



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO REPRODUCTIVO DE LA GnRH Y eCG, EN  
CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SINCRONIZADAS MEDIANTE LA  
UTILIZACIÓN DE ALTRENOGEST”**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**GUSTAVO RODRIGO LOAIZA BRAVO**

**Riobamba – Ecuador**

**2015**

Esta Tesis de Grado fue aprobado por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.Cs. Paula Alexandra Toalombo Vargas

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Luís Gerardo Flores Mancheno, PhD.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing. M.Cs. Edgar Washington Hernández Cevallos

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 12 de Febrero de 2015.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Gustavo Rodrigo Loaiza Bravo, declaro que la presente Tesis de Grado que es de mi autoría y que el resultado del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 12 de Febrero del 2015.

Gustavo Rodrigo Loaiza Bravo

C.I.: 172061447-6

## **DEDICATORIA**

Esta pequeña pero importante etapa de mi vida se la dedico a mi Dios querido, por permitirme vivir y poder cumplir uno de mis objetivos.

A mis amados Padres, quienes fueron los artífices de que esto llegara a suceder, a mi madre Dolores Bravo, que con su infinita dedicación y ahínco fomentó el hábito de la superación a través del estudio, a mi padre Efrén Loaiza, que a pesar de las difíciles circunstancias nunca dudó en mí, y trabajo incansablemente para que cumpla mis sueños.

A mis hermanos; Darwin, Orlando y Magno, quienes siempre estuvieron presentes apoyándome en cada una mis dificultades y a las cuales siempre superé gracias a sus consejos.

A mi inspiración, mi motivación y mi felicidad, a mi bello hijo Mathias, quien es la persona por la que lucho y lucharé incansablemente, para que vea en mí un modelo a seguir.

**GUSTAVO RODRIGO LOAIZA BRAVO**

## **AGRADECIMIENTO**

Nunca podré dar las gracias suficientes a mis padres, hermanos e hijo, por todo el apoyo brindado en esta hermosa pero dura etapa de mi vida. Un agradecimiento invaluable a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por permitir desarrollarme científicamente.

A la empresa Reprogenes, que me facilitó sus instalaciones y compartió sus conocimientos para cumplir esta meta.

Agradezco a mi director de tesis Ing. Luis Flores, por ayudarme con mi trabajo de investigación y mis docentes por todo el compromiso que tuvieron en transmitir sus conocimientos. A todos mis amigos incondicionales que confiaron en mí y que me dieron su apoyo cuando más lo necesité.

A todos quienes aportaron a que este sueño se haga realidad les doy infinitamente las gracias y que Dios los bendiga.

**GUSTAVO RODRIGO LOAIZA BRAVO**

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. REPRODUCCIÓN PORCINA	3
1. <u>La reproducción animal</u>	3
2. <u>El ciclo sexual de la cerda</u>	4
a. <u>Proestro</u>	4
b. <u>Estro</u>	4
c. <u>Metaestro</u>	4
d. <u>Diestro</u>	5
3. <u>Síntomas del celo en la cerda</u>	5
4. <u>Sincronización de celos</u>	5
5. <u>Gestación</u>	7
6. <u>Parto</u>	8
B. MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN EN CERDAS	8
1. <u>A través de prácticas de manejo zootécnico</u>	9
2. <u>A través del tratamiento hormonal</u>	9
C. PRODUCTOS HORMONALES PARA LA SINCRONIZACION DE CELOS	9
1. <u>Prostaglandinas (PGF<sub>2</sub>)</u>	9
2. <u>Factor liberador de gonadotropinas (GnRH)</u>	11
3. <u>Gonadotropina sérica de yegua preñada (eCG o PMSG)</u>	11
D. TRATAMIENTOS HORMONALES UTILIZADOS EN PORCINOS	12
1. <u>Control del ciclo estral</u>	12
2. <u>Inducción de la regresión del cuerpo lúteo</u>	13
3. <u>Supresión de la actividad ovárica</u>	13

4.	<u>Inducción de cuerpos lúteos accesorios</u>	13
5.	<u>Control de la fase folicular</u>	14
E.	ESTUDIOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS	15
1.	<u>Respuesta ovárica en cerdas cíclicas</u>	15
2.	<u>Sincronización de celos en cerdas en el momento del destete</u>	15
3.	<u>Sincronización de celos en cerdas en periodo de lactancia</u>	16
F.	USO DE ALTRENOGEST EN LA SINCRONIZACIÓN DEL CELO EN CERDAS	16
1.	<u>Descripción</u>	16
2.	<u>Propiedades farmacodinámicas</u>	17
3.	<u>Acción</u>	17
4.	<u>Indicaciones</u>	17
5.	<u>Contraindicaciones</u>	18
6.	<u>Dosificación</u>	18
7.	<u>Administración</u>	19
8.	<u>Restricciones de uso</u>	19
9.	<u>Precauciones especiales para el uso en animales</u>	20
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	21
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	21
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	21
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	21
1.	<u>Materiales</u>	22
2.	<u>Equipos</u>	22
3.	<u>Instalaciones</u>	22
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	23
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA	24
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	25
1.	<u>Descripción del experimento</u>	25
2.	<u>Programa sanitario</u>	26
H.	METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	26
1.	<u>Peso corporal</u>	26
2.	<u>Duración de la gestación</u>	26

3.	<u>Servicios por concepción</u>	26
4.	<u>Tasa de concepción</u>	27
5.	<u>Tamaño de camada al nacimiento</u>	27
6.	<u>Peso de lechones y camada al nacimiento</u>	27
7.	<u>Viabilidad de lechones</u>	27
8.	<u>Indicador beneficio/costo</u>	27
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	29
A.	EVALUACIÓN REPRODUCTIVA EN CERDAS MULTÍPARAS YORK- LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest MÁS EL EMPLEO DE GnRH Y eCG.	29
1.	<u>Servicios por concepción</u>	29
2.	<u>Tasa de concepción</u>	32
3.	<u>Duración de la gestación</u>	32
4.	<u>Tasa de fertilidad</u>	32
5.	<u>Tasa de prolificidad</u>	33
B.	EVALUACIÓN PRODUCTIVA EN CERDAS MULTÍPARAS YORK- LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest MÁS EL EMPLEO DE GnRH Y eCG.	33
1.	<u>Peso de las cerdas al servicio</u>	33
2.	<u>Peso de las cerdas al final de la gestación</u>	35
3.	<u>Peso de lechones al nacimiento</u>	35
4.	<u>Peso de camada al nacimiento</u>	37
5.	<u>Vitalidad de lechones</u>	37
C.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CICLO PRODUCTIVO DE CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest CON EMPLEO DE GnRh y eCG.	37
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	41
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	42
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	43
	ANEXOS	46

## RESUMEN

En el Centro de Transferencia Genética Reprogenes ubicado en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, se evaluó el efecto reproductivo de la GnRH y eCG, en cerdas multíparas York – Landrace sincronizadas mediante la utilización de Altrenogest, evaluándose diferentes variables productivas y reproductivas durante 150 días de investigación, determinándose que la tasa de concepción y fertilidad no fueron afectadas por los sistemas de sincronización empleados, además se identificó un menor número de servicios por concepción en las cerdas sincronizadas con Altrenogest + GnRH, alcanzando por lo tanto los mejores resultados reproductivos, obteniendo una mayor prolificidad con 14,33 lechones/camada, además con este tratamiento se logró un mayor beneficio costo con 1,71 USD durante el periodo de evaluación. Por lo expuesto anteriormente se recomienda la utilización del sistema de sincronización Altrenogest + GnRH en cerdas multíparas, como alternativa del mejoramiento de los parámetros reproductivos y consecuentemente económicos, además sugerir a las importadoras de insumos pecuarios el registro del progestágeno utilizado en la presente investigación para su comercialización, a fin de ser utilizado por los productores en los procedimientos de sincronización de celo en cerdas.

## ABSTRACT

In the Center of Genetic Transference Reprogenes located in Riobamba city, Chimborazo province, the reproductive effect of the GnRH and eCG were evaluated in York-Landrace multiparous sows synchronized through the use of Altrenogest evaluating different productive and reproductive variables during 150 days of investigation. It was determined that the conception rate and fertility were not affected by synchronising systems applied. In addition a smaller number of services by conception were identified in the synchronized sows with Altrenogest + GnRH, reaching the best reproductive results, getting a higher prolificacy with 14.33 piglets/litter. Besides, there was a greater benefit cost with 1.71 USD during the evaluation period. Therefore, it is recommended the use of the synchronization system Altrenogest GnRH multiparous sows as alternative of improvement of reproductive parameters and economic. I also suggest to the importers of livestock inputs, the register of progestogen used in this research for commercialization, in order to be used by the producers in the procedures of synchronization of estrus in sows.

**LISTA DE CUADROS**

No.		Pág.
1.	CAMBIOS EN LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS QUE INCREMENTAN LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN EN LOS ANIMALES DOMESTICOS.	4
2.	SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y RESPUESTA OVÁRICA EN CERDAS CON DIFERENTES DOSIS DE PMSG.	15
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN EL CANTÓN RIOBAMBA.	21
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	23
5.	ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS DIFERENCIAS.	25
6.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y PRODUCTIVAS EN CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest CON EMPLEO DE GnRh y eCG.	30
7.	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CICLO PRODUCTIVO DE CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest CON EMPLEO DE GnRh y eCG.</b>	40

## LISTA DE GRÁFICOS

No.	Pág.
1. Número de servicios por concepción, en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.	31
2. Tasa de prolificidad en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.	34
3. Peso de cerdas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG, al final de la gestación.	36
4. Peso de la camada de cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.	38

## LISTA DE ANEXOS

1. Análisis de Varianza de las características reproductivas de cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.
2. Análisis de Varianza de las características productivas de cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.
3. Proceso experimental aplicado a cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.
4. Composición de las raciones alimenticias formuladas para hembras en gestación, de acuerdo al National Research Council (2002).

## I. INTRODUCCIÓN

El déficit de proteína de origen animal en los países subdesarrollados, junto al crecimiento demográfico, presagian desnutrición en las poblaciones vulnerables a nivel mundial. En función a lo mencionado, la FAO estima que 150 millones de seres humanos se agregarán en los próximos diez años a quienes actualmente padecen de hambre y desnutrición. Una de las actividades que puede favorecer a contrarrestar este problema es la intensificación de la producción de carne de cerdo en los países en vías de desarrollo, como es el Ecuador, ya que en estas condiciones el cerdo puede desempeñar un papel protagónico en la producción de proteína de origen animal, considerando que una cerda puede producir en un año entre 1,5 y 2,0 toneladas de carne en pie, mientras una vaca en el mismo plazo de tiempo solamente produce un ternero de 30-36 Kg de peso vivo (Fuentes, M. et al. 2006).

En la zona central del país, la Provincia de Chimborazo y el Ecuador la producción porcina es una de las actividades económicas que se encuentra en desarrollo, sin embargo debido al deficiente manejo técnico y desconocimiento de procedimientos biotecnológicos que podrían ser aprovechados y aplicados, se obtiene una baja productividad lo que repercute sobre la rentabilidad de la explotación, provocadas específicamente por un prolongado periodo de días abiertos en cerdas funcionales, eventos como partos no programados, manejo indebido de la inseminación artificial, lo que se traduce en bajos índices de fertilidad y prolificidad.

