserelina más | T0            | 6                   | 1            | 6            |
| <b>T2 :</b> 2,0 ml, de Acetato de Buserelina    | T1            | 6                   | 1            | 6            |
| <b>T3 :</b> 2,25 de Acetato de Buserelina       | T2            | 6                   | 1            | 6            |
| 18                                              |               |                     | Total        | 18           |

**Elaborado por:** Yambay, Sandra, 2020.

En la tabla 2-3, se describe el esquema del análisis de varianza que se utilizara en la presente investigación

**Tabla 2-3:** Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA)

| <b>Fuente de Variación</b> | <b>Grados de libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| Total                      | 17                        |
| Tratamiento                | 2                         |
| Error                      | 15                        |
| N                          | 18                        |

**Elaborado por:** Yambay, Sandra, 2020.

### 3.9 Procedimiento experimental

En la Estación Experimental Tunshi – Área Pecuaria de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH el sistema de alimentación está bajo un sistema de crianza semi estabulado, el cual se organiza de la siguiente manera:

- Durante cada ordeño (4:00 am y 2:30 pm), en la sala de espera se proporciona 188 gr de núcleo mineral, y durante el ordeño proporcionarles 2 Kg de alimento balanceado por periodo con un 16 % de proteína total y 2950 kcal/Kg de ración.

- Una vez concluido el ordeño de la madrugada las vacas son pastoreadas durante 8 horas y media; desde las 6:00 am hasta las 2:30 pm aproximadamente, en potreros de pastos cultivados, algunos de la asociación alfalfa (*Medicago sativa*), rye grass (*Lolium multiflorum*), pasto azul (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) el cual corresponde aún 60% leguminosas y 40% gramíneas, durante todo el año.
- Finalizado el ordeño de la tarde, se suministra suplemento alimenticio, un aproximado de 9.5 Kg de ensilado o calcha picada de maíz (*Zea maíz*), durante época de lluvias; y en época seca hasta 20 kg por día/vaca.
- En cuanto al consumo de agua, las vacas en producción tienen acceso de agua *ad libitum*.
- El manejo reproductivo se lo realizó en base a inseminación artificial, usando toros registrados de la raza Holstein. La detección del estro se efectuó por el método de observación directa, realizado por personal capacitado. La aplicación de los tratamientos se realizó en horas de la mañana en una manga de sujeción; la aplicación de los tratamientos fue por vía Intramuscular; se utilizó un ecógrafo para la observación del tamaño folicular, gestación y mortalidad embrionaria temprana.
- Con el uso de ecógrafo se realizó la identificación de vacas sanas es decir las que se encuentren libres de piometras, endometritis, quistes, urovagina y neumovagina, para la aplicación de los tratamientos;
- Día 0.- Se aplicó 2 ml de Prostaglandina con el fin de eliminar residuos de Cuerpo Lúteo y encerar el Ovario;
- Día 3.- Se aplicó los tratamientos: que correspondieron a 1,75 ml de Acetato de Buserelina; a las 6 primeras vacas y que fueron el tratamiento T1; 2 ml de Acetato de Buserelina a las 6 siguientes vacas y que fueron el tratamiento T2; y finalmente 2,25 ml de Acetato de Buserelina para las 6 siguiente vacas y que fueron el tratamiento T3 ; con estas aplicaciones se pretendió garantizar la ovulación para de la misma manera por medio de ecografía observar cantidad y tamaño de folículos, y hasta una posible aparición de síntomas de celo;

- 48 horas posteriores a la aplicación de los tratamientos se observó ovulación, donde por ecografía se observó la calidad de folículo y se realizó la Inseminación Artificial;
- 30 días post inseminación mediante chequeo ecográfico se determinó el porcentaje de preñez;

### 3.10 Metodología de la evaluación

- **Peso inicial, Kg:** El peso se realizó con cinta bovinométrica con la que existe un error del 5%, la toma del peso se realizó al momento del chequeo ginecológico inicial
- **Peso final, Kg. (60 días):** El peso final se toma posterior al chequeo ginecológico del diagnóstico de preñez, así mismo con la ayuda de cinta bovinométrica.
- **Edad de la vaca, meses:** Se identificaron vacas sanas (libre de piometra, endometritis, quistes, urovagina y neumovagina) para la aplicación de los tratamientos, la edad oscila entre los 24 y 152 meses, donde las vacas con mayor edad fueron distribuidas en cada grupo de tratamiento para homogenizar entre vacas jóvenes y adultas.
- **Tamaño del folículo, cm (3-5 días):** En base a chequeo ginecológico con la ayuda de un ecógrafo se tomó las medidas del folículo a los 3 y 5 días de aplicado en los tratamientos, esto para observar el desarrollo folicular y realizar la aplicación de la Inseminación artificial.
- **Tamaño del cuerpo lúteo cm:** Se obtuvo mediante chequeo ginecológico con ayuda de un ecógrafo, este análisis nos permite evaluar la presencia o no de progesterona en la vaca, pues el cuerpo lúteo es directamente proporcional a la cantidad de progesterona, es decir a mayor tamaño de cuerpo lúteo mayor segregación de progesterona, la misma que permite mantener la preñez.
- **Tasa de concepción, % y Porcentaje de preñez %:** Estas dos se entienden como el número de vacas preñadas, y se diagnosticó mediante chequeo ginecológico a los 30 días pos Inseminación.

- **Numero de servicios por concepción:** Número de servicios requeridos para preñar una vaca, se valoró luego del diagnóstico de preñez: número de vacas inseminadas/número de vacas preñadas = 1,3
- **Niveles de Estrógenos y Progesterona:** Los niveles de estrógenos y progesterona se hicieron mediante análisis de laboratorio, se obtuvo muestras de sangre de la vía caudal en tubos de ensayo y se envió analizar; se tomaron 2 muestras: 24 horas luego de aplicada la prostaglandina y 24 horas luego de aplicado los tratamientos de Acetato de buserelina.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Evaluación de la eficiencia ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en la presencia folicular de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi”

##### 4.1.1 *Peso Inicial en kilogramos*

La evaluación del peso inicial de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi, al inicio de la investigación determinó una media general de 517.8 kg, con un coeficiente de variación de 12.25 %, y una probabilidad de 0.48 es decir no se evidencia diferencias estadísticas por lo tanto se aprecia cierta homogeneidad entre el peso de las diferentes unidades experimentales.

Una vez realizado el análisis estadístico se aprecia que los resultados más altos fueron alcanzados en las vacas a las cuales se aplicó el tratamiento T2 (2%), con valores de 541.50 Kg seguido de los reportes determinado en las vacas del tratamiento T1 (1.75 %) con respuestas de 516 kg, y finalmente las respuestas más bajas fueron alcanzadas en las vacas del tratamiento T3 (2.25%), con pesos iniciales de 516 Kg, como se aprecia en la tabla 5-4.

Al respecto (Becaluba, 2006 pág. 43) determina que las raza de propósito lechero se define como un grupo genético cuyas hembras pueden producir por lo menos el equivalente a 10 veces su peso vivo en leche por lactación, y con base a un promedio racial actualizado uno de los mayores retos para el área de reproducción en Medicina Veterinaria, y sobre todo en lo que a ganadería lechera refiere, siempre ha sido el desarrollo de técnicas que permitan un manejo adecuado de los ciclos estrales de los animales, manipulándolos a conveniencia para hacer un uso correcto de la inseminación artificial (IA) y cumplir el objetivo final: la preñez .

El conocimiento del peso vivo del bovino es considerado de gran importancia en procesos de evaluación del crecimiento, en la planificación de la alimentación de las distintas categorías de animales en diferentes épocas del año, en la formación de grupos homogéneos según el peso y /o tamaños, en el aprovechamiento de los recursos alimenticios disponibles y en las labores de observación y mejoramiento genético.

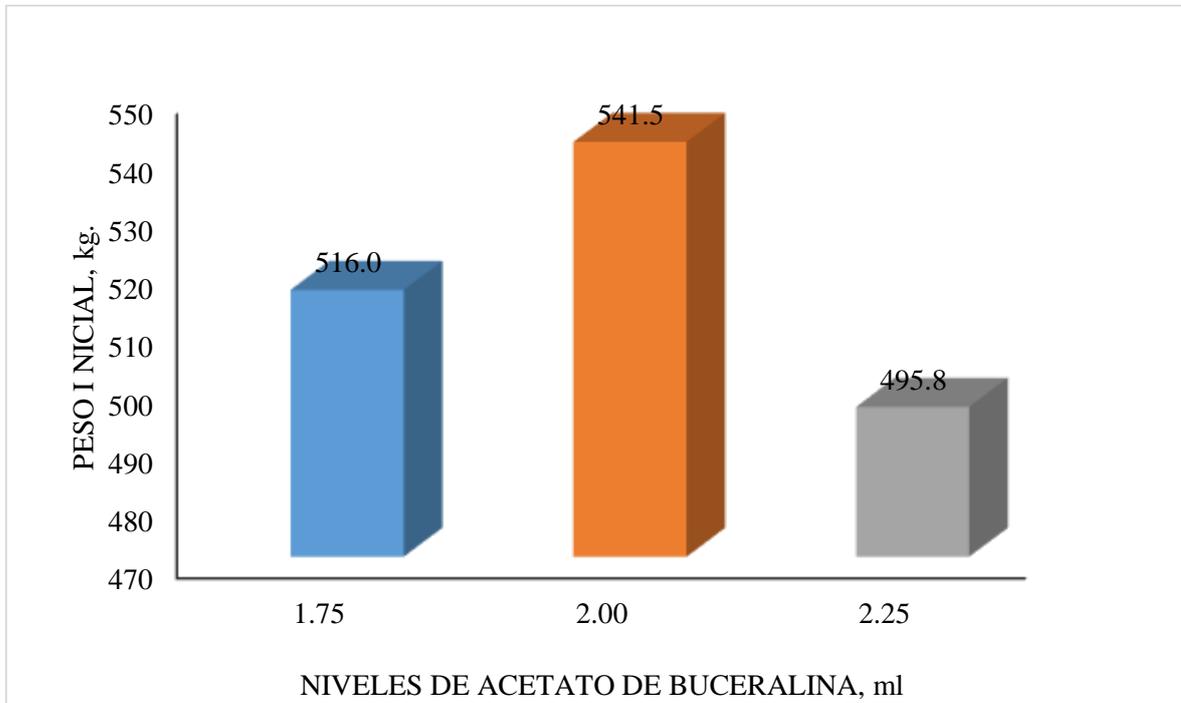
**Tabla 1-4:** Evaluación de la eficiencia ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en la presencia folicular en vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi.

| VARIABLE                                                                  | NIVELES DE ACETATO DE BUSERELINA |            |              | EE    | PROB | Sign | Media |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------|--------------|-------|------|------|-------|
|                                                                           | 1.75%<br>T1                      | 2.0%<br>T2 | 2.25 %<br>T3 |       |      |      |       |
| Peso inicial. Kilogramos                                                  | 516.00 a                         | 541.50 a   | 495.83 a     | 25.9  | 0.48 | ns   | 517.8 |
| Peso final, Kilogramos                                                    | 513.67 a                         | 538.17 a   | 493.50 a     | 25.95 | 0.49 | ns   | 515.1 |
| Edad, meses                                                               | 78.33 a                          | 57.67 a    | 39.67 a      | 13.34 | 0.16 | ns   | 58.6  |
| Condición corporal, puntos                                                | 2.67 a                           | 2.75 a     | 2.67 a       | 0.11  | 0.82 | ns   | 2.69  |
| Estrógenos (pg/ml) 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina   | 34.97 a                          | 34.11 a    | 32.49 a      | 4.23  | 0.92 | ns   | 33.86 |
| Progesterona (ng/ml) 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina | 1.12 a                           | 0.67 a     | 1.62 a       | 0.39  | 0.25 | ns   | 1.14  |
| Estrógeno 24 horas después de la aplicación del acetato de buserelina     | 31.30 a                          | 23.66 a    | 23.42 a      | 4.010 | 0.31 | ns   | 26.13 |
| Progesterona 24 horas después de la aplicación del acetado de buserelina  | 1.43 a                           | 1.31 a     | 2.91 a       | 1.02  | 0.49 | ns   | 1.89  |

**Leyenda:** EE: Eror Estadístico; Prob: Probabilidad; Sign: Significancia; Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

Los resultados de la presente investigación son similares a los expuestos por (Salcedo 2015 pag 76), quien indico que los pesos iniciales de las vacas Holstein mestizas de segundo y tercer parto, seleccionadas para la aplicación de los tratamientos control (T0), T1, T2 y T3, fueron de 432,70; 450,7; 432,40 y 433,80 kg respectivamente. Los mismos que son homogéneos, puesto que se registró un coeficiente de variación de 8,36%, como se ilustra en el gráfico 1-4.



