

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“Influencia de gonadotropinas sintéticas en la manifestación temprana de la
pubertad en cerdas criollas”**

AUTORA: Balcázar Almeida María Isabel

TUTOR: Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg.

El Carmen, marzo del 2023

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2
	Página 1 de 1	

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría de la estudiante Balcázar Almeida María Isabel, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2022(1)-2022(2), cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de Proyecto de Investigación, cuyo tema del proyecto es **“Influencia de gonadotropinas sintéticas en la manifestación temprana de la pubertad en cerdas criollas”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 11 de enero de 2023.

Lo certifico,



Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ

EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**Influencia de gonadotropinas sintéticas en la manifestación temprana de la
pubertad en cerdas criollas**

AUTORA: Balcázar Almeida María Isabel

TUTOR: Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg.

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO MVZ. Mejía Chanaluisa Kleber Fernando, Mg.

MIEMBRO Dr. Acosta Jácome Marco Vinicio, Mg.

MIEMBRO Ing. Jácome Gómez Janeth Rocío, Mg.

DEDICATORIA

Al culminar una nueva etapa más de mi vida “Con mucho Cariño Dedicó”.

A Dios,

Por darme la vida y sabiduría para culminar mis estudios y haberme permitido lograr mis objetivos.

A mis Padres,

Jorge Balcázar y Sandra Almeida por haberme apoyado durante mi carrera estudiantil y por sus esfuerzos y paciencia como padres, también por todos sus valores y enseñanzas que he recibido y me han servido para ser mejor persona.

A mi Pareja

Marco Acosta que estuvo apoyándome en los momentos difíciles de mi vida y en cada decisión que tomara, por su paciencia y entrega total conmigo.

AGRADECIMIENTO

Mi eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento, de manera especial quiero agradecer a Dios por haberme permitido concluir esta tesis, a mis Padres por darme su ejemplo de trabajo y sencillez, a mi pareja a quien amo tanto y agradezco por tenerme tanta paciencia, estar a mi lado en todo momento y por darme su amor todos los días, lo que me motiva a cumplir todo lo que me proponga a mi tutor Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia por su paciencia y su apoyo para poder realizar mi tesis y a quienes fueron Testigos de mis Triunfos y Fracasos.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento, abriéndome las puertas para prepararme en quehacer Ingeniera Agropecuaria.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	5
1 MARCO TEÓRICO	5
1.1 El cerdo criollo	5
1.1.1 Generalidades	5
1.1.2 Reproducción	6
1.2 Hormonas gonadotrópicas	10
1.2.1 Buserelina	11
1.2.2 Acetato de Gonadorelina	11
CAPÍTULO II	13
Investigaciones experimentales afines al proyecto de investigación	13
CAPÍTULO III	15
3 MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización de la unidad experimental	15
3.2 Caracterización agroecológica de la zona	15
3.3 Variables	15
3.4 Variables independientes	15
3.4.1 Métodos	16
3.5 Variables dependientes	16
3.6 Unidad Experimental	16
3.7 Tratamientos	16
3.8 Características de las Unidades Experimentales	17
3.9 Análisis Estadístico	17
3.10 Instrumentos de medición	18
3.10.1 Materiales y equipos de campo	18
3.10.2 Materiales de oficina y muestreo	18
3.10.3 Manejo del ensayo	19

CAPÍTULO IV	20
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1 Respuesta estral	20
4.1.1 Manifestación de celo a las 48 horas	20
4.1.2 Manifestación del celo a los 21 días	21
4.1.3 Manifestación de celo a los 42 días	21
4.2 Dilatación Vulvar	22
4.2.1 Dilatación vulvar a las 48 horas	22
4.2.2 Dilatación vulvar a los 21 días	23
4.2.3 Dilatación vulvar a los 42 días	23
4.3 Duración del celo	24
4.4 Costo Parcial	26
CAPÍTULO V	28
5. CONCLUSIONES	28
CAPÍTULO VI	29
6. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXV
ANEXOS	XL

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad	15
Tabla 2. Tratamientos dosificación, vía de administración y número de animales.....	17
Tabla 3. Características de la unidad experimental	17
Tabla 4. Esquema de ADEVA.....	18
Tabla 5. Manifestación de celo a las 48 horas para evaluar la estimulación temprana en cerdas criollas, mediante la aplicación de las hormonas sintéticas buserelina y gonadorelina.	20
Tabla 6. <i>Manifestación del celo a los 21 días de aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.</i>	<i>21</i>
Tabla 7. <i>Manifestación de celo a los 42 días de aplicación de hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.</i>	<i>22</i>
Tabla 8. Dilatación vulvar a las 48 horas de la aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.....	23
Tabla 9. Dilatación vulvar a los 21 días de la aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.....	23
Tabla 10. Aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina a los 42 días para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.	24
Tabla 11. Resultados de la duración de las hormonas en cerdas criollas	25
Tabla 12. Duración del celo en el tiempo	25
Tabla 13. Análisis de costo parcial de la aplicación de las hormonas gonadotrópicas en relación con el testigo.....	26

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Análisis de la Varianza (SC tipo III)	XL
Anexo 2. Manifestación de celo	XL
Anexo 3. Manifestación colectiva de celo.....	XLI
Anexo 4. Dilatación de la vulva.	XLI

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue: Evaluar la influencia de gonadotropinas sintéticas: Buserelina y Gonadorelina en la manifestación temprana de la pubertad en cerdas criollas de siete meses de edad. Se aplicó tres tratamientos: T1 Acetato de Buserelina, T2 Acetato de Gonadorelina, T3 Testigo, con 5 unidades experimentales por tratamiento. Las variables de respuesta analizadas son: manifestación de celo, dilatación de la vulva, duración del celo y costo parcial. Se aplicó un DBCA para la manifestación y un Diseño lineal generalizado mixto para el aspecto cualitativo del celo. Se concluyó que a 48h Buserelina y Gonadorelina tienen el 80% de respuesta y el testigo 0%; a 21 días Gonadorelina el 100%, seguido de Buserelina con el 80% y el testigo el 20%; a 42 días Gonadorelina y Buserelina 100% y el testigo el 40%. Además, se observa la dinámica del comportamiento del Celo sin diferencia significativa entre los animales tratados vs. los no tratados. En el contexto económico se analizó el presupuesto parcial en el periodo de evaluación y se consideró además los días de mantenimiento de hembras acíclicas y se reporta el T2 con el menor costo con \$ 95,12 por cerda alojada, seguido por el T1 con un costo de \$ 100,56 y por último el testigo con un valor de \$ 155,13. Con estos resultados se confirma la hipótesis afirmativa y que el mejor tratamiento es el T2: Acetato de Gonadorelina.

Palabras claves: Celo en cerdas criollas, Acetato de Gonadorelina, Acetato de Buserelina.

ABSTRACT

The objective was proposed: To evaluate the influence of synthetic gonadotropins: Buserelin and Gonadorelin in the early manifestation of puberty in Creole sows of seven months of age. Three treatments were applied: T1 Buserelin Acetate, T2 Gonadorelin Acetate, T3 Control, with 5 experimental units per treatment, the response variables analyzed are: manifestation of heat, dilation of the vulva, duration of heat and partial cost, it was applied a DBCA for the manifestation and a Mixed Generalized Linear Design for the qualitative aspect of heat. It was concluded that at 48h Buserelina and Gonadorelina have 80% response and the control 0%; at 21 days Gonadorelina 100%, followed by Buserelina with 80% and the control 20%; at 42 days Gonadorelin and Buserelin 100% and the control 40%. In addition, the dynamics of the heat behavior is observed without significant difference between the treated animals vs. the untreated. In the economic context, the partial budget in the evaluation period was analyzed and the days of maintenance of acyclic females were also considered and it is reported that T2 with the lowest cost with \$95.12 per housed sow, followed by T1 with a cost of \$100.56 and finally the witness with a value of \$155.13. These results confirm the affirmative hypothesis and that the best treatment is T2: Gonadorelin Acetate.