Debido a que la especie porcina está destinada a la producción extensiva, semi-intensiva e intensiva, y que el volumen de carne responde al número de crías nacidas, destetadas y sometidas a engorde, es de suponer que estas características se hallan ligadas a factores técnicos relacionados sobre todo con la reproducción por lo que será necesario establecer alternativas técnicas que permitan agrupar los partos y obtener lotes de animales numerosos y homogéneos, que puedan ser aprovechados en un momento determinado, considerando que la sincronización de celo permite agrupar los servicios y mejorar el manejo reproductivo y productivo en los planteles de producción.

Es así que resulta imprescindible el aprovechamiento de la biotecnología reproductiva actualmente existente, en donde la sincronización del celo mediante el uso de progestágenos debería ser rutinaria, a fin de incrementar los resultados de fertilidad y prolificidad, toda vez que la inseminación artificial es de uso común a nivel de pequeños, medianos y grandes productores. Por otro lado mediante el empleo de agentes que inducen el desarrollo folicular como la Gonadotropina Coriónica Equina (PMSG o eCG) o la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH), se pueden alcanzar mayores tasas de prolificidad al permitir un mayor número de folículos y por tanto ovocitos al momento del servicio (Álvaro, A. 2012).

Por tal motivo la presente investigación representa un importante aporte técnico-científico a ser aprovechado por el sector porcícola del país, ya que se describen los efectos de la sincronización de celo en cerdas multíparas, con el empleo de Altrenogest en combinación con GnRH y eCG (en tratamientos diferentes), en respuesta a los siguientes objetivos:

- Evaluar las hormonas GnRH y eCG aplicadas dentro del programa de sincronización de celo con Altrenogest, en cerdas multíparas York Shire x Landrace.
- Establecer el mejor tratamiento hormonal, que permita mejorar la eficiencia reproductiva y productiva en cerdas multíparas.
- Determinar los costos de la utilización de compuestos hormonales sobre la reproducción porcina y su rentabilidad a través del indicador beneficio – costo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. REPRODUCCIÓN PORCINA

#### 1. La reproducción animal

Aguilar, J. (2001), indica que la reproducción es una secuencia de eventos que comienza con el desarrollo del sistema reproductivo en el embrión. Cuando nace el animal, debe crecer y alcanzar la pubertad para adquirir la capacidad de producir gametos fértiles. Esta capacidad debe ser acompañada por el comportamiento reproductivo y la copulación. Después de la cópula, el espermatozoide y el óvulo se encuentran, ocurre la fertilización que se continúa con el desarrollo del embrión preimplantacional. El concepto se conecta con el útero a través de un órgano especializado llamado placenta. La placenta permite al concepto crecer y desarrollarse a término. El feto totalmente desarrollado nace y la madre debe restablecer su ciclicidad antes de poder quedar preñada otra vez.

Además, indica que la fisiología reproductiva es una ciencia relativamente nueva y gran parte del conocimiento actual en la materia ha sido generado en los últimos 75 años. Tanto una deficiente como una excesiva eficiencia reproductiva pueden traer consecuencias negativas. El conocimiento y entendimiento del proceso reproductivo llegará a ser cada vez más importante a medida que la población humana continúe creciendo y los recursos sigan escaseando.

Santa María, A. y Erices, J. (2010), reportan que la performance reproductiva de diferentes especies de explotación intensiva es probablemente el principal factor que afecta la eficiencia de producción de carne, leche y otros productos. La cerda se considera ineficiente si no es capaz de producir un número satisfactorio de lechones 114 días después de un servicio correcto con un macho fértil o inseminación con semen normal y alimentar adecuadamente esta progenie por 10 días. Es eficiente una cerda que produce 1 a 2.4 camadas/año y cría 18 a 24 lechones en ese período. En la actualidad, los eventos reproductivos que pueden ser intervenidos hormonalmente a objeto de mejorar la eficiencia se muestran en el (cuadro 1).

Cuadro 1. CAMBIOS EN LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS QUE INCREMENTAN LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN EN LOS ANIMALES DOMESTICOS.

Estado reproductivo	Cambio deseado	Ventajas del proceso
Pubertad	Adelantarla	Aumentar vida productiva. Reducir costos de mantención
Estro y ovulación	Sincronizar, inducir.	Masificar la IA. Mejorar manejo de grupos. Obtener progenies uniformes. Mejor uso de inducción de partos. Transferencias de embriones.
Preñez	Incrementar detección de estros, reducir errores. Diagnóstico precoz	Anestros Mejorar porcentajes de preñez. Reducir días abiertos (lpp). Identificación temprana de problemas reproductivos. Eliminación pronta de hembras improductivas.
Parto	Incrementar frecuencia de partos múltiples o tamaño de camada	Aumentar productividad por hembra (nº de partos hembra/año: nº de lechones/hembra/año)
Anestro post parto o estacional	Reducción de la duración o eliminación	Reducir costos de mantención mejor eficiencia laboral. Incremento de sobrevivencia neonatal. Eficiente uso de infraestructura.
Patologías	Tratamiento	Incremento de productividad por unidad de tiempo eliminación precoz. Reducir tiempo de recuperación mantener productividad

Fuente: Santa María, A. y Erices, J. (2010).

## **2. El ciclo sexual 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 tienen lugar tanto en sus manifestaciones internas como externas se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro (Fuentes, M. et al. 2006).

### **a. Proestro**

Esta fase dura 2 días y las hembras comienzan a montarse entre sí, sin aceptar al macho. Comienzan a reflejarse síntomas externos como son enrojecimiento vulvar y secreciones. En algunas hembras esta fase se puede alargar excesivamente hasta por 5 ó 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 (Fuentes, M. et al. 2006).

### **b. Estro**

El mismo dura de 2 a 3 días, existiendo inflamación vulvar, 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 o de quietud, el cual es aprovechado para la monta o inseminación artificial. Entre 26 y 40 horas de haber comenzado el celo debe ocurrir la ovulación, es la fase más importante del ciclo estral porque es el momento en que se realiza el apareamiento (Fuentes, M. et al. 2006).

### **c. Metaestro**

Esta fase dura alrededor de 7 días momento en que se organiza el cuerpo lúteo y comienza la producción de progesterona (Fuentes, M. et al. 2006).

#### **d. Diestro**

Dura alrededor de 9 días y se produce progesterona y si no ocurre la gestación al final comienza la regresión del cuerpo lúteo disminuyendo el nivel en progesterona circulante en sangre, comenzando la maduración de nuevos folículos y con ello el inicio de un nuevo ciclo (Fuentes, M. et al. 2006).

### **3. 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 (celo o calores), el cual se repite (con excepción durante la preñez) rítmica y cíclicamente, caracterizándose por el aumento del libido 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. 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. et al. 2006).

### **4. Sincronización de celos**

Durante varias décadas, científicos y productores se han mostrado interesados en la posibilidad de desarrollar un método simple y efectivo para el control de ciclo estral y la ovulación en la especie porcina. A partir de la década del '50 las investigaciones llevadas a cabo sobre el control de la ovulación e incremento de la tasa ovulatoria, han producido resultados positivos generando programas comerciales para controlar el ciclo estral y la ovulación en la especie porcina.

Estas técnicas incluyen la administración de componentes que pueden inducir la regresión del cuerpo lúteo, suprimir la liberación de gonadotrofinas hipofisarias o inducir la formación de cuerpos lúteos adicionales y su normal regresión (Gardón, J. 2010).

Larocca, C., et al. (2005), señalan que diferentes métodos de sincronización del estro han sido utilizados como una herramienta de manejo, procurando concentrar los mismos durante un período de tiempo lo más corto posible manteniendo una adecuada tasa de concepción. De esta forma, la sincronización ha permitido tener control sobre decisiones que afectan en forma directa la eficiencia del sistema productivo. Permitiendo el uso de tecnologías como la inseminación artificial a tiempo fijo, o en períodos muy controlados de tiempo, la monta dirigida o controlada con toros asegurando la paternidad de un reproductor cuando se usan más de uno por rodeo de distinto valor genético.

Ben, G., et al. (2002), indican que los tratamientos para sincronizar los celos y las ovulaciones a través del control de las ondas de desarrollo folicular del ovario, permiten inseminar sistemáticamente un gran número de vientres en el mismo horario obteniéndose índices de preñez idénticos a los obtenidos con celo natural. Este desarrollo constituye un avance de gran importancia para la aplicación de la inseminación artificial y una herramienta complementaria del semen congelado, que sin dudas abre nuevos horizontes para la industria ganadera.

## **5. Gestación**

Luego de la fertilización, al quinto día los embriones llegan al útero y se mantienen en el extremo anterior del cuerno por 2 a 4 días. Luego comienza la migración y espaciamiento (día 8 comienza la migración uterina). El día 11 en una preñez normal el número de embriones ocupa la totalidad de la cavidad de los cuernos y ya se han expandido. La implantación se produce entre los 12 y 20 días, siendo el rango más frecuente entre 12 y 15 días. Esta especie presenta muy poca variación en la duración de la gestación. Alrededor de dos tercios de los partos se producen entre 112 y 117 días de gestación y menos de un 10% es mayor a 117 días. Esto último genera una mayor proporción de distocias y muerte

neo y perinatal. Las gestaciones menores de 112 días son también menos de un 10% y presentan una mayor pérdida por inmadurez de los lechones. Además, a medida que aumenta el número de lechones, la duración de la gestación tiende a ser menor (Santa María, A. y Erices, J. 2010).

## **6. Parto**

El acto físico del parto y el tiempo de duración de éste representan un elemento de gran valor económico que no solo atañe a la hembra sino también a los lechones ya que su nacimiento sin problemas incide directamente en el costo de producción de la madre. La mayor o menor habilidad de las cerdas para adaptarse y utilizar las parideras, junto al tiempo de duración del parto y el horario en que se realiza el mismo se conjugan para representar una de las primeras pérdidas reales que el productor puede experimentar. El parto es un proceso complejo regulado por muchos factores. La persistencia del cuerpo lúteo en esta especie es imprescindible para el mantenimiento normal de la gestación, y se estima que es necesaria la presencia de más de un cuerpo lúteo, usualmente 4 o 5 para que esto suceda. El estímulo luteolítico necesario para producir el parto depende del útero y su contenido (Santa María, A. y Erices, J. 2010).

Además reportan que el parto dura entre 1 y 6 horas, con extremos de menos de 1 hora y más de 9 horas, requiriendo cada lechón de aproximadamente 15 minutos. La duración más usual varía entre 3 y 4 horas. El 25 a 45% de los lechones nacen en presentación posterior sin que ello aumente la mortalidad. En la medida que los partos sean más largos, mayor es la mortalidad neonatal (puede superar un 33% en partos de más de 6 horas). El 75% de esta mortalidad se produce en los lechones que nacen en el tercio final del parto.

## **B. MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN EN CERDAS**

Existen varios métodos de sincronización del estro en cerdas los cuales varían de acuerdo a las características de cada granja.

