

# Inducción de la pubertad en novillas para carne utilizando tres protocolos

## Puberty induction in beef heifers using three protocols

**Alejandro José Linares Díaz**

Doctor en Investigación para el Desarrollo Social  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
ajld1979@cunori.edu.gt

<https://orcid.org/0000-0001-9629-9948>

**Recibido:** 15/02/2024

**Aceptado:** 16/05/2024

**Publicado:** 15/07/2024

**Fernando José Osorio Pérez**

Maestrante en Administración de Empresas  
Agropecuarias

fernandojoseosorio3268@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-5105-7371>

### Referencia del artículo

Orregon Dubón, E. A. y Osorio Pérez, F. J. (2024). Inducción de la pubertad en novillas para carne utilizando tres protocolos. *Revista Diversidad Científica*, 4(2), 219-231.

DOI: <https://doi.org/10.36314/diversidad.v4i2.142>

### Resumen

**PROBLEMA:** El momento en que un animal logra alcanzar su pubertad, incide directamente en la eficiencia y rentabilidad de la producción animal. Dicha condición, depende directamente de la influencia de la edad, el peso, la nutrición, la genética, el manejo, la temperatura, la humedad relativa, entre otros. De estos, el manejo es un parámetro controlado por el productor y puede permitir la presencia de celo en las hembras bovinas de manera más precoz.

**OBJETIVO:** Evaluar tres protocolos para la inducción de pubertad a un grupo de novillas, basado en la ciclicidad de los animales. **MÉTODO:** El estudio de corte experimental completamente al azar y diseño mixto realizado en departamento de Petén, al norte de Guatemala, evaluó tres protocolos distintos con la finalidad

de inducir una pubertad de manera temprana en 32 novillas de raza Simbrah, distribuidas en 4 tratamientos y 8 repeticiones, detectando su efecto en la ciclicidad mediante ecografía y la evidencia final del apareamiento del estro, comparados con un grupo control. **RESULTADOS:** El tratamiento que mejor respuesta animal presentó fue el protocolo de dispositivo vaginal de progesterona + cipionato de estradiol, con una mayor tasa de celo y presencia de cuerpo lúteo. **CONCLUSIÓN:** Se determinó que en todos los animales que fueron sometidos a uno de los protocolos de inducción de pubertad, mostraron respuesta favorable anatómica y fisiológicamente y, su uso dependerá de la decisión del productor.

**Palabras clave:** novilla, pubertad, estro, protocolo

### Abstract

**PROBLEM:** The moment at which an animal manages to reach its puberty directly impacts the efficiency and profitability of animal production. This condition depends directly on the influence of age, weight, nutrition, genetics, management, temperature, relative humidity, among others. Of these, management is a parameter controlled by the producer and can allow for the earlier onset of estrus in female cattle. **OBJECTIVE:** To evaluate three protocols for the induction of puberty in a group of heifers, based on the cyclicity behavior. **METHOD:** A completely randomized experimental study with a mixed design was conducted in the department of Petén, in northern Guatemala, evaluated three different protocols with the purpose of inducing early puberty in 32 Simbrah breed heifers, distributed across 4 treatments groups with 8 repetitions each, detecting its effect on cyclicity by ultrasound and the final evidence of the appearance of estrus, compared with a control group. **RESULTS:** The treatment with the best animal response was the protocol involving vaginal device progesterone + estradiol cypionate, with a higher rate of heat and presence of a corpus luteum. **CONCLUSION:** It was determined in all the animals subjected to one of the puberty induction protocols, displayed anatomically and physiologically favorable response and its use will depend on the producer's decision.

**Keywords:** heifer, puberty, estrus, protocol

## Introducción

En toda explotación de crianza de ganado, la eficiencia productiva depende de diversos parámetros, como la edad a la que un animal alcanza su pubertad, entendiéndose como el período de vida del animal en que el mismo, adquiere la madurez sexual o capacidad para reproducirse y donde aparecen los primeros caracteres sexuales secundarios y adquieren un crecimiento y desarrollo de los órganos genitales de manera gradual (Bavera, 2000, p. 1)

Desde el punto de vista endócrino y fisiológico del animal, la ocurrencia de la pubertad es el resultado de la disminución de la regulación negativa (feedback) del estradiol sobre el hipotálamo. Esta disminución, promueve que las hormonas secretoras de GnRH incrementen su secreción lo que induce a un aumento en los pulsos de la hormona luteinizante (LH), resultando en el crecimiento y maduración final del folículo dominante y posteriormente su ovulación. (Ramos Dueñas, 1990; Gutiérrez Añez, 2008; Franco, J. y Uribe Velásquez, 2012).