Keywords: creole pig, onset of puberty, Gonadorelin Acetate, Buserelin Acetate.

INTRODUCCIÓN

La producción porcina constituye uno de los ejes económicos del país. En la provincia de Manabí existe alrededor de 130.460 animales registrados (Agrocalidad, 2018), se estima que representan el 36 % de la población total. Entre las unidades productivas no registradas se encuentra la población de cerdos criollos que según Estupiñán (2020), apenas llegan al 0,2 % de la población porcina.

El cerdo criollo caracterizado como el cerdo ibérico, que fue introducido por los españoles en la época de la conquista, colonizó gran parte del continente americano, en nuestro país aún se conservan pocos animales puros y están prácticamente en proceso de extinción. Los pocos existentes tienen manejo de animales de traspatio y este fenómeno se atribuye al fomento de la cría intensiva con cerdos de razas especializadas en la producción de carne (Reyes EPreiado, 2022).

El cerdo criollo es una raza autóctona que se encuentra en varias regiones de Ecuador. Es conocida por su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y su resistencia a enfermedades, se localizan en las zonas rurales y montañosas del país, especialmente en las regiones de los Andes y la Costa. Sin embargo, es importante mencionar que la distribución geográfica de la raza criolla ha variado dependiendo de factores como la intensificación de la agricultura y el crecimiento urbano (Vargas, 2015).

Es posible que, en algunas zonas, los cerdos criollos estén siendo reemplazados por razas comerciales debido a su mayor productividad y rendimiento, además de considerarlo en el sistema libre como depredador de las cosechas y finalmente como un animal de poco rendimiento económico ligado a su manejo de animal de traspatio, esta realidad le pone al filo de la extinción (Albarracín y Balaguera, 2014).

Cabe destacar que es un recurso zoo genético de alto valor en rusticidad, pero que requiere desplegar información científica que permita caracterizar el sistema productivo que le

potencializará como un animal noble en sus componentes cárnicos y otros derivados, además de entender su cosmogonía que sintoniza con la naturaleza como un elemento que remueve el suelo y permite emerger semillas latentes (Villat, 2013).

El cerdo criollo constituye un manjar ancestral, su recuperación y multiplicación respondería al aprovechamiento de su eficiente digestión de insumos alimenticios más rústicos propios del área de influencia en la provincia de Manabí, con este fin se aplicará técnicas modernas de reproducción animal. Se propone por tal entonces la aplicación de técnicas de estimulación temprana de la pubertad con el propósito de hacer eficiente la vida productiva de hembras que serán seleccionadas para madres (Izquierdo et al., 2020).

El poder reducir el tiempo de manifestación de pubertad permitirá aplicar un servicio temprano y por ende la obtención de más lechones en un ciclo de vida de estas cerdas, con este mecanismo se pretende hacer multiplicación de la raza, así como cruzamientos raciales para la provisión de carne al mercado con características que serán analizadas en otros estudios.

Este proceso de investigación se realizará en un escenario de confinamiento en términos productivos definido como sistema intensivo, con una dieta combinada de alimento balanceado y suplementado con productos de la zona: pasto, tubérculos, frutas, musáceas entre otras en una dieta balanceada.

El alcance de esta investigación pretende multiplicar la población, con la cual se caracteriza su comportamiento fenotípico en un sistema de producción intensiva, de esta forma obtendremos a largo plazo información científica a partir de su nacimiento hasta completar su ciclo productivo en el sistema intensivo con varias formas de manejo alimenticio, genético, sanitario entre otras.

JUSTIFICACIÓN

Con este antecedente se pretende recuperar la raza criolla, introducirla a los sistemas de producción intensiva, con la provisión de alimentos extraídos del campo que son comunes en su dieta. Se conoce muy poco cuál es su comportamiento en dicho sistema y por tal se propone manejar reproductoras desde su etapa inicial y acelerar su pubertad, para formar un núcleo de multiplicación.

Acorde a lo mencionado por Estupiñán *et al.*, (2020), la pubertad en las cerdas criollas puede iniciar a los nueve meses y puede prolongarse a doce meses o más, en comparación a cerdos productores de carne en los que inicia a los siete meses y en su mayoría no sobrepasa los ocho meses, al adelantar la pubertad en cerdas criollas permitirá mejorar la recuperación de lechones en la vida productiva de madres. Para este propósito existen varias técnicas de estímulo temprano, dentro de ellas el uso de hormonas.

Las gonadotropinas intervienen en este proceso como estimulantes de la fecundidad y prolificidad. Se propone entonces la aplicación de dos sintéticos Buserelina y Gonadorelina con un posible efecto de estímulo temprano de la pubertad, que en este estudio se pretende observar la influencia que tendría en cerdas criollas.

El recuperar la población en cerda criollas permitirá tener un animal de alta rusticidad que puede transformar eficientemente productos residuales de la industria agrícola y con un adecuado balance dietario se obtendría carne con características mejoradas de la que por años se sirvieron los pobladores de esta zona, considerando así que este producto será atractivo para el mercado local y nacional (Estupiñán *et al.*, 2020).

Se debe considerar que los resultados obtenidos en esta investigación tributan además al proyecto de Vinculación “Capacitación en el Mejoramiento Productivo de Sistemas Pecuarios en el Sector Rural” de la carrera de Ingeniería Agropecuaria y los mismos serán compartidos con dichos responsables para que puedan ser difundidos a la población beneficiaria de dicho proyecto.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la influencia de gonadotropinas sintéticas en la manifestación temprana de la pubertad en cerdas criollas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de Buserelina y Gonadorelina en la manifestación de celo temprano en cerdas criollas prepúberes de siete meses de edad.
- Determinar el mejor tratamiento en la manifestación de celo en cerdas criollas.

- Realizar un análisis de costo mediante el contexto económico de presupuesto parcial.

HIPÓTESIS ALTERNA:

La aplicación de gonadorelinas en cerdas criollas influye significativamente en la manifestación temprana de la pubertad.

HIPÓTESIS NULA:

La aplicación de gonadorelinas en cerdas criollas no influye en la manifestación temprana de la pubertad.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 El cerdo criollo

1.1.1 Generalidades

El cerdo criollo *Sus Scrofa* está distribuido en Latinoamérica y se ajusta a patrones raciales de más de 6 estirpes, sus patrones permiten caracterizarlo como antecesor de las razas actuales y mantienen coincidencias con razas españolas: Ibérico y Celta (Vargas *et al.*, 2015).

La morfología del cerdo criollo varía dependiendo de la región y el linaje dentro de la raza, en general su color va de blanco hasta negro con manchas o rayas, orejas grandes y caídas hacia adelante, cabeza grande con una mandíbula fuerte, una nariz que varía de chata a larga, cuerpo robusto y musculoso, con una cola larga y gruesa, piel gruesa y resistente con una gran cantidad de pelo, patas fuertes y resistentes para adaptarse a los terrenos montañosos (Estupiñán, 2020).

Su tamaño va de mediano a pequeño, con un peso promedio de alrededor de 100-150 kg. en machos y 60 a 100 kg. las hembras, caracteres productivos como: rusticidad, alta capacidad reproductiva, consumo de alimentos de toda característica con gran capacidad de conversión alimentaria (Linares, 2011).

Es importante mencionar que el aspecto físico de los cerdos criollos puede variar dependiendo de la región y el linaje dentro de la raza. Algunos linajes pueden tener un tamaño mayor o menor, un pelaje diferente o una forma distinta del cuerpo, pero es común que la proporción del cuerpo se distribuya 50% tren anterior y 50% tren posterior a diferencia del cerdo comercial que manifiesta 30% tren anterior y 70% tren posterior (Vargas, 2015).