## **1. A través de prácticas de manejo zootécnico**

Lo más habitual es mediante el manejo de espacio de alimento, este manejo se lleva a cabo reuniendo un lote de cerdas (de 10 a 15 hembras) en un corral cuyas dimensiones provoquen hacinamiento y espacio reducido por animal. A su vez, durante los primeros tres días se les suspende el alimento recibiendo solamente agua a libre consumo. Al cuarto día se les proporciona alimento a libre consumo para que al quinto día retornen a la cantidad de alimento habitual en la granja, Con este método la aparición de cerdas en estro se inicia entre el octavo y doceavo día, con una tasa de cerdas en calor del 85 % (Álvaro, A. 2012).

## **2. A través del tratamiento hormonal**

Entre los tratamientos hormonales, Álvaro, A. (2012), señala los siguientes:

- Utilizando productos de origen esteroide, tales como PMS (suero de yegua preñada) que contiene FSH (Hormona folículo estimulante). La dosis es de 400 UI por vía parenteral y 96 horas después se aplican 200 UI (misma vía) de GCH (gonadotropina coriónica humana que contiene LH (hormona luteinizante). La presentación del estro ocurrirá de 40 a 42 horas después del tratamiento.
- Utilizando progestágenos que contengan progesterona en dosis que van de 12 a 20 mg/día. Es importante seguir siempre las recomendaciones del fabricante de dichos productos hormonales.

## **C. PRODUCTOS HORMONALES PARA LA SINCRONIZACION DE CELOS**

### **1. Prostaglandinas (PGF<sub>2</sub>)**

Son ácidos grasos insaturados de veinte carbonos derivados del ácido prostanóico. Dependiendo de la estructura química del anillo ciclo pentano, las prostaglandinas se dividen en cuatro grupos A, B, E Y F, cada grupo posee diferentes propiedades fisiológicas y farmacológicas. La acción biológica más

grande de las prostaglandinas en los bovinos es su poder de producir la regresión del cuerpo lúteo. Una inyección de prostaglandina aplicada entre el día 6 y el día 16 (momento de la descarga natural de  $\text{PGF2}\alpha$ ), del ciclo inducirá la regresión del cuerpo lúteo que finaliza la fase luteínica. Como consecuencia, se inicia una nueva fase folicular y el animal presentará celo y ovulará. (O'Connor, M. 2000).

Debido a que las prostaglandinas tienen actividad luteolítica, las hembras deben estar ciclando normalmente para que sean efectivas. Cabe mencionar que la prostaglandina solo es efectiva después del día 6 ó 7 del ciclo. La fertilidad subsiguiente a la luteolisis con  $\text{PGF2}$  es equivalente a la que se produce en celos espontáneos. Las prostaglandinas pueden relajar el útero no gestante y contraer el útero gestante pueden producir aborto o inducir el parto. Un factor importante desde el punto de vista de residuos tisulares, inocuidad y toxicología, es que la  $\text{PGF2}$  no se almacena en los tejidos, de modo que su permanencia en el organismo es de corta duración. Se ha demostrado una inocuidad adecuada entre la dosis terapéutica y las mínimas tóxicas (Rasby, R. 2000).

La Prostaglandina  $\text{F2}\alpha$  ( $\text{PGF}$ ) y sus análogos son los agentes farmacológicos más utilizados en programas de sincronización de celos. El tratamiento con  $\text{PGF}$  causa la regresión del cuerpo lúteo (CL), maduro y se han desarrollado muchos protocolos de sincronización de celos que la utilizan. Si se administra un solo tratamiento con  $\text{PGF}$ , aproximadamente el 70% de las hembras que están ciclando deberían entrar en celo. La palpación rectal de un CL y el tratamiento con un CL aparentemente funcional debería aumentar la proporción de los animales que responden; no obstante, errores en la detección del celo determinan que aproximadamente el 75% de animales tratados sean detectadas en celo. Otro de los problemas de la sincronización de celos con  $\text{PGF}$  es la baja fertilidad a los esquemas de IA. Esto se debe a que el intervalo desde el tratamiento hasta la ovulación es afectado por el estadio del folículo dominante en el momento de la aplicación de la  $\text{PGF}$ . Por lo tanto, para tener buenas tasas de preñez con estos esquemas es necesario detectar el celo de los animales para realizar la IA a las 12 horas, es decir, que la detección de celos sigue condicionando su aplicación y resultados (Bó, G., et al. 2002).

## **2. Factor liberador de gonadotropinas (GnRH)**

El resultado de inyectar GnRH es inducir la secreción por parte de la hipófisis de las hormonas LH y FSH, provocando el desarrollo y maduración de los folículos, así como la ovulación y luteinización. Las hormonas FSH y LH son liberadas por la hipófisis poco después de la aplicación de GnRH, detectándose los niveles máximos de estas una y media hora posterior a la inyección intramuscular. La cantidad liberada de gonadotropinas depende de la dosis de GnRH administrada. La dosis de 0.1 mg. de Fertagyl produce una respuesta significativa de LH en la vaca equivalente a la descarga de LH que precede a la ovulación. La dosis que reporta la literatura consultada oscilan entre 0.1 y 0.5 mg (INTERVET. 2009).

La GnRH es un decapeptido secretado por el hipotálamo que regula y estimula la secreción de LH y FSH en la adenohipófisis. Su secreción es pulsátil y esta influida positivamente por el sistema adrenérgico y negativamente por el opioide. Las alteraciones en los picos de su secreción generan una fertilidad más baja y ovulaciones anormales. La progesterona en bajas concentraciones induce su liberación, pero en exposiciones prolongadas, activa un mecanismo de feed back y de esta manera disminuye su secreción y consecuentemente la de LH y FSH, ocasionando un estado anovulatorio. La GnRH tiene la particularidad de ser sintetizada fácilmente en el laboratorio aplicando métodos de síntesis de péptidos de fase sólida. Asimismo es posible introducir sustituciones de aminoácidos específicos en GnRH sintética diseñando de esta manera agonistas-antagonistas de gran utilidad clínica. Casi todos ellos contienen una o dos sustituciones en la cadena donde un residuo D-aminoácido hidrofobo reemplaza a la glicina en posición 6 y la N-etilamida reemplaza a la glicina amida en la posición 10. Estos péptidos son más sensibles a la proteólisis y se unen con mayor afinidad a los receptores específicos y a las proteínas plasmáticas que la GnRH natural indicando una mayor semivida de eliminación y aumento en la potencia (O'Connor, M. 2000).

## **3. Gonadotropina sérica de yegua preñada (eCG o PMSG)**

La Gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG), se aísla de las yeguas

preñadas y en consecuencia, fue uno de los materiales gonadotrópicos del que primero se dispuso comercialmente. Esta gonadotropina se secreta en capas endometriales en el útero equino. Tales estructuras están formadas por células trofoblásticas especializadas que invaden el endometrio materno y son de origen fetal y no materno. La PMSG es una gonadotropina con actividad de la hormona FSH y de la hormona LH. En la hembra, la PMSG estimula el crecimiento y maduración de los folículos. En el macho estimula el desarrollo del tejido intersticial del testículo y la espermatogénesis (INTERVET. 2009).

Bó, G., et al. (2002), señala que desde hace muchos años se promueve, sobre todo en Europa, la utilización de una dosis de Gonadotropina Coriónica Equina (conocida internacionalmente con las siglas eCG o PMSG), al final del tratamiento para estimular el desarrollo folicular en vaquillonas prepúberes, vacas con cría o vacas lecheras en anestro pos parto. La eCG es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la FSH. Se ha observado un mayor porcentaje de preñez en vacas en anestro pos parto y con condición corporal comprometida o en vacas con menos de 60 días pos parto, cuando se agrega eCG al tratamiento. Sin embargo, hay otros trabajos que no han encontrado un beneficio en utilizar eCG en vacas pos parto con alto porcentaje de ciclicidad y buena condición corporal.

## **D. TRATAMIENTOS HORMONALES UTILIZADOS EN PORCINOS**

### **1. Control del ciclo estral**

El ciclo estral de la cerda es regulado básicamente por dos hormonas esteroides producidas en los ovarios (progesterona y estradiol) 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. Al inicio del estro, los folículos en crecimiento producen elevadas cantidades de estrógenos que estimulan 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. 2010).

## **2. Inducción de la regresión del cuerpo lúteo**

Mediante la utilización de prostaglandina F2 alfa natural o sus análogos sintéticos la función del cuerpo lúteo puede ser efectivamente inhibida y la secreción de progesterona eliminada durante la fase luteal del ciclo estral. Este mecanismo posibilita sincronizar la iniciación del celo en un determinado grupo de hembras de distintas especies animales. La sincronización de celos con prostaglandina F2 alfa puede ser aplicada exitosamente en bovinos. En esta especie animal, la luteólisis puede ser inducida en etapas relativamente tempranas del ciclo estral, y de este modo una gran parte de la fase luteal es factible de ser controlada. En contraposición, los experimentos llevados a cabo en la especie porcina, muestran que la luteólisis no puede ser inducida por la administración de prostaglandina F2 alfa o análogos sintéticos hasta el día 12 o 13 del ciclo estral (Gardón, J. 2010).

## **3. Supresión de la actividad ovárica**

En el pasado, una serie de progestágenos orales han sido examinados como potenciales agentes para sincronizar celos en cerdos. El MAP (6-metil-17acetoxiprogesterona), permite controlar el ciclo estral inhibiendo la secreción de gonadotropinas, y por lo tanto la función ovárica. La utilización de MAP en bajas dosis incorporado en la dieta de los animales (150 mg./día/animal), demostró ser efectivo para suprimir la aparición del celo. En contraposición a los buenos resultados obtenidos, se observó una alta incidencia en la formación de quistes ováricos, y reducción de la tasa de fertilidad después del tratamiento. En contraste, pudo observarse que los tratamientos con altas dosis de MAP (500 mg./día/animal), reducían notablemente la formación de quistes foliculares. Sin embargo con bajas dosis se obtuvieron menores índices de sincronización de celos y ovulación en los animales tratados (Gardón, J. 2010).

## **4. Inducción de cuerpos lúteos accesorios**

Gardón, J. (2010), indica que 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 gonadotrofinas exógenas resulta el establecimiento de un nuevo ciclo estral. 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. Estudios realizados en las últimas décadas, han demostrado la utilización de la hormona PMSG en:

- 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.

##### **5. Control de la fase folicular**

El crecimiento folicular puede ser inducido en cachorras por la administración de una combinación de gonatropinas (PMSG y hCG) o Factor liberador de Gonadotrofinas (GnRH). A la administración de las hormonas con actividad foliculo estimulante (PMSG), le sigue la aplicación unas 80 horas más tarde de hormonas que provocan la ovulación (hCG o GnRH). Estos tratamientos generalmente son utilizados en cerdas prepúberes, en cachorras o cerdas en anestro, hembras en lactación o recientemente destetadas, e incluso luego de la supresión del ciclo estral para obtener un momento de ovulación altamente predecible para poder inseminar a tiempo fijo. Estos tratamientos combinados (PMSG + hCG) luego de inhibir el crecimiento folicular con Methallibure (14), con progesterona por vía oral (17) o para sincronizar la ovulación en cerdas inyectando eCG en el día del destete, seguido de hCG (11). En los últimos años, está disponible comercialmente una nueva hormona foliculo estimulante, denominada PG 600®, que contiene 400 UI de PMSG y 200 UI de hCG. El uso de este producto ha demostrado ser efectivo no solamente para inducir celo y ovulación en animales en anestro y prepuberales sino también para ser usado combinado con altrenogest para obtener una mayor precisión en el momento de ovulación (Gardón, J. 2010).