Dentro de una crianza de ganado, el manejo reproductivo de los animales dentro del hato es una parte muy importante para la unidad productiva, de esta dependerán muchos parámetros tales como: Inicio de la pubertad, edad al primer servicio, tasas de preñez, intervalo entre partos, número de partos por animal.

Algunos de los parámetros anteriormente mencionados no se les da la suficiente importancia por parte de los productores, probablemente por falta de conocimiento, como es el caso de la edad en la que un animal inicia su pubertad, siendo este un indicador del principio de la eficiencia reproductiva del animal. Suele ocurrir que, no se tome en cuenta el tiempo de espera entre las etapas pre-pubertad y pubertad, dejando pasar los días sin lograr preñar a las hembras bovinas aun cuando han logrado alcanzar su edad y peso adecuado. Se deben buscar opciones que les permita a los productores reducir estos días improductivos y convertirlos en ganancias para la unidad productiva.

A nivel mundial, existen una variedad de protocolos para la inducción de la pubertad en novillas, los cuales han permitido minimizar el tiempo de espera de la pubertad y por consiguiente el primer servicio, presentándose estos protocolos como alternativas para iniciar una pubertad más precoz, sin embargo, algunos de estos no han sido respaldados sistemáticamente en pesquisas de producción bovina del trópico nacional, más allá de las recomendaciones de casas comerciales de productos hormonales. (Maquivar, M. y Day, 2011)

Este trabajo buscó evaluar tres protocolos (dos de ellos con una combinación de dispositivo intravaginal y una sal de estradiol, uno con una combinación de progesterona y una sal de estradiol y un grupo control, sin tratamiento hormonal), con el fin de determinar su efecto en

la inducción de la pubertad en novillas de cierto rango de edad y peso, con condición corporal buena como mínimo, basándose en la ciclicidad de los animales o presencia de cuerpo lúteo, confirmado a través de ecografía.

## Materiales y métodos

La investigación se caracteriza por ser de corte experimental, con un diseño completamente al azar, en un enfoque mixto, en el cual fueron distribuidos 32 animales en edad de novillas (20 – 24 meses) de la raza Simbrah, con un peso en rango de 290 – 380 kilogramos. La condición corporal aceptada como criterio de inclusión de los animales se ubico en el rango de 2.75 – 3.25 al momento de su evaluación de una escala de 0 a 6. Los animales fueron distribuidos homogéneamente, en 4 tratamientos o protocolos con 8 repeticiones cada uno de la siguiente manera:

1. Dispositivo intravaginal + Benzoato de estradiol
  - a. Se implantó, un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona, se retiró a los doce días y al día siguiente se administró una dosis de benzoato de estradiol vía intramuscular.
  
2. Dispositivo intravaginal + Cipionato de estradiol
  - a. Se implantó, un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona, se retiró a los doce días y al día siguiente se administró una dosis de cipionato de estradiol vía intramuscular.
  
3. Progesterona inyectable + Benzoato de estradiol
  - a. Se administró una dosis de progesterona vía subcutánea, a los doce días se le administró una dosis de benzoato de estradiol vía intramuscular.
  
4. Control o testigo
  - a. No se administró ningún producto en ninguna vía, solo fueron manejados bajo las mismas condiciones que el resto de animales en la investigación.

Las variables evaluadas se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Sistematización de variables de estudio*

Variable	Definición	Tipo de variable	Indicadores
Peso	Masa de un animal evaluado	Cuantitativa	310 – 320 kg
Edad	Tiempo de vida de un animal	Cuantitativa	20 – 24 meses
Condición corporal	Índice que evalúa la cantidad de grasa corporal de un animal	Cuantitativa	5 = Excelente 4 = Muy buena 3 = Buena 2 = Regular 1 = Mala 0 y 6 = Pésima
Estado reproductivo	Evaluación de las partes del aparato reproductor de un animal	Cualitativa	Condición del aparato reproductor
Detección de celo	Determinación del período de aceptación por el cual la hembra es sexualmente receptiva	Cualitativa	Lectura de los indicadores de celo
Ecografía	Examen para determinar el estado reproductivo del animal	Cuantitativa	Presencia de cuerpo lúteo

Nota. A los 45 días posterior a finalizar los protocolos, se realizó un diagnóstico reproductivo por medio de ecografía a los 32 animales, bajo los siguientes criterios: a) tamaño de folículos, b) estado de los ovarios, c) presencia o ausencia del cuerpo lúteo y, d) presencia o ausencia de contenido o infección uterina. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de confiabilidad del 95%.

