

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**  
**Y ZOOTECNIA**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista

**TEMA:**

“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE GnRH EN LA INDUCCIÓN DEL CELO  
EN CERDAS APLICANDO AL DÍA UNO Y TRES POST DESTETE”

**AUTOR:**

PEDRO SANTIAGO REDROVÁN MACANCELA

**DIRECTOR:**

DR. PATRICIO GARNICA. M

**CUENCA – ECUADOR**

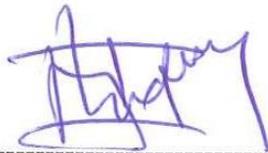
**2015**

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE GnRH EN LA INDUCCIÓN DEL CELO  
EN CERDAS APLICANDO AL DÍA UNO Y TRES POST DESTETE”**

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD DEL DIRECTOR DE TESIS.**

Cuenca 16 de Marzo del 2015.

Yo Dr. Patricio Garnica Marquina Director de este trabajo de investigación, admito responsabilidad y certifico el desarrollo del tema investigado por el estudiante Pedro Santiago Redrován Macancela, bajo mi supervisión.



-----  
Dr. Patricio Garnica Marquina

DIRECTOR DE TESIS

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.**

Cuenca 16 de Marzo del 2015.

Yo, Pedro Santiago Redrován Macancela pongo esta investigación “EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE GnRH EN LA INDUCCIÓN DEL CELO EN CERDAS APLICANDO AL DÍA UNO Y TRES POST DESTETE” a completa responsabilidad de mi persona el cual está estructurada de acuerdo a las normativas establecidas dentro de la Universidad Politécnica Salesiana.

Y bajo mi juramento que el trabajo aquí descrito es propiamente de mi autoría, y que según indagación previa no ha sido presentado para ningún grado o calificación habiéndose consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de este documento concedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, y en lo primordial a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamento y por la Normativa Institucional Vigente.



**PEDRO SANTIAGO REDROVÁN MACANCELA**

**AUTOR DE LA TESIS**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Bolívar Redrován Redrovan y Ma. Teresa Macancela Arizaga, que con mucho esfuerzo y ejemplo me han ayudado a cumplir esta gran meta en mi vida, me han inculcado un gran modelo de superación y dedicación en todo objetivo planteado y de igual manera han sido un pilar fundamental en este periodo académico universitario.

De igual manera a mi Hija Romina y a mi esposa Carolina Estefanía por ser mi fuente de inspiración y dedicación en este trayecto y por estar conmigo en todo momento y ser un apoyo moral e intelectual durante todo este tiempo ya que sus presencias me ayudado a fortalecer mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios y a la Virgen por concederme una vida llena de oportunidades y dejarme disfrutar de ellas, agradezco por darme la capacidad intelectual para lograr este objetivo y muchos más, por concederme a unos padres ejemplares que han estado conmigo en todo momento y que con su apoyo absoluto he podido lograr salir adelante en mi vida.

Agradezco de igual manera a todos mis profesores por compartir sus conocimientos siempre han sido un digno ejemplo profesional de alcanzar de manera especial a Dr. Patricio Garnica, Ing. Pedro Webster y Dra. Mónica Brito que han estado apoyándome en este proceso investigativo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>
<b>I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>14</b>
A) TEMA:.....	14
B) INTRODUCCIÓN .....	14
C) JUSTIFICACIÓN .....	16
D) OBJETIVOS .....	17
1. Objetivo general .....	17
2. Objetivos específicos.....	17
<b>II.- MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
2.1. GENERALIDADES.....	18
2.1.1. CICLO ESTRAL DE LA CERDA .....	18
2.1.2. MECANISMOS REGULADORES DE LA FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA.....	21
2.1.2.1. ACCIÓN DE LA GnRH EN EL CONTROL DEL CICLO ESTRAL .....	21
2.1.2.4. CONTROL DEL CICLO ESTRAL DE LA CERDA .....	23
2.1.3. CONTROL NEUROENDOCRINO DEL CICLO ESTRAL.....	24
2.1.3.1 HIPOTÁLAMO .....	24
2.1.3.2. HIPÓFISIS.....	25
2.1.4. SÍNTOMAS DEL CELO EN LA CERDA.....	26
2.1.4.1. SÍNTOMAS EXTERNOS .....	26
2.1.4.2. SÍNTOMAS INTERNOS .....	27
2.1.4.3. RECOMENDACIONES PARA LA DETECCIÓN DEL CELO .....	28
2.1.5. ENDOCRINOLOGÍA DEL OVARIO .....	29
2.1.5.1. ESTRÓGENOS.....	29
2.1.5.2. PROGESTERONA .....	30
2.1.5.3. SECRECIÓN DE GONADOTROPINAS .....	30

2.1.5.4. ENDOCRINOLOGIA DEL DESARROLLO FOLICULAR .....	31
2.1.5.5. DINÁMICA FOLICULAR.....	32
2.1.6. ACCIÓN DE LA GnRH EN LA INDUCCIÓN DEL CELO .....	34
2.1.6.1. ANÁLOGOS DE LA GnRH.....	34
2.1.6.2. AGONISTAS DE LA GnRH .....	34
2.1.6.3. TRATAMIENTO CON GONADOTROFINAS EXÓGENAS .....	35
<b>III.- HIPÓTESIS .....</b>	<b>36</b>
3.1.- HIPÓTESIS NULA .....	36
3.2.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA .....	36
3.3.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	37
3.3.1. VARIABLES DEPENDIENTES (Presencia Celo).....	37
3.3.2. VARIABLES INDEPENDIENTES (Aplicación de GnRH).....	37
3.3.3. INDICADORES .....	38
3.3.4. UNIDAD DE MEDIDA .....	38
<b>IV. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>39</b>
V. MARCO METODOLÓGICO.....	40
5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	40
5.2. DELIMITACIÓN .....	40
5.2.1. TEMPORAL.....	40
5.2.2. ESPACIAL .....	41
5.2.3. ACADÉMICA: .....	41
5.2.4. CROQUIS .....	42
<b>VI.- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>43</b>
6.1. MÉTODO .....	43
6.2. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO .....	43
6.4. MARCO LOGÍSTICO.....	45
6.5. RECURSOS HUMANOS.....	45
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>46</b>
7.1. INDUCCIÓN DEL CELO .....	46

7.2. DISCUSIÓN .....	54
7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS.....	56
<b>VIII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>60</b>
<b>XI. ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N° 1. VARIABLES DEPENDIENTES.....</b>	<b>37</b>
<b>CUADRO N° 2. VARIABLES INDEPENDIENTES.....</b>	<b>37</b>
<b>CUADRO N° 3. DIAGRAMA DE TRATAMIENTOS .....</b>	<b>39</b>
<b>CUADRO N° 4. ADEVA PARA EL FACTOR DE INDUCCIÓN DE CELO EN CERDAS.....</b>	<b>40</b>
<b>CUADRO N° 5. MATERIALES DE CAMPO.....</b>	<b>44</b>
<b>CUADRO N° 6. MATERIALES DE OFICINA.....</b>	<b>44</b>
<b>CUADRO N° 7. PRESUPUESTO .....</b>	<b>45</b>
<b>CUADRO N° 8. Número de cerdas inducidas al celo con transformación de datos en valores en respuesta (si) (no).....</b>	<b>46</b>
<b>CUADRO N° 9. Transformación de datos con <math>\sqrt{(X+0,5)}</math>.....</b>	<b>46</b>
<b>Cuadro N° 10. Número de cerdas que presentaron celo, para un DCA con tres tratamientos y diez repeticiones, con datos transformados a <math>\sqrt{(X + 0.5)}</math>.....</b>	<b>47</b>
<b>CUADRO N° 11 ADEVA para el número de cerdas inducidas al celo de los tratamientos con valores transformados a <math>\sqrt{(X + 0.5)}</math>.....</b>	<b>48</b>
<b>CUADRO N° 12 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>CUADRO N° 13. DATOS POR TRATAMIENTO DÍA 1 POST DESTETE.....</b>	<b>53</b>
<b>CUADRO N° 14. DATOS POR TRATAMIENTO DÍA 3 POST DESTETE.....</b>	<b>54</b>
<b>CUADRO N° 15 DATOS POR TRATAMIENTO CELO NATURAL.....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 1.</b> Fases del ciclo estral de la cerda ENGORMIX .....	20
<b>FIGURA N° 2.</b> Periodo crítico durante el ciclo reproductivo de la cerda.....	21
<b>FIGURA N° 3.</b> Eje Hipotálamo – Hipófisis.....	24
<b>FIGURA N° 4.</b> Momento ideal de cubrición a la cerda.....	27
<b>FIGURA N° 5.</b> Endocrinología del desarrollo folicular.....	33
<b>FIGURA N° 6.</b> Mapa político del cantón Santa Isabel.....	42
<b>FIGURA N° 7.</b> Cerdas que presentan celo al 1 día post destete.....	47
<b>FIGURA N° 8.</b> Porcentaje de cerdas que presentan celo al 1 día post destete.....	48
<b>FIGURA N° 9.</b> Cerdas que presentan celo al 3 día post destete.....	49
<b>FIGURA N° 10.</b> Porcentaje de cerdas que presentan celo al 3 día post destete.....	49
<b>FIGURA N° 11.</b> Cerdas que presentan celo natural post destete.....	50
<b>FIGURA N° 12.</b> Porcentaje de cerdas que presentan celo natural post destete.....	51
<b>FIGURA N° 13.</b> Porcentajes de cerdas inducidas al celo.....	52
<b>FIGURA N° 14.</b> COSTOS POR TRATAMIENTO.....	57
<b>FOTO N° 15.</b> Ubicación de la granja.....	67
<b>FOTO N° 16.</b> Selección de cerdas.....	67
<b>FOTO N° 17.</b> Cerdas a ser tratadas.....	68
<b>FOTO N° 18.</b> Cerdas que fueron destetadas.....	69
<b>FOTO N° 19.</b> Cerdas tratadas 1 día post destete.....	70
<b>FOTO N° 20.</b> Cerdas destetadas a los 3 días post destete.....	71

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la granja porcina “Don Eliseo” ubicada en la Comunidad de Patapata perteneciente a la Parroquia Abdón Calderón (La Unión) del Cantón Santa Isabel de la Provincia del Azuay, con una altitud de 1300 m.s.n.m, temperatura promedio de 18°C y humedad del 83%. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto sobre la inducción del celo en cerdas, aplicando la hormona sintética liberadora de las gonadotropinas (gonadorelina - GnRH) luego de uno y tres días pos destete. Para la investigación se utilizaron 30 cerdas en condiciones corporales y fisiológicas similares con edad de dos años y dos partos promedio, distribuidos en tres grupos de 10 animales cada tratamiento. Tratamiento A (n = 10) aplicación de 150 ug de gonadorelina – GnRH (Fertagyl) al día uno post destete, diagnosticando la presencia del celo entre las cuatro a seis horas de aplicado, Tratamiento B (n = 10) aplicación de 150 ug de gonadorelina – GnRH (Fertagyl) al día tres post destete, diagnosticando la presencia del celo entre las cuatro a seis horas de aplicado y Tratamiento C (n = 10) sin aplicación de GnRH, diagnosticando la presencia de celo natural. En el proceso de investigación las variables analizadas fueron determinar la tasa de efectividad de la GnRH (gonadorelina) ante la inducción de celo, frente a los parámetros reproductivos naturales del animal y evaluar los costos - beneficio. Los resultados obtenidos se evaluaron con un Diseño estadístico Completamente al Azar y con el ADEVA no se obtuvo significancia entre tratamientos.

## **ABSTRACT**

This research was done in “Don Eliseo” pig farm located in Patapata community that belongs to Abdón Calderón parish (La Unión) Santa Isabel town, Azuay Province, at 1300 m. above sea level, at an average temperature of 18°C and 83% of humidity. The objective of the research was to evaluate the effect of induction on female pig heat, by applying the releasing synthetic hormone of gonadotropins (gonadorelin – GnRH) after one to three weaning post term days. For the research they used 30 bristles at similar body and physical of an average two years old and two times given births, sorted in three groups of 10 animals each treatment. Treatment A (n = 10) applying 150 ug of gonadorelin – GnRH (Fertagyl) post weaning, diagnosing the presence of heat between four to six hours of application and treatment C (n = 10) without applying GnRH, diagnosing the presence of natural heat. In the research process, the analyzed variables were to determine the effectiveness rate of GnRH (gonadorelin) before the heat induction, before natural reproducing parameter of animal and evaluate the costs – benefit. The obtained results were evaluated with a fully random statistic design and with the ADE-VA it didn't obtain any significance among treatments.