## E. ESTUDIOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS

### 1. Respuesta ovárica en cerdas cíclicas

Gardón, J. (2010), señala que la utilización de diferentes dosis (500, 750, 1.000. y 1.500 U.I). de PMSG como agente sincronizador de celos, fue objeto de estudio en un plantel de cerdas de 95 a 110 Kg. de peso vivo. El grado de sincronización de celos obtenido luego de la aplicación del producto fue del 75 a 80%. Las hembras tratadas comenzaron a manifestar síntomas de celo entre el 4º y 6º día posterior a la administración de la hormona. En comparación con otros métodos utilizados la administración simple de 750 U.I. de PMSG demostró ser un sencillo método de sincronización de celos. La respuesta ovárica, medida a través del número de cuerpos lúteos se incrementó proporcionalmente a la dosis de PMSG utilizada. De este modo para la dosis más baja (500 U.I.), el número de cuerpos lúteos fue comparable al normal (control). En los diferentes tratamientos que el mayor porcentaje de celos (80-90%) se presentó entre la mañana y la tarde del 4to. día (cuadro 2).

Cuadro 2. SINCRONIZACIÓN DE CELOS Y RESPUESTA OVÁRICA EN CERDAS CON DIFERENTES DOSIS DE PMSG.

Dosis de PMSG	Hembras en celo (%)	Número de C.L. por ovario
500 U.I.*	75.73	7.56
750 U.I.*	81.19	15.98
1000 U.I.*	82.00	25.02

Fuente: Gardón, J. (2010).

### 2. Sincronización de celos en cerdas en el momento del destete

La sincronización de celos posdestete está influenciada por varios factores, tales como el número de parto, intervalo destete-celo y efectos estacionales. Finalizado el período de lactancia, las hembras presentan celo entre el 3º y 8º día post destete. Esta dispersión de 5 días en la aparición de los celos, puede ser acotada a tan solo 1 o 1,5 días mediante la administración de 500 U.I. de PMSG en el

momento del destete. El celo obtenido no presenta diferencias en cuanto a sus características y duración, con respecto a animales no tratados. La fertilidad y el tamaño de la camada tampoco son alterados (Gardón, J. 2010).

### **3. Sincronización de celos en cerdas en periodo de lactancia**

Este ensayo fue realizado sobre 80 cerdas en período de lactancia las que fueron asignadas a diferentes tratamientos con PMSG. Los lechones fueron separados de las madres durante 12 hs. los días 21, 22 y 23 post- parto. Al finalizar el período de separación, se administró PMSG en una única dosis. Posteriormente las cerdas que manifestaron celo, recibieron servicio natural con un macho de fertilidad probada. El porcentaje de hembras que manifestó celo durante el período de lactancia fue del 35 al 75%, dependiendo de la dosis de PMSG utilizada y el porcentaje de preñez fue del 75% (Gardón, J. 2010).

## **F. USO DE ALTRENOGEST EN LA SINCRONIZACIÓN DEL CELO EN CERDAS**

### **1. Descripción**

Según <http://www.labproser.com.ar>. (2012), el Altrenogest, es un progestágeno, de aplicación oral, cuya composición comercial es la siguiente:

Cada 100 ml contiene:

- Altrenogest                      0,22 g
- Excipientes c.s.p              100 ml

Según <http://www.virbac.es>. (2012), el uso de altrenogest en la producción porcina ofrece los siguientes beneficios:

- Aumento de la fertilidad y prolificidad.
- Grupos de destete, montas y partos programados.
- Grupos de lechones y todas las etapas homogéneos
- Programación de trabajos a días fijos
- Se incrementa el número de lechones destetados por hembra.

## **2. Propiedades farmacodinámicas**

<http://www.virbac.es>. (2012), señala que el Altrenogest tiene una acción similar a la de la hormona natural progesterona. Administrado oralmente suprime el ciclo sexual normal, elimina los signos de celo y ovulación. Su retirada permite la liberación de las hormonas naturales y los animales recuperan un celo sincronizado.

El Altrenogest es un progestágeno esteroideo C21 triénico sintético, que pertenece a las series 19-nor-testosteronas. Es un progestágeno activo oralmente. El Altrenogest reduce las concentraciones sanguíneas de las gonadotropinas endógenas, LH y FSH. Como consecuencia, induce una regresión de los folículos grandes (>20-25 mm) y por tanto bloquea el estro o la ovulación. Durante la segunda mitad del periodo de tratamiento con el producto, cuando han remitido todos los folículos grandes, se produce un pico de la concentración de FSH que constituye el inicio de una nueva ola de crecimiento folicular. Después de terminar el tratamiento, el aumento de la concentración de LH se estabiliza, lo que permite sostener el crecimiento y la maduración folicular.

## **3. Acción**

<http://www.labproser.com.ar>. (2012), indica que el Altrenogest produce:

- Inducción de la ovulación temprana en la temporada de celo
- Tratamiento del anestro por lactancia en ausencia del cuerpo lúteo.
- Supresión del estro, ya sea durante ciclos prolongados o en hembras ciclando regularmente.
- Control del ciclo durante la temporada de servicios para un uso eficiente del padrillo o del semen.
- Prevención de la pérdida temprana del embrión.

## **4. Indicaciones**

<http://www.labproser.com.ar>. (2012), señala que:

- El Altrenogest está indicado para suprimir el estro en yeguas y cerdas para permitir una aparición más previsible del mismo a partir de la finalización del tratamiento.
- Se utiliza clínicamente para establecer ciclos normales durante el período transicional de las yeguas que se desarrolla entre el anestro y la temporada reproductiva, frecuentemente en conjunción con un fotoperíodo artificial.
- Es más efectivo para lograr la preñez cuando es aplicado en la fase final del período de transición.
- Es efectivo en las yeguas que estén ciclando normalmente para minimizar la necesidad de detección del estro, para la sincronización del estro y para permitir la programación de los servicios. También es utilizado en la supresión del estro en yeguas de exposición o en yeguas de carrera.

## 5. Contraindicaciones

<http://www.labproser.com.ar>. (2012), sostiene que el Altrenogest:

- No administrar durante la gestación cuando los niveles de Progesterona sean normales, en casos de inflamación uterina aguda, subaguda o crónica.
- No administrar conjuntamente con Rifampicina.

## 6. Dosificación

De acuerdo a <http://www.labproser.com.ar>. (2012), la dosificación del Altrenogest, es la siguiente:

Yeguas:

- Supresión y sincronización del estro: 0.044 mg/kg (0.02 ml/kg).
- Mantenimiento de la gestación: 22-44 mg/día (10 a 20 ml/día).
- El estro va a aparecer de 2 a 5 días después que el tratamiento es completado, y las yeguas ovulan entre los 8 y 15 días después.

Cerdas:

- Sincronización del estro: 15- 20 mg/animal/día (7 a 9 ml/día).
- El estro aparece de 4 a 7 días luego del último tratamiento.

Duración del tratamiento:

- Yeguas: Administrar durante 15 días consecutivos.
- Cerdas: Administrar durante 18 días consecutivos.

## **7. Administración**

<http://www.virbac.es>. (2012), indica que para la administración de los animales, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Separar a los animales y administrar el producto individualmente. Añadir el producto por encima de la comida inmediatamente antes de dársela a los animales. Los alimentos parcialmente consumidos deben desecharse junto con los residuos de alimentos y no deben administrarse a otros animales.
- Debe controlarse la sincronización del estro. Las cerdas cíclicas nulíparas deberán ser separadas como mínimo 7 días antes del tratamiento. Durante el tratamiento los animales no se deben cambiar de local.
- Debe garantizarse una ingesta completa del pienso medicado por los animales.
- La mayoría de las cerdas jóvenes tratadas tendrán el estro entre 5 y 6 días después del decimoctavo día de tratamiento.

## **8. Restricciones de uso**

- Las cerdas no deberán ser faenadas hasta 21 días después del último tratamiento.
- No utilizar en equinos destinados al consumo alimentario humano.

## **9. Precauciones especiales para el uso en animales**

<http://www.virbac.es>. (2012), manifiesta que en la aplicación del. Altrenogest se debe tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Administrar la dosis correcta diaria ya que una infradosificación puede generar la formación de folículos císticos.
- Precauciones especiales que deberá adoptar la persona que administra el medicamento a los animales.
- Las mujeres embarazadas o que creen que puedan estarlo, no deben utilizar el producto. Las mujeres en edad fértil deben manipular el producto con mucho cuidado. El producto no debe manipularse por personas con tumores dependientes de progesterona o trastornos tromboembólicos.
- Debe evitarse cualquier contacto directo con la piel. Debe llevarse un equipo de protección personal (guantes y batas) al manipular el producto. Guantes porosos pueden dejar pasar el producto. La absorción transcutánea incluso puede ser superior cuando la zona está recubierta con material oclusivo, como guantes de goma o de látex. Frente a cualquier contacto accidental con la piel lavarse inmediatamente con agua y jabón. Lavarse las manos después del tratamiento y antes de comer. En caso de producirse una exposición accidental con los ojos, aclarar con abundante agua. Consultar con el médico.
- Efectos de una sobreexposición: una absorción accidental repetida puede generar una interrupción del ciclo menstrual, contracciones uterinas o abdominales, aumento o disminución de la hemorragia uterina, prolongación de la gestación o dolor de cabeza.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se realizó en los establecimientos de los productores de porcinos asociados a la empresa Reprogenes, ubicados en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, ubicadas a una altitud de 2740 m.s.n.m., longitud 78° 40' Oeste y a una latitud de 01° 38' Sur. Las condiciones meteorológicas de la zona se presentan en el (cuadro 3).

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN EL CANTÓN RIOBAMBA.

Parámetro	Valor
Temperatura, °C	15,4
Humedad relativa, %	45,0
Precipitación, mm/año	262,5
Heliofanía, Horas luz	8,6

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP, (2014).

El trabajo experimental tuvo una duración de 150 días, distribuidos en 30 días para la aplicación de los tratamientos y 120 días para el periodo de gestación y recolección de resultados experimentales.

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales estuvieron compuestas por una cerda múltipara F1 York x Landrace, siendo necesarias un total de 18 cerdas para el desarrollo de la investigación.

#### C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones, que se utilizaron en el presente trabajo fueron los que se emplean en las actividades diarias de los animales y que se enlistan a continuación:

## 1. **Materiales**

- Alimento balanceado
- Medicamentos
- Registros
- Palas
- Escobas
- Compuestos hormonales (Altrenogest, eCG, GnRH).

## 2. **Equipos**

- Bomba de mochila
- Equipo veterinario
- Cinta porcinométrica
- Computador

## 3. **Instalaciones**

Se utilizó un total de 18 corrales de piso de cemento, con un área aproximada de 6 m<sup>2</sup> para gestación y lactancia, cada corral provisto de 1 bebedero tipo chupón, un comedero, con construcción es mixta y cubierta de eternit.