Su eficiencia en la conversión de alimentos prioritarios le ubica como un animal rústico, de lento crecimiento y bajo peso, más su contenido cárnico es apetecido por su aroma, sabor y aspectos nutritivos que pueden estar determinados por su dieta (Linares *et al.*, 2011).

La gran capacidad de conversión de alimentos que se pueden encontrar en la zona y con el menor grado de procesamiento ha permitido por años la obtención de carne a bajo costo además de ser fuente de grasa, en algunos países se han desarrollado derivados industriales que potencializan la demanda de animales criollos que a partir de los años 60 se revalorizaron como insumos industriales, atribuyéndolos además de actores del cuidado del medio ambiente (Lemus *et al.*, 2020).

El cerdo criollo está distribuido en Ecuador en todos los pisos climáticos, se caracterizan morfológicamente acorde a su ubicación; en los de pisos altos presentan abundante pelo y los de pisos bajos presentan muy poco de este tejido, sin embargo, la estructura de su cuerpo es similar y su forma de crianza es extensiva a pastoreo manteniendo su estructura de escarbador y recolector (Véliz *et al.*, 2020).

1.1.2 Reproducción

Su ciclo reproductivo guarda similitud con las líneas de alto rendimiento actuales, es decir su ciclo estral es de 21 días, más el tiempo de inicio de la pubertad depende del sistema de cría. Es común que inicien a partir del octavo mes de edad, incluyendo el mecanismo de estímulo que tenga en su entorno, mientras que en sistemas intensivos comienza la estimulación temprana de la pubertad a partir de los 7 meses de edad en respuesta a la búsqueda de la eficiencia reproductiva (Hevia y Quiles, 2007).

En cerdas púberes su primer celo normalmente debe tener un peso prolongado alrededor de los 130 kg y 200 a 210 días de edad, es poco aprovechada por la baja tasa de ovulación, en una segunda manifestación mejora notablemente, pero varios autores recomiendan el servicio en su tercera manifestación de celo por la mayor concentración de óvulos maduros plenamente fertilizados (Vargas *et al.*, 2015).

La manifestación de celo en cerditas en pubertad se tiene tres etapas: La primera inicia con el incremento de actividad de la cerda, nerviosismo, inflamación de la vulva secreciones entre otras, pasa luego a una segunda etapa de receptibilidad e inmovilidad, entre las 24 y 48 h del inicio del celo y con una alta concentración de estrógeno; en esta etapa es recomendada el servicio posteriormente una tercera etapa de ovulación momento en el cual disminuye las

concentración de estrógeno por ende la conducta (Vargas et al., 2015).

1.1.2.1 Ciclo reproductivo

El ciclo estral comprende dos fases: Luteal (13-15 días) y folicular (5-7 días); en términos normales se entiende ciclos de 21 días (16-24 días), con un tiempo de duración estro de $46,3 \pm 2.2$ horas, esta dinámica está ligada a factores ambientales, nutricionales, genéticos, manejo, sanitarios entre otros (Hafez, 2006).

Vela (2014) menciona que las hormonas responsables del estro son la FSH y la LH que en el momento del inicio del proestro incrementa la frecuencia de sus pulsos, dicha acción es establecida por la presencia de GnRH producida en la hipófisis. Es importante resaltar que es la FSH la que va a producir la maduración de los folículos, pero es la LH la que definitivamente hace que el folículo alcance el tamaño preovulatorio.

A medida que los folículos empiezan a crecer hacia la ovulación producen más estrógenos, responsables de cambios morfológicos de la vulva que aumenta de tamaño y se vuelve rojiza. (Vela, 2014).

La concentración de folículos dependen de la dinámica hormonal en las fases del ciclo, en el diestro sube la concentración de progesterona (P4) que disminuye la producción de LH en tanto la FSH tiene ondas pulsátiles que permiten el reclutamiento que en cerdas al ser políestrica pueden llegar a 100 folículos que entran a una fase selección que al final del diestro e inicio de la fase folicular aumenta las ondas pulsátiles de GnRH desciende la concentración de P4 incrementa LH permitiendo el crecimiento y madurez folicular quienes permiten la producción de estrógenos y dan paso al estro (Vadell et al., 2010).

1.1.2.2 Inicio de la pubertad

La pubertad se manifiesta como la madurez sexual que está ligada a la raza, cruces raciales, nutrición, alimentación, entorno geográfico entre otras. Tiene dos vías de expresión: natural e inducida; en el contexto natural interviene con mayor frecuencia el medio ambiente y el manejo, más en la inducida se manifiesta por estímulos mecánicos, sociales, hormonales entre otros que permiten picos altos de GnRH quien estimula LH y FSH que inducen a la

madurez folicular y con ello el estro (Choque, 2011).

Los mecanismos más comunes de estímulo de la pubertad responden en orden jerárquico: genética, manejo adecuado, buena nutrición, buen ambiente, presencia del macho y uso de hormonas, estos permiten el objetivo de inicio de su actividad sexual con la presencia de celo y posteriormente la normalidad de su ciclo hasta ser servidas en el tercer celo en que estaría fisiológicamente madura (Abeledo et al., 2004).

La genética juega un papel importante en el inicio de la pubertad en cerdas. Los genes que regulan la liberación de gonadotropinas (FSH y LH) y la ovulación son esenciales para el inicio de la pubertad. Los cambios en estos genes pueden afectar el tiempo de inicio de la pubertad y la capacidad reproductiva en las cerdas. Los criadores han seleccionado animales con características reproductivas deseables, como el inicio temprano de la pubertad y la ovulación, lo que ha llevado a una mayor eficiencia reproductiva en la industria porcina. Aunque la genética es un factor importante, también hay factores ambientales y nutricionales que pueden afectar el inicio de la pubertad en cerdas (Bell, 2013).

La genética también juega un papel importante en el inicio de la pubertad en cerdas criollas sin embargo, la selección genética es menos precisa y a menudo no se tiene acceso a animales con características reproductivas deseables, como el inicio temprano de la pubertad y la ovulación, se estima que por características de manejo al aire libre su madurez sexual inicia sobre los 8 meses, pudiendo alcanzar hasta los 12 meses de edad (Linares, 2011).

La nutrición es un factor importante en el inicio de la pubertad en cerdas. La falta de nutrientes esenciales, especialmente proteínas y energía, puede retrasar el inicio de la pubertad. Una dieta deficiente en proteínas puede retrasar la maduración de los folículos ováricos y por lo tanto, retrasar el inicio de la pubertad. Además, una dieta deficiente en energía puede retrasar la maduración corporal y reproductiva (Hernández, 2019).

Según Hernández (2019), una dieta con niveles adecuados de proteínas y energía en presentación de materia seca puede acelerar el inicio de la pubertad. Una dieta hiperproteica puede aumentar la tasa de crecimiento y la maduración corporal, lo que puede acelerar el inicio de la pubertad por estímulo de GnRH.