## **I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **A) TEMA:**

“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE GnRH EN LA INDUCCIÓN DEL CELO EN CERDAS APLICANDO AL DÍA UNO Y TRES POST DESTETE”

### **B) INTRODUCCIÓN**

Debido a la escasez de alimentos, especialmente de fuentes de proteínas animal para los humanos, se ha generado una gran demanda de carne porcina, determinando que el incremento de consumo cada año crece considerablemente, por lo tanto la producción de esta fuente se ve en necesidad de mejorar y acelerar el ritmo de productividad.

Es así que para determinar e implementar nuevas prácticas que mejoren este rendimiento, el sector ha generado nuevas biotecnologías en el área de la reproducción de los animales, los mismos que de manera técnica aceleren el ritmo de producción, sin olvidar mantener la naturaleza de sus características genéticas y de desarrollo, por lo tanto, es aconsejable investigar nuevos procesos en los que podamos adaptarnos al desarrollo normal de los animales y mejorar los parámetros productivos aumentando su rentabilidad.

Por lo tanto manifestamos que el cerdo es un animal omnívoro, fácil de criar, precoz, prolífico, de corto ciclo reproductivo, requiere poco espacio, se adapta fácilmente a diferentes climas y ambientes, posee una gran capacidad de transformación para producir carne de alta calidad nutritiva, con una buena conversión alimenticia. Es uno de los animales con mayor rendimiento, pues todo cuanto compone su cuerpo se aprovecha.

Los cerdos son poliestros, lo que significa que las hembras entran en celo a intervalos de 21 días durante todo el año, por tanto, es factible que se reproduzcan en cualquier época. Asimismo, son muy prolíficos, en cada celo las hembras liberan de 16 a 18 óvulos y se implantan un buen número de óvulos fecundados. La hembra, que es muy productiva, es capaz de parir y amamantar crías dos veces al año, lo que quiere decir, que puede parir con una sola camada un promedio de 15 cerdos al año. Las hembras del cerdo son excelentes madres, pues protegen con esmero a sus crías durante el parto y la lactancia. Los cerdos, como la mayoría de los animales de granja, son homeotermos, lo que significa que mantienen una temperatura corporal constante sin importar la temperatura ambiental. La temperatura normal del cuerpo del cerdo es de  $39^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Actualmente la crianza de cerdos de engorde para consumo es una labor más tecnificada, y dadas las nuevas exigencias de los mercados, las producciones ahora son más sanitarias y especializadas. El mercado actual de cerdos a nivel nacional e internacional ha crecido aceleradamente, así también las exigencias de mejor calidad por parte de los consumidores.

## C) JUSTIFICACIÓN

La importancia de la investigación es evaluar el desempeño reproductivo de la cerda luego del destete, con la aplicación de una hormona exógena que actúa a nivel del eje Hipotálamo-Hipófisis-Gónadas produciendo mayor liberación de hormonas gonadotrópicas que actúan en el crecimiento, maduración y desarrollo folicular y mejoran el índice ovulatorio (estro) y por consiguiente mayores probabilidades de fertilidad, desarrollando un amplio número de hembras que presenten celo dentro de los primeros días pos destete.

De esta manera la presentación del estro está asociada con la presencia de folículos grandes y sanos seleccionados durante el periodo de proestro para su maduración pre ovulatoria. En este periodo, la concentración de progesterona disminuye y los folículos grandes producen  $17\beta$ -estradiol, el que está involucrado en el inicio del estro a través del mecanismo de retroalimentación positiva, que éste ejerce sobre los centros hipotalámicos e hipofisarios.

Esto estimula la liberación de pulsos de hormona luteinizante (LH) inducidos por el GnRH, que es la responsable de la ovulación de los folículos grandes. Se ha observado también que un incremento del nivel sérico de los estrógeno precede la elevación pre ovulatoria de la LH por alrededor de 48 h, tanto durante el ciclo estral, como en el estro pos destete en la cerda. Este incremento depende del número de folículos pre ovulatorios presentes en el ovario de la cerda después del destete.

La necesidad de evitar días abiertos entre partos, nos conlleva a utilizar alternativas, que mediante el uso de hormonas exógenas impidan este problema y así favorecer a la implementación de nuevas técnicas al productor, el mismo que expresa una falta de productividad por no obtener un buen número de crías por año y por cerda.

## **D) OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto sobre la inducción del celo aplicando la hormona sintética liberadora de las gonadotropinas (gonadorelina - GnRH) luego de uno y tres días post destete en cerdas lactantes.

### **2. Objetivos específicos**

- Determinar la efectividad de la GnRH- gonadorelina en la presencia o ausencia de celo.
- Evaluar costos - beneficio en la aplicación de GnRH – gonadorelina determinado el índice de fecundidad entre el carácter fisiológico y aplicando el tratamiento.

## **II.- MARCO TEÓRICO**

### **2.1. GENERALIDADES**

#### **2.1.1. CICLO ESTRAL DE LA CERDA**

"La cerda es un animal poliéstrico que en condiciones favorables manifiesta su actividad sexual a lo largo de todo el año. Su ciclo estral es aproximadamente de 21 días con un rango de 15 a 28 días. De acuerdo a los cambios que tiene, tanto en sus manifestaciones internas como externas se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro. " (BRITO, et al, 2006)<sup>1</sup>

##### **2.1.1.1. PROESTRO**

*Esta fase dura 2 días y las hembras comienzan a montarse entre sí, y sin aceptar al macho. Comienzan a reflejarse síntomas externos como son enrojecimiento de la vulva y secreciones. En algunas hembras esta fase se puede alargar excesivamente hasta por 5 a 7 días. Internamente se desarrolla el folículo terciario en el ovario, incrementándose la secreción estrogénica e iniciándose la preparación de los órganos tubulares y de la vulva con su tumefacción característica. (Idem.,p.2)<sup>2</sup>*

##### **2.1.1.2. ESTRO**

*El mismo dura de 2 a 3 días, existiendo inflamación de la vulva, pueden presentarse secreciones mucosas en la comisura de la vulva, la hembra gruñe con frecuencia, come poco y se muestra inquieta, se puede mostrar agresiva y lo más característico es el reflejo de inmovilidad, el cual es aprovechado para la monta o inseminación artificial. Entre 26 y 40 horas de haber comenzado el celo debe ocu-*

---

<sup>1</sup> BRITO, et al, "Características reproductivas de la cerda", *Revista Electrónica Veterinaria REDVET*, Vol. VII, N° 01 La Habana, Enero 2006. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

*rrir la ovulación, es la fase más importante del ciclo estral porque es el momento en que se realiza el apareamiento. (BRITO et al. Op.Cit.,p.2)*<sup>3</sup>

### **2.1.1.3. METAESTRO**

“Esta fase dura alrededor de 7 días, momento en que se organiza el cuerpo lúteo y comienza la producción de progesterona”. (FUENTES M y otros., 2006)<sup>4</sup>

*Después de la ovulación, viene el proceso de luteinización conocido como la etapa de cuerpo hemorrágico. El proceso de luteinización sucede a la par de un proceso de angiogénesis muy activa apoyada por varios factores de crecimiento endotelial vascular. El cuerpo lúteo (CL) alcanza su funcionalidad máxima hacia el día 7 del ciclo estral (350-450 mg de peso) y los niveles de P4 se correlacionan con el número de cuerpos lúteos. El desarrollo del cuerpo lúteo depende del estatus nutricional, la formación del CL se da por el pico de LH y es independiente de la secreción tónica de LH. Es decir que el CL no necesita de soporte gonadotrópico durante los primeros 10 días. En la segunda mitad de la fase luteal, los CL dependen ahora si de las LH la cual tiene un patrón de pulsatilidad de baja frecuencia y mayor amplitud. (ESCOBAR C, 2011)*<sup>5</sup>

### **2.1.1.4. DIESTRO**

*Dura alrededor de 9 días y se produce progesterona y si no ocurre la gestación al final comienza la regresión del cuerpo lúteo o disminuyendo el nivel en progesterona circulante en sangre, comenzando la maduración de nuevos folículos y con ello el inicio de un nuevo ciclo. El mecanismo que regula el ciclo sexual determinando la duración y el fisiologismo de sus fases se sustenta por el equilibrio del SNC y el sistema endocrino. Las formas en que estas funciones pueden manifes-*

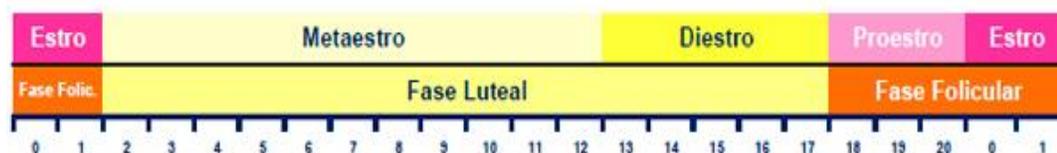
---

<sup>4</sup> FUENTES M y otros. “Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales”. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET* año 2006.Vol. VII, Nº 01, Enero/2006. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.

<sup>5</sup> ESCOBAR, J. "Fisiología del ciclo estral de la cerda". *Universidad Nacional de Colombia*, año 2011. [www.docentes.unal.edu.co/cjimeneze/docs/8180.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/cjimeneze/docs/8180.pdf).

tarse estarán muy influidas por las condiciones existentes entorno a estas. (ESPINOSA Y y RODRIGUES Y. 2012)<sup>6</sup>

### FIGURA N°1. FASES CICLO ESTRAL DE LA CERDA



**FUENTE:** ENGORMIX, Fases del ciclo estral de la cerda, (RAFAEL T, 2013)<sup>7</sup>

*Una vez que las cerdas llegan a la pubertad entre los 5 y los 7 meses de edad, el ciclo estral comienza de una manera regular con una duración promedio de 18-24 días. Los ciclos estrales se ven interrumpidos o no están presentes en las cerdas pre púberes, lactante y con anestro patológico. El ciclo estral se ha dividido para su estudio en una fase folicular de 5-7 días (proestro y estro) y una fase luteal de 13-15 días (metaestro o diestro). Durante el estro se presenta la ovulación que varía entre 15-30 folículos, dependiendo de la nutrición, edad y otros factores. Los estímulos que provienen del medio son captados por los órganos de los sentidos y viajan por vía nerviosa hasta el hipotálamo. Este actúa como moderador de las excitaciones recibidas a través de las sustancias especiales. Estos llegan hasta la hipófisis por la vía sanguínea y la estimulan para que elabore las hormonas gonadotrópicas, llegando dichas hormonas hasta los ovarios. (ESBENSHADE. K, 2006)<sup>8</sup>*

<sup>6</sup> ESPINOSA. Y , Rodríguez. Y “Ciclo sexual de la Cerda y factores que influyen en el indicador reproductivo” *Porcicultura.com*, VII. N° 01, p. 1-2.

<sup>7</sup> RAFAEL T, Engormix, Fases del ciclo estral de la cerda, 2013

<sup>8</sup> ESBENSHADE. K. “Características reproductivas de la cerda”. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. Vol. VII, N° 01 La Habana, Enero del 2006. Tomado de Secretos y ciencias del ciclo estral. Porcinocultura National Hog Farmer. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

**FIGURA N° 2 . PERIODO CRÍTICO REPRODUCTIVO DE LA CERDA.**



**FUENTE:** HEALTHY. H, Periodo crítico durante el ciclo reproductivo de la cerda, (HEALTHY. H , 2008)<sup>9</sup>

## 2.1.2. MECANISMOS REGULADORES DE LA FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA

### 2.1.2.1. ACCIÓN DE LA GnRH EN EL CONTROL DEL CICLO ESTRAL

*El GnRH es una hormona peptídica, sintetizada por el hipotálamo y que ejerce su acción biológica a nivel hipofisario, estimulando la secreción de LH y FSH. Estas hormonas tienen dos tipos de secreción, una tónica y una cíclica. La primera de ellas es basal, no muestra variación estacional y tiene control endocrino ejercido por las hormonas esteroideas secretadas por el ovario (estradiol y progesterona). La secreción cíclica de LH y FSH es propia de la hembra, y muestra una importante variación durante el período per ovulatorio. Esta oleada o pico pre ovulatorio es el responsable de la ovulación, y dura entre 6 y 12 horas en la mayoría de las especies domésticas. El pico pre ovulatorio de LH se inicia con un importante incremento en la concentración circulante de estrógenos, el cual tiene un efecto positivo sobre el eje hipotálamo-hipofisario induciendo la descarga de GnRH y como consecuencia de éste la descarga de LH. El estrógeno actúa a dos niveles, a*

<sup>9</sup> HEALTHY H. Periodo crítico durante el ciclo reproductivo de la cerda 2008. <http://mark.asci.ncsu.edu/HealthyHogs/book2000/see.htm>.