**Gráfico 1-4:** Peso inicial de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi.

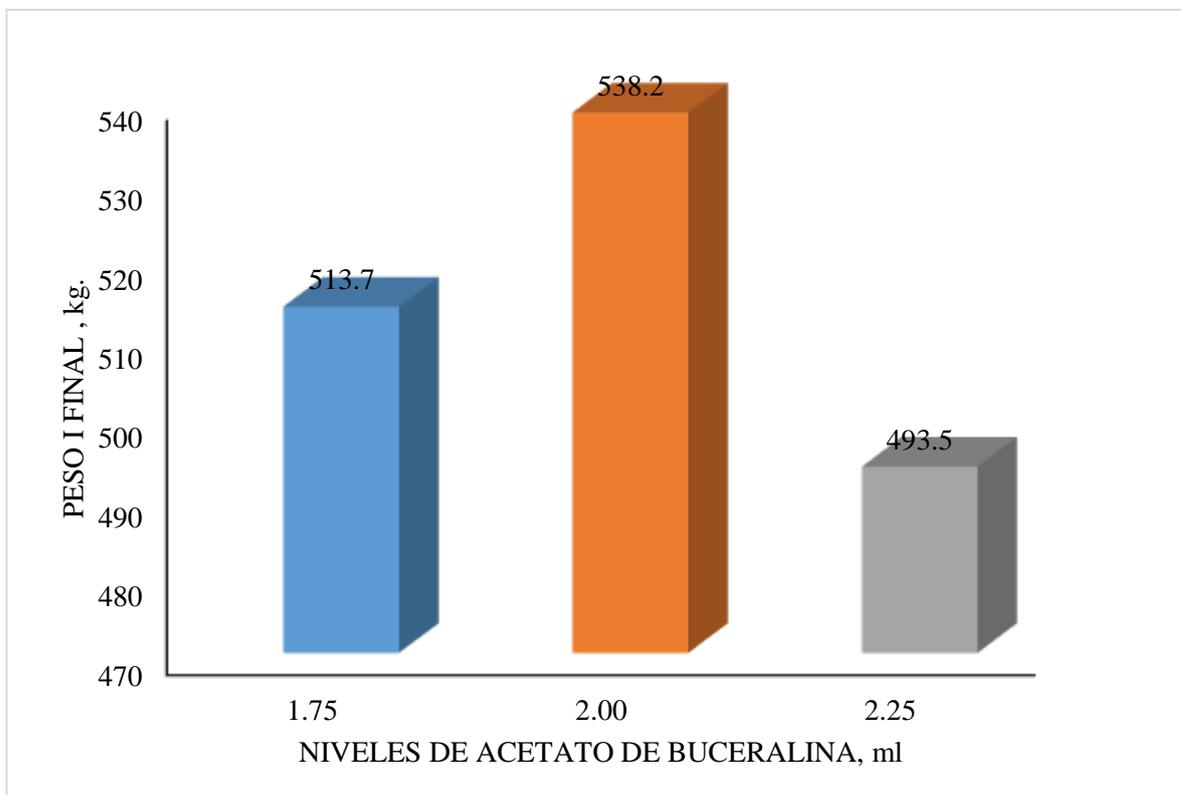
Elaborado por: Yambay, Sandra. (2020).

#### 4.1.2 *Peso final, Kilogramos*

Una vez realizada la técnica de aplicación de acetato de buserelina, la estimación del peso final de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi arrojó como resultado una media general de 515.1 Kg. Presentando un coeficiente de variación de 12.3%, con lo cual se demuestra que la probabilidad es de 0.49, evidentemente no significativa,

De acuerdo a la investigación realizada se pudo comprobar que numéricamente las vacas con mayor peso al final del tiempo de investigación fueron las del tratamiento T2 (2%), cuyo peso final fue de 538.17Kg. Posteriormente se encuentran las vacas del tratamiento T1 (1.75%) con valores de 513.67Kg. El último lugar es para las vacas del tratamiento T3 (2.25 %) con un peso final promedio de 4.93.50 kg como se ilustra en el gráfico 2-4.

Al respecto (Allico, 2012 pág. 78), manifiesta que para seleccionar el tratamiento más efectivo se deberá evaluar la producción en litros de leche, el peso en kilogramo y el número de celos efectivos de cada animal, es conocido que los cambios en el estatus de condición corporal que significan reducciones o incrementos entre 30- 35 kg de peso vivo para cambiar una unidad de condición, implican también efectos en la nutrición a nivel del ovario en términos del suministro de glucosa, lípidos, aminoácidos, minerales y otros nutrientes para su formación y desarrollo. Es preferible que las vacas no estén muy gordas, pero ya durante la preparación para la inseminación y, al menos, los 14 días previos estar ganando peso. Como consecuencia de una inadecuada alimentación pre parto, las vacas con bajo peso o condición corporal incorrecta soportan variaciones en sus ciclos reproductivos, extienden demasiado sus lactaciones y no se fecundan a tiempo, dando lugar a que en su último tercio de lactancia sean poco productivas alargando los períodos secos que conllevan a una merma económica del ganadero



**Gráfico 2-4:** Peso final de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi

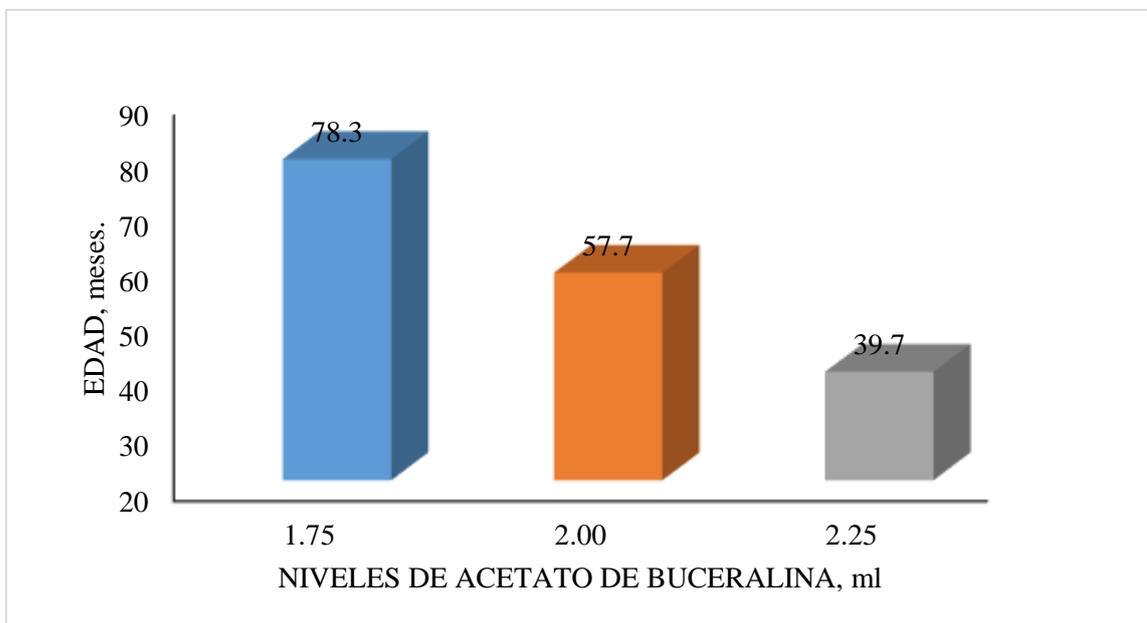
Elaborado por: Yambay, Sandra. (2020).

#### 4.1.3 *Edad, meses*

En el presente estudio se determinó el efecto del Acetato de buserelina en las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi, mediante un análisis relacionado con las edades de los bovinos, se indica una media general de 58.6 meses. De igual forma se obtuvo un coeficiente de variación

de 15.8%. mientras que la probabilidad fue de 0.16 es decir no existe diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos.

Al no existir diferencia estadística se aprecia numéricamente los resultados más altos en las vacas del tratamiento T1 (1.75%), puesto que las edades estuvieron comprendidas en 78.33 meses a diferencia de las vacas del tratamiento T2 (2.0%) que se ubican en una edad promedio de 57.67 meses. A continuación, se aprecia las edades que, lo ocupan las vacas del tratamiento T3 (2.25%), las cuales presentan una edad de 39.67 meses, como se aprecia en el gráfico 3-4, es decir que las edades más avanzadas de las vacas fueron determinadas para el tratamiento T1, es decir al utilizar 1.75 de acetato de buserelina.



**Gráfico 3-4:** Edad de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi

**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

Al respecto (Becaluba, 2006 pág. 45) menciona que la edad en que las vacas llegan a tener su primera cría, considerándose que esto ocurra entre los 2.5 y 3 años de edad. Guarda relación con la edad en que las vacas alcanzan la pubertad y con la edad a la primera concepción. Este parámetro tiene un efecto determinante en la vida reproductiva del animal. La edad a la que alcanzan la madurez sexual está en relación con el grado de crecimiento y desarrollo corporal, que a su vez están determinadas por otros factores como la raza y el nivel nutricional

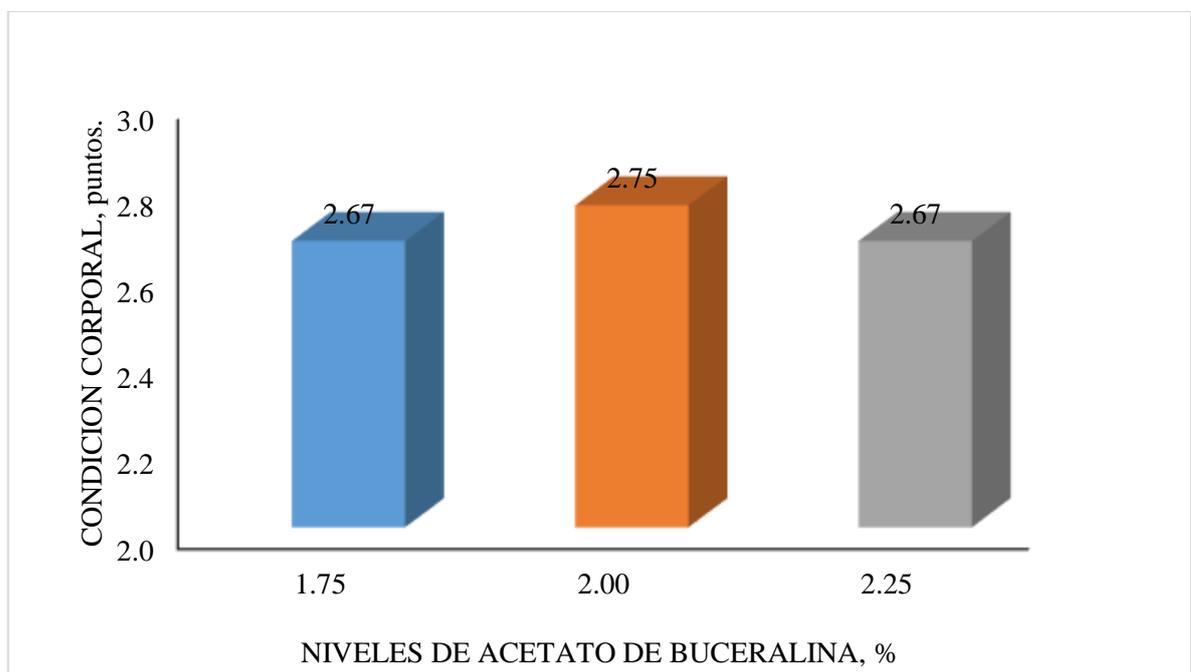
Las hembras de los bovinos son poliestricas típicas es decir que tienen un ciclo estral con un intervalo de 21 días aproximadamente, lo cual de no estar en estado de gravidez se repite durante todo el año desde el inicio de la pubertad. E conoce que una hembra bovina llega a la pubertad aproximadamente a los 10 o 15 meses de edad, que es una etapa en la cual la vaca está

fisiológicamente en capacidad de reproducirse; sin embargo, este factor no depende únicamente del estado funcional del animal, sino también de la madurez zootécnica que alcancen, es decir, que la vaca presente edad y peso adecuado para poder procrear según la raza, (Rojas, 2012 pág. 89).