## **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la presente investigación, se estudió el efecto de la aplicación de tres sistemas de sincronización de celo en cerdas multíparas F1 York Shire x Landrace. En los tres grupos experimentales de cerdas se suministró el progestágeno Altrenogest en la dieta, durante 18 días consecutivos, luego de los cuales se inyectó GnRH un día después de la última dosis del progestágeno en el primer tratamiento y eCG en el segundo tratamiento, mientras que el tercer tratamiento lo constituyó el grupo control sincronizado únicamente con el uso de Altrenogest, por lo que se contó con 3 tratamientos experimentales y cada uno de ellos con seis repeticiones, que se distribuyeron bajo un diseño de bloques completamente al azar (bloqueándose el efecto del número de partos), ajustándose al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = u + \alpha_i + b_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

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

$U$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos

$b_j$  = Efecto de los bloques

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

El esquema del experimento utilizado se muestra en el (cuadro 4).

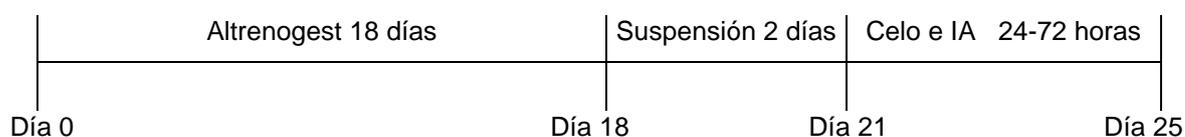
Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Rept.	T.U.E.	Cerdas/Trat.
Sistema Altrenogest Control	SA	6	1	6
Sistema Altrenogest + GnRH	SA+GnRH	6	1	6
Sistema Altrenogest + eCG	SA+eCG	6	1	6
Total animales				18

T.U.E. = Tamaño de la unidad experimental, una cerda.

Elaborado: Loaiza, G. (2015)

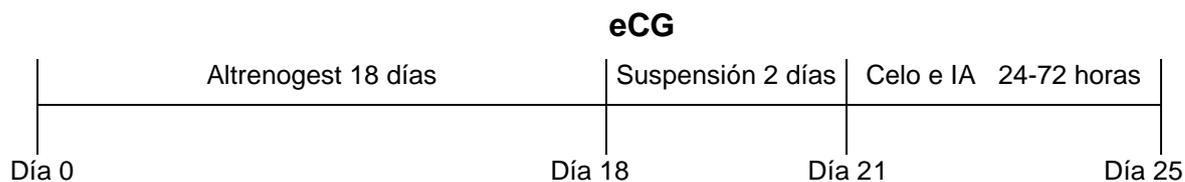
### Programa 1. Altrenogest Control



### Programa 2. Altrenogest+GnRh



### Programa 3. Altrenogest+eCG



### E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales evaluadas en el presente estudio fueron las siguientes:

- Servicios/Concepción, (No)
- Tasa de Concepción (%)
- Duración de la Gestación, (Días)
- Tasa de Fertilidad (%)
- Tasa de Prolificidad (No.)
- Peso de Cerdas al Servicio, (Kg)
- Peso de Cerdas al final de la Gestación, (Kg)
- Peso de Lechones al nacimiento (Kg)
- Peso de Camada al nacimiento (Kg)
- Porcentaje de Vitalidad (%)
- Beneficio/costo, USD

### F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas:

- Análisis de Varianza para las diferencias (ADEVA), para un diseño de bloques al azar, cuyo esquema se presenta en el (cuadro 5).
- Separación de medias de acuerdo a la Prueba de Tukey al nivel de significancia de  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$ .

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS DIFERENCIAS.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	17
Tratamientos	2
Bloques	5
Error	10

Elaborado: Loaiza, G. (2015).

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Descripción del experimento

Antes de recibir a los animales, se procedió a limpiar los corrales, comederos y bebederos para luego realizar la respectiva desinfección de los mismos. Los animales se ubicaron en corrales individuales, previo un sorteo, donde permanecieron las cerdas durante el período de sincronización, gestación y parto. La ración alimenticia suministrada a los animales fue el balanceado comercial de mantenimiento en el que se incorporó el sincronizador Altrenogest (Regumate), y el manejo de los tratamientos se efectuó bajo las siguientes consideraciones:

T1: Altrenogest durante 18 días en dosis de 20 mg/cerda/día (5 ml Regumate/animal/día)

T2: Altrenogest durante 18 días, más GnRH (0,010 mg de Buserelina/cerda) un día después de la última dosis del Progestágeno.

T3: Altrenogest durante 18 días, más eCG (500 U.I./cerda) un día después de la última dosis del Progestágeno.

Posterior a esto a partir del día 21 se determinó la presencia de celo y se aplicó la inseminación artificial con semen heterospérmico de dos verracos de la raza York Shire, aplicando el primer servicio a las 24 horas de iniciado el reflejo de inmovilidad.

A los 21 días se constató la concepción de los animales mediante el método de no retorno al estro, observando los signos típicos de celo en las cerdas.

Al momento del servicio se determinó el peso corporal de las cerdas así como al final de la gestación. De la misma manera el día del parto se determinó el tamaño de camada al nacimiento o tasa de prolificidad. El experimento culminó con el parto y determinación de peso de los lechones al nacimiento.

## **2. Programa sanitario**

Antes de iniciar el experimento, las hembras fueron desparasitadas con Ivermectina en las dosis recomendadas de acuerdo al peso vivo, en una relación de 1 ml por 33 kg de peso vivo, vía subcutánea, así como también se vacunaron contra cólera porcino. La limpieza y desinfección de los corrales se realizó diariamente para evitar cualquier tipo de enfermedad, empleándose una solución de 4 cc de creolina por litro de agua y para los materiales 2 cc de creolina por litro de agua, mediante la aplicación con una bomba de mochila.

## **H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN**

### **1. Peso corporal**

El peso inicial, se tomó al momento de iniciar la investigación (previo el sorteo de los animales), utilizando una cinta porcinométrica, considerando o cuidando que los animales estén en ayunas, siguiendo el mismo procedimiento para la toma del peso final de las madres. Mediante su diferencia, se estableció las ganancias de peso.

### **2. Duración de la gestación**

Duración de la gestación, representa el período desde el momento de la inseminación hasta el parto, expresada en días.

### **3. Servicios por concepción**

Es el número de servicios que una cerda ha recibido cada 24 horas mientras dura el reflejo de inmovilidad, recibiendo el primer servicio a las 24 horas de iniciado el

reflejo de inmovilidad.

#### 4. Tasa de concepción

Tasa de concepción, se determinó tomando en cuenta la cantidad de gestantes dividido para número de animales servidos y su resultado expresado en porcentaje:

$$\text{Concepción, \%} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de cerdas gestantes}}{\text{N}^{\circ} \text{ de cerdas servidas}} \times 100$$

#### 5. Tamaño de camada al nacimiento

El tamaño de camada al nacimiento, representa al número de crías obtenidas al parto y se expresa en número

#### 6. Peso de lechones y camada al nacimiento

Los pesos de los lechones y camadas al nacimiento, se registró por medio del peso colectivo e individual de cada animal, en una báscula con capacidad de 20 kg.

#### 7. Viabilidad de lechones

La viabilidad de lechones, se expresó por diferencia entre los lechones nacidos vivos y el total de lechones presentes al parto (vivos + muertos), expresados en porcentaje:

$$\text{Viabilidad de los lechones, \%} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ lechones vivos}}{\text{N}^{\circ} \text{ total lechones al parto}} \times 100$$

#### 8. Indicador beneficio/costo

Beneficio/costo, se estableció dividiendo los ingresos totales para los egresos

totales realizados.

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}$$

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. EVALUACIÓN REPRODUCTIVA EN CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE ALTRENOGEST MÁS EL EMPLEO DE GnRH Y eCG.**

Dentro de la evaluación reproductiva en las cerdas utilizadas en la presente investigación, se analizó diferentes características, obteniéndose los siguientes resultados:

##### **1. Servicios por concepción**

El número de Servicios por Concepción en cerdas multíparas de la raza York – Landrace presentó diferencias significativas ( $P > 0,01$ ) entre los diferentes tratamientos evaluados, de esta manera el mayor número de servicios por concepción fue registrado en los grupos de cerdas control Altrenogest y Altrenogest + eCG con 2,17 y 1,83 inseminaciones o servicios/concepción respectivamente, mientras que con menor número de servicios por concepción y a la vez más eficiente resultado, se identificó al grupo de cerdas que recibieron Altrenogest + GnRH con un promedio de 1,0 servicio/concepción, (cuadro 6), (gráfico 1).

El menor número de servicios por concepción en las cerdas tratadas con GnRH es menor debido a que la acción de esta hormona favorecería a la secreción tanto de FSH como de LH que debieron haber actuado en forma sinérgica para favorecer la ovulación, todo ello regulado de manera orgánica por el sistema nervioso autónomo, en tanto que en el grupo de cerdas tratadas con eCG y grupo Control el número de servicios por concepción es mayor lo cual implica una ovulación tardía, y posiblemente menores tasas de fertilidad y prolificidad debido a que puede existir mortalidad espermática mientras se espera a los ovocitos para ser fecundados, por otro lado etológicamente la duración del reflejo de inmovilidad es importante debido a que nos permite decidir sobre el número de servicios a ser aplicados en la cerda mientras dura este reflejo, coincidiendo su final con la

Cuadro 6. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS Y PRODUCTIVAS EN CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest CON EMPLEO DE GnRh y eCG.