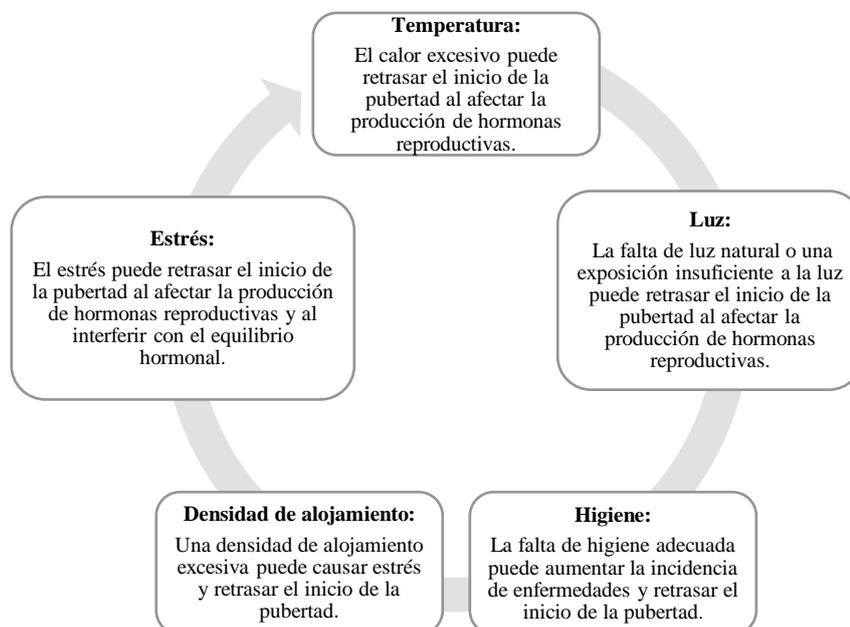
Sin embargo, es importante tener en cuenta que una dieta hiperproteica o hiperenergética también puede tener efectos negativos en la salud de las cerdas. Por lo tanto, es importante asegurar que la dieta sea balanceada y proporcione los niveles adecuados de nutrientes esenciales para el inicio de la pubertad y la reproducción en cerdas (Mendoza, 2021).

La alimentación de cerdas criolla en el inicio de la pubertad puede ser un desafío debido a la falta de recursos y la variabilidad en la calidad de los alimentos. En sistemas de producción criolla, las cerdas a menudo reciben una dieta basada en alimentos disponibles localmente, como pastos, granos y subproductos agrícolas (Linares, 2011).

Es importante asegurar que las cerdas criollas reciban una dieta equilibrada y adecuada en nutrientes en el inicio de la pubertad. La dieta debe proporcionar suficientes proteínas y energía para el crecimiento y la maduración corporal y reproductiva. El uso de concentrados comerciales o la suplementación con proteína y minerales pueden ser necesarios para asegurar que la dieta sea adecuada en estos nutrientes (Castillo y Pérez S, 2012).

Sin embargo, en sistemas de producción criolla, a menudo no se tiene acceso a estos alimentos y se utilizan alimentos disponibles localmente, como pastos, granos y subproductos agrícolas. Es importante evaluar la calidad nutricional de estos alimentos para asegurar que estén proporcionando los niveles adecuados de nutrientes esenciales (Mendoza, 2021).

Figura 1. Factores Ambientales que afectan el inicio del ciclo estral.



Según Quiles (2007), el medio ambiente puede tener un gran impacto en el inicio de la pubertad en cerdas.

Por otro lado, un ambiente controlado y adecuado, con una temperatura moderada, una iluminación adecuada, una buena densidad de alojamiento, un buen manejo y una buena higiene, puede ayudar a acelerar el inicio de la pubertad en cerdas. Es importante tener en cuenta que el medio ambiente es un factor crítico en el inicio de la pubertad en cerdas y debe ser considerado junto con la nutrición y la genética para garantizar una producción reproductiva eficiente (Hernandez, 2019).

Se considera estímulo natural a la exposición del macho, su presencia incrementa un 40% más la manifestación de celo, las feromonas circulantes en sus fluidos orgánicos son percibidos por hembras prepúberes estimulando la secreción de GnRH y cortisona, incrementando en cascada la concentración de LH y FSH, que desencadena la presencia de estrógenos iniciando así su pubertad (Madej et al., 2005).

1.2 Hormonas gonadotrópicas

En contexto, el uso de hormonas se muestra como alternativa de la mejora de respuesta reproductiva, en gorrinas se producen efecto análogo al GnRH: Gonadorelina y Buserelina; mediante la inducción del desarrollo folicular del ovario con la liberación de LH y FSH en la glándula hipofisiaria (Romo et al., 2009).

Actualmente se incrementa el uso de análogos de GnRH, en cerdas prepúberes de reemplazo, consiguiendo la mejora en la respuesta de la pubertad temprana a grupos, esta acción beneficia el programa de manejo productivo con la homogeneidad de camadas (Portilla, 2013).

Gonadorelina y Buserelina tienen actividad en centros receptores específicos del ovario, inducen eficientemente el desarrollo folicular y ovulación en todas las etapas productivas de cerdas reproductoras, aceleran la pubertad, reducen el periodo abierto y mejoran el número de camada (Romo et al., 2009).

1.2.1 Buserelina

La fórmula química de la buserelina es C 59 H 84 N 14 O 14 S, es un péptido sintético que se compone de nueve aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos. Es una molécula grande y compleja, con varios grupos funcionales, incluyendo un anillo de tioéter y un grupo amida. La buserelina es un agonista de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que actúa estimulando la liberación de gonadotropinas (hormonas luteinizante y folículo estimulante) de la hipófisis. Estas hormonas, a su vez, estimulan la producción y liberación de hormonas sexuales (Escórcio, 2018).

La hormona buserelina es utilizada en la inducción del celo en cerdas, se administra mediante inyección subcutánea y promueve la liberación de gonadotropinas (FSH y LH) en el cuerpo de la cerda, lo que provoca la ovulación y el inicio del celo. La inducción del celo con buserelina es útil para programar el apareamiento y aumentar la eficacia reproductiva en granjas porcinas. Es importante tener en cuenta que la dosis y el momento de administración deben ser precisos para garantizar una respuesta ovulatoria adecuada (Marinat y Botté, 2010).

La buserelina se ha utilizado en investigaciones para inducir la pubertad en cerdas; los estudios han demostrado que la administración de buserelina a cerdas prepúberes permite una mayor tasa de ovulación y mejora la fertilidad en comparación con las cerdas que no reciben tratamiento. También se ha observado un aumento en el tamaño del ovario y una mayor producción de hormonas sexuales en las cerdas tratadas con buserelina. Sin embargo, la buserelina también se ha relacionado con efectos secundarios como un aumento en el tamaño del tejido adiposo y una disminución en la tasa de crecimiento de los animales (Driancourt, 2013).

La buserelina al ser administrada en la etapa final de la fase folicular induce un elevado umbral de LH con respuesta similar a la producida por la natural GnRH. Con este mecanismo se obtuvo una mejora en la tasa de ovulación en cerdas prepúberes y multíparas (Vela, 2014).

1.2.2 Acetato de Gonadorelina

La gonadorelina es una hormona sintética que se utiliza como agonista de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH). Su nombre químico es N-acetil-L-leucina-L-histidina-

L-triptófano-L-serina-L-prolina-NH₂. Es una proteína sintética que se une a los receptores de GnRH en las células hipofisarias, lo que estimula la liberación de hormonas gonadotrópicas como la FSH y la LH. Es comercializada en diferentes marcas y presentaciones, en base a la forma de administración y la dosis (Escórcio et al., 2018).

Cuando se administra gonadorelina a cerdas primerizas, se une a los receptores de GnRH en la hipófisis y estimula la liberación de gonadotropinas (LH y FSH) que a su vez estimulan el desarrollo folicular y la ovulación. La ovulación se acompaña de un aumento en la producción de estrógenos y progesterona que son las hormonas encargadas de causar el estro (Redrován, 2015).

La aplicación de gonadorelina en cerdas primerizas ha demostrado ser eficaz para inducir el estro y mejorar la tasa de preñez en comparación con las cerdas que no reciben tratamiento. Sin embargo, es importante mencionar que en algunos estudios se han reportado efectos secundarios como el aumento de la grasa corporal, disminución en el crecimiento, por tal se debe considerar las posibles implicaciones a largo plazo al usar acetato de gonadorelina en cerdas primerizas (Pujadas, 2021).