*nivel hipotalámico, estimulando las áreas pre ópticas y supra quiasmáticas, aumentando la descarga de GnRH, y a nivel de hipófisis, aumentando la sensibilidad de las células gonadotrofas a la GnRH, lo que provoca finalmente un aumento importante en la descarga de LH. Este pico de LH provoca la elevación rápida de esteroides gonadales (estradiol y progesterona), y de prostaglandina en el líquido folicular, desempeñando esta última un rol primordial en los mecanismos íntimos de la ovulación. (SINTEX, 2005)<sup>10</sup>*

#### **2.1.2.2. ACCIÓN DE LA FSH EN EL CICLO REPRODUCTIVO**

“La FSH producida por la hipófisis a nivel del ovario estimula el crecimiento y desarrollo de los folículos y de esta forma la producción de los estrógenos que son los responsables de las manifestaciones cíclicas del celo”. (EVANS y DOHERTY, 2006)<sup>11</sup>

#### **2.1.2.3. ACCIÓN DE LA LH EN EL CICLO REPRODUCTIVO**

*La LH conjuntamente con la FSH participa en la estructura de la membrana folicular para llevar a cabo la ovulación, además es la hormona que después de la ovulación estimula la formación del cuerpo amarillo. La LH regula la función del cuerpo lúteo y este produce la progesterona, esta hormona es la encargada del mantenimiento de la gestación, pero si no ocurre la fecundación el cuerpo amarillo involuciona hasta quedar como un punto en la superficie del ovario, reiniciándose un nuevo ciclo estral. (Idem., p.3)<sup>12</sup>*

*Todos estos fenómenos están controlados por la acción hipotalámica que actúa como centro de la actividad sexual, a través del sistema endocrino mediante un mecanismo de retroalimentación denominado Feed - Back. Cuando la titulación de estas hormonas es alta en sangre entonces se activa a nivel del hipotálamo la liberación de los factores que cesan la producción de éstas, activándose la de otras, quiere decir que una vez que los estrógenos se elevan en su máximo nivel esta tasa estrogénica en sangre es la que actúa en el hipotálamo para que cese su producción y entonces comience la producción de la progesterona por parte del cuerpo lúteo. A la luz de los conocimientos actuales se sabe que la progesterona*

---

<sup>10</sup> SINTEX 2005 “Manejo farmacológico del ciclo estral” *Laboratorio de Especialidades Veterinarias*. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) p., 3 – 4.

<sup>11</sup> EVANS Y DOHERTY. “Características reproductivas de la cerda”. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. Vol. VII, Nº 01 La Habana, Enero del 2006. Tomado de Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

*es la hormona que desempeña el papel fundamental en la regulación de las funciones sexuales de la hembra. (ESBENSHADE. K., Op.Cit., p. 4)<sup>13</sup>*

#### **2.1.2.4. CONTROL DEL CICLO ESTRAL DE LA CERDA**

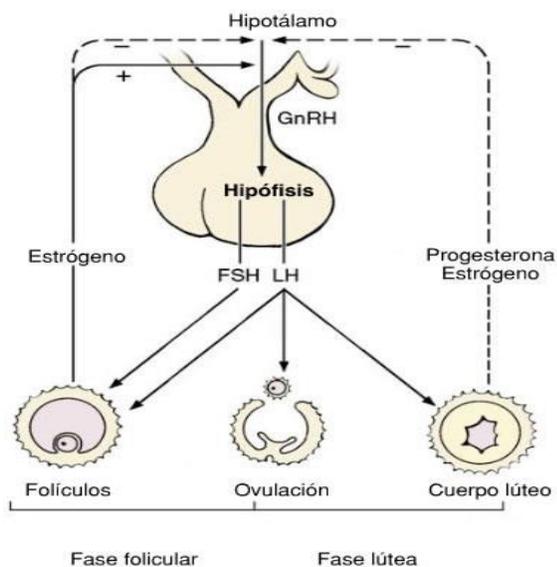
*El ciclo estral de la cerda es regulado básicamente por dos hormonas esteroides producidas en los ovarios (progesterona (P4) y estradiol (E2) y dos hormonas gonadotrópicas producidas por la adenohipófisis (FSH y LH). Estas hormonas se producen y liberan en diferentes concentraciones a lo largo del ciclo estral. Tomando como día 0 del ciclo estral el día del inicio del celo, habitualmente la ovulación ocurre alrededor de 40 horas después del inicio del estro. Al inicio del estro, los folículos en crecimiento producen elevadas cantidades de estrógenos que estimulan tanto el inicio del comportamiento del celo como la liberación de LH. La LH será la responsable de provocar la ovulación unas 40 horas más tarde en promedio. (GARDÓN. J., 2005)<sup>14</sup>*

*Antes de la ovulación, los niveles de E2 comienzan a descender y la concentración de P4 a aumentar. Luego de la ovulación, se forman los cuerpos lúteos (CL) y los niveles de P4 alcanzan su pico alrededor de los días 10 a 12 del ciclo estral. En hembras que no han recibido servicio o bien en aquellas en las cuales ha fallado, los CL regresan alrededor del día 16. Debido a la caída en los niveles de P4, los folículos ováricos son estimulados para continuar el desarrollo. Nuevamente, a medida que los folículos maduran, los niveles sanguíneos de E2 aumentan, se produce el celo, el pico de LH y la ovulación. Si la hembra queda preñada, no se produce la regresión de los CL el día 16, los niveles de P4 continúan elevados inhibiendo el celo y la ovulación. Como consecuencia de ello, se produce un nuevo celo y la ovulación en aproximadamente 5 días después de la caída en los niveles de P4 en sangre. Luego del parto, la actividad ovárica es frenada por factores asociados con la lactación, de manera que el celo y la ovulación no ocurren hasta que los lechones son destetados. El celo ocurre en promedio en 4 a 5 días después, cuando desaparecen otros frenos a la actividad ovárica, tales como la lactación. Básicamente, el ciclo estral puede ser modificado mediante la inducción de la regresión del cuerpo lúteo, supresión de la actividad folicular ovárica o por inducción de cuerpos lúteos adicionales. (Idem., p.2)<sup>15</sup>*

---

<sup>14</sup> GARDÓN. J., 2005 “Sincronización de celos y control de la ovulación en la cerda” *Sincronización de celos y respuesta ovárica en la cerda*. P.2

**FIGURA N° 3. EJE HIPOTÁLAMO HIPÓFISIS**



**FUENTE:** SERRANO J, Eje Hipotálamo – Hipófisis, (SERRANO. J, 2010)<sup>16</sup>

### 2.1.3. CONTROL NEUROENDOCRINO DEL CICLO ESTRAL

#### 2.1.3.1 HIPOTÁLAMO

*Forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH); la GnRH se difunde a través de los capilares al sistema hipofisiario y de allí a las células de la hipófisis anterior, en donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisiarias Hormona Folículo Estimulante (FSH) y Hormona Luteinizante (LH) entre otras. (RIPPE C., 2009)<sup>17</sup>*

<sup>16</sup> SERRANO JAIRO., "Eje Hipotálamo Hipófisis" Primero Fisiología luego protocolos

<sup>17</sup> RIPPE.C., 2009. "Control neurologico y endocrinologico del ciclo estral". En D.Laboratorio de especialidades veterinarias. Instituto de Teriogenología (Ed.), *Dairy Cattle Reproduction Confer* (pág. 111). Minneapolis: ABS Global Inc.

### 2.1.3.2. HIPÓFISIS

*Consta de una parte anterior y otra posterior. La hipófisis anterior o adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la Hormona Folículo-estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH) cumplen un papel relevante en el ciclo estral. La FSH es la encargada del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la LH es la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. La hormona oxitocina, que también es producida en el hipotálamo, es almacenada en la adenohipófisis e intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de esperma en el útero así como en el proceso de luteolisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario. (RIPPE C. Op.Cit.,p.111)<sup>18</sup>*

*Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente de hormonas hipofisarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El sistema cíclico opera más agudamente, siendo evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. La neurohipófisis almacena la oxitócica producida en el hipotálamo. Esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteólisis. (SINTEX., 2013)<sup>19</sup>*

### 2.1.3.3. OVARIOS

*Son glándulas que tienen básicamente dos funciones, una exocrina, que es la liberación de óvulos, y otra endocrina, que es la producción y secreción de hormonas. Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar los estrógenos o estradiol, la progesterona y la inhibina. Los estrógenos son hormonas esteroides producidas en el folículo ovárico y son los responsables de estimular la conducta sexual o de celo actuando sobre el sistema nervioso central del animal; además, tienen acción sobre otros órganos del aparato reproductivo como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina y la vulva. Los estrógenos tienen un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo la liberación de GnRH que a su vez inducirá la liberación de FSH y LH en la hipófisis anterior. La progesterona es también una hormona esteroide producida en el cuerpo lúteo por acción de la LH; es responsable de la preparación del útero para permitir la implantación del embrión y de mantener la gestación. Produce un efecto de retroalimen-*

---

<sup>19</sup> SINTEX., 2013 “Control neuroendocrino del ciclo estral” Laboratorio de Especialidades Veterinarias. Instituto de Teriogenología, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata.

*tación negativa sobre el hipotálamo. La inhibina es una hormona proteica producida en el folículo que interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH y tiene un efecto de retroalimentación negativa sobre la hipófisis anterior produciendo una menor secreción de FSH. (RIPPE C. Op.Cit p., 111)<sup>20</sup>*

#### **2.1.3.4. ÚTERO**

“Produce la prostaglandina (PGF2a), la cual interviene en la regulación neuroendocrina del ciclo estral mediante su efecto lúteo lítico. Otras funciones son la de intervenir en los mecanismos de ovulación y del parto.” (SINTEX. Op.Cit.,p 2)<sup>21</sup>

#### **2.1.4. SÍNTOMAS DEL CELO EN LA CERDA**

*El celo es el período del ciclo reproductivo en el que la hembra está apta para la aceptación del macho, existiendo una correlación directa entre la actividad cíclica del ovario y la receptividad sexual. El fenómeno más significativo durante el ciclo estral, es el período de estro o celo, el cual se repite (con excepción durante la preñez) rítmica y cíclicamente, caracterizándose por el aumento de la lívido sexual (irritación sexual) período durante el cual la hembra está dispuesta para la cópula. Dentro de la rama y función reproductora, el período de celo es necesario considerarlo como el resultado de la actividad ovárica folicular. Durante este período la hembra se encuentra en condiciones fisiológicas y psicológicas adecuadas, de forma que la copulación está permitida. (FUENTES. M y Otros Op. Cit. p 5.)<sup>22</sup>*

##### **2.1.4.1. SÍNTOMAS EXTERNOS**

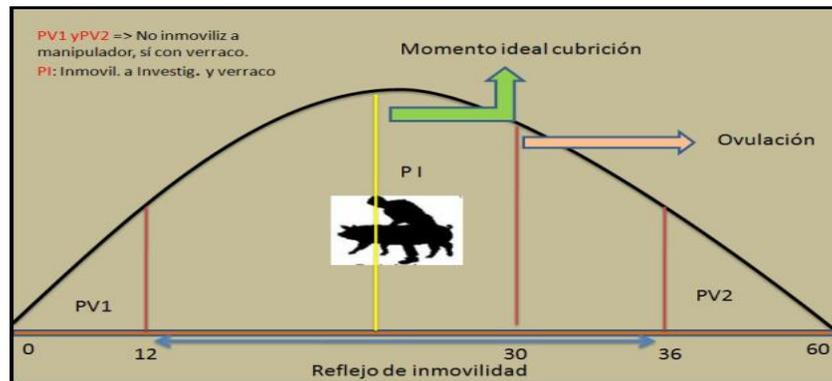
*Las cerdas en celo se manifiestan nerviosas e inquietas, existiendo una notable reducción del apetito. Tratan de escapar del resto de los animales. Suele observarse salivación y sonidos acústicos característicos, una vez avanzado el celo es común que monten al resto de las hembras del corral. La vulva y vestíbulo vaginal*