#### 4.1.4 Condición corporal, puntos

Para conocer el efecto que tiene la aplicación de Acetato de buserelina en la ovulación de las vacas de la Estación Experimental de Tunshi, se realizó la evaluación estadística de la variable condición corporal, las cuales fueron calificadas reportando un valor de la media general de 2.69 puntos. Cabe considerar, por otra parte, el coeficiente de variación representa el 9.78%. indicando una probabilidad de 0.82, es decir las diferencias no son estadísticamente significativas.

Por lo tanto, la condición corporal más alta de carácter numérico en la vaca de la Estación Experimental Tunshi se registró en las vacas de tratamiento T2 (2.0%), que obtuvieron una calificación de 2.75 puntos, mientras que no hubo diferencia entre las vacas del Tratamiento T1 (1.75%) y las vacas del tratamiento T3 (2.25%) ya que para ambos tratamientos los valores alcanzados fueron de 2.67 puntos, como se ilustra en el gráfico 4-4.



**Gráfico 4-4:** Evaluación de la condición corporal de las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi.

**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

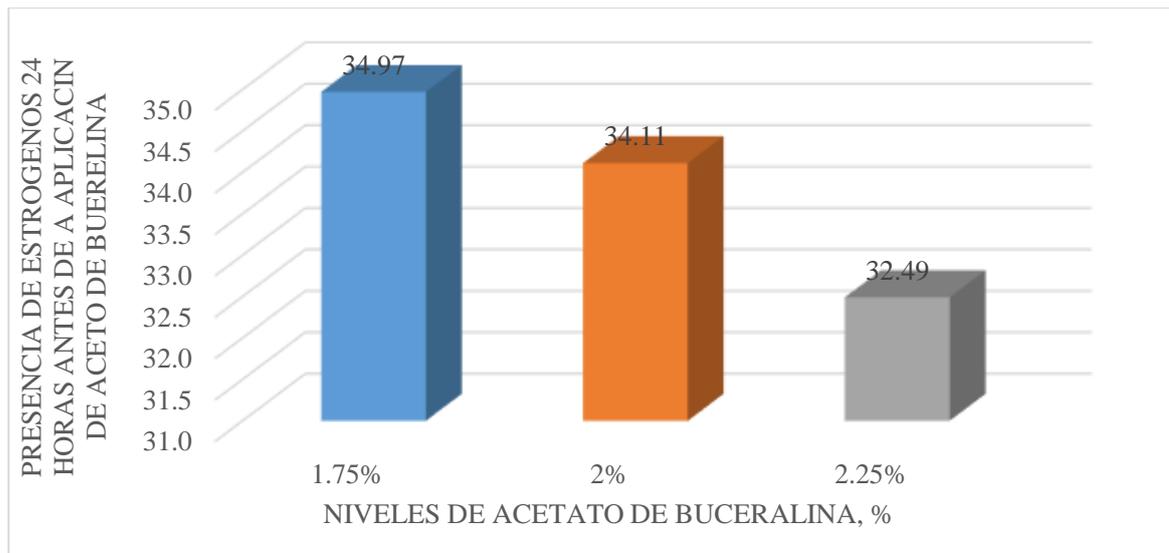
Al respecto (Becaluba, 2006 pág. 67), manifiesta que la condición corporal de las vacas es básicamente una medida para estimar las reservas energéticas en vacas lecheras, y crear un balance entre el exceso o deficiencia de energía. La calificación de la condición corporal del ganado lechero es una medición subjetiva visual y táctil de la cantidad de grasa subcutánea que posee una vaca, esta se realiza al palpar puntos anatómicos estratégicos del animal y asignándole un valor determinado en función de las características observadas.

No obstante (Drost, 2002 pág. 45), aplica un sistema típico usando una escala de 1 a 5 puntos para el registro de la condición corporal de vacas lecheras. Una vaca con una condición de 1 punto es considerada demasiadamente delgada, 2 puntos delgada, 3 puntos es el promedio ideal, 4 puntos grasosa y 5 puntos obesa. Por lo tanto, las vacas de la experimentación se encuentran en una condición corporal ideal para aplicarse los programas de ovulación con acetato de buserelina.

Los resultados de la presente investigación son similares a los expuesto por (Gonzales, 2011 pág. 78), quien al evaluar el efecto de la sincronización con prostaglandina, en el postparto temprano, sobre el comportamiento reproductivo en vacas lecheras de alta producción en un total 120 vacas Holstein Friesian multíparas, cuyo último parto fue normal, reporto un valor promedio de 2,75 puntos, en una escala de 1 a 5 puntos. La condición corporal promedio para ambos grupos, a los 60 días post parto, fue de 3,45 0,19 y 3,44 0,19, para los grupos control y experimental, respectivamente

#### **4.1.5 *Presencia de estrógenos 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina***

En la evaluación estadística de la variable presencia de estrógenos 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina con el objeto de determinar la ovulación de las vacas lecheras de la Estación Experimental de Tunshi, se aprecia una media general de 33.88 pg/ml. y se evidencia un coeficiente de variación de 10.6%, sin reportarse diferencias estadísticas, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en los resultados de la vaca del tratamiento T1 ( 1.75 %), puesto que lo resultados fueron de 34.97 pg/ml, como se ilustra en el gráfico 5-4.



**Gráfico 5-4:** Evaluación de la presencia de estrógenos (pg/ml) 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina.

**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

A continuación, se aprecia un valor 34.11 pg/ml ocupando el segundo lugar y que les correspondió a las vacas de tratamiento T2 (2.0 %). Finalmente, el valor más bajo que fue de 32.49 pg/ml le correspondió a las vacas del tratamiento T3 (2.25%),

Al respecto (Bo, 1998 pág. 46), señala que los estrógenos son hormonas esteroides producidas en el folículo ovárico y responsables de estimular la conducta sexual o de celo actuando sobre el sistema nervioso central del animal; además, tienen acción sobre otros órganos del aparato reproductivo como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina y la vulva.

En consecuencia a lo anterior expuesto (Allico, 2012 pág. 54) señala que los estrógenos tienen un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo la liberación de GnRH que a su vez inducirá la liberación de FSH y LH en la hipófisis anterior”.

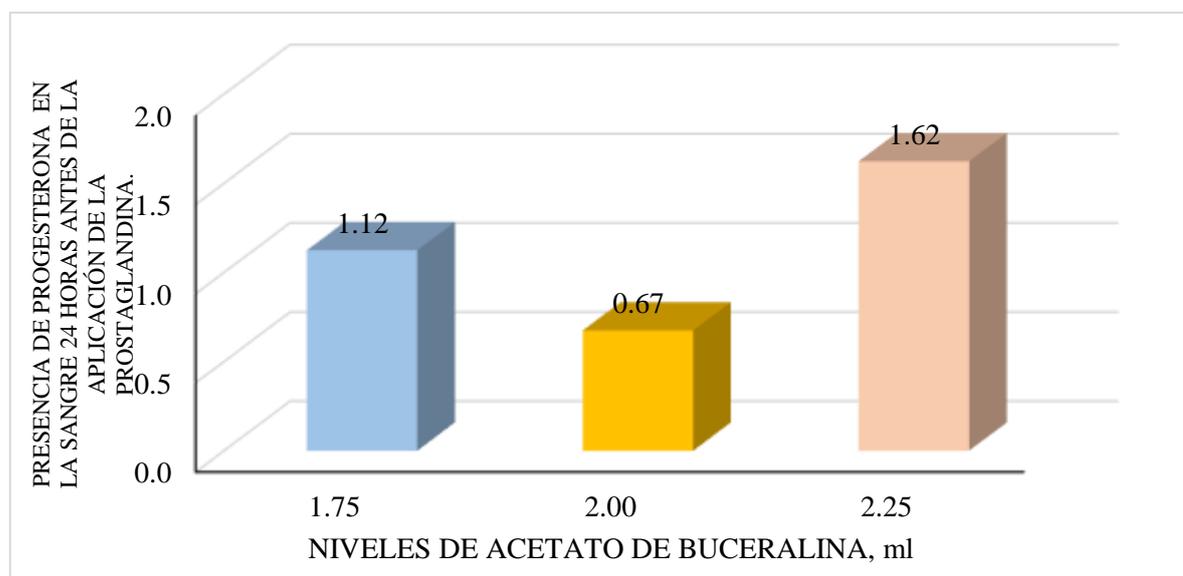
Mientras tanto (Thompson, 2010 pág. 36) manifiesta: que Los estrógenos ejercen un efecto beneficioso sobre los mecanismos uterinos de defensa y sobre la contracción de las fibras musculares lisas del útero, mejorando la producción de moco cervical y secreciones del oviducto”. Por otro lado, la prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) es un prostanoide con una marcada actividad sobre el control del ciclo estral. La PGF2 $\alpha$  natural o sus análogos sintéticos (tiaprost, cloprostenol y fenprostaleno) tienen la capacidad de regular la vida del cuerpo lúteo.

El cloprostenol provoca una rápida regresión del cuerpo lúteo al mismo tiempo que provoca estimulación de la musculatura uterina y relajación del cérvix. Se indica para el tratamiento de quistes luteales, piometra o endometritis crónica y expulsión de fetos momificados. El uso de cloprostenol, al inducir la regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo, provoca el regreso al estro y a la ovulación normal en ganado

#### 4.1.6 *Presencia de progesterona 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina*

En el análisis de la determinación de la presencia de progesterona 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina, para encerrar a la vaca es decir que no exista vestigio de cuerpo lúteo, no se determinaron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ), como se ilustra en el gráfico 6-4. Estableciéndose el coeficiente de variación fue de 8.8% es decir que no existe demasiada variabilidad entre el límite superior e inferior. Además, se observó una media general de 1.14 ng/ml, con un nivel de probabilidad de 0.25,

Estableciéndose los valores más altos en las vacas del tratamiento T3 (2.25%) con un valor de 1.62 ng/ml, en comparación con las respuestas alcanzados en las vacas del tratamiento T1 (1.75%), con apreciaciones de 1.12 ng/ml. Por último, se indican los valores más bajos y que fueron reportados por las vacas del tratamiento T2 (2.00%), ya que la presencia de progesterona fue de 0.67 ng/ml, como se ilustra en el gráfico 6-4.