En investigaciones para inducir la pubertad en cerdas criollas prepúberes han demostrado que la administración de Acetato de gonadorelina permite una mayor tasa de ovulación y mejora la fertilidad en comparación con las cerdas testigos, además se ha observado un aumento en el tamaño del ovario y una mayor producción de hormonas sexuales ; las cerdas criollas pueden tener diferentes respuestas hormonales y reproductivas en comparación con las cerdas de razas comerciales debido a sus sistema de crianza, alimentación y estructura genética (Romo et al., 2009).

La dosis de acetato de gonadorelina que se utiliza para inducir la pubertad en cerdas prepúberes puede variar dependiendo de varios factores, incluyendo la edad, el peso y el estado madurez sexual de las cerdas, la dosis es de 25-50 µg por animal, administrados por vía intramuscular o subcutánea (Brüssow K, 1996).

CAPÍTULO II

INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Compiani *et al.* (2018), indican que en una aplicación de 0,01 mg de Acetato de buserelina de 8 a 10 horas de iniciado el celo logró la preñez de cerdas con una sola inseminación con el 95% de efectividad en relación a las que no fueron tratadas que requirieron dos inseminaciones, concluyendo que la hormona es un gran activador de FSH y LH responsables de la madurez y calidad de los folículos.

Marinat-Botté (2010), aplicó 10 microgramos (μg) de acetato de Buserelina, en cerdas a 104 y 94 horas postdestete, encontró que a las 94 horas ovularon el 100% en relación a 68,7 % de respuesta en cerdas que no fueron tratadas, concluyendo además que a 104 horas apenas ovuló el 66,7% siendo muy tardía la aplicación.

Según Vela (2014) en la aplicación 10 μg . de buserelina a cerdas prepúberes manifestaron celo entre las 36 y 42 horas con mayor intensidad que el testigo, además de la mejora del tamaño folicular mayor a 6mm y la homogeneidad; no obstante dosis de 16 μg . produjeron aumento del tejido adiposo y quistes ováricos.

Driancourt (2013) aplicó tres dosis de Acetato de Buserelina 6, 10, 16 μg encontró respuestas de ovulación 73%, 73% y 85% respectivamente con alta producción de LH mas se encontró que a las dosis de 10 y 16 μg las cerdas presentaron quistes foliculares.

Guo *et al.* (1998) suministró gonadotropina coriónica equina (ECG) 200 Unidades Internacionales (UI), HCG (gonatropina coriónica humana) 500UI y 500UI de HCG a 96 horas a cerdas de 84 a 164 días, observó que solo se manifestó celo en animales de 164 días de edad.

Segarra (2021) en un estudio comparativo de estímulo de la pubertad con hormona PG600 vs verraco, encontró que el 100 % de cerdas reaccionaron a la presencia del macho con manifestación de celo, frente al 66,67 % efecto de la hormona.

Brüssow, et al. (2007) aplicó 10, 20, 40µg. de acetato de gonadorelina en cerdas nulíparas, indica picos altos de LH, con la mayor eficiencia con las dosis de 10 y 20µg. consiguiendo así su actividad reproductiva.

Romo et al. (2009) al aplicar 50 µg en cerdas múltiparas a 24 y 72 horas postdestete obtuvo el 80% de hembras entrando en celo en los primeros 7 días en relación al testigo.

Redrovan (2015) estudió la aplicación de GnRH a dosis de 150 µg. para la inducción al celo en cerdas postdestete en un sistema intensivo con hembras landrace x yorkshire en la zona fría, no encontró respuesta de celo.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

El trabajo Experimental se llevó a cabo en la Granja Experimental Río Suma de la ULEAM extensión El Carmen, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Cantón El Carmen, provincia de Manabí. La misma que se ubica en las coordenadas 0°16'00"S de latitud y 79°26'00"O de longitud; a 250 ms.n.m.

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

En la siguiente tabla se describe la caracterización agroecológica de la zona del Cantón el Carmen Manabí.

Tabla 1.

Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Nota: tomado del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017).

3.3 Variables

3.4 Variables independientes

- ✓ Gonadorelina.
- ✓ Buserelina.

3.4.1 Métodos

El método utilizado en esta investigación es hipotético-deductivo y experimental, se pretende definir la respuesta reproductiva de las cerdas criollas a la acción de una hormona sintética.

3.5 Variables dependientes.

- ✓ **Manifestación de celo:** se observó los signos de manifestación de como inquietud, interacción de monta con otras cerdas, inflamación de la vulva, secreción vaginal, entre otras.
- ✓ **Dilatación de la vulva:** esta variable cualitativa muestra la intensidad del celo en correspondencia al tiempo en que la cerda presenta conducta estral.
- ✓ **Duración del celo en cerdas criollas:** implica el periodo de manifestación de celo, considerando las etapas de la conducta que van excitación al reflejo de inmovilidad.
- ✓ **Costo parcial:** se estableció el costo de inversión de los animales que recibieron el tratamiento vs animales sin tratamiento a partir de los siete meses de edad y el tiempo que fueron servidas como referencia a las cerdas con tratamiento que iniciaron celo hasta la manifestación del tercer celo en la que técnicamente se da el servicio.

3.6 Unidad Experimental

La unidad experimental está compuesta por un animal, con un total de 15 cerdas criollas de siete meses, agrupadas en cinco unidades en tres corrales equipados con comedero y bebedero de similares características.

3.7 Tratamientos

Los tratamientos aplicados para el ensayo experimental son 2 y un testigo: T1 Buserelina, T2 Gonadorelina y T3 Testigo.

Tabla 2.

Tratamientos dosificación, vía de administración y número de animales.

Descripción	Dosis ml	Vía de Administración	Nº de animales	Edad (meses)
Buserelina (Gestar®)	2	Intramuscular	5	7
Gonadorelina (Fertagyl®)	2	Intramuscular	5	7
Testigo	-	-	5	7

3.8 Características de las Unidades Experimentales

Las unidades experimentales fueron cerdas criollas de 7 meses de edad adaptadas al sistema intensivo, seleccionadas de varias localidades bajo características morfológicas dominantes de la línea Ibérica, que en circunstancias de manejo se encontraban en confinamiento en la zona rural adaptadas al consumo de alimentos propios de la zona y con cierta precarización de su hábitat.

Se consideró la edad como parte prioritaria y en segundo lugar, el peso. Cabe destacar que se adquirió de varias localidades con distinto tipo de manejo. Una vez ingresadas a la granja se aplicó el control sanitario correspondiente a desparasitación, aplicación de vacuna de cólera porcino y micoplasmosis por ser las enfermedades endémicas de la zona, se suministró alimento balanceado con adición complementaria de papaya, malanga y pasto a todas en las mismas proporciones. Este periodo de adaptación duró alrededor de 2 meses y ya con la homogeneidad de condición corporal y sanitaria se procedió a aplicar los tratamientos propuestos.

Tabla 3.

Características de la unidad experimental

Características de las unidades experimentales	
Unidades Experimentales	15
Tratamientos	3
Repeticiones	5

3.9 Análisis Estadístico

Para las variables de respuesta estral y dilatación vulvar se aplicó un diseño lineal

generalizado mixto (GLMM). Y en duración del celo se aplicó el diseño de bloques completamente al azar simple.

La forma general de un modelo lineal mixto es:

$$Y = Xb + Zu + e$$

Y = es el vector de respuesta (datos)

X y Z = son matrices de diseño conocidas

b = es un vector de parámetros fijos

u = efectos aleatorios

e = error

Tabla 4.

Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total (15-1)	14
Tratamientos (3-1)	2
Repeticiones (5-1)	4
Error	8

3.10 Instrumentos de medición

3.10.1 Materiales y equipos de campo

- ❖ Balanza.
- ❖ Jeringa.

3.10.2 Materiales de oficina y muestreo

- ❖ Esfero.
- ❖ Cuaderno.
- ❖ Computadora.

3.10.3 Manejo del ensayo

Las cerdas fueron alojadas en un corral comunitario equipado con comedores y bebederos automáticos. Se las alimentó con balanceado comercial para cerdas de reemplazo. Se aplicó previamente las vacunas correspondientes al control de parvovirus porcino, neumonía enzótica, cólera porcina, entre otros. (Vargas *et al.*, 2015). Además, fueron desparasitadas con fármaco de amplio espectro, tuvieron un periodo de adaptación de treinta días y una vez cumplida estas actividades se aplicó los tratamientos que fueron evaluados.

Los tratamientos se aplicaron de forma aleatoria en dosis para gonadorelina de 20ug y para buserelina de 10ug en dosis única vía intramuscular por animal y posteriormente se observó en el tiempo la presencia de celo en tres ciclos de 21 días. La dosificación se estableció en base a investigaciones de Marinat-Botté y Driancourt además de las recomendaciones de los laboratorios que sintetizan estas hormonas.

A partir de la aplicación de la hormona se observó diariamente el comportamiento que definió la presencia de celo, definiéndose en el primer ciclo, posteriormente se esperó la observación a 21 y 42 días definiéndose el segundo y el tercer ciclo de celo.

El presupuesto parcial analizó los gastos de las hormonas aplicadas en cada tratamiento, además del costo de alimentación a partir de los siete meses hasta el apareamiento del primer celo.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

4.1 Respuesta estral

4.1.1 Manifestación de celo a las 48 horas

La respuesta del estro manifestada por estímulo de las hormonas sintéticas gonadorelina y buserelina reflejan un $p > 0,05$ es decir el 80% de efectividad y el testigo con el 0% a las 48 horas de su aplicación, sin embargo, entre las dos hormonas no se manifestó diferencia entre sus medias. Dichos resultados se obtuvieron mediante un modelo lineal generalizado mixto (Tabla 5).

Tabla 5.

Manifestación de celo a las 48 horas para evaluar la estimulación temprana en cerdas criollas, mediante la aplicación de las hormonas sintéticas buserelina y gonadorelina.

Hormonas	Medias	N	E.E.	
Gonadorelina	0,8	5	0,17	a
Buserelina	0,8	5	0,17	a
Testigo	0,0	5	0,17	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La respuesta al estímulo en la fase de pubertad de las cerdas las hormonas gonadotrópicas (gonadorelina y buserelina) permitieron el inicio de la pubertad a los 210 días con un tiempo de espera de 48 horas. Dichos resultados son superiores a los obtenidos por Guadalupe (2005), que investigó el comportamiento en cerdas landrace a 8 meses de edad con estímulo de HCG y ECG con un tiempo de espera de 6,7 días. Lo que indicaría una mayor sensibilidad de las cerdas criollas al estímulo de la pubertad de forma natural u hormonal.

4.1.2 Manifestación del celo a los 21 días

El contexto analizado pone en manifiesto su segundo ciclo reproductivo de las cerdas a partir de los 231 días, que según García (1992) establece en su estudio de cerdas ibéricas que la respuesta al segundo celo está relacionada con la madurez sexual vinculadas con la edad y nutrición. Para Choque (2011), la estimulación temprana en cerdas criollas con la presencia del verraco obtuvo el primer ciclo a los 167,76 días y el segundo ciclo a los 188,67 días, lo que permite programar la inducción hormonal a menor edad.

Tabla 6.

Manifestación del celo a los 21 días de aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.

Hormonas	Medias	N	E.E.	
Gonadorelina	1,0	5	0,15	a
Buserelina	0,8	5	0,15	ab
Testigo	0,2	5	0,15	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A los 21 días se estableció un $p > 0,05$ en relación con la conducta del celo en las cerdas reflejando un 100% para la hormona gonadorelina y el 80% para buserelina. En cuanto al tratamiento testigo manifiesta el porcentaje más bajo (20%). Lo que indicaría que existe diferencia estadística entre los tratamientos, por lo tanto, al aplicar las hormonas sintéticas se induce a la estimulación temprana del celo (Tabla 6).

4.1.3 Manifestación de celo a los 42 días

A los 42 días la respuesta del celo en cerdas criollas en su tercera conducta refleja diferencia estadística significativas con un $p > 0,05$ entre las dos hormonas gonadorelina y buserelina del 100% en relación al tratamiento testigo que reportó un 40%. Lo que determinaría la continuidad del ciclo estral para proceder con el respectivo servicio de monta (Tabla 7).

Tabla 7.

Manifestación de celo a los 42 días de aplicación de hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.

Hormonas	Medias	n	E.E.	
Gonadorelina	1,0	5	0,14	a
Buserelina	1,0	5	0,14	a
Testigo	0,4	5	0,14	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trujillo y Doporto (1997), emplearon en cerdas la hormona gonadotrópica obteniendo como resultado la eficacia de la sincronización de inicio de la pubertad mediante la aplicación hormonal estableciendo la eficiencia de las LH y FSH como estimulante. De la mano con Yambay (2022), en un estudio en vacas lecheras indica que el Acetato de Buserelina mejora notablemente la ovulación y fertilidad alcanzando el 100% de preñez.

Lo que corrobora Vela (2014), en su estudio donde la actividad de la Buserelina como hormona gonadotrópica, permite la inducción de la ovulación y la homogenización del tamaño folicular en cerdas primerizas y en multíparas tuvo efecto en la mejora del tamaño de camada, con respecto a la gonadorelina fue el tratamiento de mayor eficacia en el estímulo de inicio de la pubertad, pero que según Redrován (2015) no tiene ningún efecto en cerdas en etapa de post destete.

4.2 Dilatación Vulvar

4.2.1 Dilatación vulvar a las 48 horas

De acuerdo con los resultados, se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos reportando igual porcentaje de dilatación de vulva con ambas hormonas (67%) a diferencia del testigo que expresa un 0%. Lo que establecería que al aplicar las hormonas sintéticas sí induce a la estimulación temprana del celo (Tabla 8).

Tabla 8.

Dilatación vulvar a las 48 horas de la aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.

Hormonas	Media	E.E.	
Gonadorelina	0,67	0,14	a
Buserelina	0,67	0,14	a
Testigo	0,00	0,00	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.2.2 Dilatación vulvar a los 21 días

Mediante el análisis estadístico la percepción de la dilatación vulvar por estímulo de las hormonas sintéticas gonadorelina y buserelina reflejan una $p > 0,05$ es decir 100% de efectividad entre los dos tratamientos. Dicho esto, no existe diferencia significativa entre sus medias entre los dos tratamientos, a diferencia del testigo que refleja un 33% de eficiencia de dicha aplicación de hormonas (Tabla 9).

Tabla 9.

Dilatación vulvar a los 21 días de la aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.

Hormonas	Media	E.E.	
Gonadorelina	1	0,27	A
Buserelina	1	0,27	A
Testigo	0,33	0,27	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.2.3 Dilatación vulvar a los 42 días

Según el análisis de resultados del diseño lineal generalizado mixto entre los tratamientos no hay diferencia significativa en la aplicación de hormonas sintéticas, en cuanto a la acción de dichas hormonas refleja más efectividad a la respuesta de la dilatación vulvar la hormona gonadorelina que refleja un porcentaje del 100% a diferencia de la buserelina (93%),

respectivamente al testigo muestra un porcentaje del 67% (Tabla 10).

Tabla 10.

Aplicación de las hormonas buserelina y gonadorelina a los 42 días para la estimulación temprana de pubertad en cerdas criollas.