---

se tornan tumefactos y enrojecidos. De todos los síntomas de celo en las cerdas el más importante es el denominado reflejo de inmovilidad. (FUENTES M y Otros Op. Cit. p 5.)<sup>23</sup>

El reflejo de inmovilidad puede ser provocado en las hembras en celo por el hombre, colocando las palmas de las manos en la región de la grupa de la hembra en celo, se observarse un estado de quietud en las cerdas siendo precisamente este el momento óptimo para la inseminación artificial o la monta dirigida, de ahí la importancia de este reflejo dentro del período del celo. (FUENTES M y Otros Op. Cit. p 5.)<sup>24</sup>

**FIGURA N° 4 . MOMENTO IDEAL DE CUBRICIÓN EN LA CERDA.**



**FUENTE:** WORDPRESS, Momento ideal de cobertura, Francisco.  
(FRANCISCO , 2009)<sup>25</sup>

#### 2.1.4.2. SÍNTOMAS INTERNOS

*El desarrollo de los folículos en el ovario y la normal producción de estrógenos coinciden con los cambios y alteraciones en cuanto al color observado en la vulva*

---

<sup>25</sup> FRANCISCO. WORDPRESS 2010. “Manejo reproductivo en cerdos”. Jorge I Franco C.21 de agosto de 2009.

y vagina en una cerda en fase de celo. El primer día del celo en los ovarios de las cerdas pueden ser observados numerosos folículos, sobre todo en el izquierdo, tomando el centro del mismo una coloración de sangre pálida. Después de la ovulación se observa la no descendencia de algunos de ellos. A continuación de la ovulación la cavidad folicular se colapsa y se rellena de sangre y las células de la granulosa comienzan a proliferar, formándose el cuerpo lúteo. Los cambios histológicos y las secreciones glandulares del útero de la cerda son similares a los de otras especies, significándose que no existe hemorragia en el ciclo como sucede en la vaca y la perra. (FUENTES M y otros. Op. Cit., p.7)<sup>26</sup>

El cuello uterino sufre cambios durante el celo en la fase precoz del proestro, se inicia su abertura acompañada de flujo cervical, reconociéndose el orificio externo como una hendidura semilunar de 1 a 2 mm de ancho, variando su posición desde horizontal hasta oblicua, solo en pocos casos el orificio aparece redondeado y en la primera mitad del estro presenta un diámetro de 5 mm; también el flujo cervical tiene una consistencia cremosa durante el proestro, mucosa en el estro y de aspecto lechoso, desapareciendo al final del celo. (FUENTES.M y Otros Op. Cit. p 5.)<sup>27</sup>

La mucosa de los labios vulvales, vestíbulos vaginales y vagina muestran una coloración roja intensa, existiendo diferencias claras y uniformes en los tres sectores del tracto genital (mucosa vestibular, labial y vaginal) durante las fases anteriores y posteriores al estro, la rubefacción de la mucosa vestibular sólo se inicia durante el proestro tardío, momento en que alcanza con rapidez su pronta coloración, remitiendo rápidamente también el metaestro. (FUENTES. M y otros. Op. Cit. p.7)<sup>28</sup>

#### **2.1.4.3. RECOMENDACIONES PARA LA DETECCIÓN DEL CELO**

La base de un buen celaje consiste en detectar y apartar la hembra que ha comenzado a manifestar los primeros síntomas de celo. Por la importancia que reviste el período de celo o calores y su repercusión en la producción anual de cerdos, nos referimos a algunas prácticas para la detección del celo ya que es recomendable establecer la vigilancia del celo en horas bien tempranas de la mañana y al caer la tarde, el uso de machos receladores favorece la detección de los calores y se traduce en un mayor número de hembras gestantes en la unidad. Cuando es el hombre quien controla el celo sin la ayuda de machos receladores, debe conducirse con calma, presionando con la rodilla el flanco de la hembra, también puede realizarse esta detección con el puño tratando de levantarla. Al presionar con la palma de la mano la región del anca de la hembra en celo, esta queda quieta (reflejo de inmovilidad) incluso permite que el hombre monte a horcajadas. Si el animal se asusta debe repetirse el control. Los animales nerviosos requieren a

*menudo varias pruebas de control antes de quedarse quietos. Siempre el control del celo debe de realizarse en el ambiente normal de la hembra, evitando personas ajenas a la actividad. Es requisito fundamental e indispensable garantizar una adecuada higiene y nutrición de las hembras. (FUENTES. M y otros Op. Cit., p 8)*

29

## **2.1.5. ENDOCRINOLOGÍA DEL OVARIO**

*Entiéndase por Hormona una sustancia química producida en una glándula o tejido corporal que estimula una reacción específica en tejidos sensibles a la misma. Las hormonas constituyen un sistema regulador que envía información por medio de mensajeros químicos. A su vez el Sistema Hormonal está regulado por bucles de retroalimentación e impulsos del sistema nervioso y otros órganos. La función ovárica está regulada por el clásico Sistema Endocrino. Este sistema involucra diversas glándulas endocrinas que secretan sus hormonas a la circulación sanguínea o linfática, a través de las cuales las hormonas son transportadas hasta sus órganos diana. La actividad endocrina ovárica está representada principalmente por la producción de tres hormonas: dos esteroides (estrógenos y progesterona) y una proteica (relaxina); produce otros esteroides, andrógenos y cortico esteroides, al parecer envueltos en el control del desarrollo de los folículos y en el funcionamiento del cuerpo lúteo. Recientemente se ha descrito, además, la producción de oxitocina y de inhibida por el ovario. (PARDO. R., 2004)<sup>30</sup>*

### **2.1.5.1. ESTRÓGENOS**

*Son sustancias capaces de producir manifestaciones de estro o celo en los animales. La hormona estrógena desarrolla los caracteres sexuales secundarios en las hembras, por lo que es la hormona feminizante. Las modificaciones morfológicas producidas por los estrógenos en los órganos genitales son: edema, hiperemia y crecimiento celular (epitelial y muscular). Estimulan la contractibilidad uterina y aumenta la frecuencia y la amplitud de sus contracciones. Acción semejante tienen sobre el oviducto, en el cuello uterino bajo la acción de los estrógenos segrega abundante moco y este se hace más fluido y más fácilmente cristizable en el curso de su desecación, promueven la actividad fagocitaria del útero, estimulan el crecimiento del epitelio vaginal y provocan su queratinización. La descamación de células superficiales aumenta. Los estrógenos son galactogogos en hembras que no producen leche, galacto inhibidores en las que la producen. (Idem. p. 5.)<sup>31</sup>*

---

<sup>30</sup> PARDO, R. "Regulación neuroendocrina del ciclo estral en los animales domésticos" *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. Universidad Granma Cuba, 2004

### 2.1.5.2. PROGESTERONA

*La progesterona siempre es producida por el cuerpo lúteo al principio de la preñez y es esencial para el mantenimiento de la gestación. También se produce en la placenta de algunos animales. También se encuentra progesterona, en pequeñas cantidades, en la corteza adrenal y en el testículo, probablemente por ser intermediaria de los corticoides adrenales y de la testosterona. La progesterona hormona de la preñez es un factor de primera necesidad para el mantenimiento de la gestación. Después de producida la fecundación, esta hormona inhibe la actividad contráctil del útero y estimula el desarrollo de sus glándulas. También provoca la mucificación del epitelio vaginal y ejerce acción hiperplásica sobre los acinis glandulares. (PARDO R. Op.Cit., p 6.)<sup>32</sup>*

*Tanto las células luteales grandes como las pequeñas del cuerpo lúteo secretan progesterona, pero las pequeñas responden a la LH in vitro, produciéndose seis veces más progesterona que las grandes. Esta hormona ejerce un efecto feed-back negativo sobre la liberación de LH, aparentemente por reducir la frecuencia de los pulsos de LH. La progesterona también es secretada en forma pulsátil, los pulsos coinciden durante la fase luteal con los de FSH, más bien que con los de LH. De este modo la evidencia de que la LH es la mayor hormona luteotrópica. El mecanismo de secreción de la progesterona no es conocido. No ha sido aclarado si ocurre por difusión pasiva del esteroide a través de la membrana plasmática o por transferencia después de unirse una molécula de proteína o de lípido. (PARDO R. Op. Cit., p 6.).<sup>33</sup>*

### 2.1.5.3. SECRECIÓN DE GONADOTROPINAS

*El Sistema Endocrino anatómicamente está formado por el Hipotálamo, la Hipófisis, los ovarios y el útero. En el Hipotálamo encontramos un grupo de neuronas especializadas, denominadas decapeptidérgicas, que son las encargadas de producir y secretar la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) la cual controla la función hipofisiaria. La GnRH es secretada en forma de pulsos discretos que vía Sistema Porta-Hipofisiario alcanza la Adenohipófisis, y a su vez estos pulsos determinan la secreción típica de los pulsos de gonadotropinas (LH/FSH) (RIVERA, G., 2004)<sup>34</sup>*

*Al Hipotálamo y la Hipófisis también se unen otros sistemas de neuronas (catecolaminérgicas y opioidérgicas) que permiten integrar al sistema la información del medio externo (luz, temperatura, olores, interacciones sociales) y del medio interno (concentración de esteroides) y a su vez regular las funciones de las neuro-*

---

<sup>34</sup> RIVERA, G. "Regulación neuroendocrina de la función ovárica" Ediciones Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina. 63

*nas decapeptidérgicas. Las gonadotropinas estimulan el crecimiento de los folículos antrales y consecuentemente incrementan la producción de esteroides ováricos. Dicho incremento afecta la secreción de LH/FSH a través de un mecanismo de retroacción negativa. Las gonadotropinas son liberadas en forma de pulsos. Estos pulsos estimulan la producción de andrógenos tecales que son convertidos en estrógenos (E2) en las células de la granulosa. Los E2 estimulan la secreción de pulsos de LH de alta frecuencia pero de baja amplitud. Las células de la granulosa y las células de la teca, presentes en el folículo, son las encargadas de la biosíntesis esteroidal. Para una biosíntesis esteroidal óptima se requiere una interacción funcional entre ambos tipos de células y otras dos variables claves, la cantidad de Testosterona que sintetizan las células de la teca interna, inducido por la LH y los niveles de actividad aromataasa en las células de la granulosa, inducidos por la FSH. Producto del efecto de las gonadotropinas sobre el ovario, se logra que uno o varios folículos ovulen y producto de esto se forme el Cuerpo Lúteo. El CL está formado por las células luteales que son las encargadas de la producción de progesterona en la fase luteal. Este esteroide inhibe la liberación de LH, la cual es secretada en pulsos característicos de baja frecuencia y gran amplitud durante la fase lútea. Cuando se produce luteolisis la concentración de P4 en sangre disminuye y por consiguiente aumenta la frecuencia de los pulsos de LH. (PARDO R. Op. Cit., p 6.)<sup>35</sup>*

#### **2.1.5.4. ENDOCRINOLOGÍA DEL DESARROLLO FOLICULAR**

*El proceso del desarrollo folicular en la cerda, comprende dos de los procesos, el reclutamiento y la selección. El "reclutamiento" se refiere a la población de folículos pequeños y medianos presentes en la superficie del ovario que pueden ser seleccionados como folículos ovulatorios, mientras que, "selección", se refiere a aquellos folículos que escapan a la atresia y ovulan. Una vez que los folículos maduran a más de 1 mm comienzan a ser visibles en la superficie del ovario. En cerdas nulíparas (pre púberes y púberes) y en cerdas pos destete, hay un pool de aproximadamente 50 folículos de 1-6 mm en la superficie del ovario. Los ovarios de la hembra porcina, se caracterizan por el gran número de folículos, comparado con otras especies. (WILLIAMS, S y FERNANDEZ, V., 2010)<sup>36</sup>*

*Durante la fase luteal, pueden observarse 30-90 folículos de 1-2 mm, y 30-50 folículos de 2-7mm. Durante la fase folicular, el número de folículos pequeños y medianos disminuye dramáticamente, dejando un total de aproximadamente 20 folículos, en su mayoría folículos ovulatorios. Los folículos ovulatorios alcanzan 7-10 mm previo a la ovulación. En las hembras porcinas, debido a que existe un*

---

<sup>36</sup> WILLIAMS, S y FERNANDEZ, V "Dinamica folicular y momento de la ovulación en cerdas púberes y pluríparas posdestet". *InVet*, Vol 12 no.1. Enero-Junio del 2010.