## Resultados

La inducción de la pubertad o celo en novillas asegura un crecimiento y desarrollo adecuado, permitiendo un manejo reproductivo más eficiente. Durante la pubertad, los órganos reproductivos de las novillas se desarrollan y maduran, lo que les permite ser capaces de concebir y llevar a cabo una gestación exitosa. Para ello, el inicio de la producción de hormonas sexuales en cantidades suficientes es fundamental para el desarrollo del animal como reproductora, así como de la cría.

Evidentemente, la inducción de la pubertad permite que, de manera más rápida, las novillas puedan convertirse en vacas productoras de carne y/o leche, aumentando la eficiencia productiva del hato, reduciendo el tiempo y costos. (González, 2018)

Como se ha explicado, para acelerar la pubertad en novillas, se puede hacer uso de diversos protocolos que se basan en la administración de hormonas que estimulan el desarrollo y maduración de los órganos reproductivos y productores de hormonas. Los efectos pueden notarse en acelerar el crecimiento y el desarrollo del animal (peso y edad del animal), mejor condición (condición corporal), mayor eficiencia reproductiva (celo y cuerpo lúteo). Los resultados de dichas variables se presentan a continuación:

## Peso

Se describe un rango de peso para realizar la evaluación entre 290-380 kg de peso vivo. Se observó que los tratamientos en los que se obtuvo menos respuesta fue donde los animales aumentaron más peso en el tiempo de la evaluación. Lo cual nos indica que un exceso de peso o la acumulación de grasa en los bovinos puede dificultar el sistema reproductivo de los animales como lo afirman algunos autores.

Las vacas que se encuentran en un estado de carnes medio a bueno pueden presentar celo en un corto tiempo, por el contrario, las que han perdido peso al final de la gestación tardan más tiempo.

A continuación, se presentan los pesos respuesta de las novillas para cada uno de los tratamientos evaluados:

### Tabla 2

*Pesaje y respuesta a tratamiento 1 (DIV + Benzoato de estradiol)*

Identificación	Pi	Pf	Respuesta
1	357	377	CLD
2	334	364	V
3	373	400	CDI
4	305	345	V
5	377	416	V
6	289	325	V
7	332	364	V
8	343	386	CLI

**DIV:** Dispositivo intravaginal

**CLI:** Cuerpo lúteo izquierdo

**G:** Gestante

**Pi:** Peso inicial

**CLD:** Cuerpo lúteo derecho

**Pf:** Peson final

**V:** Vacía

De igual manera, de acuerdo a los pesos y presencia de cuerpo lúteo en alguno de los ovarios, tal y como lo muestra la Tabla 4, el tratamiento de combinación de Progesterona inyectada combinado con Benzoato de estradiol, tuvo un efecto similar estadísticamente con el tratamiento 3, por lo que la tasa de efectividad en inducir el celo fue de un 75%.

### Tabla 4

*Pesaje y respuesta a tratamiento 3 (Progesterona + Benzoato de estradiol)*

Identificación	Pi	Pf	Respuesta
1	359	377	CLD
2	341	355	V
3	309	336	CLD
4	302	318	CLI
5	336	364	CLI
6	382	411	CLI
7	325	345	CLD
8	368	405	V

**Pi:** Peso inicial

**CLI:** Cuerpo lúteo izquierdo

**V:** Vacía

**Pf:** Peson final

**CLD:** Cuerpo lúteo derecho

**G:** Gestante

Por último, aquellos animales que no recibieron algún tratamiento de combinación hormonal y solamente fueron sometidos al mismo manejo, condiciones y alimentación, se muestran en la Tabla 5:

**Tabla 5**

*Pesaje y respuesta a tratamiento 4 (Testigo)*

Identificación	Pi	Pf	Respuesta
1	364	405	CLI
2	318	343	V
3	334	373	V
4	350	398	V
5	357	386	CLI
6	382	418	CLD
7	305	332	V
8	314	364	V

**Pi:** Peso inicial

**CLI:** Cuerpo lúteo izquierdo

**V:** Vacía

**Pf:** Peson final

**CLD:** Cuerpo lúteo derecho

**G:** Gestante

Estos últimos datos, muestran que, el tratamiento control tuvo presencia de cuerpo lúteo en 3 de los 8 animales que, aunque no fue la misma respuesta que en los tratamientos 2 y 3, si fue similar al DIV con benzoato de estradiol, por lo que se afirma que también la condición corporal estable, el manejo y la alimentación adecuada, influye en la respuesta y presencia de celo de novillas de engorda.