**Gráfico 6-4:** Evaluación de la presencia de progesterona (ng/ml) 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina.

Elaborado por: Yambay, Sandra. (2020).

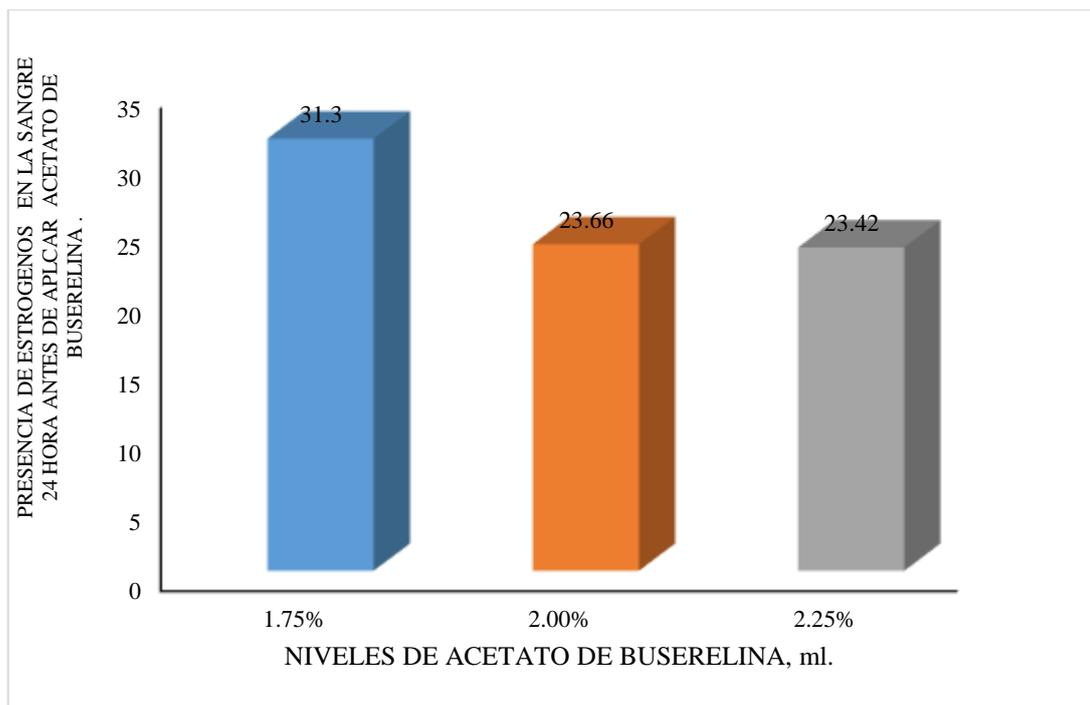
Es decir que en la vaca en la que se aplicó mayores niveles de acetato de buserelina se determina una mayor presencia de progesterona 24 horas antes de la aplicación de la prostaglandina. Al respecto (Brogden, 2017 pág. 67), menciona que la prostaglandina es un agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea (de cuerpo amarillo) del ciclo estral y permite el inicio de un nuevo ciclo estral en ausencia de fertilización, esta es particularmente potente para finalizar la preñez temprana, en el ovario, la concentración de prostaglandina dentro de los folículos aumenta a medida que éstos maduran. la hormona progesterona es secretada por células luteínicas del cuerpo lúteo, por la placenta y por la glándula suprarrenal. Prepara al endometrio para la implantación del embrión y el mantenimiento de la preñez. La regulación de la secreción de la progesterona en la vaca es estimulada principalmente por la LH.

Además (Allico, 2012 pág. 68), considera que es una hormona producida por el cuerpo lúteo por la acción de LH, a nivel de hipotálamo ejerce un efecto “feed back” negativo sobre el control de la actividad tónica de la secreción de GnRH. En el miometrio, inhibe las contracciones permitiendo que se lleve a cabo la gestación y en el cérvix se produce la formación de un tapón mucoso formado por un mucus denso, opaco y de poca cantidad, esto transforma al útero en una cámara de incubación. Una efectiva sincronización del celo ha sido la meta de muchos investigadores desde que la técnica de inseminación artificial está disponible. La administración de prostaglandina es el método más comúnmente utilizado para la sincronización de celos. Sin embargo, la detección de celo lleva mucho tiempo y mano de obra, depende de las influencias ambientales

#### ***4.1.7 Presencia de estrógenos en la sangre 24 horas antes de la aplicación de acetato de buserelina***

Al realizar la evaluación de la presencia de estrógenos en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina en las vacas de Estación Experimental de Tunshi, no se registraron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos, además se determinó que las cifras obtenidas establecieron una media general de 26.13 ng/ml con un coeficiente de variación del 13.0 %.

Por lo cual al realizar la separación de medias se aprecia que de carácter numérico los resultados más altos se indican en las vacas del tratamiento T1 (1.75%), puesto que la respuesta fue de 31.30 ng/ml, como se aprecia en el gráfico-4.



**Gráfico 7-4:** Evaluación de la presencia de estrógenos (ng/ml) 24 horas antes de la aplicación de acetato de buserelina

**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

A continuación, se ubican los registros establecidos en las vacas del tratamiento T2 (2.0%) cuyo valor fue 23.66.0 ng/ml. Concluyendo que, las vacas de menor contenido de estrógenos en la sangre fueron las del tratamiento T3(2.25.0%) con valores 23.42 ng/ml,

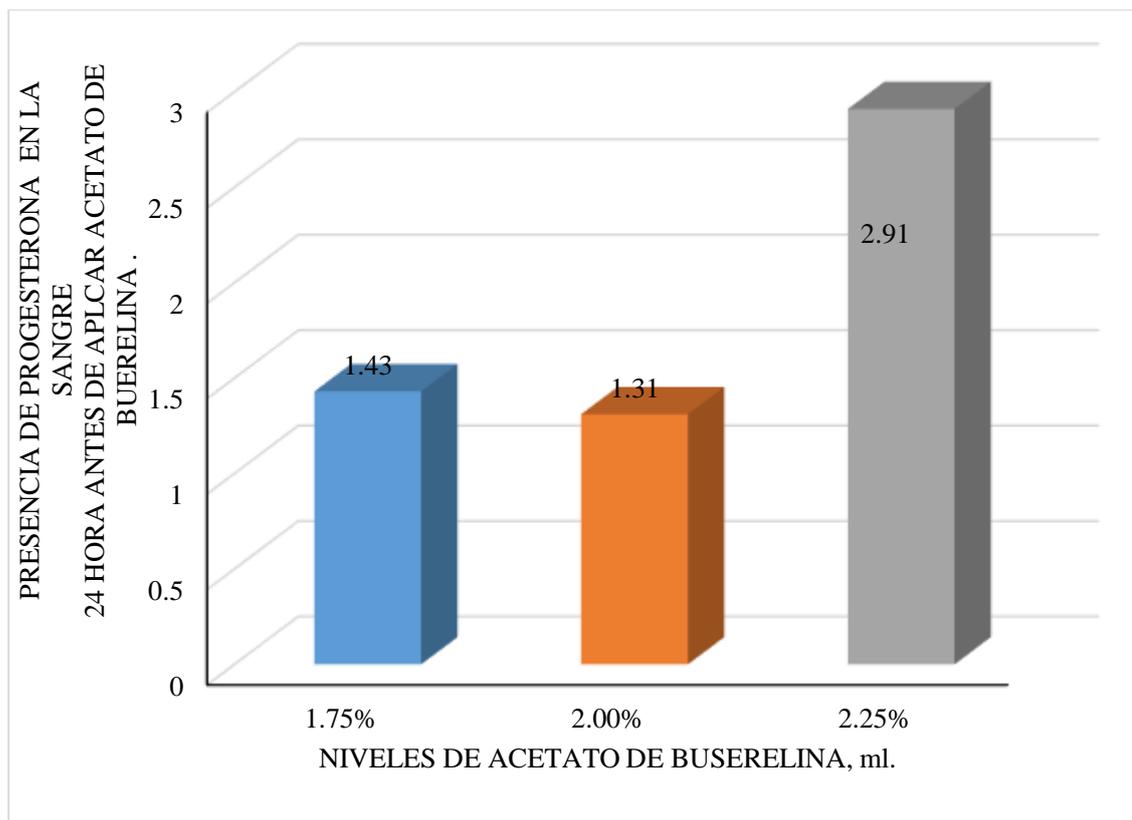
Es decir que con la aplicación de mayores niveles de acetato de buserelina se consiguen una menor presencia de estrógenos (ng/ml) 24 horas después de la aplicación del acetato de buserelina y viceversa lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Gonzales, 2011), quien menciona que La mayoría de estrógenos naturales se producen en el folículo ovárico bajo la estimulación de las hormonas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), por retroalimentación negativa los valores sanguíneos de estrógenos inhiben la secreción de las hormonas FSH de la hipófisis y GnRH del hipotálamo la progesterona (P4) aplicada en protocolos de sincronización ha demostrado ser efectiva ya sea concentrando los celos, previniendo ovulaciones prematuras. Así queda demostrado la eficiencia del uso de hormonas en el celo es buena porque maneja grupos de animales sexualmente activos.

Actúan sobre el cerebro de la vaca y provocan los cambios de comportamiento característicos del estro o calor. Simultáneamente actúan sobre el tracto reproductor causando cambios como inflamación de la vulva, hiperemia de la vagina, salida de moco cervical e incremento del tono uterino. Sus altas concentraciones causan incremento de la LH que dará origen a la ovulación al final del estro o calor.

#### ***4.1.8 Presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina***

Al realizar la evaluación de la presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina en las vacas de la Estación Experimental Tunshi se reportó una media general de 1.88 pg/ml, con un coeficiente de variación el resultado de 7.6%, es decir se aprecia cierta homogeneidad en los resultados con relación a la media.

Además, se observó una probabilidad de 0.49. es decir que la decisión estadística es no significativo, aunque numéricamente se aprecia que en las vacas del tratamiento T3 (2.25%) se presentó el mayor índice de progesterona en la sangre que es equivalente a 2.91 pg/ml. Seguido de los resultados determinados en las vacas del tratamiento T1 (1.75 %), que registraron valores de 1.43 pg/ml muy similar a las vacas del tratamiento T2 (2.0%) que obtuvieron valores de presencia de progesterona de 1.31 pg/ml como se ilustra en el gráfico 8-4.



**Gráfico 8-4:** Evaluación de la presencia de progesterona (ng/ml) 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina.