Hormonas	Media	E.E.	
Gonadorelina	1,00	0,00	a
Buserelina	0,93	0,06	a
Testigo	0,67	0,19	a

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la expresión de la conducta del celo, se observó que la dilatación de la vulva fue progresiva del primer al tercer celo, además de la duración y tiempo de espera entre dichos tratamientos fue similar, lo que permite deducir que la efectividad de la estimulación permite acortar el tiempo del inicio de la pubertad y que posteriormente el ciclo es normal que concuerdan con Hafez (2006) quien indica que el estro se manifiesta con tumefacción de la vulva, descarga vaginal con filamento opaco a claro, considerando el comportamiento de la cerda que va desde la hiperactividad a un reflejo de inmovilidad en un periodo promedio de $46,3 \pm 2,2$ horas, en un ciclo de 19 a 23 días con un promedio de 21 días.

Según Ungerferl et al. (2005), en condiciones naturales el verraco libera esteroides en su saliva y estos estimulan en la cerda el reflejo de inmovilidad para la monta, además aumenta la inflamación y secreción de la vulva que facilita la introducción del pene, en un 40% más intenso que en ausencia del verraco. Según Chapinal et al., (2007), las cerdas en su primer celo se adaptan paulatinamente a este proceso reproductivo.

4.3 Duración del celo

Según el análisis de resultados del diseño de bloques completamente al azar simples entre los tratamientos hay diferencia significativa en la aplicación de hormonas sintéticas, en cuanto a la acción de dichas hormonas refleja más efectividad a la respuesta de duración del

celo en la hormona gonadorelina con 47,2 horas respectivamente al testigo muestra 6,4 horas (Tabla 11).

Tabla 11.

Resultados de la duración de las hormonas en cerdas criollas

Hormonas	Medias	N	E.E.	
Gonadorelina	47,2	15	5,9	a
Buserelina	40,8	15	5,9	a
testigo	6,4	15	5,9	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados obtenidos mediante el diseño de bloques completamente al azar simple reportaron la duración del celo por estímulo de las hormonas sintéticas gonadorelina y buserelina refleja que hubo diferencias estadísticas significativas en su ciclo estral en sus 42 días y tiene una duración de celo de 39,2 horas secuencialmente a sus 21 días su respuesta de duración de celo es de 33,6 horas y a las 48 horas de su aplicación refleja 21,6 horas (Tabla 12).

Tabla 12.

Duración del celo en el tiempo

Desarrollo del Celo	Medias	N	E.E.	
42 DÍAS	39,2	15	3,1	a
21 DÍAS	33,6	15	3,1	a
48 horas	21,6	15	3,1	b

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La manifestación por inducción de las hormonas gonadotrópicas (buserelina y gonadorelina) en cerdas prepúberes estimulan a las gonadotropinas LH y FSH para la madurez folicular y en ello la producción de estrógenos que generan los síntomas de celo, con características similares a las observadas por Choque (2011), que reporta el potencial de inducción a la pubertad que ocasiona la interacción del macho donde se pone de manifiesto

una sobrecarga de cortisol que estimula la producción de GnRH y este aumento estimula a LH y FSH iniciando efectivamente la dinámica del ciclo estral.

4.4 Costo Parcial

En el análisis de costo parcial se consideró los gastos directos: Costos de la hormona, alimentación en el periodo de 42 días y la mano de obra directa. Adicionalmente se realizó un sobrecargo de gasto por aquellas cerdas acíclicas en el periodo de evaluación (Tabla 13).

Tabla 13.

Análisis de costo parcial de la aplicación de las hormonas gonadotrópicas en relación con el testigo.

Tratamiento	Buserelina	Gonadorelina	Testigo
Costo dosis	\$ 12,90	\$ 26,50	\$ -
Alimentación	\$ 333,90	\$ 333,90	\$ 333,90
Mano de Obra	\$ 74,37	\$ 74,37	\$ 74,37
Costo de Tratamientos	\$ 421,17	\$ 434,77	\$ 408,25
VALOR ADICIONAL POR CERDAS ACÍCLICAS			
Alimentación de cerdas acíclicas	\$ 66,78	\$ 33,39	\$ 300,51
Mano de Obra por cerdas acíclicas	\$ 14,87	\$ 7,43	\$ 66,87
Total de Gastos	\$ 502,82	\$ 475,59	\$ 775,65
Total Gasto por cerda	\$ 100,56	\$ 95,12	\$ 155,13

En base a los resultados de costo de los tratamientos propuestos el menor es el T3 con un valor de \$ 408,25, seguido por el T1 (buserelina) con \$ 421,17 y finalmente el T2 (gonadorelina) con un valor de \$434,77.

La participación de cada rubro en el presupuesto parcial representa para la alimentación la mayor participación en el T3 81,73% seguido por el T1 con el 79,27% y para el T2 el 76,79%, en mano de obra para el T3 el 18,27 %, el T1 con el 17,65%, y finalmente el T2 16, 87% lo que

permite deducir que los tratamientos tienen una participación en el costo con el mayor valor el T2 6,34%, seguido por el T1 con el 3,08%.

Se destaca que el valor adicional representa animales que no iniciaron el celo, considerando que la alimentación y mano de obra son rubros de mayor participación en los costos directos que en términos relativos el T2 tiene el 10 % de gasto adicional por cerdas acíclicas, seguido por el T1 con el 20% y los animales no tratados representa el 50% de costo adicional.

Finalmente se determina que el tratamiento que aporta mayor rentabilidad económica es el T2, con un costo de \$95,12 por cerda alojada, seguido por el T1 con un costo de \$100,56 y por último el testigo con un valor de \$155,13, concluyendo que las aplicaciones de los tratamientos reflejan beneficio económico en función del costo que representa tener una cerda que inicie pronto su pubertad.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

Se concluye que el uso de Buserelina y Gonadorelina sí influye en el inicio temprano de la pubertad en cerdas criollas. Con diferencia altamente significativa en relación al testigo.

Se determina que la terapia de hormona: gonadorelina seguido por buserelina, presentan el mayor porcentaje de animales con conducta de celo, con respuesta de tiempo de duración, dilatación vulvar, e intervalo entre celo similar a animales que inician su ciclo estral de forma natural.

En el presupuesto parcial se presenta menor costo con la hormona gonadorelina seguido por la hormona buserelina. Este análisis tuvo énfasis en el tiempo abierto donde incrementa el costo de mantenimiento.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda el tratamiento hormonal para el inicio temprano de la pubertad en cerdas criollas con énfasis en la hormona Gonadorelina que al ser eficiente la respuesta de los animales reduce el costo de mantenimiento.

Replicar esta investigación en cerdas que hayan sido adaptadas al sistema intensivo desde su nacimiento, considerando como factor de estudio la edad de la cerda.

Evaluar la prolificidad que estas cerdas podrían aportar dentro de investigaciones futuras.