VARIABLES	TRATAMIENTOS			EE	Prob.
	Altrenogest	Altrenogest + GnRH	Altrenogest + eCG		
<i>Evaluación reproductiva</i>					
Servicios/Concepción, (No)	2,17 a	1,00 b	1,83 a	0,13	0,0002
Tasa de Concepción (%)	100,0	100,0	100,0	-	-
Duración de la Gestación, (Días)	115,17 a	112,17 b	113,67 ab	0,45	0,0030
Tasa de Fertilidad (%)	100,0	100,0	100,0	-	-
Tasa de Prolificidad* (No.)	11,17 c	14,33 a	13,33 b	0,25	0,0001
<i>Evaluación productiva</i>					
Peso de Cerdas al Servicio, (Kg)	150,83	151,00	150,50	0,28	-
Peso de Cerdas al final de la Gestación, (Kg)	185,83 c	195,67 a	188,67 b	0,61	0,0001
Peso de Lechones al nacimiento (Kg)	1,33 a	1,32 a	1,34 a	0,01	0,2161
Peso de Camada al nacimiento (Kg)	14,79 b	18,89 a	17,81 a	0,34	0,0001
Porcentaje de Vitalidad (%)	97,01	97,67	97,5	-	-

Letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey ( $P < 0,05$  y  $P < 0,01$ )

Prob: Probabilidad

EE: Error estándar

\* **Tamaño de Camada al Nacimiento (No. Lechones/parto)**

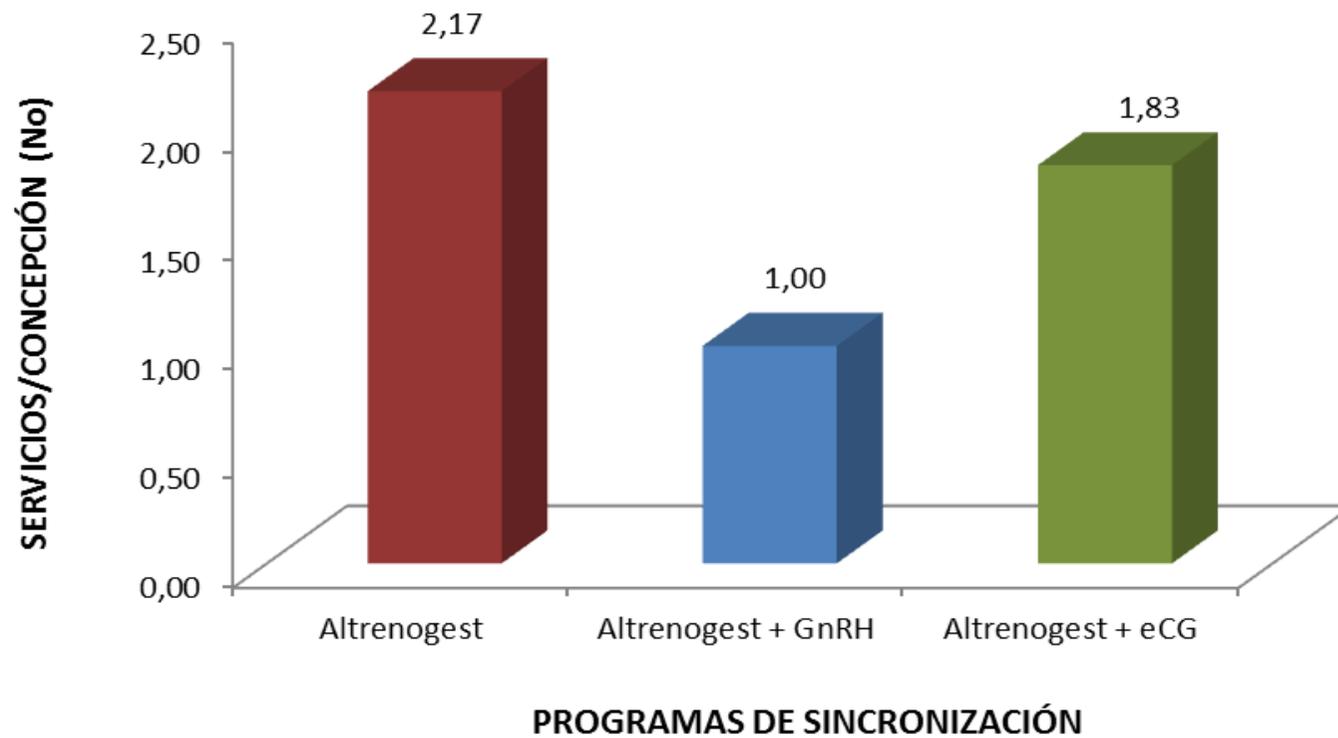


Gráfico 1. Número de servicios por concepción, en cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.

liberación del pico ovulatorio del LH. (Delgado, M. 2006).

Por su parte Daza, A. (2001), al aplicar Regumate en pienso de 15 a 20 mg diarios, obtuvo un 90 a 95 % de hembras en celo entre 4 y 7 días de finalizado el tratamiento, por lo que al administrar GnRH y eCG en la presente investigación, la duración del celo disminuye en tiempo y también se reduce el número de servicios por concepción.

## **2. Tasa de concepción**

La tasa de concepción determinada por el número de cerdas que quedaron gestantes y diagnosticadas mediante la técnica del no retorno al estro llegó al 100% en las cerdas pertenecientes a los diferentes tratamientos evaluados en la presente investigación como son Altrenogest, Altrenogest + GnRH y Altrenogest + eCG, cuadro 6. Al respecto Daza, A. (2001), manifiesta que al aplicar una inyección de 750 UI de PMSG seguida, tres días más tarde de otra de 500 UI de HCG, la ovulación acontece de 40 a 45 horas después de la administración de la inyección de HCG, obteniéndose una tasa de concepción de un 70 a 80 %, incrementándose conforme aumenta la edad de la cerda.

## **3. Duración de la gestación**

La duración de la gestación en la presente investigación, registró diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ), es así que en las cerdas sincronizadas exclusivamente con Altrenogest presentaron el mayor periodo de gestación con 115,17 días, posteriormente se determinó la duración de la gestación en cerdas sincronizadas con Altrenogest + eCG con un periodo de 113,67 días, y en última instancia se identificó el menor periodo de gestación en las cerdas sincronizadas con Altrenogest + GnRH y con un promedio de 112,17 días.

## **4. Tasa de fertilidad**

La tasa de fertilidad en las cerdas multíparas de la raza York - Landrace sincronizadas mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRH y eCG presentó el 100% de fertilidad en los diferentes tratamientos evaluados.

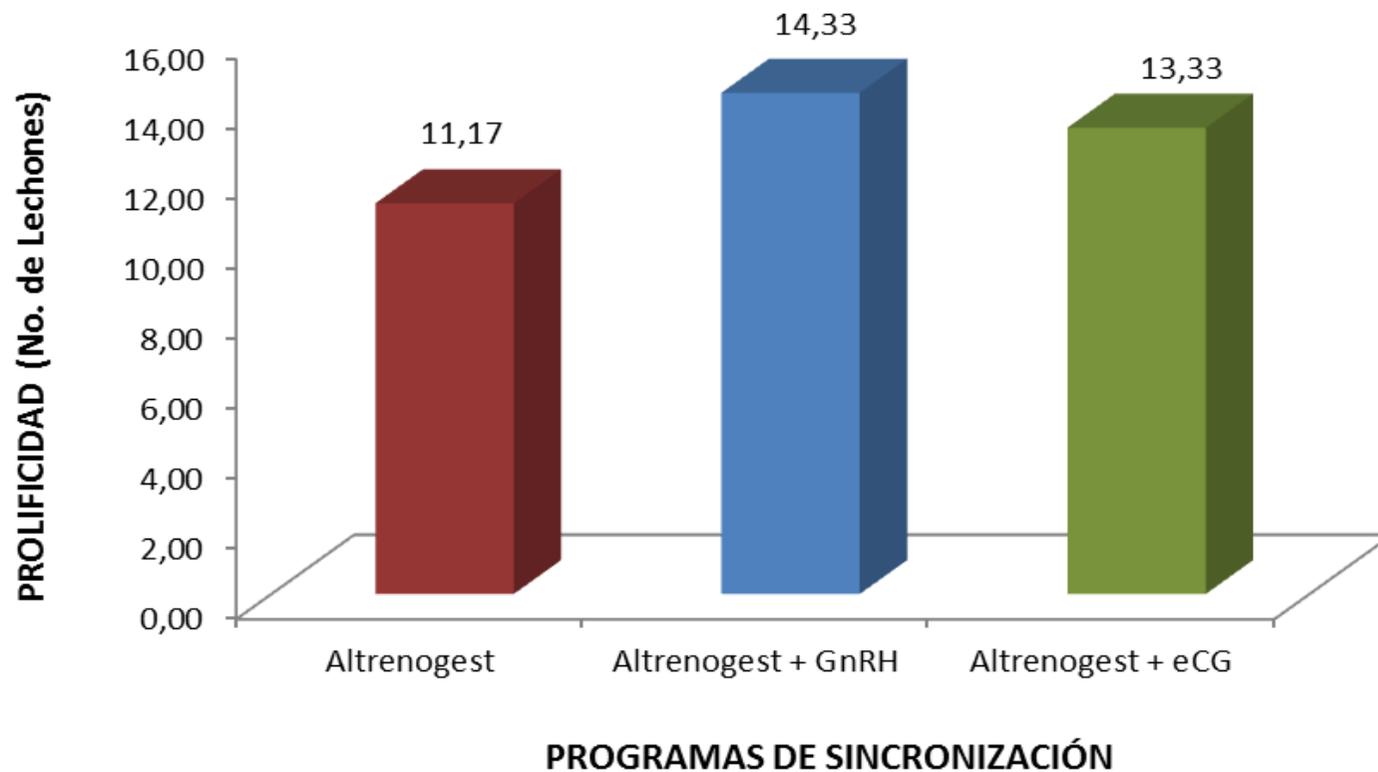


Gráfico 2. Tasa de prolificidad en cerdas múltiparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.

Al igual que la tasa de concepción Daza, A. (2001), reporta un incremento significativo de la fertilidad al aplicar PMSG o eCG en cerdas durante la sincronización del estro, lo que se debe al considerable número de cuerpos lúteos en los ovarios, consecuentemente alto nivel de P4 basal y por consiguiente el aseguramiento de que los productos se lleven a término. De la misma manera Gardón, J. (2010), al utilizar PMSG en un protocolo de sincronización del celo, determinó una fertilidad del 75%.

## **5. Tasa de prolificidad**

La tasa de prolificidad en el presente estudio presentó diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ), obteniéndose el mayor promedio en el grupo de cerdas sincronizadas mediante el uso de Altrenogest + GnRH donde se registró un promedio de 14,33 lechones/camada, seguido por el grupo de cerdas sincronizadas mediante Altrenogest + eCG donde se obtuvo un promedio de 13,33 lechones/camada y finalmente con menor tasa de prolificidad se ubicaron las cerdas sincronizadas únicamente a base de Altrenogest con 11,17 lechones/camada, (gráfico 2).

Los resultados determinados en la presente investigación son similares a los obtenidos por Guevara, D. (2010), quien al evaluar la respuesta productiva y reproductiva en cerdas multíparas, por efecto de la utilización de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) post inseminación artificial, determinó un tamaño de camada de 13,10 siendo ligeramente inferior al determinado en el presente experimento, posiblemente debido al mayor cuidado al cual fueron sometidos los animales del presente estudio. Respecto a estos resultados Daza, A. (2001), reporta un incremento significativo de la fertilidad y prolificidad al aplicar PMSG o eCG en cerdas durante la sincronización.

## **B. EVALUACIÓN PRODUCTIVA EN CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest MÁS EL EMPLEO DE GnRH Y eCG.**

### **1. Peso de las cerdas al servicio**

El peso promedio de los diferentes grupos de cerdas multíparas utilizadas en la

presente investigación al momento del servicio fue de 150,83; 151,0 y 150,50 Kg correspondientes a los grupos de cerdas sincronizadas con Altrenogest, Altrenogest +GnRH y Altrenogest + eCG, respectivamente.

## **2. Peso de las cerdas al final de la gestación**

Por su parte el peso de las cerdas al final de la gestación registró diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ), es así que el grupo de cerdas tratadas con Altrenogest, + GnRH presentaron un mayor promedio de peso corporal con 195,67 kg posiblemente debido a una mayor cantidad de lechones que se obtuvieron al final de la gestación, posteriormente se identificó el peso de las cerdas sincronizadas con Altrenogest + eCG con un peso 188,67 Kg y con menor peso se ubicaron las cerdas sincronizadas exclusivamente con Altrenogest, con 185,83 Kg, (gráfico 3).