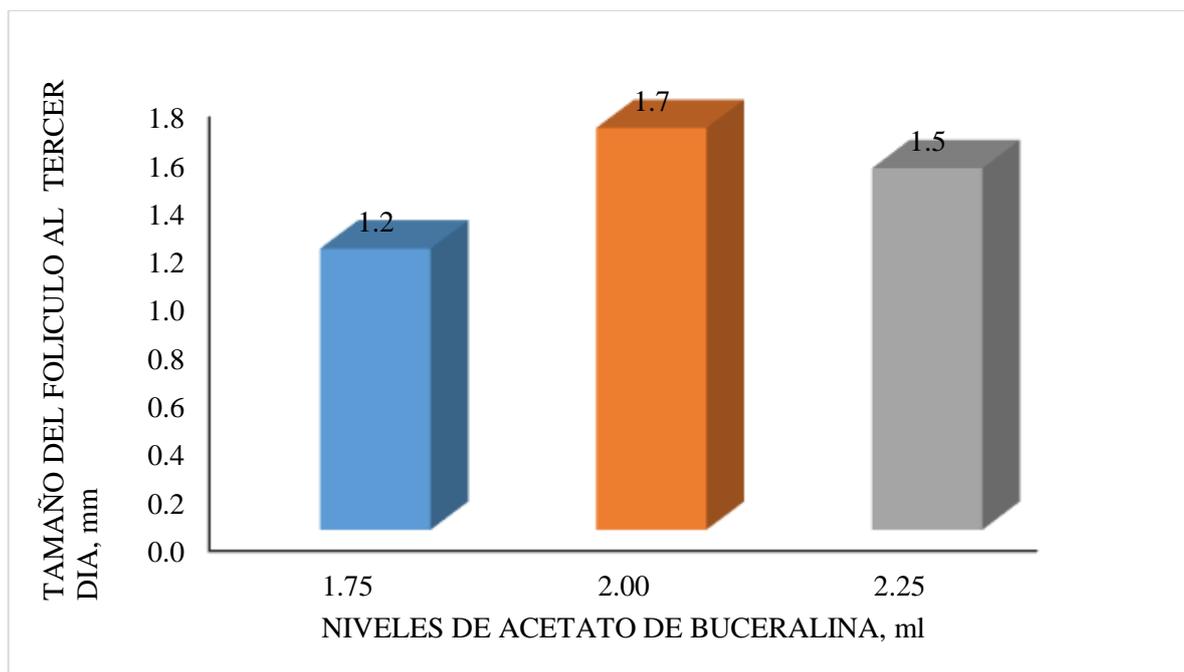
**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

Es decir que el mayor contenido de progesterona 24 horas post aplicación del acetato de buserelina en las vacas se reportan en el tratamiento T3 (2.25%), al respecto (Rojas, 2012 pág. 45), menciona que los protocolos de IATF que utilizan estrógeno y progesterona son los más usados en vacas lecheras consiste en administrar 2 mg de EB por vía intramuscular (i.m.) junto con la inserción de un dispositivo con progesterona (P4). La función fundamental de la aplicación de estrógenos junto con la inserción del dispositivo con P4 después del tratamiento es inhibir la hormona folículo estimulante (FSH) provocando la atresia de los folículos pequeños y la inhibición de LH que altera la actividad estrogénica del folículo dominante y produce su consecuente atresia

La acción de la buserelina se basa en la estimulación de la glándula pituitaria para que esta libere las hormonas Luteinizante y Folículo-Estimulante y puede usarse tanto como para inducir la ovulación como para el tratamiento de desórdenes ováricos como quistes, y mejorar los índices de concepción

#### 4.1.9 Tamaño del folículo al tercer día

Al realizar la evaluación del tamaño del folículo al tercer día no se aprecian diferencias estáticas ( P 0.05), entre las medias de los tratamientos por efecto de la aplicación de diferente niveles de acetato de buserelina estableciéndose las respuesta más altas en las vacas del tratamiento T2 (%), con valore de 1.7 mm, seguida de los reportes alcanzados por la vaca del tratamiento T3 ( 2.25 %), puesto que la respuestas fueron de 1.5 mm, finalmente lo valore más bajo fueron registrado por las vacas del tratamiento T1 ( 1.75 % ), ya que lo resultado fueron de 1.2. mm, como se ilustra en el gráfico 9-4.



**Gráfico 9-4:** Evaluación del tamaño del folículo al quinto día.

**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

Es decir que en las vacas que se utilizó 2.0 % de acetato de buserelina se consigue un mayor tamaño del folículo al tercer día, al respecto (Becaluba, 2006 pág. 53), indica que el proestro es el período comprendido entre el comienzo de la luteólisis 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 cuerpo lúteo correspondiente al ciclo anterior y el consiguiente descenso de los niveles séricos de la progesterona que el cuerpo lúteo 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.

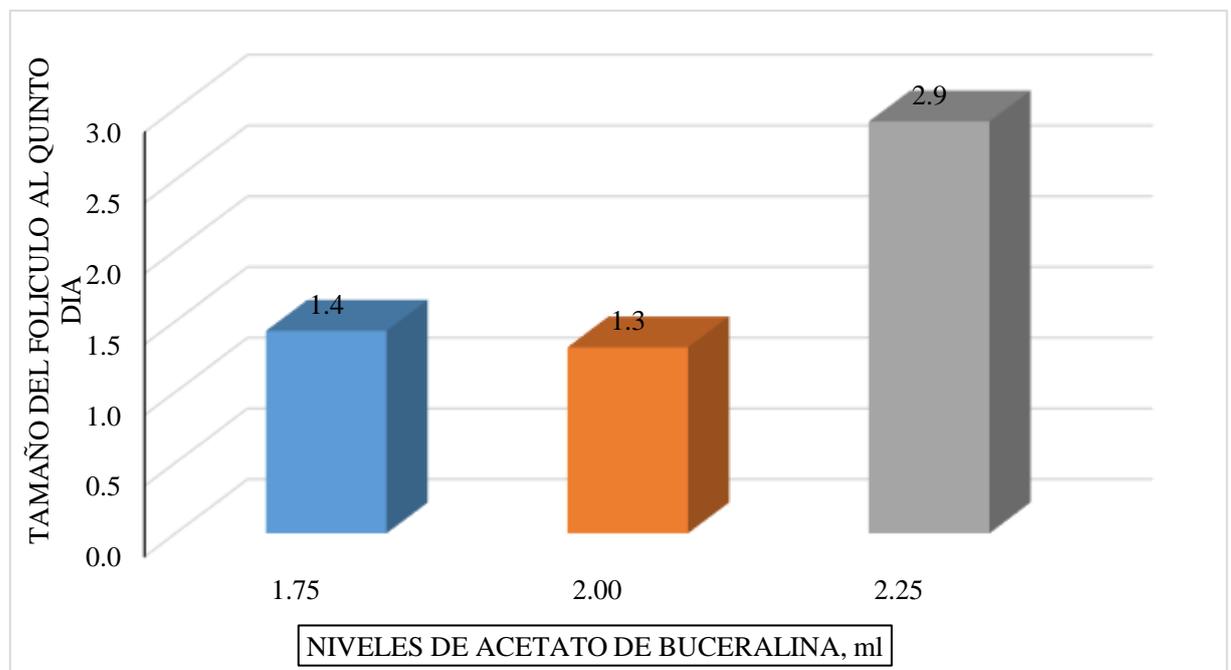
Aunque durante el proestro pueden desarrollarse varios folículos, sólo uno (dos en el caso de gemelos) será seleccionado para ovular. Este folículo dominante se diferencia de los demás en que es estimulado por la hormona FSH para producir estrógenos.

Los estrógenos son producidos por las células que forman la pared del folículo en desarrollo. Las de las capas más externas se denominan células de la teca mientras que las de las capas más interiores se llaman células de la granulosa. Ambos tipos celulares cooperan durante el desarrollo del folículo en la producción de estrógenos: las células de la teca son estimuladas por la LH para producir andrógenos; estos serán convertidos en estrógenos por las células de la granulosa tras haber sido estas estimuladas por la FSH.

#### 4.1.10 *Tamaño del folículo al quinto día*

La valoración del tamaño de folículo al quinto día no determinó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), entre medias de los tratamientos, sin embargo, de carácter numérico se aprecia el mayor tamaño en el tratamiento T3 (2.25 %) con medias de 2.9 mm, como se ilustra en el gráfico 10-4.

Seguido de los registros que fueron reportados en las vacas el tratamiento T1 (1.75 %), puesto que los resultados fueron de 1.4 mm, finalmente los registros más bajos fueron determinados en las vacas del tratamiento T2 (2.25 %), con un tamaño del folículo de 1.3mm.



**Gráfico 10-4:** Evaluación del tamaño del folículo al quinto día.

Elaborado por: Yambay, Sandra. (2020).

El Tamaño del folículo al quinto día es una medida es tomada para hacer el seguimiento del folículo si crecía, o se mantenía; fue considerado únicamente como un control del tamaño del folículo

Al respecto en su investigación de (Cox, 1999 pág. 67), en su investigación sobre la Sincronización de estros con GnRH y Prostaglandina F<sub>2a</sub> en vacas Holstein Friesian en confinamiento Un 90% de las vacas tratadas que ecográficamente mostraban tener un cuerpo lúteo presentaron niveles altos de progesterona, mientras que las restantes mostraron estar en una fase folicular, debido a los niveles basales de este esteroide.

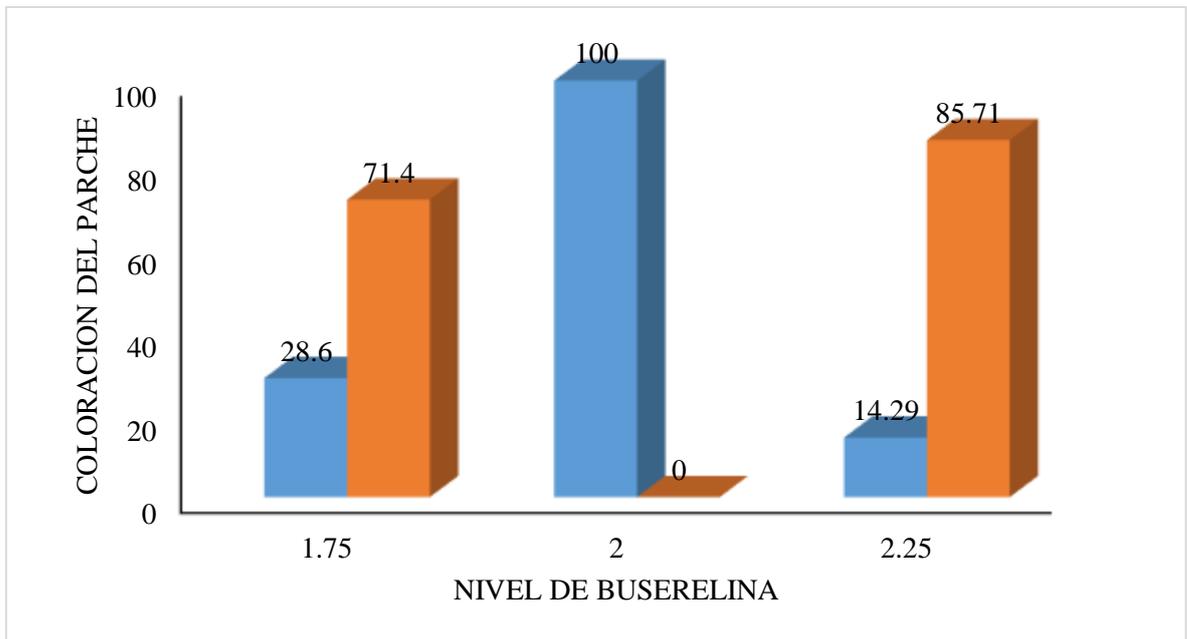
Esta diferencia puede ser explicada por las diferencias en el tiempo que toman los cambios funcionales y estructurales subsiguientes a una luteólisis espontanea En este estudio, sólo un 6.9% de las vacas tratadas con buserelina presentó estro previo al tratamiento con tiaprost 7 días después, lo cual es muy bajo comparado con el 20-30% que debería presentar calor en ese período en un grupo no tratado. Es probable que la administración del análogo de GnRH haya desasociado la dinámica folicular con la regresión luteal cíclica y la ausencia de estros en un número de animales que presentaron luteólisis espontanea, sea debido al tiempo requerido para que nuevos folículos alcancen un desarrollo adecuado. De hecho, se ha observado que dependiendo del estado del folículo dominante, el intervalo administración de PGF<sub>2a</sub> y el estro puede variar entre 2 y 8 días en vacas y es precisamente ése el motivo de buscar controlar simultáneamente la fase luteal y la dinámica folicular en esquemas como el propuesto.