Dar a conocer los resultados de esta investigación a productores medianos y pequeños a través de los proyectos de vinculación de la carrera como el de Capacitación en el mejoramiento productivo de sistemas pecuarios en la zona rural que se encuentra activo a la fecha de esta investigación y en proyectos futuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeledo, C. S. (2004). Rasgos de comportamiento y canal de cerdos Criollo y CC21 alimentados con palmiche como única fuente de energía. *Rev Comput Prod Porc.*
- Albarracín Balaguera, M. A. (2014). <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12414/AlbarracinBalagueraMiguelAntonio2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Bell, C. W. (Agosto de 2013). *Factores genéticos y ambientales que afectan los principales indicadores reproductivos en cerdos en un sistema al aire libre.* <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8830/1/0113bel.pdf>
- Brüssow, K. P. (1996). Control of ovulation with a GnRH analog in gilts and sows. .
- Brüssow, K. S. (2007). En *Luteinizing hormone release after administration of the gonadotropin-releasing hormone agonist Fertilan (goserelin) for synchronization of ovulation in pigs.* (págs. 129-137). *Journal of Animal Science*, 85.
- Castillo y Pérez S, R. A. (2012). Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcina, lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos.
- CHAPINAL, N., DALMAU, A., FABREGA, E., MANTECA, X., & RUIZ, J. Y. (2007). Bienestar del lechón en la fase de lactación, destete y transición, Unidad de Fisiología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Choque, Y. V. (2011). *Influencia de la presencia del macho en el inicio de la pubertad y expresión de los síntomas de celo en marranas primerizas.* <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/676/TG0536.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Compiani, R. A. (2018). Use of buserelin acetate for estrus induction of swine. . Large Animal Review, 24.
- Driancourt, M. A.-M. (2013). Induction of an LH surge and ovulation by buserelin (as Receptal) allows breeding of weaned sows with a single fixed-time insemination. . Theriogenology, 80(4).
- Escórcio, A. C. (2018). Estudo do Perfil Farmacocinético e Farmacodinâmico das Substâncias Utilizadas no Tratamento do Câncer de Mama/Study Pharmacokinect and Pharmacodynamic Profile of the Substances Used in Breast Cancer Treatment. . Saúde em Foco.
- García, C. P. (1992). *Determinación de la pubertad y niveles plasmáticos de progesterona, estradiol-17B, LH y FSH durante el ciclo estral en la cerda ibérica y su cruce con la raza Jiaxing-Black*. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/3215/1/T17627.pdf>
- Guadalupe, G. M. (2005). <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1807/1/17T0728.pdf>
- Guo J, G. D. (1998). Uterine and ovarian responses to puberty induction and pregnancy in prepubertal gilts. . J. Animal Science 76.
- Hafez, E. (2006). Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Editorial interamericana. McGraw - Hill. México, 525pp.
- Hernandez, V. V. (2019). *Efecto del nivel proteico de la dieta en el crecimiento y hormonas reproductivas de l cerda lampiño tropical* .
- Hevia M. L. y Quiles, A. (Abril de 2007). *Manejo y preparación de las cerdas nulíparas*. https://www.researchgate.net/profile/A-Quiles-2/publication/324029713_MANEJO_Y_PREPARACION_DE_LAS_CERDAS_NULIPARAS_1_PARTE/links/5ab9f4850f7e9b68ef5391f4/MANEJO-Y-

PREPARACION-DE-LAS-CERDAS-NULIPARAS-1-PARTE.pdf

- INAMHI. (2017). *ANUARIO METEOROLÓGICO*. Ecuador:
http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- Izquierdo Raúl Miranda, D. M. (Agosto de 2020). *SciELO*. SciELO:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-340X2020000200329
- Kleber Estupiñán-Véliz1, A. M.-M.-V.-P.-S.-R.-C. (15 de Noviembre de 2020).
899ESTUPIÑÁN-VÉLIZ et al.BIOMETRÍA DEL CERDO CRIOLLO ECUATORIANO EN EL CONTEXTO DEL GANADO PORCINO IBEROAMERICANO.
<https://agrocienca-colpos.org/index.php/agrocienca/article/view/2241/1981>
- Lemus-Avalos, G. L.-F.-P.-N.-V.-R.-H.-C. (29 de 09 de 2020). *REVISTA BIO CIENCIAS*.
REVISTA BIO CIENCIAS:
<https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/968/pdf>
- Linares, V. L. (2011). *Scientia Agropecuaria*, ISSN-e 2077-9917, Vol. 2, N°. 2, 2011, págs. 97-110. Caracterización etnozootécnica y potencial carnicero de *Sus scrofa* "cerdo criollo" en Latinoamérica.
- Madej A., L. A. (2005). *Endocrinología de animales domésticos*, 29 (2).
- Marinat-Botté, F. V. (2010). Induction and synchronization of ovulations of nulliparous and multiparous sows with an injection of gonadotropin-releasing hormone agonist (Receptal). *Theriogenology*, 73.
- Mendoza, E. S. (2021). *Investigaciones de las enfermedades* .
<http://academiaveterinariamexicana.com.mx/wp-content/uploads/2021/11/01-MEM-AVM-CASI-DEF.pdf#page=7>
- Portilla, C. W. (2013). *Desempeño reproductivo de cerdas multíparas tratadas con un análogo*

sintético de la hormona liberadora de Gonadotropinas.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/bfb91670-da41-4794-90fa-ece20e72b00b/content>

Pujadas, M. (2021). *Ganado porcino: inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) vs inseminación artificial convencional (IA).*

Quiles, A. (2007). *Infertilidad estacional*.
http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/cys_40_Infertilidad_estacional_cerda.pdf

Redrován, M. (16 de Marzo de 2015). *Evaluación de la aplicación de GnRH en la inducción del celo en cerdas aplicando al día uno y tres post destete.*
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8535/1/UPS-CT004963.pdf>

Reyes Preciado, J. N. (1 de Junio de 2022).
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7567/1/UPSE-TIA-2022-0023.pdf>

Romo Rubio, J. A., Romo Valdez, J. M., Acuña Meléndez, O. S., & Güémez. (Noviembre de 2009). *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria E-ISSN: 1695-7504.* Efecto de la aplicación de GnRH-análogo después del destete sobre el desempeño reproductivo de la: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617193004.pdf>

SEGARRA, T. L. (2021).
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15646/1/17T01675.pdf>

Trujillo y Doporto, M. E. (1997). *Sincronización del estro en cerdas nulíparas y primíparas.*
<https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1997/vm974i.pdf>

UNGERFELD R, S. L. (2005). The presence of normal vagina flora is necessary for normal sexual attractiveness of estrous ewes. *Appl. Behav. Sci.* .

Vadell, A. B. (2010). *Prolificidad y longevidad productiva de cerdas Pampa Rocha en un sistema de producción al aire libre.*

- http://pigtrop.cirad.fr/FichiersComplementaires/RCPP172/172_21artAVadell.pdf
- Vargas, J. C., Velázquez, F. J., & Chacón, E. (2015). *Revista Electrónica de Veterinaria*.
Revista Electrónica de Veterinaria: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641400006.pdf>
- Vela, B. A. (20 de Noviembre de 2014). *Aportaciones del uso de buserelina en la inducción y sincronización de la ovulación en la* . <https://core.ac.uk/download/pdf/289977495.pdf>
- Véliz, K. E., Martínez, A. M., Vásquez, A. C. S., Pineda, E. P., Solis, M. A. C., Rodríguez, F. V., & Capote, C. B. (2020). Biometría del cerdo criollo ecuatoriano en el contexto del ganado porcino iberoamericano. *Agrociencia*, 54(7), 897-909:
<http://uco.eu/ucopress/az/index.php/az/article/view/5385/3401>
- Villat, A. M. (2013).
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20220/u672310.pdf?sequence=1>
- Virginia Linares, L. L. (2011). *Scientia Agropecuaria*. *Scientia Agropecuaria*:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3709067>
- Yambay, R. S. (Enero de 2022). Eficiencia Ovulatoria del acetato de buserelina en diferentes niveles en presencia folicular en vacas lecheras de la Estación Experimental Tunshi.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Duración	12	0,65	0,24	23,19

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1214,4	6	202,4	1,57	0,3192
Hormonas	420	2	210	1,63	0,2857
Bloques	794,4	4	198,6	1,54	0,3202
Error	645,6	5	129,12		
Total	1860	11			

Anexo 2. Manifestación de celo



Anexo 3. Manifestación colectiva de celo



Anexo 4. Dilatación de la vulva.