## Edad

Al igual que la variable peso, la edad también se determinó mediante un rango para poder tener los tratamientos lo más homogéneos posibles (20 a 24 meses). A diferencia de la variable peso, esta no influcio en ninguno de los tratamientos, debido a que se logró evaluar un lote de animales con las edades lo más similares posibles quedando los tratamientos más homogéneos.

## Condición corporal

La condición corporal y los cambios en la condición corporal son el mejor indicador de las reservas nutricionales de un bovino. Son un mejor indicador que el peso vivo o cambios en el peso vivo. Al igual que la variable peso, los dos tratamientos de mejor respuesta fueron los que mantuvieron su condición corporal (2.75 - 3.25). Al contrario de los tratamientos que aumentaron su condición corporal obtuvieron una menor respuesta. Una condición corporal muy baja y alta en los animales dificulta el proceso reproductivo de los animales.

El tratamiento número dos y tres fueron en los que se obtuvo una mayor respuesta, en estos como se mencionó anteriormente los animales mantuvieron su condición corporal y tuvieron un aumento de peso dentro de lo esperado. La acumulación de grasa puede afectar la producción y reproducción bovina, al igual que el bajo peso o baja condición corporal, los animales no satisfacen sus requerimientos nutricionales, especialmente en esta etapa donde los animales demandan energía de mantenimiento, y de crecimiento ya que son animales que no han llegado a su vida adulta.

## Detección de celo

Para poder obtener los resultados de esta variable se observaron los animales dos veces al día entre los 10 y 21 días después de finalizar los protocolos. También para una manera más eficaz de observar los resultados se implanto en cada animal un parche detector de celo. Al finalizar la evaluación se realizó la lectura de los parches detectores de celo. Los resultados obtenidos de esta variable fueron relacionados con la presencia de cuerpo lúteo.

## Presencia de cuerpo lúteo

Para conocer los resultados finales de la evaluación se realizó una palpación con ultrasonografía para determinar cuántas novillas respondieron a los tratamientos. La lectura se realizó mediante el uso de un ecógrafo para conocer si existía presencia de cuerpo lúteo en cualquiera de los dos ovarios. La presencia de cuerpo lúteo es la certeza de que hubo una ovulación y con ello una posible preñez puede estar aún más cerca. Mediante un ecógrafo se logra observar los ovarios de cada animal y en ellos la presencia del cuerpo lúteo.

Los resultados obtenidos para la variable presentación de cuerpo lúteo del total de las hembras del estudio fueron los siguientes: 62.8 % obtuvieron presencia de cuerpo lúteo, siendo de

este el 9.3% del tratamiento 1 donde se utilizó Benzoato de Estradiol, el 22% del tratamiento 2 donde se utilizó Cipionato de Estradiol, el 19% del tratamiento 3 el cual consistía en una inyección de Progesterona, y del grupo control o testigo el 12.5%. El 37.2 % restante es el total de animales que no respondieron a ningún tratamiento. El tiempo transcurrido después del retiro del dispositivo intravaginal a la observación del estro fue similar para los tres tratamientos encontrándose entre los 8 y 21 días post protocolo.

## Discusión

Se logro determinar a través del presente estudio que todos los protocolos tienen respuesta a la inducción de la pubertad en novillas, dependerá de la disponibilidad de los recursos para determinar cuál protocolo se adapta a las condiciones del productor o de la finca.

Ahora mismo, con el fin de sincronizar el estro en hembras bovinas, se usan progestágenos en la mayoría de los protocolos, siendo el dispositivo intravaginal liberador de progesterona en combinación con estrógenos uno de los más utilizados. El tratamiento en el que más respuesta se obtuvo fue el tratamiento 2 (Cipionato + progesterona), fue el grupo donde se obtuvo una mayor tasa de presentación de celo o una mayor tasa de efectividad al inducir la pubertad, el cual consistía en la aplicación de un dispositivo intravaginal como fuente de progesterona y la aplicación de cipionato de estradiol como fuente de estrógenos. Lo que nos indica que el método de inducción mediante la implantación de progesterona vía vaginal en combinación con Cipionato de Estradiol es efectivo para inducir la pubertad.

Por otro lado, la menor respuesta encontrada en este estudio fue para el grupo 1 (Benzoato + Progesterona) (9.3%), grupo que recibió Benzoato de Estradiol como fuente de estrógenos, en el cual se someten los animales a llevarlos un día más al corral. También en este grupo se pudo observar que fueron los animales que obtuvieron mayor ganancia de peso y mayor condición corporal en comparación con los otros dos tratamientos. Por lo cual se concluyó que la presencia de los animales de un día más al corral podría ser un factor de estrés respondiendo de mal forma a los protocolos. También se concluye que en este grupo los animales aumentaron de peso diferencialmente a los otros grupos que también pudo influir en la respuesta al protocolo.

El cambio positivo de la condición corporal favoreció la presencia de celo en las hembras bovinas de la investigación y las que mantuvieron su condición, tuvieron mejor tasa de presencia de celo en comparación con el grupo que la aumentó.

## Agradecimientos

Al MV. Yair Amado Gómez, por su apoyo en el diagnóstico ecográfico animal en esta investigación. A la finca San Martín (El Chal, Petén, Guatemala), por la disposición, facilidad y apoyo en toda la investigación realizada.

## Referencias

- Bavera, G. (2000). Pubertad (en línea). Curso de Producción Bovina de Carne. Costa Rica, UN, FAV. 2 p. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria/01-pubertad\\_en\\_machos\\_y\\_hembras.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/01-pubertad_en_machos_y_hembras.pdf)
- Franco, J. & Uribe Velásquez, L. F. (2012). Reproductive hormones of veterinary importance in domestic ruminant females. (en línea). Biosalud. 11, 41-56. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/260774498\\_REPRODUCTIVE\\_HORMONES\\_OF\\_VETERINARY\\_IMPORTANCE\\_IN\\_DOMESTIC\\_RUMINANT\\_FEMALES](https://www.researchgate.net/publication/260774498_REPRODUCTIVE_HORMONES_OF_VETERINARY_IMPORTANCE_IN_DOMESTIC_RUMINANT_FEMALES)
- González, K. (2018). Pubertad en la ganadería bovina (en línea). Zootecnia y Veterinaria es mi pasión. Disponible en <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/pubertad-en-la-ganaderia-bovina>
- Gutiérrez Añez, J. C. (2008). Hormonas de la reproducción bovina (en línea). In Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito. González Stagnaro, C; Madrid Bury, N; Soto Belloso, E (eds.). Venezuela, Ediciones Astro Data S.A., 515-530. Disponible en [http://avpa.ula.ve/libro\\_desarrollosost/pdf/capitulo\\_42.pdf](http://avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_42.pdf)
- Maquivar, M. & Day, M. L. (2011). Estrategias nutricionales y hormonales para la inducción a la pubertad en vaquillonas de carne y su impacto en la fertilidad. Taurus. 13 (52), 4-33. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/195-induccion\\_pubertad.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/195-induccion_pubertad.pdf)
- Ramos Dueñas, J. I. (1990). Endocrinología de la reproducción animal (en línea). Colombia, 45 p. Disponible en <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19786>

## **Sobre los autores**

### **Alejandro José Linares Díaz**

Es Profesional de la Zootecnia en el grado académico de Licenciatura, además de poseer estudios de postgrado como Maestro en Educación con Orientación en Medio Ambiente y Doctor en Investigación para el Desarrollo Social, obtenidos en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Laboralmente, se desempeña como Profesor Titular y Coordinador de la Carrera de Zootecnia en el Centro Universitario de Oriente de la USAC, así como investigador, consultor y asesor en temáticas específicas relacionadas a: pastos y forrajes, microbiología animal y de la carne, inocuidad alimentaria, reproducción animal, cunicultura, desarrollo social, seguridad alimentaria y nutricional, formulación y evaluación de proyectos, neurociencia y educación.

### **Fernando José Osorio Pérez**

Es Profesional de la Zootecnia en el grado académico de Licenciatura, obtenido en el Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala y actualmente, es estudiante de Maestría en Administración de Empresas Agropecuarias en la misma sede. Posee estudios de especialidad en prácticas de mejoramiento genético y producción bovina certificadas por EMBRIOVET-Colombia y laboralmente se desempeña como asesor técnico/profesional de Fincas Agro-industriales San Martín, Guatemala y productor pecuario independiente.

### **Financiamiento de la investigación**

Con recursos propios.

### **Declaración de intereses**

Declara no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

### **Declaración de consentimiento informado**

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

## Derechos de uso

Copyright (c) 2024 Ever Ariel Orrego Dubón



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de **atribución**: usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.