La eficiencia de regresión luteal inducida en este esquema (93.7%) se compara favorablemente a la observada en rebaños en que se ha administrado exclusivamente prostaglandina Lo anterior sugiere que las ovulaciones accesorias inducidas por GnRH no afectan la regresión luteal cuando in PGF<sub>2a</sub> es administrada 7 días después. La regresión luteal en vacas no tratadas con GnRH ha mostrado ser superior a un 80% cuando la PGF<sub>2a</sub> es administrada en el día 7 del ciclo

#### ***4.1.II Coloración del parche 24 horas después de colocados los tratamientos***

Al evaluar estadísticamente la variable coloración del parche que se utilizó para determinar el celo en vacas de la Estación Experimenta Tunshi determinó que al utilizar 1.75 % de bucerina (T1), los resultados fueron de 71.4 % que presentaron una coloración anaranjada mientras que el 28.6 % reporto un color plomo es decir que no presenta celo, ni sintomatología; mientras tanto que al utilizar el 2 % de bucerelina los resultados fueron del 100 % de coloración anaranjada es decir presencia de celo, finalmente al utilizar 2.25 % de bucerelina los reportes fueron del 85.71

% de coloración anaranjada y un 14.29 % que presentan coloración ploma o que no existió presencia de celo, como se ilustra en gráfico 11-4.



**Gráfico 10-4:** Evaluación de Coloración del parche 24 horas después de colocados los tratamientos.

**Elaborado por:** Yambay, Sandra. (2020).

De los reportes antes mencionados se aprecia que en las vacas en las que se aplicó un 2 % de busserelina se obtienen los mejores resultados puesto que el total de las vacas presentaron celo lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Bo, 1998 pág. 32), quien menciona que

La colocación del parche es para la observación de celos, debe colocarse entre la cadera y la cola de la vaca, a un ángulo de 90 grados (perpendicular) a la columna vertebral. la presencia de coloración no fue de forma masiva, sino que paulatinamente fueron manchándose los partes, se asume que existió ovulación, pero la individualidad hace que cada animal reaccione diferente a la aplicación de las hormonas; así también la maduración del folículo no es en un tiempo determinado o exacto.

Este método como su nombre lo indica, consiste en un parche con autoadhesivo en su parte inferior y en su parte superior posee un color base, y por sobre este contiene una coloración gris (similar a las raspaditas) que se va desprendiendo por el raspado de las sucesivas montas, mostrando el color fluorescente que se encuentra debajo. El color base fluorescente (amarillo, azul, fucsia, naranja, o verde) comenzará a visualizarse después de la primera monta. El animal deberá ser inseminado luego de varias montas; cuando el color base fluorescente predomine

Aunque la pérdida de parches es importante, los datos obtenidos en este trabajo indican que la tasa de concepción no se vio afectada en aquellas hembras que no lo tenían al momento de la inseminación. Por el contrario, éstas obtuvieron mayor porcentaje de concepción que las que conservaron el parche, lo que indicaría que los mismos se perdieron por la cantidad de montas recibidas y los problemas del pegado del mismo y la caída del pelo en algunas épocas del año

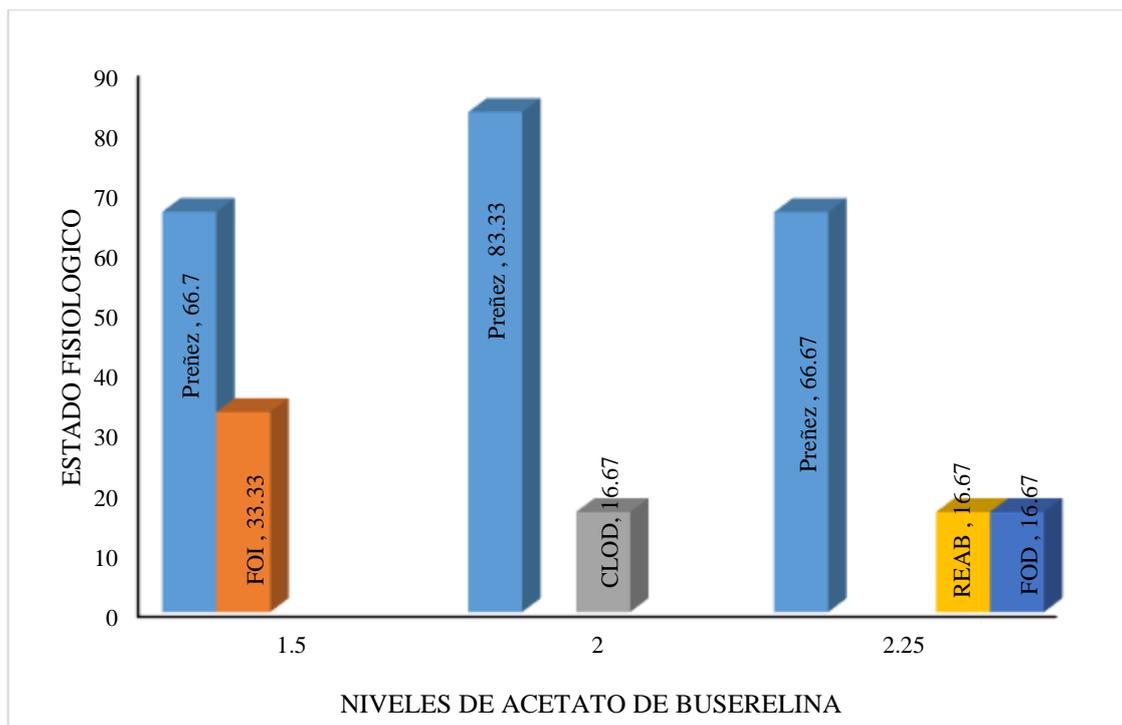
Los datos obtenidos en la presente investigación son superiores a los expuestos por (González, 2016 pág. 46) quien indica que la mayor tasa de concepción la obtuvieron las vacas con más del 50% del parche despintado como las que perdieron el mismo. A partir de estos resultados se podría concluir que la fertilidad aumentó en aquellas vacas que tuvieron más de 50% de despintado o perdieron el parche y que la pérdida de parches fue importante (28%, 48/174). Con este método de ayuda no se pudo dilucidar si fue debido a la cantidad de montas recibidas y/o por problemas de pegado del mismo incluyendo la caída del pelo.

Así mismo son inferiores a los expuestos por (Leon, 2013 pág. 34), quien reporto el porcentaje de detección de celo fue similar en vacas con parche estrus alert PEA 58,32% (21/36) y observación visual (OV) del 41,7% (15/36). Los porcentajes de gestación para los dos métodos de detección no difirieron PEA 46,7% (14/30) y OV 30% (9/30). El porcentaje de detección global fue del 60% (36/60) dando un porcentaje de gestación entre los dos métodos del 38,3% (23/60)., Mediante este estudio se pudo observar que teniendo en cuenta el sistema de parches como único método de detección de celos no es suficiente para detectar correctamente una hembra en celo.

#### **4.1.12 Detección de preñez**

En la valoración de la preñez de las vacas de la Estación Experimental Tunshi se aprecia que para el tratamiento T2 (2 %), se aprecia un 83.33 % de preñez y un 33.33 % de cuerpo lúteo en el ovario derecho (CLOD), las cuales no podrían ser preñadas, mientras tanto que en el tratamiento T1 (2.0 %), existe un 66.77 % de porcentaje de preñez y un 33.33 % de folículo en el ovario izquierdo (FOI).

Mientras tanto que en el tratamiento T3 (2.25 %) se evidencio un 66.77 % de preñez y un 16.67 % de reabsorción, así como un 16.67 % de folículo en el ovario derecho, donde se aprecia que existe un ovulo que está en proceso de ser expulsado para ser fecundado por lo tanto al utilizar la inseminación artificial podrían ser preñadas, como se ilustra en gráfico 12-4



**Gráfico 11-4:** Evaluación del porcentaje de preñez de las vacas de la Estación Experimental Tunshi

Elaborado por: Yambay, Sandra. (2020).

Todos esto análisis se los realizó mediante ecografía, al mes de la fecha de inseminación, la ultrasonografía en tiempo real es una valiosa técnica ampliamente utilizada durante los últimos años para estudiar estructuras anatómicas y funcionales del aparato reproductivo de los bovinos Al respecto (Aspiazu, 2018 pág. 1), manifiesta que en la reproducción bovina existe la necesidad de contar con una técnica diagnóstica directa que provea mayor y más precisa información acerca de estructuras uterinas y ováricas fisiológicas y patológicas. La ecografía del tracto reproductivo puede mejorar o confirmar nuestro diagnóstico y consecuentemente el tratamiento, especialmente cuando el diagnóstico por palpación rectal es dudoso.

La utilización de la técnica de ultrasonografía transrectal en vacas para evidenciar indicadores del desarrollo folicular y la presencia y crecimiento del cuerpo lúteo en una fase temprana se considera actualmente una de las aplicaciones más prácticas cuando se evalúa la reproducción del vacuno lechero. La identificación precoz de estos problemas sin duda mejora la eficiencia reproductiva y el por ciento de gestaciones mediante acciones correctoras.

## CONCLUSIONES

- La utilización de acetato de buserelina mejora la eficiencia ovulatoria y el porcentaje de fertilidad de las vacas lecheras pertenecientes al hato de la Estación Experimental Tunshi, para lo cual se concluye que la utilización del Acetato de buserelina en 3 dosis (1,7 ml - 2 ml - 2,25 ml), a pesar de no presentar diferencias significativas estadísticamente hablando, permitió la acción de ovulación en los 3 grupos estudiados, por lo que se reportan porcentajes de preñez de 66,7% - 83,3% - 66,67%.
- Mediante ecografía se observó que la dosis más adecuada de acetato de buserelina fue el 2%, puesto que se provocó un mayor porcentaje de vaca gestantes que ovularon, pero en diferentes tiempos no exactamente, por lo que la Inseminación Artificial se realizó paulatinamente, de acuerdo a las características de folículo, considerando que no todos los protocolos de Inseminación Artificial en especial los de a Tiempo Fijo funcionaron como tal, debido que cada vaca es un mundo diferente y las hormonas actúan dependiendo al estado nutricional, y la época del año y la inseminación artificial se realizó de acuerdo a como se encuentra la funcionalidad del folículo
- Al utilizar la técnica de ultrasonido se pudo determinar el porcentaje de preñez y la reabsorción folicular en los ovarios derecho e izquierdo, al mes de aplicar los diferentes niveles de acetato de buserelina; así como, la eficiencia reproductiva del hato que fue la mejor al aplicar dosis del 2% (T2), debido a que el porcentaje de preñez fue de 100 %.
- Se determinó el 100% de coloración de los parches en el grupo de vacas del segundo tratamiento (2ml), en tanto que el 71,1% y 85,1% de vacas pertenecientes a los tratamientos T1 y T3 respectivamente.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de acetato de buserelina para conseguir una mejor eficiencia ovulatoria en las vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi.
- Para conseguir una mejora en la inducción y sincronización del estro y ovulación en combinación con prostaglandinas  $F2\alpha$  ( $PGF2\alpha$ ), como parte de un protocolo de inseminación artificial programada, es recomendable la aplicación de 2% de acetato de buserelina.
- Es recomendable el uso del 2% de acetato de buserelina en vacas debido a que se consigue un incremento del índice de fecundidad en la inseminación artificial de la vaca de la Estación Experimental Tunshi.
- Se recomienda utilizar procedimientos asépticos para inyectar el acetato de buserelina debido a que puede producirse infección si bacterias anaerobias penetran en el tejido muscular de la vaca que es el lugar de inyección, en particular tras la administración intramuscular.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, G.; Matteri, R.; Kastelic, J. y Ginther, O. (2002). Asociación entre oleadas de hormona estimulante del folículo y la aparición de ondas foliculares en novillas. Texas : *J. Reprod. Fert.*: 94: 177.
- Allico, M. (2012). Porque se produce una baja condicion corporal de vacas gestantes dinámica folicular bovina . Recuperado de: [mirianallico.blogspot.com/2012/05/dinamica-folicular-bovina.html](http://mirianallico.blogspot.com/2012/05/dinamica-folicular-bovina.html).
- Arthur, G.; Noakes D. y Pearson, T. (2006). *Veterinary Reproduction and Obstetrics*. Toronto : s.n.; *Seventh Edition Saunders*:10 23.
- Armendariz, R. (2018). Acetato de Buserelina 0,0042 mg/ml , Solución inyectable. Recuperado de: [https://www.msd-salud-animal.cl/products/conceptal\\_/020\\_detalle\\_de\\_producto.aspx](https://www.msd-salud-animal.cl/products/conceptal_/020_detalle_de_producto.aspx).
- Aspiazu, T. (2018). Usos del Acetato de Buserelina para sincronizar celos Recuperado de: [https://www.msd-salud-animal.cl/products/conceptal\\_/020\\_detalle\\_de\\_producto.aspx](https://www.msd-salud-animal.cl/products/conceptal_/020_detalle_de_producto.aspx).
- Becaluba, F. (2006). Métodos de sincronización de celos en bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal: 15 - 19.
- Blanco, D.; Blanco, G.; Ramírez, I. y Fonte, L. (2008). Técnicas para la resolución del anestro verdadero en bovinos de aptitud cárnica.. 2008, *REVET*, págs. 123 - 128.
- Bo, G. (1998). Actualización del ciclo estral bovino. IV Jornadas Nacionales CABIA y I del Mercosur. Buenos Aires : *CABIA*: 72-75.
- Brogden, R.; Buckley, M. y Ward, A. (2017). Buserelin. A review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties, and clinical profile. *Drugs*. Recuperado de: <http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/b039.htm>.
- Cavalieri, J. (1995). Bos indicus heifers with norgestomet-oestradiol and Fitzpatrick. Oestrus detection techniques and insemination strategies in, *Aust. Vet.J.*: 72-75.
- Callejas, S.; Alberio, R.; Doray, J.; Shiersmann, G. y Torquati, O. (2003). Efecto de un destete temporario solo o asociado con benzoato de estradiol sobre la reactivación sexual posparto en vacas de cría de establecimientos comerciales. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Cardono, P. (2018). Committee for veterinary medicinal products. Buserelin. Summary Report. Recuperado de: [https://www.ema.europa.eu/documents/mrl-report/flunixin-summary-report-1-committee-veterinary-medicinal-products\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/documents/mrl-report/flunixin-summary-report-1-committee-veterinary-medicinal-products_en.pdf).