## **3. Peso de lechones al nacimiento**

El peso de lechones al nacimiento en la presente investigación no presentó diferencias estadísticas en los diferentes grupos de cerdas sincronizadas ( $P > 0,05$ ), obteniéndose pesos promedios de 1,33; 1,32 y 1,34 Kg correspondiente a los tratamientos Altrenogest, Altrenogest + GnRH y Altrenogest + eCG respectivamente.

Los resultados presentados son ligeramente menores a lo descrito en O'Connor, M. (2000), donde se indica que el peso de lechones al nacimiento alcanzado con la inseminación artificial convencional fue de 1,57 a 1,47 Kg, además señala que a mayor número de lechones nacidos, menor es el promedio de peso del lechón al nacimiento, lo que posiblemente se halle relacionado también a la genética de los cerdos.

Estos resultados se hallan directamente relacionados a la prolificidad ya que a mayor número de crías por camada, menor es el peso corporal de los lechones al nacimiento, lo que concuerda con lo expuesto por Durán, F. (2006), quien indica que camadas al nacimiento superiores a los 12 lechones presentan menor peso corporal individual en relación a camadas de lechones inferiores a 7 lechones, sin embargo este efecto no compromete el peso al destete de los lechones.

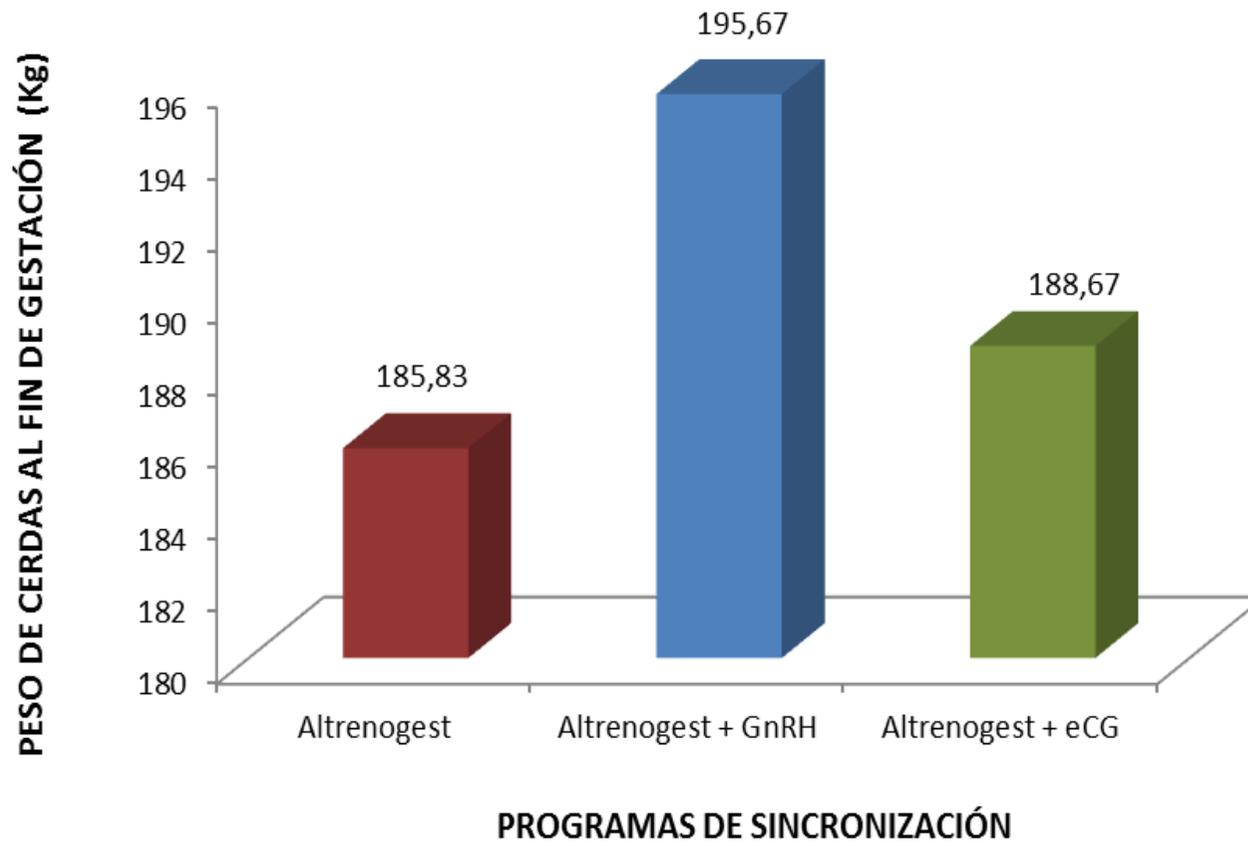


Gráfico 3. Peso de cerdas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG, al final de la gestación.

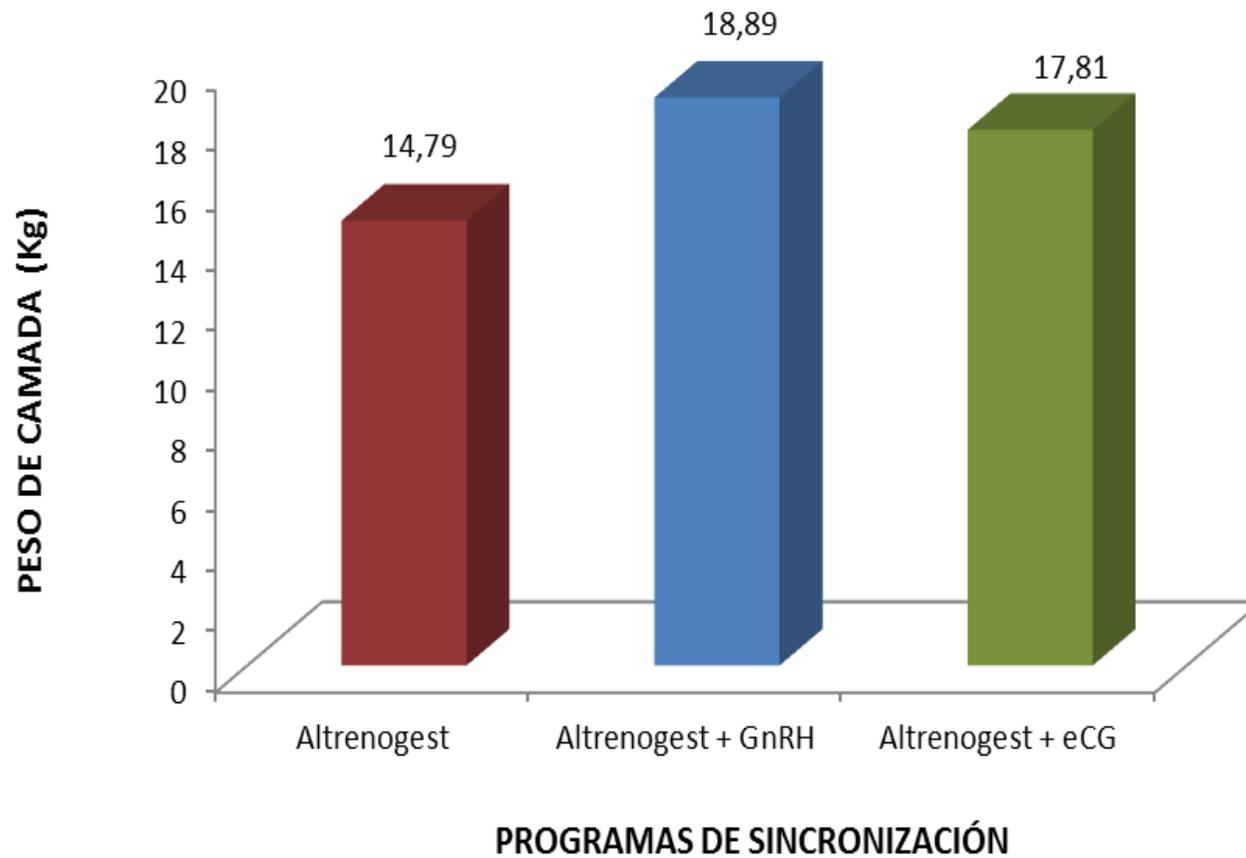


Gráfico 4. Peso de la camada de cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.

#### **4. Peso de camada al nacimiento**

El peso de la camada al nacimiento presentó diferencias estadísticas ( $P < 0,01$ ), de tal forma que los mejores pesos de camada al nacimiento fueron determinados en el grupo de cerdas al cual se aplicó Altrenogest + GnRH y Altrenogest + eCG con pesos promedios de 18,89 y 17,81 kg en su orden, mientras que con menor peso de camada al nacimiento se ubicó el promedio obtenido en las cerdas pertenecientes al grupo control con 14,79 Kg, resultados relacionados directamente a la tasa de prolificidad, (gráfico 4).

Los resultados obtenidos en la presente investigación al utilizar GnRH son superiores a los expuestos por Guevara, D. (2010), quien en su investigación registró un peso de camada al nacimiento en cerdas Landrace- Yorkshire de 17,25 kg con la utilización de GnRH post inseminación artificial, esta diferencia se debe al número de lechones por parto que tiene relación directa con el peso de la camada al nacimiento.

#### **5. Vitalidad de lechones**

El porcentaje de vitalidad de lechones en el presente estudio registró promedios de 97,01; 97,67 y 97,50 % para los tratamientos Control, Altrenogest + GnRH y Altrenogest + eCG respectivamente.

### **C. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CICLO PRODUCTIVO DE CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE ALTRENOGEST CON EMPLEO DE GnRh y eCG.**

Para el análisis económico se determinaron, los egresos cuantificados mediante los costos de producción en los tres grupos experimentales y los ingresos obtenidos con la venta y cotización de animales al final de la etapa de lactancia, obteniéndose los mayores egresos para el grupo de cerdas en las cuales se aplicó el tratamiento Altrenogest + eCG con 5544,10 USD, mientras que con menores egresos en relación al anterior tratamiento y con el mejor índice de

Beneficio - Costo se ubicó el grupo de cerdas tratadas con Altrenogest + GnRH alcanzando un índice de 1,71 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido al utilizar Altrenogest + GnRH se obtuvo un beneficio neto de 0,71 USD, seguido por los demás tratamientos con indicadores de beneficio costo menores, sin embargo se debe resaltar que la diferencia en cuanto a rentabilidad es muy importante, considerando que el rendimiento productivo y económico dependerá de los volúmenes de producción. (cuadro 7).