*desarrollo coordinado al comienzo de la fase luteal, hay un crecimiento continuo y atresia de los folículos ováricos durante el resto de la fase luteal (días 7 a 15 del ciclo estral), sin evidencia de ondas ni de dominancia folicular y sin estar asociado a cambios en las concentraciones plasmáticas de FSH. (WILLIAMS S y FERNANDEZ, V. Op. Cit., p.10)<sup>37</sup>*

*El cuerpo lúteo de la cerda produce varias hormonas, entre ellas inhibina y estradiol, que regulan negativamente la FSH y mantienen las concentraciones en niveles por debajo de los necesarios para el reclutamiento folicular; esto podría explicar la ausencia de ondas foliculares durante la fase luteal en la cerda. Los folículos que ovularán incrementan su crecimiento entre los días 14-16 del ciclo estral. Los folículos ovulatorios son reclutados del pool de folículos antrales, que se desarrollan durante la fase luteal del ciclo, en el cual se observan folículos de aproximadamente 5mm. Hacia el final de la fase luteal, los niveles de progesterona caen y los niveles crecientes de LH y FSH del sistema hipotálamo-hipófisis producen el reclutamiento de estos folículos. Los folículos pequeños no reaccionan ante este reclutamiento por carecer de los suficientes receptores de LH. (WILLIAMS, S y FERNANDEZ, V. Op. Cit. p10)<sup>38</sup>*

#### **2.1.5.5. DINÁMICA FOLICULAR**

“Inmediatamente después de la ovulación, los ovarios están en un estado de supresión debido a las altas concentraciones de estrógenos e inhibina producidos por los folículos pre ovulatorios.” (KNOX, R., 2005)<sup>39</sup>

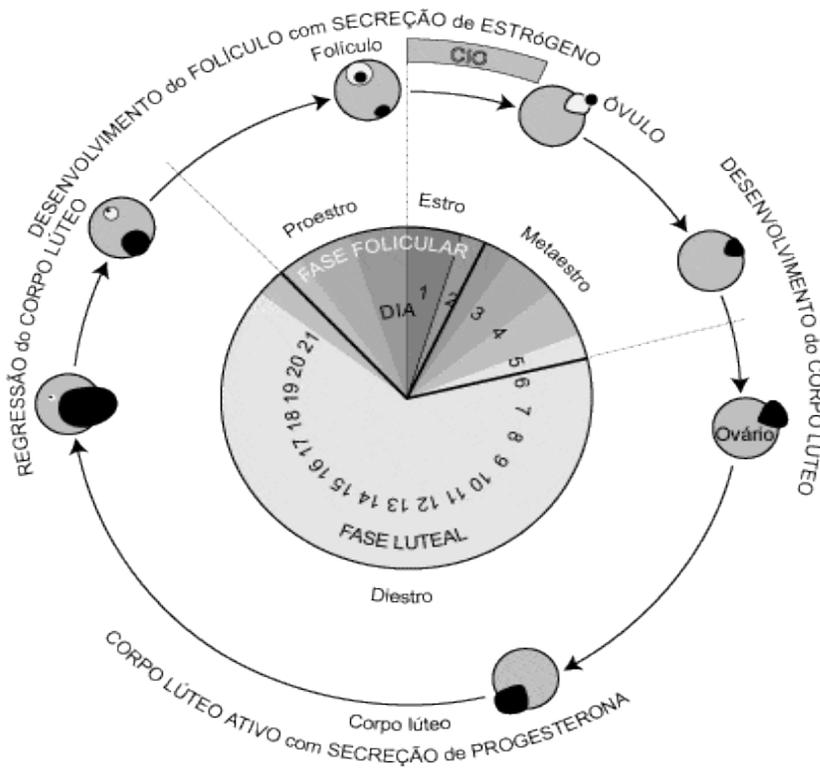
*Una vez descienden los niveles de estas dos hormonas, la FSH se incrementa 1-2 días pos ovulación generándose el crecimiento de una cohorte de folículos que empiezan a producir inhibina disminuyendo las concentraciones de FSH. Adicionalmente empiezan a subir los niveles de progesterona (P4) que también tiene un efecto inhibitor sobre la LH y FSH. Hacia el día 10 del ciclo, los niveles de P4 llegan al máximo y el tamaño folicular permanece entre 3- 4mm (folículos antrales) por lo que la producción de estrógenos es mínima. Solamente cuando los niveles de progesterona empiezan a caer, los folículos empiezan a crecer hasta llegar al tamaño ovulatorio de 7-8mm. El número de folículos que entran a la fase foli-*

---

<sup>39</sup> KNOX, R.V. Reclutamiento y selección de los folículos ováricos para la determinación de la tasa de ovulación en el cerdo. Endocrinología de los animales domésticos P.29-38 2013 pp.

cular puede ser hasta de 100. El crecimiento de los folículos en esta etapa depende de la pulsatilidad de la GnRH y de la respuesta a ésta por parte de la hipófisis, de la LH y FSH. Debido a las características poli ovulatorias de la cerda, solo se considera que hay un verdadero desarrollo folicular al final del diestro. (KNOX R. Op.Cit., p8)<sup>40</sup>

**FIGURA N° 5. ENDOCRINOLOGÍA DEL DESARROLLO FOLICULAR**



**FUENTE:** University of Wisconsin System

Endocrinology del desarrollo folicular (University of Wisconsin System, 2014)<sup>41</sup>

<sup>41</sup> University of Wisconsin System. Endocrinología del desarrollo folicular. Babcock Institute. 2014

## **2.1.6. ACCIÓN DE LA GnRH EN LA INDUCCIÓN DEL CELO**

*El GnRH y sus agonistas/análogos actúan sobre el desarrollo folicular del ovario e indirectamente sobre la función del cuerpo lúteo vía la inducción de la liberación de LH y FSH desde la hipófisis. La administración de GnRH incrementa los niveles de LH y FSH en la circulación periférica dentro de 2 a 4 h. Estas gonadotropinas actúan directamente uniéndose a su receptor específico ubicado sobre los folículos y las células lúteas. Por lo que, el GnRH se ha convertido en una alternativa para estimular el crecimiento folicular y la ovulación. En este sentido, se ha observado que el estro y la ovulación son inducidos por administración pulsátil de GnRH en cerdas pre púberes, en lactación así como en cerdas con anestro posparto, reduciendo los efectos depresivos del amamantamiento y catabolismo lactacional sobre la secreción de gonadotropinas. (ROMO R y otros, 2009)<sup>42</sup>*

### **2.1.6.1. ANÁLOGOS DE LA GnRH**

*Los análogos de la GnRh son compuestos químicos con estructura similar a la GnRh, pero que difieren de ella con respecto a cierto componente, y pueden ser agonistas, si tienen una acción metabólica similar a la GnRh, o antagonistas, si la acción es opuesta. Los agonistas son potentes estimuladores de la secreción de gonadotropinas y los antagonistas son supresores de la función gonadotrópica de la hipófisis. ( LOPEZ E, 2009)<sup>43</sup>*

### **2.1.6.2. AGONISTAS DE LA GnRH**

*Los agonistas de la GnRH son sustancias con mayor afinidad que la GnRh endógena por sus propios receptores en la adenohipófisis y a los cuales permanecen unidos más tiempo, estimulando su actividad fisiológica; tienen una vida media prolongada, lo que les hace más potentes que la GnRh endógena. El diseño de la GnRH agonistas ha tenido la finalidad de estabilizar la molécula contra el ataque enzimático, aumentar su unión a proteínas plasmáticas y membranas y aumentar la afinidad del agonista por el receptor de la GnRH. Las modificaciones de la molécula de GnRH responsables de la acción agonista de los análogos están a nivel de los aminoácidos ubicados en las posiciones 6 – 10. Estas modificaciones producen sustancias de acción más potente, con mayor afinidad por el recep-*

---

<sup>42</sup> ROMO R y otros. "Efecto de la aplicación de GnRH-análogo después del destete sobre el desempeño reproductivo de la cerda". REDVET. Revista electrónica de Veterinaria., Vol. 10, N° 11. P 7.

<sup>43</sup> LOPEZ E. La hormona liberadora de las gonadotropinas GnRH y su acción en la reproducción. Monografía. Veracruz, Mexico. 2009 p., 21-22

tor del gonadotropo, y con mayor resistencia a la degradación enzimática y con una vida media más prolongada. (LOPEZ E. Op.Cit., p. 22)<sup>44</sup>

*Entre los GnRH agonistas que se encuentran disponibles actualmente en el mercado están la gonadorelina (GnRH natural), la buserelina y el fertirelin. Debido a alteraciones en la estructura química existen marcadas diferencias entre los diferentes GnRH agonistas en su capacidad para liberar LH y FSH. Se demuestra que el acetato de fertirelin demostró ser aproximadamente cuatro a diez veces más potentes que la gonadorelina medido por la liberación de LH y FSH mediante la fase luteal del ciclo estral, mientras que la buserelina fue 50 veces más potente que la gonadorelina. Luego de la administración de los GnRH- agonistas en dosis bajas se unen al receptor y estimulan el eje hipotálamo- gónadas de manera similar a la GnRh endógena, e induce la liberación de gonadotropinas. Sin embargo su administración a dosis más elevadas de manera continua hace que el gonadotropo se agote, y como el agonista permanece unido al receptor inhibe el eje hipófisis -gónadas, evitando la acción de la GnRH endógena, lo que resulta en hiposecreción gonadotrópica y por tanto en una caída en los niveles de FSH y LH, esto sucede por un mecanismo de regulación a la baja y desensibilización de los receptores de la GnRH. En efecto es reversible y desaparece una vez que desaparece el fármaco. (LOPEZ E. Op. Cit., p.22)<sup>45</sup>*

### **2.1.6.3. TRATAMIENTO CON GONADOTROFINAS EXÓGENAS**

*En la especie porcina, la generación de una nueva onda de crecimiento folicular, puede ser inducida en cualquier momento de ciclo estral y los cuerpos lúteos generados se mantienen normalmente por 12 a 14 días. De este modo, la administración de gonadotropinas exógenas resulta el establecimiento de un nuevo ciclo estral. Por ejemplo la PMSG, en combinación o no con HCG ha sido utilizada para promover el desarrollo folicular y la ovulación. Estas hormonas pueden administrarse como único tratamiento o como complemento en la utilización de progestágenos. La PMSG, una glicoproteína de alto peso molecular, contiene ácido siálico, hidratos de carbono, proteína y aminoácidos. Posee actividad FSH/LH, si bien hasta el presente ambas hormonas no han sido descritas en su composición. Estudios realizados en las últimas décadas, han demostrado la utilización de esta hormona han ayudado a Inducción de la pubertad. Sincronización de estros en cerdas prepúberes, luego del destete, o durante el período de lactancia, Incremento de la respuesta ovárica, aumento en el tamaño de la camada. (GARDÓN J. Op. Cit., p.2)<sup>46</sup>*

### **III.- HIPÓTESIS**

#### **3.1.- HIPÓTESIS NULA**

Con el uso de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRh) al aplicar al día uno y tres luego del destete no existen cambios significativos en la inducción del celo.

#### **3.2.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

Con el uso de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRh) al aplicar al día uno y tres luego del destete existen cambios significativos en la inducción del celo.

### 3.3.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1. VARIABLES DEPENDIENTES (Presencia Celo)

**CUADRO N° 1. Variables dependientes**

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE
Parámetro indicativo del estado morfo fisiológico del animal en el que expresa su estro o celo confirmado su ovulación frente a la inducción hormonal exógena.	-Día de aplicación. -Inducción	-Número de animales que presentan celo. -Porcentajes de animales que presentan celo	Cuantitativo

#### 3.3.2. VARIABLES INDEPENDIENTES (Aplicación de GnRH)

**CUADRO N° 2. Variable independiente**

CONCEPTO	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICE
Producto de origen natural o sintético que permite el manejo del ciclo estral y promueve la inducción del celo.	Días Horas Sintética	- Presencia de celo (1 día) post destete - Presencia de celo (3 día) post destete	Microgramos (ug) Apreciativo

### **3.3.3. INDICADORES**

- Número de cerdas que presenten celo luego de aplicar GnRH.

### **3.3.4. UNIDAD DE MEDIDA**

- Cerdas cíclicas.
- Tiempo de presencia de celo luego de aplicar la GnRH.

#### IV. POBLACIÓN Y MUESTRA

El total de la población estudiada en este trabajo de investigación fue de 30 animales las cuales se les denomina unidades experimentales.

**POBLACIÓN** P= 30 cerdas.

La muestra fue el 100% de la población distribuido en, 10 Cerdas tratadas con 1.5 ml (150 ug) de gonadorelina GnRH 1 día post destete, 10 Cerdas tratadas con 1.5 ml (150 ug) de gonadorelina GnRH 3 días post destete y 10 cerdas determinadas con celo natural como testigo. Para corroborar o discutir la variabilidad de resultados se realizaron 10 repeticiones.

**MUESTRA** 100% de la población.

#### CUADRO N° 3. DIAGRAMA DE TRATAMIENTOS

<b>1 día post destete</b>	<b>3 días post destete</b>	<b>Testigo</b>
T 1 R 1	T 2 R 2	T 3 R 1
T 2 R 1	T 1 R 2	T 2 R 10
T 3 R 3	T 3 R 6	T 1 R 3
T 1 R 4	T 2 R 3	T 2 R 4
T 2 R 5	T 1 R 6	T 3 R 2
T 3 R 5	T 3 R 9	T 1 R 7
T 1 R 5	T 2 R 7	T 3 R 10
T 2 R 6	T 3 R 4	T 1 R 8
T 3 R 8	T 1 R 9	T 2 R 9
T 1 R 10	T 2 R 8	T 3 R 7

## **V. MARCO METODOLÓGICO**

### **5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El método utilizado en el trabajo de investigación para análisis de datos obtenidos, se utilizó el Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos y diez repeticiones, el mismo con que con el uso del ADEVA nos permite establecer la hipótesis a aceptar.

#### **CUADRO N° 4. ADEVA para el factor de inducción de celo en cerdas**

<b>F DE V</b>	<b>G I</b>
TOTAL	29
TRATAMIENTO	2
ERROR EXP.	27

**C. V=%**

### **5.2. DELIMITACIÓN**

#### **5.2.1. TEMPORAL**

La investigación se realizó en 5 meses divididos de la siguiente manera:

Etapa de investigación 1 mes, Etapa de ejecución 3 meses, Etapa de conclusión 1 meses

## **5.2.2. ESPACIAL**

La investigación se realizó en el sector de Patapata perteneciente a la Parroquia Abdón calderón (La Unión) del Cantón Santa Isabel provincia del Azuay.

### **5.2.2.1. Ubicación geográfica:**

Ubicada en la parte oriental, a unos 5 Km, desde la cabecera cantonal de Santa Isabel, y esta al sur del Ecuador, al Sureste de la provincia del Azuay, sus coordenadas geográficas se localiza en los puntos más extremos 79°34'53"W 2°54'19"S al Norte, 79°16'57"W 3°22'14"S al Sur, 79°13'15"W 3°17'13"S al Este y 79°37'30"W 2°59'30"S al Oeste.

**Fuente:** Ilustre Municipalidad de Santa Isabel. [www.santaisabel.gob.ec](http://www.santaisabel.gob.ec) 2005

### **5.2.2.2 Altitud:**

Se ubica a 1300 m.s.n.m. por lo cual presenta un clima sub tropical seco.

### **5.2.2.3 Clima:**

Es variado con temperaturas que varían desde los 8 a los 24 ° C, con una temperatura promedio de 18 ° C.

## **5.2.3. ACADÉMICA:**

La presente investigación involucra el campo de la producción animal o zootecnia el área de la reproducción y nuevas biotecnologías.

5.2.4. CROQUIS

FIGURA N° 6. MAPA POLÍTICO DEL CANTÓN SANTA ISABEL.



Fuente: Ilustre Municipalidad de Santa Isabel. [www.santaisabel.gob.ec](http://www.santaisabel.gob.ec) 2005

## **VI.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1. MÉTODO**

#### **MÉTODO EXPERIMENTAL INDUCTIVO**

### **6.2. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO**

1.- Selección de un grupo homogéneo de 30 cerdas, en una misma condición corporal, edades similares, y número de partos iguales.

2.- **Tratamiento 1.** Aplicación de una inyección de 150 ug de GnRH gonadorelina luego de 1 día post destete a un grupo homogéneo de 10 cerdas destetadas a los 30 días.

3.- **Tratamiento 2.** Aplicación de una inyección de 150 ug de GnRH gonadorelina luego de 3 días post destete a un grupo homogéneo de 10 cerdas destetadas a los 30 días.

4.- **Tratamiento 3.** Destete de un grupo homogéneo de 10 cerdas a los 30 días de lactancia y diagnóstico de presencia de celo sin aplicación de hormonas.

5.- Determinación de la presencia o ausencia de celo, luego de las 4 – 6 horas de haber aplicado la inyección de la hormona GnRH gonadorelina en los tratamientos uno y dos. Y diagnóstico de celo en las 10 cerdas sin aplicar GnRH.

### 6.3. MATERIALES

#### 6.3.1. CUADRO N° 5. MATERIALES DE CAMPO

UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Unidad	30	Cerdas
Dosis	35	GnRH (Acetato de Gonadorelina) Fertagyl - INTERVET
Caja	1	Guantes de látex
Caja	1	Agujas hipodérmicas 18 G x 1”
Caja	1	Jeringas de 5 ml
Unidad	30	Aretes para identificar
Unidad	2	Tiza para marcar los animales
Unidad	60	Registros de campo

#### 6.3.2. CUADRO N° 6. MATERIALES DE OFICINA

UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Unidad	1	Computadora
Unidad	1	Paquete de hojas A 4
Unidad	1	Tablero
Unidad	60	Impresiones
Unidad	1	Cámara Digital
Unidad	1	Libreta de Campo

## 6.4. MARCO LOGÍSTICO

**CUADRO N° 7. PRESUPUESTO**

CONCEPTO	UNIDAD	COSTO UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EFECTIVO	COSTO FINANCIADO
		\$ USD		\$ USD	\$ USD
<b>UNIDADES EXPERIMENTALES</b>					
Animales		350	30		10500
Alimentación durante los 150 días de investigación	1qq-40kg	26.4	150		3960
Identificación de los animales	Arete	2.5	30	75	
Selección de animales	Unidad	0.05	30	1.5	
Computadora	Unidad	450	1		450
Cámara de fotos	Unidad	250	1		250
Tiza identificadora de animales	Unidad	4.5	2	9	
<b>MATERIAL MEDICO INVESTIGATIVO</b>					
Fertagyl (Acetato de gonadorelina)	Frasco	12.4	6	74.4	
Jeringa 5ml	1 caja	18	1	18	
Guantes	1 caja	7.5	1	7.5	
Agujas hipodérmicas de 18Gx 1”	1 caja	8.5	1	8.5	
Botas	Unidad	25	1	35	
Overol	Unidad	30	1	30	
<b>TRANSPORTE Y OTROS</b>					
Traslado a la granja	Viaje	6.5	10	65	
Alimentación	Unidad	3	15	45	
<b>TERRENO E INSTALACIONES</b>					
Galpón de Gestación	Unidad	6500	1		6500
Jaulas de Gestación	Unidad	95	30		2850
<b>SUB TOTAL</b>				<b>368.9</b>	<b>24510</b>
				<b>TOTAL \$ USD</b>	<b>24878.9</b>

## 6.5. RECURSOS HUMANOS

**Director de tesis:** Dr. Froilán Patricio Garnica Marquina

**Investigador:** Pedro Santiago Redrován Macancela

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 7.1. INDUCCIÓN DEL CELO

**CUADRO N° 8. Número de cerdas inducidas al celo con transformación de datos en valores en respuesta (si) (no)**

1 DÍA	POST DESTETE	3 DÍA	POST DESTETE	CELO NATURAL	POST DESTETE
NO	0.00	NO	0.00	SI	1.00
NO	0.00	SI	1.00	SI	1.00
NO	0.00	NO	0.00	SI	1.00
NO	0.00	SI	1.00	NO	0.00
SI	1.00	SI	1.00	NO	0.00
NO	0.00	SI	1.00	NO	0.00
NO	0.00	NO	0.00	SI	1.00
NO	0.00	SI	1.00	SI	1.00
NO	0.00	NO	0.00	NO	0.00
SI	1.00	SI	1.00	SI	1.00

**CUADRO N° 9. Transformación de datos con  $\sqrt{(X+0,5)}$**

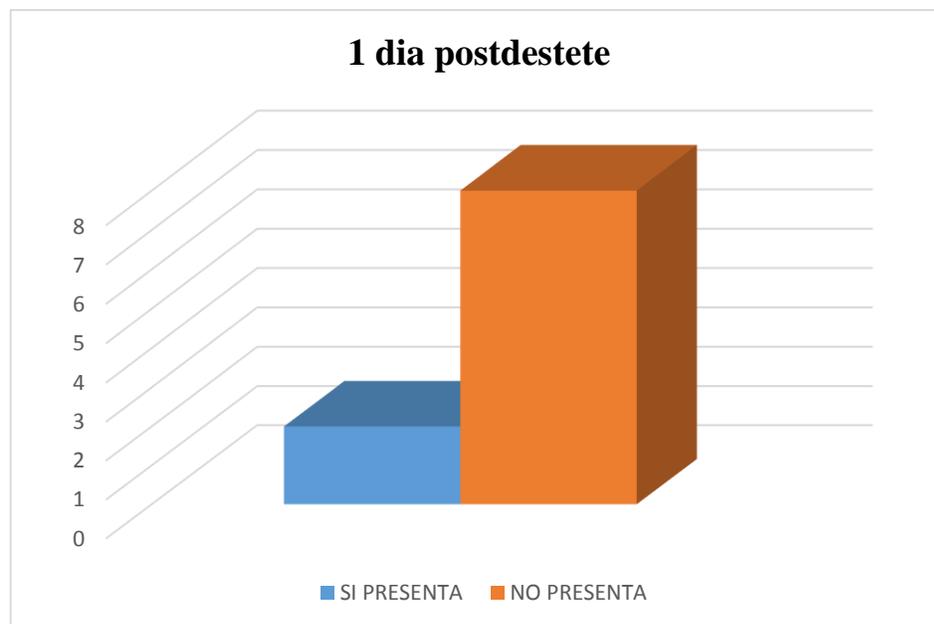
N° T →	T 1	T 2	T 3
N° R ↓	1 DÍA POST DESTETE	3 DÍAS POST DESTETE	CELO NATURAL
1	0.00	0.00	1.00
0	0.00	1.00	1.00
3	0.00	0.00	1.00
4	0.00	1.00	0.00
5	1.00	1.00	0.00
6	0.00	1.00	0.00
7	0.00	0.00	1.00
8	0.00	1.00	1.00
9	0.00	0.00	0.00
10	1.00	1.00	1.00

En el **Cuadro N° 9** se puede determinar los datos transformados con raíz de  $\sqrt{(X+0,5)}$ .

**CUADRO N° 10. NÚMERO DE HEMBRAS QUE PRESENTAN CELO T1 (1 DÍA POST DESTETE).**

TRATAMIENTO 1	
PRESENCIA DE CELO	1 DÍA POST DESTETE
SI PRESENTA	2
NO PRESENTA	8

**FIGURA N° 7. CERDAS QUE PRESENTAN CELO AL 1 DÍA POST DESTETE**



De acuerdo a la **Figura N° 7** se puede observar que el número de cerdas inducidas al celo luego de aplicar la GnRH 1 día post destete no produce inducción a 8 animales de las 10 tratadas, con presencia únicamente de 2 cerdas.

**FIGURA N° 8. PORCENTAJE DE CERDAS QUE PRESENTAN CELO AL 1 DÍA POST DESTETE.**



De acuerdo a la **Figura N°8** al tratamiento de aplicación de GnRH 1 día post destete se determino el porcentaje de inducción de celo de un 20% y de un 80% que no produjo inducción.

**CUADRO N° 11 NUMERO DE HEMBRAS QUE PRESENTAN CELO T 2 (3 DÍA POST DESTETE) .**

<b>TRATAMIENTO 2</b>	
<b>PRESENCIA DE CELO</b>	<b>3 DÍAS POST DESTETE</b>
SI PRESENTA	6
NO PRESENTA	4

**FIGURA N° 9. CERDAS QUE PRESENTAN CELO AL 3 DÍA POST DESTETE.**



De acuerdo a la **Figura N° 9** se puede observar que el número de cerdas inducidas al celo luego de aplicar la GnRH 3 días post destete no produce inducción a 4 animales de las 10 tratadas, con presencia de 6 tratadas.

**FIGURA N° 10. PORCENTAJE DE CERDAS QUE PRESENTAN CELO AL 3 DÍA POST DESTETE.**

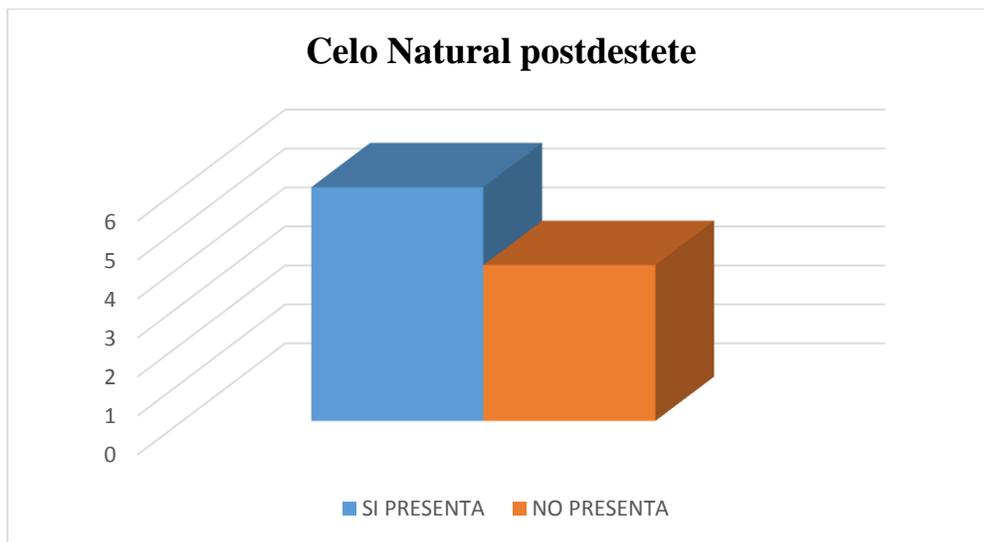


De acuerdo a la **Figura N°10** al tratamiento de aplicación de GnRH 3 días post destete se determino el porcentaje de inducción de celo de un 60% y de un 40% que no produjo inducción.

**CUADRO N° 12. NUMERO DE HEMBRAS QUE PRESENTAN CELO T 3 (CELO NATURAL POST DESTETE).**

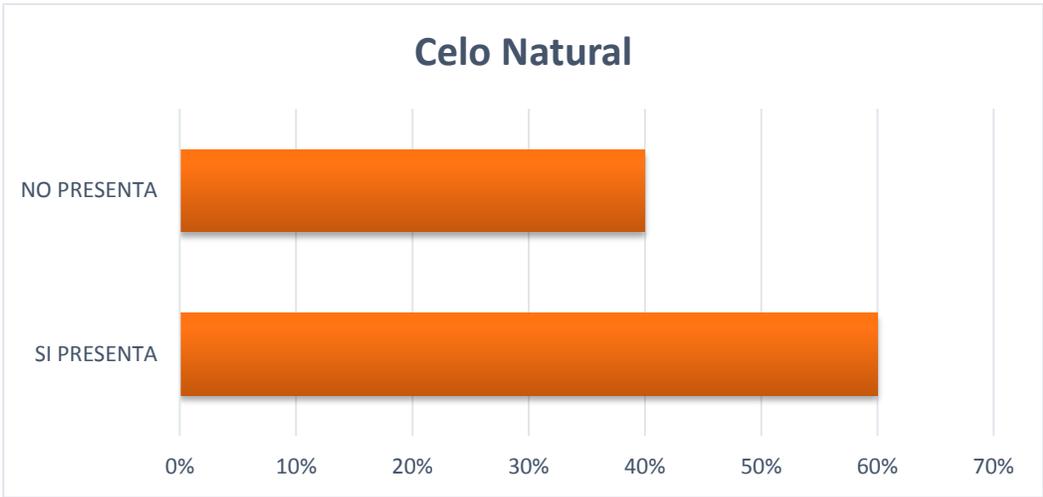
TRATAMIENTO 3	
PRESENCIA DE CELO	CELO NATURAL
SI PRESENTA	6
NO PRESENTA	4

**FIGURA N° 11. CERDAS QUE PRESENTAN CELO NATURAL POST DESTETE.**



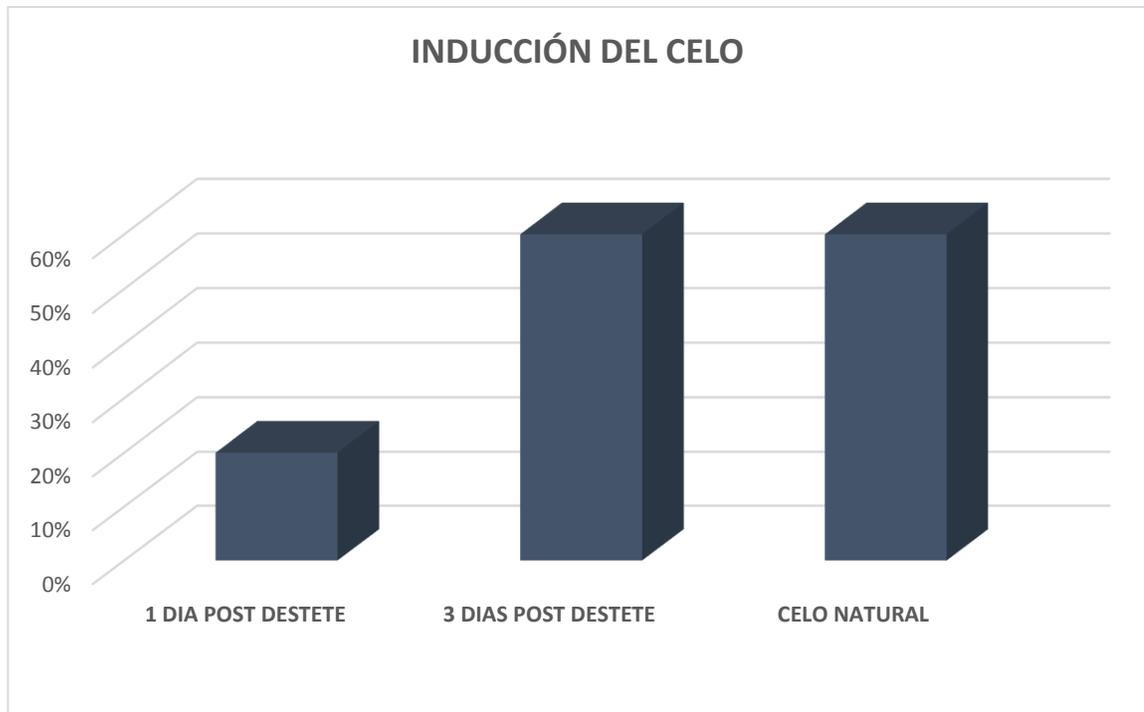
De acuerdo a la **Figura N° 11** se puede observar el número de cerdas que presentan un celo natural luego de realizar el destete sin aplicación de hormonas y en comparación con los dos tratamientos anteriores no produjo presencia de celo a 4 animales de las 10 identificadas dentro este tratamiento, pero con presencia de celo natural de 6 cerdas.

**FIGURA N° 12. PORCENTAJE DE CERDAS QUE PRESENTAN CELO NATURAL POST DESTETE.**



De acuerdo a la **Figura N°12** al tratamiento presenciando celo natural sin aplicación de hormonas se determino el porcentaje de celo natural de un 60% y de un 40% que no produjo.

**FIGURA N° 13. PORCENTAJES DE CERDAS INDUCIDAS AL CELO.**



De conformidad con el ADEVA el porcentaje de inducción del celo en cerdas (**T1**) al día 1 post destete presentaron una inducción en un 20% a comparación del tratamiento (**T2**) 3 días post destete que presentaron una inducción en un 60% y con el tratamiento (**T3**) celo natural, que presentaron un 60%, estas dos últimas estadísticas son mayores al tratamiento (**T1**) **1 día post destete**, por lo tanto se concluye que la aplicación de hormona GnRH gonadorelina no produce significancia a la estimulación al centro cíclico para la descarga endocrina de las hormonas FSH y LH que son las encargadas del crecimiento y desarrollo folicular, así también responsables de producir estrógenos para que estimulen tanto el inicio del comportamiento del celo como la liberación de LH responsable de la ovulación, unas 40 horas después.

**Cuadro N° 13. Número de cerdas que presentaron celo, para un DCA con tres tratamientos y diez repeticiones, con datos transformados a  $\sqrt{(X + 0.5)}$ .**

		Tratamientos			
		A	B	C	
		1 día destete	3 día destete	Celo Natural	
Repeticiones	I	0.71	0.71	1.22	
	II	0.71	1.22	1.22	
	III	0.71	0.71	1.22	
	IV	0.71	1.22	0.71	
	V	1.22	1.22	0.71	
	VI	0.71	1.22	0.71	
	VII	0.71	0.71	1.22	
	VIII	0.71	1.22	1.22	
	IX	0.71	0.71	0.71	
	X	1.22	1.22	1.22	
	<b>∑ Trata</b>	8.11	10.18	10.18	<b>28.46014</b>
	<b>X</b>	0.81	1.02	1.02	<b>0.95</b>

FC	$(\sum X_{ij})^2/U$	27.00
----	---------------------	-------

**Tratamiento A = GnRH 1 día post destete**

**Tratamiento B = GnRH 3 día post destete**

**Tratamiento T = Testigo inducción natural**

**CUADRO N° 14 ADEVA para el número de cerdas inducidas al celo de los tratamientos con valores transformados a  $\sqrt{(X + 0.5)}$**

F de V	g.l	S.C	C.M	F. Cal	F. Tabular	
					5%	1%
Total	29	2.00				
Trat.	2	0.29	0.14	<b>2.25 NS</b>	<b>3.35</b>	<b>5.49</b>
E.Exp	27	1.71	0.06			

<b>CV = <math>(\sqrt{((CM).E.EXP)}/XT) \times 100</math>    <b>26.57</b></b>
--

En el ADEVA para el factor de número de cerdas inducidas al celo F calcular es menor a F tabular al 5 % y 1% aceptando la hipótesis nula que afirma que con el uso de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRh) al aplicar al día uno y tres luego del destete no existen cambios significativos en la inducción del celo.

El coeficiente de variación (CV) obtenido es del 26.57 % que está dentro de los parámetros aceptables para este tipo de investigación lo cual da confiabilidad a los datos calculados.

## **7.2. DISCUSIÓN**

De acuerdo con los datos obtenidos en la investigación y mediante los resultados del ADEVA para la inducción del celo en cerdas con los tres tratamientos 1 y 3 días post destete y con celo natural, se determinó que F calcular (2.25) es menor a F tabular al 5% (3.35) y 1% (5.49) de tal manera que el tratamiento con GnRH al día 1 y 3 post destete no produjo ningún efecto de estímulo a la inducción del celo en comparación de las cerdas que no fueron tratadas con ninguna hormona exógena, lo que nos demuestra suficiente evidencia para rechazar la hipótesis asumida de que una dosis de 1.5ml (150 ug) de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRh) al aplicar al día uno y tres luego del

destete produce cambios significativos en la inducción del celo. Lo cual no concuerda con el estudio realizado por (REDVET., ROMO. J, 2009) La aplicación de 50 µg de acetato de gonadorelina a la cerda, 24 y 72 h después del destete, aumenta el porcentaje de cerdas que presentan estro dentro de los primeros siete días después del destete lo que constituye una herramienta útil para mejorar el desempeño reproductivo de la cerda destetada. Pero si de acuerdo con el estudio que menciona. (GARZON. H, 2012) No se encontró efecto en la aplicación de gonadorelina sobre los días de retorno a celo pos destete, y el porcentaje de preñez al primer servicio y el número de lechones por parto. No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, con un promedio de retorno a celo post destete de 5.1 días.

### 7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS.

**CUADRO N° 15 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS POR TRATAMIENTO**

DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS		
	T1 1 día post Destete.	T2 3 dias post Destete.	T3 NO APLICA
<b>COSTOS DIRECTOS</b>			
Fertagyl (Acetato de gonadorelina) 1.5 ml	4,13	4,13	0
Jeringa 5 ml	0.55	0.55	0
Guantes	0.25	0.25	0
Agujas hipodérmicas de 15 x 1”	0.35	0.35	0
Registros	0.1	0.1	0.1
<b>TOTAL</b>	<b>\$5.38</b>	<b>\$5.38</b>	<b>\$0.10</b>

De acuerdo al análisis de costos totales de la investigación realizada determinamos que no hay significancia en la inducción del celo al aplicar una dosis de hormona GnRH en relación a no aplicar por lo tanto esto define la posición del productor con respecto a la rentabilidad que puede obtener y que justifique su inversión y su cambio actitud con respecto a la inducción del celo en las cerdas post destete.

**FIGURA N° 14. COSTOS POR TRATAMIENTO**



Los valores detallados en la Figura N° 14 son los costos absolutos expresados en los tratamientos y que se determinan con una diferencia entre el tratamiento T 1 y T 2 que tiene un costo de \$ 5,38 frente al tratamiento T 3 que posee costo de \$ 0,10 con una diferencia de \$ 5.28.

De acuerdo a los datos de costos obtenidos, el productor es el que decide implementar o no esta diferenciación en su granja ya que los costos son muy diferentes en cuanto a los tratamientos, al ser aplicados el costo es más significativo frente al no ser aplicados que no representa costos exagerados, sin embargo se hace énfasis en que no hay diferencia significativa al ser aplicados o no la hormona GnRH para inducir el celo.

## **VIII. CONCLUSIONES**

1.- La hormona gonadotropinas GnRH no tiene efectos positivos, ni significancia sobre la inducción del celo en cerdas post destete.

2.- No es indispensable la aplicación de una dosis de 150 ug de GnRH a la cerda luego de ser destetada ya que no favorece a la inducción temprana.

3.- La cerda manifiesta su celo natural a los 3 a 6 días post destete en condiciones fisiológicas favorables.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- 1.- Sugerimos realizar esta investigación en otros climas ya que los factores ambientales pueden variar en el ciclo estral.
  
- 2.- Recomendar la investigación probando la inducción del celo post destete, en diferentes condiciones nutricionales de la cerda.
  
- 3.- Combinar a la hormona GnRH gonadorelina, con otras que produzcan inducción del celo en cerdas post destete.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

BRITO, et al. (2006). "Características reproductivas de la cerda". Revista Electronica Veterinaria REDVET, N° 1(0).

ESBENSHADE. K. (Enero de 2006). " Características reproductivas de la cerda" Secretos y ciencias del ciclo estral. Porcicultura National Hog Farmer. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, VII, N° 01.

ESCOBAR C. (7 de Noviembre de 2011). "Fisiología del ciclo estral de la cerda". Obtenido de [www.docentes.unal.edu.co/cjimenez/docs/8180.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/cjimenez/docs/8180.pdf).

ESPINOSA Y y RODRIGUES Y. 2012. (12 de 02 de 2012). "Ciclo sexual de la cerda y factores que influyen en el indicador reproductivo". Porcicultura.com, VII. N° 01, 1-2.

EVANS y DOHERTY. (2006). "Características reproductivas de la cerda". Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, VII, N° 01.

FRANCISCO . (21 de Agosto de 2009). Manejo reproductivo en cerdos. (<http://francisco47.wordpress.com/2010/11/>, Ed.)

FUENTES M y Otros Op. Cit. p 5. (Enero de 2006). "Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales". (<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet.>, Ed.) Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, Vol. VII, N° 01, 5.

FUENTES M y otros. (Enero de 2006). Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, VII(N° 01), 2.

GARDÓN. J. (2005). Sincronización de celos y control de la ovulación en la cerda. Sincronización de celos y respuesta ovárica en la cerda, 2.

GARZON. H. (s.f.). Desempeño reproductivo de cerdas utilizando un análogo de la hormona liberadora de gonadotropinas en el pos destete.

GUTHRIE, H.D. (2005). folículos poblaciones, hormonas circulantes, factores foliculares y ovocitos. "La fase folicular en cerdos", 79-89.

HEALTHY. H . (2008). Periodo crítico durante el ciclo reproductivo de la cerda.

KNOX, R. (2005). Reclutamiento y selección de los folículos ováricos para la determinación de la tasa de ovulación en la cerda. Endocrinología de los Animales Domesticos, 28-38.

PARDO. R. (2004). REGULACIÓN NEUROENDOCRINA DEL CICLO ESTRAL EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS. (Universidad Granma, Ed.) Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.

RAFAEL T. (2013). Fases del ciclo estral de la cerda. Engormix.

REDVET., ROM. J. (2009). Efecto de la aplicación de GnRH-análogo después del destete sobre el desempeño reproductivo de la cerda. REDVET, 7.

REDVET., Romo Javier. (s.f.).

REDVET., Romo Javier. (2009). Efecto de la aplicación de GnRH-análogo después del destete sobre el desempeño reproductivo de la cerda. REDVET, 7.

RIPPE C. (27 de Marzo de 2009). "Control neurologico y endocrinologico del ciclo estral". En D. d. Laboratorio de especialidades veterinarias Instituto de Teriogenología (Ed.), Dairy Cattle Reproduction Confer (pág. 111). Minneapolis: Instituto de Teriogenología Departamento de Producción Animal.

RIVERA, G. (2004). "Regulación neuroendocrina de la función ovárica" Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina. 43-63.

ROMO R y otros. (2009). "Efecto de la aplicación de GnRH-análogo después del destete sobre el desempeño reproductivo de la cerda". REDVET. Revista electrónica de Veterinaria., Vol. 10, N° 11.

SERRANO. J. (2010). "Eje Hipotálamo – Hipófisis".

SINTEX. (2005). c. Lab. de Especialidades Veterinarias, 3,4.

SINTEX., 2013. (2013). "Control neuroendocrino del ciclo estral". (F. d. Instituto de Teriogenología, Ed.) Laboratorio de Especialidades Veterinarias, 2.

SINTEX., p. (s.f.). "Control neuroendocrino del ciclo estral". (F. d. Instituto de Teriogenología, Ed.) Laboratorio de Especialidades Veterinarias.

University of Wisconsin System. (2014). Endocrinologia del desarrollo folicular. Babcock institute.

WILLIAMS, S y FERNANDEZ, V. (Enero Junio de 2010). "Dinamica folicular y momento de la ovulación en cerdas púberes y pluríparas posdestet". InVet, 12 no.1.

## XI. ANEXOS

### ANEXO 1. CUADRO N° 16. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>ACTIVIDADES</b>				
<b>OCTOBRE DEL 2014</b>	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Selección de animales				
Determinar problemas patológicos				
Registro de datos y actividad fisiologica reproductiva				
Aplicación de 1ra dosis de GnRh 1 dia post destete 5 cerdas				
Registro de actividad ciclica de la cerda				
Inseminación artificial a cerdas que presenten celo				
Tomar referencia con el testigo				
<b>NOVIEMBRE DEL 2014</b>	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Selección de animales				
determinación de cerdas repetidoras				
Aplicación de 2da dosis de GnRh 1 dia post destete 5 cerdas				
Determinación de la actividad cilica de los animales				
inseminacion artificial				
Tomar referencia con el testigo				
<b>DICIEMBRE DEL 2014</b>	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Selección de animales				
Registro de datos				
Aplicación de 1ra dosis de GnRh 3 dias post destete 5 cerdas				
Determinación de la actividad cilica de los animales				
inseminacion artificial				
Tomar referencia con el testigo				
<b>ENERO DEL 2015</b>	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Selección de animales				
Registro de datos				
Aplicación de 2da dosis de GnRh 3 dias post destete 5 cerdas				
Determinación de la actividad cilica de los animales				
inseminacion artificial				
Tomar referencia con el testigo				
<b>FEBRERO DEL 2015</b>	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
Registros comparativos				
Tabulación de Datos				
Presentación de datos finales				

**ANEXO 2. REGISTRO DE TRATAMIENTOS**

**CUADRO N° 17. DATOS POR TRATAMIENTO DÍA 1 POST DESTETE**

<b>CUADRO DE DATOS POR TRATAMIENTO</b>											
<b>TRATAMIENTO CON GnRH 1 día post destete( gonadorelina)</b>											
<b>N° Replica</b>	<b>N° Cerda</b>	<b>N° Partos</b>	<b>Fecha Parto</b>	<b>Fecha Destete</b>	<b>Fecha Aplicación</b>	<b>Fecha Revisión Celo</b>	<b>Dosis (ml)</b>	<b>CELO</b>		<b>Tiempo de presencia de celo</b>	<b>Observaciones</b>
								<b>SI</b>	<b>NO</b>		
1	406	1	01-Oct-14	01-Nov-14	02-Nov-14	4- 6 h	1.5		X		
2	4901	1	01-Oct -14	01-Nov-14	02-Nov-14	4- 6 h	1.5		X		
3	019	1	20-Oct-14	20-Nov-14	21-Nov-14	4- 6 h	1.5		X		
4	020	2	21-Oct-14	21-Nov-14	22-Nov-14	4- 6 h	1.5		X		
5	248503	2	11-Nov-14	11- Dic-14	12-Dic-14	4- 6 h	1.5	X			
6	02	1	13-Nov-14	14- Dic-14	15-Dic-14	4- 6 h	1.5		X		
7	053	1	08-Dic-14	08-Ene-15	09-Ene-15	4- 6 h	1.5		X		
8	248501	2	18-Dic-14	18-Ene-15	19-Ene-15	4- 6 h	1.5		X		
9	050	2	02-Ene-15	02-Feb-15	03-Feb-15	4- 6 h	1.5		X		
10	7601	1	02-Ene-15	02-Feb-15	03-Feb-15	4- 6 h	1.5	X			

**CUADRO N° 18. DATOS POR TRATAMIENTO DÍA 3 POST DESTETE**

CUADRO DE DATOS POR TRATAMIENTO											
TRATAMIENTO CON GnRH 3 días post destete( gonadorelina)											
N° Replica	N° Cerda	N° Partos	Fecha Parto	Fecha Destete	Fecha Aplicación	Fecha Revisión Celo	Dosis (ml)	CELO		Tiempo de presencia de celo	Observaciones
								SI	NO		
1	051	1	24-Sep-14	24-Oct-14	27-Oct-14	4- 6 h	1.5		X		
2	040	2	24-Sep-14	24-Oct-14	27-Oct-14	4- 6 h	1.5	X			
3	024	2	11-Oct-14	11-Nov-14	14-Nov-14	4- 6 h	1.5		X		
4	028	2	18-Oct-14	18-Nov-14	21-Nov-14	4- 6 h	1.5	X			
5	052	2	27-Oct-14	27- Nov-14	30-Nov-14	4- 6 h	1.5	X			
6	09	1	27-Oct-14	27-Nov-14	30-Nov-14	4- 6 h	1.5	X			
7	056	2	11-Nov-14	11-Dic-14	14-Dic-14	4- 6 h	1.5		X		
8	3405	2	11-Nov 14	11-Dic-14	14-Dic-14	4- 6 h	1.5	X			
9	6701	1	06-Ene-15	06-Feb-15	09-Feb-15	4- 6 h	1.5		X		
10	7001	2	08-Ene-15	08-Feb-15	11-Feb-15	4- 6 h	1.5	X			

**CUADRO N° 19. DATOS POR TRATAMIENTO CELO NATURAL**

CUADRO DE DATOS POR TRATAMIENTO											
TRATAMIENTO TESTIGO CON GnRH NATURAL											
N° Replica	N° Cerda	N° Partos	Fecha Parto	Fecha Destete	Fecha Aplicación	N° días luego de destete que presenta Celo	Dosis (ml)	CELO		Tiempo de presencia de celo.	Observaciones
								SI	NO		
1	015	1	12-Oct-14	12-Nov-14	No aplica	3 días		X			
2	6201	1	05-Nov-14	05-Dic-14	No aplica	3 días		X			
3	406	1	05-Nov-14	05-Dic-14	No aplica	2 días		X			
4	028	2	30-Nov-14	30-Dic-14	No aplica	4 días			X		
5	045	1	02-Dic-14	02-Ene-15	No aplica	No presenta			X		
6	083	2	02-Dic-14	02-Ene-15	No aplica	5 días			X		
7	034	3	08-Dic-14	08-Ene-15	No aplica	3 días		X			
8	209	2	15 -Dic-14	15-Ene-15	No aplica	3 días		X			
9	0153	1	18-Dic-14	18-Ene-15	No aplica	5 días			X		
10	419	1	11-Ene-15	11- Feb-15	No aplica	3 días		X			

### **ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS**

#### **FOTO N° 15. UBICACIÓN DE LA GRANJA**



#### **FOTO N° 16. SELECCIÓN DE CERDAS**



**FOTO N° 17. CERDAS A SER TRATADAS**



**FOTO N° 18. CERDAS QUE FUERON DESTETADAS**



**FOTO N° 19. CERDAS TRATADAS 1 DÍA POST DESTETE**



**FOTO N° 20. CERDAS DESTETADAS A LOS 3 DÍAS POST DESTETE**