- Carvalho, P. (2008). Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* X *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. Texas : *Theriogenology*: 69: 167–175.
- Colazo, P. (2015). .El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. Toronto : s.n., Alberta Agriculture and Rural Development, Edmonton, AB, Canadá: 22-25.
- Cox, J.; Contreras, S.; Letelier, J. y Saravia, A. (1999). Sincronización de estros con GnRH y Prostaglandina F2a en vacas Holstein Friesian en confinamiento. Chillan , Chile : Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria.
- Drost, M. y Thatcher, W. (1992). .Aplicación de la hormona liberadora de gonadotropina como agente terapéutico en la reproducción animal. *Anim Reprod. Sci.*: 28, 11-19.
- Damian, K. J. y Knopf, L. (2009). Composición y características de las ondas foliculares durante el ciclo estral bovino. Ginther, *Anim Reprod. Sci.*: 187-200 .
- De Nava, G. (2018). La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), como tecnología reproductiva para la cría. Recuperado de: <http://www.inia.uy/Documentos/Privados/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/entore%20planificado/Guillermo%20de%20Nava.pdf>.
- Dennir, K. y Leslie, K. (2011). Accuracy of rectal palpation and of a rapid milk progesterone enzyme-immunoassay for determining the presence of a functional corpus luteum in subestrus dairy cows. Toronto : *Canadian Veterinary Journal*.,: 268-291.
- FAO. (2010). Requisitos para la formulación de medicación y sanidad animal . Quito : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Giraldo, J. (2012). Una mirada al uso de la inseminación Artificial en bovinos. Línea de Investigación: *Biotecnología Pecuaria*:10 - 14.
- Go, B. A. (2002). Dinámica folicular y tratamientos hormonales para sincronizar la ovulación en el ganado bovino. [ed.] 1a ed. Cordova : IRAC.
- Gonzales, L. (2018). El ciclo estral de la vaca. Recuperado de: <https://zoovetempasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/el-ciclo-estral-de-la-vaca/>.
- Gonzales, F.; Bas, N.; Cáceres, J. y Rahaussen, H. (2011). Efecto de la sincronización con prostaglandina, en el postparto temprano, sobre el comportamiento reproductivo en vacas lecheras de alta producción. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile : Departamento de Zootecnia.

- González, E. (2016). Método de ayuda para aumentar la eficiencia en la detección de celos. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina : *UNCPBA*.
- Gutierrez, J.; Palomares, R.; Sandoval, J.; De Ondíz, A.; Portillo, G. y Soto, E. (2005). Uso del protocolo Ovsynch en el control de anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito., *Revista Científica, FCV-LUZ*,:7-13.
- Huanca, W. (2001). Inseminación Artificial a tiempo fijo en vaca . Lima : s.n., *Rev Inv Vet Perú*,: 161 - 163.
- Jácome, M. (2018). La inseminación Artificial en vacas. Recuperado de: <https://ivi.es/tratamientos-reproduccion-asistida/inseminacion-artificial/>.
- Kelton, D.; Leslie, K.; Etherington W. y Bonnett, B. (1991). Accuracy of rectal palpation and of a rapid milk progesterone enzyme-immunoassay for determining the presence of a functional corpus luteum in subestrus dairy cows. Canada : *Canadian Veterinary Journal*,: 286-291.
- Lamiratta, B. (2020). Chálver Veterinaria usos y aplicaciones del acetato de buserelina. Recuperado de: <http://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/0/826/826.pdf>.
- Lemay, A.; Maheux, R.; Jean, C. y Faure, N. (2006). Efficacy of different modalities of LHRH agonist (buserelin) administration on the inhibition of the pituitary-ovarian axis for the treatment of endometriosis. Texas : *Prog Clin Biol Res*:225, 157-7.
- Leon, J. (2013). Detección De Estro Por Observación Visual Y El Sistema De Parche Estrus Alert En Vacas Charolais Mestizas Sincronizadas. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador : Universidad De Cuenca Facultad De Ciencias Agropecuarias.
- Lucas, E.; Cutaia, M.G.A. (2012). Uso de la tecnología de inseminación a tiempo fijo (IATF), en rodeos lecheros. [ed.] 1a ed. Cordova : *Instituto de Reproducción Animal Córdoba*,: 24 - 39.
- Macmillan, K. y Thatcher, W. (2001). Efectos de un agonista de la hormona liberadora de gonadotropina sobre los folículos ováricos en el ganado. Texas : *Biol. Reprod.*: 883 - 889.
- Mapletoft, R.; Martínez, M.; Adams, G. y Kastelic, E. (2001). Inseminación artificial a tiempo fijo en ganado *Bos taurus*. Córdoba : Proc. 4º Simposio Internacional de Reprod. Animal: 65 - 67.
- Mapletoft, R. (2018). El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. Recuperado de: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/n09a02colazo.pdf>.

- Palma, G. (2001). Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina. [ed.] 3a ed. Buenos Aires : Edit. Hemisferio Sur S.A.: 21-27.
- Palomares, E. (2009). Revisión de los protocolos empleados en la sincronización de celos en bovinos,. Bogota : Universidad de ciencias aplicadas y ambientales – Universidad de Ciencias Aplicadas y ambientales , Facultad de medicina veterinaria y zootecnia,: 23 - 30.
- Pursley, J. M. MD y MCWiltbank. (1995). Sincronización de la ovulación en vacas lecheras utilizando PGF2 y GnRH. . [ed.] 1a edicion. Texas : *Theriogenology*,: 44, 915 - 923.
- Rivera, H. (2012). Nuevo Protocolo de Presincronización Doble-Ovsynch promete buenos resultados en vacas lecheras. Buenos Aires : *Repro Connections*: 1, 19 - 22.
- Rojas, C. (2012). Evaluación de cuatro protocolos de sincronización de celo con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en ganaderías lecheras del sector sur occidental de la Hoya de Loja”,. *Universidad Nacional de Loja*, Loja, Ecuador.
- Ruiz, F. y Gutierrez, L. (2007). Efecto de la fosoforilcolamina asociada a minerales (Fertimin Se®) en la reducción de retenciones placentarias y aumento de la tasa de presentación de celos. Buenos Aires : *YELOM*.
- SOCIEDAD CORPORATIVA SERAGRO. (2009). Prostaglandinas en el Control Reproductivo. Coruña : Movo Millodiaro.
- Suarez, A. (2015). Eficiencia De La Inseminación Artificial Al Primer Servicio Por La Técnica Transvaginal En Hembras Bovinas De La Hacienda El Prado.” En Hembras Bovinas De La Hacienda El Prado.”. Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ciencias Agropecuarias Medicina Veterinaria Y Zootecnia, Cevallos, Ecuador.
- Thompson, F. (2010). Reproducción de la hembra de mamífero. Doseava Edicion . Mexico DF : s.n.,: 83 -91.
- Vizuet, L. (2012). Manejo y Alimentación de Vacas Donadoras de Embriones de la Raza Holstein Friesian. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Zootecnista. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Yanzaguano, C. (2013). Evaluación de la tasa de preñez utilizando la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) A 0 – 10 - 20 horas post aplicar el protocolo de sincronización ovsynch. *Universidad Politecnica Salesiana*, Cuenca, Ecuador.
- Zarate, M. (2009). Fundamentos de fisiología de la reproducción para implementar planes de sincronización de celos e inseminación artificial en hembras ciclicas, vacas secas y vaquillonas. Recuperado de: <http://www.manant.unt.edu.ar/labrydea/Estro1.htm>.

## ANEXOS

**Anexo A:** Evaluación estadística del peso inicial de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”.

### BASE DE DATOS

| Niveles De Acetato<br>De Bucelrelina, ml | REPETICIONES |     |     |     |     |     |
|------------------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                          | I            | II  | III | IV  | V   | VI  |
| 1.75 %                                   | 465          | 552 | 533 | 495 | 518 | 533 |
| 2 %                                      | 477          | 528 | 552 | 518 | 523 | 651 |
| 2.25 %                                   | 449          | 528 | 659 | 471 | 434 | 434 |

### CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 6284.78           | 2                 | 3142.39        | 0.78            | 0.4758  |
| Nivele              | 6284.78           | 2                 | 3142.39        | 0.78            | 0.4758  |
| Error               | 60372.33          | 15                | 4024.82        |                 |         |
| Total               | 66657.11          | 17                |                |                 |         |

### SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=95.14003 Error: 4024.8222 gl: 15

| Niveles de Acetato |        |   |      |   |  |
|--------------------|--------|---|------|---|--|
| De Bucelrelina, ml | Medias | n | E.E. |   |  |
| 1.75 %             | 516    | 6 | 25.9 | a |  |
| 2 %                | 541.5  | 6 | 25.9 | a |  |
| 2.25 %             | 495.83 | 6 | 25.9 | a |  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo B:** Evaluación estadística del peso final de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”**BASE DE DATOS**

| Niveles de acetato<br>de bucerelina, ml | REPETICIONES |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                         | I            | II  | III | IV  | V   | VI  |
| 1.75 %                                  | 465          | 552 | 528 | 489 | 518 | 530 |
| 2 %                                     | 477          | 528 | 552 | 518 | 510 | 644 |
| 2.25 %                                  | 441          | 528 | 659 | 465 | 434 | 434 |

**CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)**

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 6004.11           | 2                 | 3002.06        | 0.74            | 0.4924  |
| Nivele              | 6004.11           | 2                 | 3002.06        | 0.74            | 0.4924  |
| Error               | 60603.67          | 15                | 4040.24        |                 |         |
| Total               | 66607.78          | 17                |                |                 |         |

**SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=95.32214 Error: 4040.2444 gl: 15

| Niveles de acetato<br>de bucerelina, ml | Medias | n | E.E.  |   |
|-----------------------------------------|--------|---|-------|---|
| 1.75 %                                  | 513.67 | 6 | 25.95 | A |
| 2 %                                     | 538.17 | 6 | 25.95 | A |
| 2.25 %                                  | 493.5  | 6 | 25.95 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo C:** Evaluación estadística de la edad de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”.