**Cuadro 7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL CICLO PRODUCTIVO DE CERDAS MULTÍPARAS YORK-LANDRACE SOMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO, MEDIANTE EL USO DE Altrenogest CON EMPLEO DE GnRh y eCG.**

CONCEPTO	TRATAMIENTOS		
	Altrenogest	Altrenogest + GnRH	Altrenogest + eCG
<b><u>EGRESOS</u></b>			
Costo de Animales 1	3000	3000	3000
Alimento Gestación 2	829,22	807,62	818,42
Alimento Lactancia 3	683,60	877,00	815,80
Dosis Seminales 4	162,75	75,00	137,25
Progestágeno 5	150,00	150,00	150,00
Hormonas GnRH y eCG 6	0,00	37,05	36,00
Sanidad 7	10	10	10
Mano de Obra 8	566,67	566,67	566,67
Depreciación de Inst. y Equipos 9	10	10	10
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>5412,2</b>	<b>5533,3</b>	<b>5544,1</b>
<b><u>INGRESOS</u></b>			
Venta de Lechones 10	5026,5	6448,5	5998,5
Cotización Final de Cerdas 11	3000	3000	3000
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>8026,5</b>	<b>9448,5</b>	<b>8998,5</b>
<b>BENEFICIO/COSTO (USD)</b>	<b>1,48</b>	<b>1,71</b>	<b>1,62</b>

1: \$ 500/Cerda Multíparas  
2: \$ 0,60/kg de Balanceado Gestación  
3: \$ 0,68/kg de Balanceado Lactancia  
4: \$ 12,5/Dosis Seminal  
5: \$ 0,28/Dosis Altrenogest  
6: \$ 6,17/Dosis GnRH y 6,0 Dosis de eCG

7: \$ 10/Tratamiento  
8: \$ 340 Mensual: Básico  
9: \$ 10/Tratamiento  
10: \$ 75/Lechón  
11: \$ 500/Cerda Multípara

## **V. CONCLUSIONES**

Se concluye que:

1. Se identificó un menor número de servicios por concepción en las cerdas sincronizadas mediante el uso de Altrenogest+GnRH, posiblemente debido a efectos hormonales producidos a nivel de hipófisis por esta hormona.
2. Las tasas de concepción y fertilidad no fueron afectadas por los sistemas de sincronización empleados, lo que permitió alcanzar eficiencia en el manejo reproductivo al utilizar la inseminación artificial.
3. Se determinaron los mejores resultados reproductivos en las cerdas multíparas, sincronizadas mediante la utilización de Altrenogest+GnRH, sistema en el cual se obtuvo una mayor prolificidad alcanzando 14,33 lechones/camada, lo que estuvo directamente relacionado a un mayor peso de camada y de las reproductoras al final de la gestación.
4. El mejor índice de Beneficio Costo, fue determinado al utilizar el programa de sincronización Altrenogest+ GnRH con 1,71 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido en este proceso, se obtiene una rentabilidad de 71 centavos, por lo que constituye una alternativa para el manejo reproductivo al utilizar inseminación artificial.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la utilización del sistema de sincronización Altrenogest+GnRH en cerdas multíparas, como alternativa del mejoramiento de los parámetros reproductivos y consecuentemente económicos.
2. Socializar los resultados obtenidos en la presente investigación a nivel de pequeños y medianos productores dedicados a la producción de cerdos en la zona central, a fin de optimizar el uso de la inseminación artificial.
3. Sugerir a las agroimportadoras de insumos pecuarios el registro del progestágeno utilizado en la presente investigación para su comercialización, a fin de ser utilizado por los productores en los procedimientos de sincronización de celo en cerdas.

## VII. LITERATURA CITADA

1. AGUILAR, J. 2001. Cursos de Producción Animal I. FAV UNRC. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.
2. ÁLVARO, A. 2012. Por qué y cómo sincronizar el celo en cerdas. Programa de Investigación en Producción Porcina. Unión Ganadera Regional de Jalisco. Veracruz, México. Disponible en <http://www.ugrj.org.mx>.
3. BEN, G., GOITIA, O., MUJICA, I., MUNAR, C. Y VALDEZ, A. 2002. Programa de Inseminación artificial a tiempo fijo, manual de procedimientos. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.
4. BÓ, G., CUTAIA, L. Y TRÍBULO, R. 2002. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.
5. DAZA, A. 2001. Manejo de la Reproducción en el Ganado Porcino. Edit. AEDOS. 3ra ed. Madrid España. Pp. 49-56.
6. DELGADO, M. 2006. Manual de explotación y reproducción en porcinos, segunda edición. Murcia- España. Pp.68.
7. DURÁN, F. 2006. Manual de Explotación y Reproducción en Porcinos. 1era. Ed. Edit. Vamos al campo. Colombia. pp. 86.
8. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 2012. Anuarios meteorológicos. Departamento Agrometeorológico. Facultad de Recursos Naturales, Riobamba.
9. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 2012. Planta de Balanceados, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba.

10. FUENTES, M., PÉREZ, L., SUÁREZ, Y., SOCA, M. 2006. Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Agraria de La Habana. Disponible en <http://www.veterinaria.org>.
11. GARDÓN, J. 2010. Sincronización de celos y control de la ovulación en la cerda. Disponible en <http://www.inmed.com.ar>.
12. GUEVARA, D. 2010. Evaluación reproductiva de la utilización de la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH) y Gonadotropina Coriónica Humana (HCG), post inseminación artificial en cerdas multíparas. Tesis de Grado. EIZ. FCP. ESPOCH. pp. 25-32.
13. <http://www.labproser.com.ar>. 2012. PROGESTAL - Altrenogest 0,22%.
14. <http://www.virbac.es>. 2012. VIRBAGEST 4 mg/ml solución oral para cerdos.
15. INTERVET. 2009. Compendium de reproducción animal. 3 ed. Madrid, España, Edit. INTERVET. p 254.
16. LAROCCA, C., LAGO. I., FERNANDEZ, A. ROSES, G., LANZA, R., ARMAND, P. 2005 Alternativas para la sincronización del estro en vaquillonas holstein uruguayo (HU). Revista Científica, diciembre, vol. XV, número 006. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp. 512-516.
17. O'CONNOR, M. 2000. Manejo reproductivo de la vaquillona lechera. Disponible en <http://www.cuencarural.com/> (2000),
18. RASBY, R. 2000. Synchronizing estrus in beef cattle. Nebraska, EE.UU. Disponible en <http://www.ianr.unl.edu>. 2000.
19. SANTA MARÍA, A. ERICES, J. 2010. Utilización de hormonas en la reproducción y parto de la cerda. Facultad de Medicina Veterinaria,

Universidad de Concepción, Chile. Disponible en  
<http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl>.

20. USA, NATIONAL RESEARCH COUCIL (NRC). 2002. Tablas de los requerimientos nutritivos de los animales domésticos. p.78

# **ANEXOS**

Anexo 1. Análisis de Varianza de las características reproductivas de cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.

**a. SERVICIOS POR CONCEPCIÓN (No)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Ca1	Pr > F
Total	17	6.00000000			
Tratamiento	2	4.33333333	2.16666667	21.67	0.0002
Repetición	5	0.66666667	0.13333333	1.33	0.3259
Error	10	1.00000000	0.10000000		

%CV	DS	MM
9.203796	0.316228	1.666667

Tukey	Media	EE	N	Tratamiento
A	2.1667	0.13	6	Altrenog
A	1.8333	0.13	6	Altt+eCG
B	1.0000	0.13	6	Alt+GnRH

**b. DURACIÓN DE LA GESTACIÓN (Días)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Ca1	Pr > F
Total	17	42.00000000			
Tratamiento	2	27.00000000	13.50000000	10.95	0.0030
Repetición	5	2.66666667	0.53333333	0.43	0.8163
Error	10	12.33333333	1.23333333		

%CV	DS	MM
0.977028	1.110555	113.6667

	Tukey	Media	EE	N	Tratamiento
	A	115.1667	0.45	6	Altrenog
	A	113.6667	0.45	6	Altt+eCG
	B	112.1667	0.45	6	Alt+GnRH

**c. PROLIFICIDAD (No. de lechones)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Ca1	Pr > F
Total	17	40.94444444			
Tratamiento	2	31.44444444	15.72222222	40.43	<.0001
Repetición	5	5.61111111	1.12222222	2.89	0.0723
Error	10	3.88888889	0.38888889		

%CV	DS	MM
4.817585	0.623610	12.94444

	Tukey	Media	EE	N	Tratamiento
	A	14.3333	0.25	6	Alt+GnRH
	B	13.3333	0.25	6	Altt+eCG
	C	11.1667	0.25	6	Altrenog

Anexo 2. Análisis de Varianza de las características productivas de cerdas multíparas York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.

**a. PESO AL SERVICIO (Kg)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Ca1	Pr > F
Total	17	1581.111111			
Tratamiento	2	0.777778	0.388889	0.85	0.4547
Repetición	5	1575.777778	315.155556	691.80	<.0001
Error	10	4.555556	0.455556		

%CV	DS	MM
0.447645	0.674949	150.7778

Tukey	Media	EE	N	Tratamiento
A	151.0000	0.28	6	Alt+GnRH
A	150.8333	0.28	6	Altrenog
A	150.5000	0.28	6	Altt+eCG

**b. PESO AL FINAL DE LA GESTACIÓN (Kg)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Ca1	Pr > F
Total	17	2048.944444			
Tratamiento	2	307.444444	153.722222	68.15	<.0001
Repetición	5	1718.944444	343.788889	152.42	<.0001
Error	10	22.555556	2.255556		

%CV	DS	MM
0.790217	1.501851	190.0556

	Tukey	Media	EE	N	Tratamiento
	A	195.6667	0.61	6	Alt+GnRH
	B	188.6667	0.61	6	Altt+eCG
	C	185.8333	0.61	6	Altrenog

**c. PESO DE LECHONES AL NACIMIENTO (Kg)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	17	0.00542778			
Tratamiento	2	0.00084444	0.00042222	1.79	0.2161
Repetición	5	0.00222778	0.00044556	1.89	0.1829
Error	10	0.00235556	0.00023556		

%CV	DS	MM
1.157355	0.015348	1.326111

	Tukey	Media	EE	N	Tratamiento
	A	1.335000	0.01	6	Altt+eCG
	A	1.325000	0.01	6	Altrenog
	A	1.318333	0.01	6	Alt+GnRH

**d. PESO DE LA CAMADA AL NACIMIENTO (Kg)**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	17	70.44671111			
Tratamiento	2	54.10747778	27.05373889	39.76	<.0001

Repetición	5	9.53531111	1.90706222	2.80	0.0777
Error	10	6.80392222	0.68039222		

---

%CV	DS	MM
4.806248	0.824859	17.16222

---

Tukey	Media	EE	N	Tratamiento
A	18.8900	0.34	6	Alt+GnRH
A	17.8050	0.34	6	Altt+eCG
B	14.7917	0.34	6	Altrenog

---

Anexo 3. Proceso experimental aplicado a cerdas múltiples York-Landrace sometidas a diferentes programas de Sincronización de celo, mediante el uso de Altrenogest con empleo de GnRh y eCG.

### **1. Suministro de Altrenogest**



## ***2. Aplicación de hormonas GnRh y eCG***



## ***3. Inseminación artificial***



Anexo 4. Composición de las raciones alimenticias formuladas para hembras en gestación, de acuerdo al National Research Council (2002).

Nutriente	Contenido
E. metabol., kcal/kg	3161
Proteína Bruta, %	17.50
Fibra Bruta , %	7.50
Materia grasa, %	4.50
Calcio, %	1.36
Fósforo, %	0.23
Lisina, %	0.95
Metionina + Cistina, %	0.61

Fuente: Planta de Balanceados, FCP, ESPOCH (2012).