**BASE DE DATOS**

| Niveles de acetato de bucerelina, ml | REPETICIONES | I   | II  | III | IV | V  | VI |
|--------------------------------------|--------------|-----|-----|-----|----|----|----|
| 1.75 %                               |              | 152 | 126 | 51  | 50 | 46 | 45 |
| 2 %                                  |              | 54  | 101 | 70  | 43 | 39 | 39 |
| 2.25 %                               |              | 58  | 58  | 52  | 26 | 25 | 19 |

**CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)**

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | de Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 4492.44           | 2                 | 2246.22           | 2.1             | 0.1565  |
| Nivele              | 4492.44           | 2                 | 2246.22           | 2.1             | 0.1565  |
| Error               | 16014             | 15                | 1067.6            |                 |         |
| Total               | 20506.44          | 17                |                   |                 |         |

**SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=48.99979 Error: 1067.6000 gl: 15

| Niveles de acetato de bucerelina, ml | Medias | n | E.E.  |   |
|--------------------------------------|--------|---|-------|---|
| 1.75                                 | 78.33  | 6 | 13.34 | A |
| 1.75 %                               | 57.67  | 6 | 13.34 | A |
| 2 %                                  | 39.67  | 6 | 13.34 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo D:** Evaluación estadística de la condición corporal de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”

**BASE DE DATOS**

| Niveles de acetato de bucerelina, ml | REPETICIONES |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                      | I            | II  | III | IV  | V   | VI  |
| 1.75 %                               | 3.0          | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 3.0 |
| 2 %                                  | 2.5          | 2.5 | 2.5 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| 2.25 %                               | 2.5          | 3.0 | 3.0 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |

**CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO I)**

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 0.03              | 2                 | 0.01           | 0.2             | 0.8209  |
| Nivele              | 0.03              | 2                 | 0.01           | 0.2             | 0.8209  |
| Error               | 1.04              | 15                | 0.07           |                 |         |
| Total               | 1.07              | 17                |                |                 |         |

**SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.39519 Error: 0.0694 gl: 15

| Niveles de acetato de buserelina, ml | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------------------------|--------|---|------|---|
| 1.75                                 | 2.67   | 6 | 0.11 | A |
| 1.75 %                               | 2.67   | 6 | 0.11 | A |
| 2 %                                  | 2.75   | 6 | 0.11 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo E:** Evaluación estadística de la presencia de estrógenos en la sangre 24 horas después de la aplicación de prostaglandina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”

**BASE DE DATOS**

| Niveles de buserelina | REPETICIONES |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | i            | ii    | iii   | iv    | v     | vi    |
| 1.75%                 | 24.05        | 29.61 | 37.64 | 19.2  | 32.61 | 66.7  |
| 2.0%                  | 43.32        | 27.16 | 34.32 | 32.01 | 29.14 | 38.71 |
| 2.25%                 | 31.67        | 32.73 | 33.85 | 31.34 | 34.56 | 30.78 |

**CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)**

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 19.03             | 2                 | 9.52           | 0.09            | 0.9157  |
| niveles             | 19.03             | 2                 | 9.52           | 0.09            | 0.9157  |
| Error               | 1610.71           | 15                | 107.38         |                 |         |
| Total               | 1629.75           | 17                |                |                 |         |

**SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=15.54009 Error: 107.3809 gl: 15

| Niveles de buserelina | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------------|--------|---|------|---|
| 1.75%                 | 34.97  | 6 | 4.23 | A |
| 1.75%                 | 34.11  | 6 | 4.23 | A |
| 2.0%                  | 32.49  | 6 | 4.23 | A |

**Anexo F:** Evaluación estadística de la presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de prostaglandina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”

### BASE DE DATOS

| Niveles de buserelina | REPETICIONES |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | i            | ii    | iii   | iv    | v     | vi    |
| 1.75%                 | 24.05        | 29.61 | 37.64 | 19.2  | 32.61 | 66.7  |
| 2%                    | 43.32        | 27.16 | 34.32 | 32.01 | 29.14 | 38.71 |
| 2.25%                 | 31.67        | 32.73 | 33.85 | 31.34 | 34.56 | 30.78 |

### CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 19.03             | 2                 | 9.52           | 0.09            | 0.9157  |
| niveles             | 19.03             | 2                 | 9.52           | 0.09            | 0.9157  |
| Error               | 1610.71           | 15                | 107.38         |                 |         |
| Total               | 1629.75           | 17                |                |                 |         |

### SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=15.54009 Error: 107.3809 gl: 15

| Niveles de buserelina | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------------|--------|---|------|---|
| 1.75%                 | 34.97  | 6 | 4.23 | A |
| 1.75%                 | 34.11  | 6 | 4.23 | A |
| 2.0%                  | 32.49  | 6 | 4.23 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo G:** Evaluación estadística de la presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de prostaglandina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”

### BASE DE DATOS

| Niveles de buserelina | REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|-----------------------|--------------|------|------|------|------|------|
|                       | i            | ii   | iii  | iv   | v    | vi   |
| 1.75%                 | 2.36         | 0.63 | 2.51 | 0.12 | 0.74 | 0.39 |
| 2%                    | 0.53         | 1.03 | 0.18 | 0.34 | 0.29 | 1.67 |
| 2.25%                 | 1.01         | 1.91 | 0.20 | 1.58 | 3.58 | 1.46 |

### CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | de Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 2.71              | 2                 | 1.35              | 1.52            | 0.2506  |
| Niveles             | 2.71              | 2                 | 1.35              | 1.52            | 0.2506  |
| Error               | 13.37             | 15                | 0.89              |                 |         |
| Total               | 16.08             | 17                |                   |                 |         |

### SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY

| Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.41587 Error: 0.8914 gl: 15 |        |   |      |   |
|-------------------------------------------------------|--------|---|------|---|
| Niveles de buserelina                                 | Medias | n | E.E. |   |
| 1.75%                                                 | 1.12   | 6 | 0.39 | A |
| 1.75%                                                 | 0.67   | 6 | 0.39 | A |
| 2.0%                                                  | 1.62   | 6 | 0.39 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo H:** Evaluación estadística de la presencia de estrógenos en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”

### BASE DE DATOS

| Niveles de buserelina | REPETICIONES |       |       |       |       |       |
|-----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | i            | ii    | iii   | iv    | v     | vi    |
| 1.75%                 | 15.53        | 35.04 | 23.37 | 27.14 | 26.26 | 60.44 |
| 2%                    | 24.28        | 16.60 | 18.62 | 24.54 | 27.14 | 30.79 |
| 2.25%                 | 24.96        | 19.69 | 25.86 | 20.02 | 20.02 | 29.97 |

### CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 240.79            | 2                 | 120.39         | 1.25            | 0.3148  |
| niveles             | 240.79            | 2                 | 120.39         | 1.25            | 0.3148  |
| Error               | 1445.02           | 15                | 96.33          |                 |         |
| Total               | 1685.81           | 17                |                |                 |         |

### SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY

| Niveles de buserelina | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------------|--------|---|------|---|
| 1.75%                 | 31.3   | 6 | 4.01 | A |
| 1.75%                 | 23.66  | 6 | 4.01 | A |
| 2.0%                  | 23.42  | 6 | 4.01 | A |

**Anexo I:** Evaluación estadística de la presencia de progesterona en la sangre 24 horas después de la aplicación de acetato de buserelina de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”.

### BASE DE DATOS

| Niveles de buserelina | REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|-----------------------|--------------|------|------|------|------|------|
|                       | i            | ii   | iii  | iv   | v    | vi   |
| 1.75%                 | 0.32         | 0.19 | 5.94 | 0.48 | 0.20 | 1.45 |
| 2%                    | 2.29         | 4.56 | 0.05 | 0.17 | 0.48 | 0.34 |
| 2.25%                 | 0.26         | 4.80 | 0.08 | 0.23 | 7.96 | 4.13 |

### CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) |                   |                   |                |                 |         |        |
|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|--------|
| Fuente de Variación                             | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |        |
| Modelo                                          |                   | 9.5               | 2              | 4.75            | 0.76    | 0.5    |
| niveles                                         |                   | 9.5               | 2              | 4.75            | 0.76    | 0.4868 |
| Error                                           |                   | 94.31             | 15             | 6.29            |         |        |
| Total                                           |                   | 103.81            | 17             |                 |         |        |

### SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY

| Niveles de buserelina | Medias | n | E.E. |   |  |
|-----------------------|--------|---|------|---|--|
| 1.75 %                | 1.43   | 6 | 1.02 | A |  |
| 2%                    | 1.31   | 6 | 1.02 | A |  |
| 2.25%                 | 2.91   | 6 | 1.02 | A |  |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo J:** Evaluación estadística del tamaño del folículo al tercer día de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”

**BASE DE DATOS**

| Niveles de buserelina | REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|-----------------------|--------------|------|------|------|------|------|
|                       | i            | ii   | iii  | iv   | v    | vi   |
| 1.75%                 | 1.00         | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
| 2%                    | 1.00         | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 |
| 2.25%                 | 2.00         | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

**CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)**

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | de Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---------|
| Modelo              | 0.78              | 2                 | 0.39              | 1.59            | 0.2363  |
| niveles             | 0.78              | 2                 | 0.39              | 1.59            | 0.2363  |
| Error               | 3.67              | 15                | 0.24              |                 |         |
| Total               | 4.44              | 17                |                   |                 |         |

**SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.74145 Error: 0.2444 gl: 15

| Niveles de buserelina | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------------|--------|---|------|---|
| 1.75                  | 1.2    | 6 | 0.2  | A |
| 1.75%                 | 1.7    | 6 | 0.2  | A |
| 2%                    | 1.5    | 6 | 0.2  | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo K:** Evaluación estadística del tamaño del folículo al quinto día de las vacas de la Estación Experimental “Tunshi”.

**BASE DE DATOS**

| Niveles de buserelina | REPETICIONES |      |      |      |      |      |
|-----------------------|--------------|------|------|------|------|------|
|                       | i            | ii   | iii  | iv   | v    | vi   |
| 1.75%                 | 2.00         | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 2.00 |
| 2%                    | 2.00         | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| 2.25%                 | 2.00         | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 |

**CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)**

| Fuente de Variación              | Suma de Cuadrados | Grado de libertad | Cuadrado Medio | Fisher Cuadrado | p-valor |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
| Modelo                           | 0.33              | 2                 | 0.17           | 1.15            | 0.3419  |
| Niveles de acetato de buserelina | 0.33              | 2                 | 0.17           | 1.15            | 0.3419  |
| Error                            | 2.17              | 15                | 0.14           |                 |         |
| Total                            | 2.5               | 17                |                |                 |         |

**SEPARACIÓN DE MEDIAS TEST: TUKEY**

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.56995 Error: 0.1444 gl: 15

| Niveles de buserelina | Medias | n | E.E.   |
|-----------------------|--------|---|--------|
| 1.75                  | 1.67   | 6 | 0.16 A |
| 1.75%                 | 2      | 6 | 0.16 A |
| 2%                    | 1.83   | 6 | 0.16 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )