



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

---

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO**

**RELACIÓN ENTRE MEDIDAS HORMONALES, OVÁRICAS Y  
CORPORALES CON LA EDAD A LA PUBERTAD EN  
BECERRAS BRAHMAN NACIDAS EN VERANO**

**TESINA**

QUE PRESENTA:

**Apolinar Nicolás Sandoval Cerón**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO**

CUAJINICUILAPA, GUERRERO. ABRIL DE 2022.



LA TESINA TITULADA, **RELACIÓN ENTRE MEDIDAS HORMONALES, OVÁRICAS Y CORPORALES CON LA EDAD A LA PUBERTAD EN BECERRAS BRAHMAN NACIDAS EN VERANO**, REALIZADA POR EL ALUMNO APOLINAR NICOLÁS SANDOVAL CERÓN, BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ TUTORAL INDICADO Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

DIRECTOR



---

MC. GABRIEL MENDOZA MEDEL

CODIRECTOR



---

DR. RUBÉN SANTOS ECHEVERRÍA

ASESOR



---

DRA. MARÍA BENEDICTA BOTTINI LUZARDO

ASESOR



---

MC. JAHDAI HERNÁNDEZ MORALES

ASESOR



---

MC. FÉLIX DE JESÚS MAYREN MENDOZA

**CUAJINICUILAPA, GUERRERO. ABRIL DE 2022**

---

## **DEDICATORIAS**

Por todo el apoyo que recibí a lo largo de la maestría, agradezco de manera muy especial a:

Dios, ya que sin él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas, por su amor, paciencia, comprensión y motivación, sin lo que hubiese sido imposible terminar estos estudios.

A mis padres por darme la vida.

Tu afecto y tu cariño son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti. Aun a tu corta edad, me has enseñado y me sigues enseñando muchas cosas de esta vida.

Te agradezco por ayudarme a encontrar el lado dulce y no amargo de la vida. Fuiste mi motivación más grande para concluir con éxito este proyecto de tesis.

Gracias, mi hijo Kevin Sandoval Avalos, mi gran campeón.

La ayuda que me has brindado ha sido sumamente fundamental, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograría perfectamente.

Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso hasta más que eso.

Te lo agradezco muchísimo.

---

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, estimo necesario agradecer a los directivos y administrativos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de maestría haciendo de mi trayectoria profesional un proceso de formación integral.

A la Universidad Autónoma de Guerrero que me permitió realizar mis estudios de posgrado en la Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico.

Al Dr. Rubén Santos Echeverría por invitarme a participar en su proyecto de investigación, por su apoyo, por toda la paciencia que tuvo, por sus consejos y amistad, gracias Rubén Santos Echeverría.

Al MC. Gabriel Mendoza Medel por aceptar ser mi director de tesis.

A los integrantes de mí comité tutorial: MC. Gabriel Mendoza Medel, Dr. Rubén Santos Echeverría, Dra. María Benedicta Bottini Luzardo, MC. Jahdai Hernández Morales, MC. Félix de Jesús Mayren Mendoza., por compartir su experiencia y conocimiento en cada observación.

---

## CONTENIDO

DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
HIPÓTESIS .....	7
OBJETIVOS .....	8
General .....	8
Específicos .....	8
LITERATURA CITADA.....	9
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>13</b>
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Lugar de estudio .....	13
Animales .....	14
Muestreo sanguíneo y determinación de la hormona luteinizante.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ultrasonografía de estructuras ováricas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Determinación de parametros de desarrollo corporal .....	14
Variables de respuestas y análisis estadístico .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
CONCLUSIONES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
LITERATURA CITADA.....	24
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>27</b>

---

CURSO-TALLER A PRODUCTORES .....	27
Resumen.....	27
Introducción.....	28
Objetivo .....	29
Desarrollo de las actividades efectuadas .....	29
Conclusión .....	30
Recomendaciones e implicaciones .....	30
Literatura citada .....	31
Evidencias.....	32
PRIMER ESTANCIA PROFESIONAL.....	33
Resumen.....	33
Introducción.....	34
Objetivo.....	34
Desarrollo de las actividades efectuadas.....	35
Conclusiones.....	37
Recomendaciones e implicaciones .....	37
Literatura citada .....	38
Evidencias.....	39
SEGUNDA ESTANCIA PROFESIONAL .....	40
Resumen.....	40
Introducción.....	40
Objetivos .....	42
Desarrollo de las actividades efectuadas .....	42
Conclusiones.....	42
Recomendaciones e implicaciones .....	43

---

Literatura citada .....	44
Evidencias.....	45
TERCERA ESTANCIA PROFESIONAL.....	46
Resumen.....	46
Introducción.....	47
Objetivo.....	48
Desarrollo de las actividades efectuadas.....	48
Vacuna .....	50
Conclusiones.....	50
Recomendaciones e implicaciones .....	50
Literatura citada .....	53
Evidencias.....	54

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Edad a la pubertad y medias corporales de becerras Brahman nacidas en verano. ....	19
Tabla 2. Desarrollo folicular ovárico de becerras Brahman nacidas en verano ....	21
Tabla 3. Perfil de hormona luteinizante de becerras Brahman nacidas en verano	22
Tabla 4. Evaluación de la eficiencia reproductiva .....	51



---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sitio experimental Las Margaritas .....	13
Figura 2. Presentación por la autoridad del pueblo.....	32
Figura 3. Introducción, importancia de la pubertad .....	32
Figura 4. Explicación del tema .....	32
Figura 5. Mesa redonda para preguntas y respuestas.....	32
Figura 6. Relación de asistencia .....	32
Figura 7. Todos los participantes .....	32
Figura 8. Diagnostico reproductivo vía rectal .....	39
Figura 9. Aplicación de hormonas.....	39
Figura 10. Inseminación artificiala tiempo fijo .....	39
Figura 11. Inseminación artificial a celo detectado.....	39
Figura 12. Desparasitación en vaquillas Cebú.....	39
Figura 13. Lote de vacas Suizo Pardo. ....	39
Figura 14. Becerras <i>Bos taurus</i> . Las Margaritas .....	45
Figura 15. Becerras <i>Bos indicus</i> , rancho El Carmen.....	45
Figura 16. Pesaje de las becerras.....	45
Figura 17. Toma de muestra sanguínea. ....	45
Figura 18. Reposo de las muestras sanguíneas .....	45
Figura 19. Centrifugación de las muestras.....	45
Figura 20. Alimentación a base de ensilado de maíz, y mazorca molida.....	54
Figura 21. Becerros lactantes. ....	54
Figura 22. Practicando la inseminación artificial. ....	54
Figura 23. Realizando baño garrapaticida. ....	54
Figura 24. Caso clínico, vaca con mastitis aguda .....	54

---

Figura 25. Cultivo de maíz, para ensilar y otra para moler con mazorca. .... 54

---

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Inicialmente, las razas nativas de *Bos indicus* se desarrollaron por selección natural a lo largo de los siglos por su capacidad para sobrevivir en entornos tropicales (Abeygunawardana *et al.*, 2004). Actualmente, las áreas tropicales mexicanas, que son las de mayor potencial para mantener los hatos de cría bovina del país (trópico seco y trópico húmedo), son alrededor de 24 y 32 millones de hectáreas, respectivamente, y de éstas se utilizan para pastoreo más de 23 millones (González *et al.*, 2018).

La ganadería en México es una actividad agropecuaria importante; esta ocupa más del 50% del territorio nacional y mantiene 35,224,960 de cabezas de ganado bovino, según el servicio de información agroalimentaria y pecuaria (SIAP, 2019). Existe una amplia variedad de razas de ganado bovino para la producción de carne y leche; sin embargo, bajo condiciones tropicales destacan sólo las razas cebuinas, como la Brahman, Indubrasil, Gyr, Guzerat, Nelore y Sardo Negro. Estas razas se utilizan en cruzamiento con razas europeas para la producción de becerros para engorda en los sistemas de doble propósito y vaca-cría (SAGARPA, 1997; Segura *et al.*, 2017; Cooke *et al.*, 2020).

En términos de producción, el ganado *Bos indicus* es menos eficiente que el *Bos taurus* (Mejía *et al.*, 2010), ya que el primero es menos precoz en cuanto a la edad de pubertad (19.8 vs 13.8 meses), lo cual conlleva a un prolongado periodo del nacimiento al primer parto (Calderón *et al.*, 1996). La edad a la pubertad impacta sobre el número de crías que la hembra pueda tener durante su vida útil, lo que a su vez influye sobre la eficiencia productiva y económica en el ganado, ya que el número de crías por hembra durante su vida útil se afecta si la hembra se reproduce a edades tardías (Maquivar *et al.*, 2011).

---

Entonces, la presentación temprana o precoz de la pubertad en las vaquillas influye positivamente en la fertilidad y productividad del ható (Alamilla *et al.*, 2017). Es bien sabido, que el inicio tardío de la pubertad en las becerras es de origen tanto genético como ambiental y se refleja en la edad al primer parto, que es de 40 meses o más meses en el trópico (Nogueira *et al.*, 2004).

Por ello, las vaquillas del trópico tienen su primer parto entre los tres y cuatro años de edad, cuando el ideal zootécnico desde el punto de vista productivo es de 2 a 2.5 años (Segura *et al.*, 2013). Existen interacciones complejas entre diferentes hormonas para el establecimiento de la pubertad (Archbold *et al.*, 2012), y se resalta la importancia de la leptina por su asociación con la acumulación de grasa, participando está en la regulación del consumo de alimento y es buen indicador de la condición corporal y del estado nutricional (León *et al.*, 2004; Foote *et al.*, 2016).

Es por ello importante conocer los mecanismos fisiológicos reguladores de la pubertad y los factores que los afectan/favorecen; lo cual, conducirá al desarrollo de nuevas estrategias de manejo para reducir la edad a la pubertad de las vaquillas, mejorar la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de las unidades de producción ganadera (Gasser *et al.*, 2012; Alamilla *et al.*, 2017). Los mecanismos que detonan la pubertad no han sido del todo dilucidados en el aspecto de la biología reproductiva, por lo que se requiere estudiar los mecanismos fisiológicos básicos que regulan la pubertad, para entender el proceso que determina en un individuo su inicio reproductivo (Seminara *et al.*, 2008).

La determinación de los mecanismos fisiológicos afectados por la nutrición y la estación en el momento del inicio de la pubertad podrá ayudar a mejorar/definir las estrategias de manejo para reducir la edad a la pubertad (Keith *et al.*, 2011).

La pubertad es precedida por un incremento progresivo en la secreción pulsátil de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), ya que en el periodo prepuberal esta se encuentra inhibida y como consecuencia lo está también la secreción de la LH (Maquivar *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2014). La pubertad ha sido asociada con variables productivas como son el peso corporal, la cantidad de tejido

---

adiposo subcutáneo expresada en condición corporal y la genética del animal (Maquivar *et al.*, 2011).

El periodo peri puberal incluye los 50 a 60 días que preceden a la pubertad, periodo en el cual el efecto de la retroalimentación negativa de los estrógenos ováricos se debilita y en consecuencia se incrementa el perfil sérico de la LH pues la secreción de la GnRH/LH es altamente sensible a la retroalimentación negativa del estradiol (Day *et al.*, 2013). De acuerdo con Day *et al.*, (2013), cuando el periodo peri puberal inicia y la disminución de la retroalimentación negativa del estradiol se presenta, la secreción de GnRH se incrementa y en turno la de la LH también se incrementa, lo cual resulta en un incremento en el crecimiento de los folículos ováricos quienes aumentan su contenido folicular y también del estradiol, mismo que eventualmente logrará niveles suficientes para inducir una oleada de LH suficiente para inducir la primera ovulación.

En el periodo prepuberal y peri puberal de las becerras, el crecimiento folicular ovárico ocurre en forma de ondas u oleadas. En cada una de ellas, varios folículos inician un proceso de crecimiento, y de éstos, uno es seleccionado para dominar sobre los demás, seguir creciendo e inhibir el desarrollo de los subordinados, los cuales sufren atresia. En la etapa prepuber y peribuberal, los folículos dominantes no alcanzan el estado que les permita ovular y por tanto también sufren atresia (Day *et al.*, 2013).

La dinámica folicular ovárica en la hembra bovina adulta se caracteriza por la presentación de dos, tres o cuatro oleadas u ondas de desarrollo folicular en cada ciclo estral. Si bien, las fases del desarrollo folicular de ganado *Bos indicus* son similares a las del ganado *Bos. taurus*, el diámetro máximo en cada una de ellas y el tamaño/superficie del cuerpo lúteo (CL) son diferentes entre ellos, siendo menores en *Bos indicus* lo cual repercute en la capacidad de secreción de hormona estradiol (Figueiredo *et al.*, 1997; Bó *et al.*, 2003; Sartori *et al.*, 2011) y por tanto en modular la secreción de la hormona luteinizante (LH).

---

La LH actúa en los ovarios estimulando el desarrollo terminal de los folículos y con ello el incremento en la síntesis y secreción de estrógenos ováricos, los cuales a su vez son los responsables de inducir el estro (Santos *et al.*, 2014). El desarrollo corporal y ovárico emiten señales esteroideogénicas y metabólicas que conducen a la secreción de GnRH/LH y en consecuencia del inicio de la pubertad (Ebling *et al.*, 2005; Roa *et al.*, 2008).

En vaquillas Brahman se desconoce la relación de las medidas hormonales, ováricas y corporales con edad a la pubertad, en especial en las nacidas en verano. Las evidencias indican que los bovinos tienen un comportamiento reproductivo estacional en cuanto a algunas características relacionadas con la manifestación del estro (Villagómez *et al.*, 2015), pero conviene conocer algunas características del desarrollo ovárico, hormonal y somático, así como su relación con la edad de inicio de la pubertad, particularmente en las hembras nacidas en verano.

---

## JUSTIFICACIÓN

En México, el trópico es la región con más potencial de crecimiento para producir becerros y existe una gran variedad de razas de ganado bovino para la producción de carne y leche; sin embargo, destacan en la región las razas Cebú, como son: Brahman, Indubrasil, Gyr, Guzerat, Nelore y Sardo Negro. Este trabajo se enfoca al estudio de un parámetro fisiológico reproductivo importante para la productividad de los hatos bovinos de cría en el trópico, la edad a la pubertad; produciendo, además, información de aplicación práctica en la predicción del inicio de la pubertad, que es un parámetro reproductivo de suma importancia productiva y económica en la ganadería bovina del trópico.

Una comprensión adecuada de los procesos fisiológicos asociados a los cambios del desarrollo puberal, podrán servir de base para establecer estrategias de manejo reproductivo que reduzcan al máximo el periodo prepuberal. En las vaquillas el inicio precoz de la pubertad tiene especial importancia en la fertilidad y productividad, ya que se ha documentado que la probabilidad de una vaquilla en resultar gestante al inicio de su primer servicio reproductivo aumenta cuando ésta ha cursado previamente por varios ciclos estrales.

Por lo anterior, es conveniente que las vaquillas *Bos indicus* inicien la pubertad, al menos 45 días antes de ingresar al primer empadre. De ser así, la concepción puede ocurrir a una edad de 20 a 21 meses, el primer parto antes de los dos años y medio de edad y durante el resto de su vida serán de las primeras en parir, gestar en los subsiguientes empadres más temprano que las vaquillas que no se ajustan a esa dinámica.

---

Para iniciar la pubertad, las hembras mamíferas requieren de al menos dos señales de maduración: una señal que indica la maduración del eje hipotálamo-hipófisis-ovario y otra que indica la maduración somática. La primera señal es dirigida por los estrógenos ováricos y la segunda señal por hormona o factores derivados del metabolismo tales como la leptina y el factor de crecimiento parecido a la insulina tipo 1 (IGF-1) proveniente de los tejidos somáticos. Estas señales activan de manera indirecta al centro hipotalámico/hipofisiaria, generado o secretor de la GnRH, quien dirige, determinan o conducen la primera ovulación y con ello el inicio de la pubertad.



---

## **HIPÓTESIS**

El desarrollo corporal, el crecimiento folicular ovárico y el perfil de la hormona luteinizante están relacionados con la edad de inicio de la pubertad en becerras Brahman nacidas en verano.

---

## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la edad a la pubertad en becerras Brahman nacidas en verano e identificar la asociación que existe entre la secreción de la hormona luteinizante, el desarrollo corporal y el crecimiento folicular ovárico con la edad de inicio de la pubertad.

### **Específicos**

1. Determinar la edad, peso, medidas corporales y el estado ovárico a la pubertad de becerras Brahman nacidas en verano.
2. Conocer la asociación del perfil sérico de la hormona luteinizante de becerras Brahman nacidas en verano en estado pre púber con la edad a la pubertad.
3. Identificar la relación entre medidas de desarrollo corporal con la edad inicio de la pubertad en vaquillas Brahman nacidas en verano.
4. Identificar la relación entre el crecimiento folicular ovárico con el inicio de la pubertad en vaquillas Brahman nacidas en verano.

---

## LITERATURA CITADA

- Abeygunawardena H., Dematawewa. (2004). Anestro prepuberal y posparto en ganado Cebú tropical. *Animal Reproduction Science*; 82(83), 373-87. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.05.006
- Alamilla R. M, Calderón R. R. C, Rosete F. J. V., Rodríguez H. K, Vera A. H. R., Arreguín A. J. A, Nett T. M, Gutiérrez A. C. G, González P. E, Gómez C. M, Villa G. A. (2017). Kisspeptina en becerras pre púberes: I. Influencia de la edad en la respuesta de LH, FSH y GH a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-I, leptina y estradiol. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias* 8(4), 375-385. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4644>
- Archbold H., Shalloo L., Kennedy E., Pierce K. M., Buckley F. (2012). Influence of age, body weight and body condition score before mating start date on the pubertal rate of maiden Holstein-Friesian heifers and implications for subsequent cow performance and profitability. *Animal.*; 6(7):1143-51. doi: 10.1017/S1751731111002692. PMID: 23031476.
- Calderón R. R. C, Villa G. A, Lagunes L. J. (1996). Determinación ultrasonográfica de la primera ovulación: Asociación con la presentación de ciclos estrales regulares en vaquillas Cebú y Suizo Pardo mantenidas en el trópico. *Técnica Pecuaria Mexicana*, 34(2)79-88.: <https://www.researchgate.net/publication/272680051>
- Cooke R. F, Cardoso R. C, Cerri R. L. A, Lamb G. C, Pohler K. G, Riley D. G, Vasconcelos J. L. M. (2020). Cattle adapted to tropical and subtropical environments: genetic and reproductive considerations. *Journal of Animal Science*; 98(2): skaa015. doi: 10.1093/jas/skaa015. PMID: 31955201; PMCID: PMC7032034.
- Day M. L., Nogueira P. (2013). Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. *Animal Frontiers* 3(4)6-11. doi:10.2527/af.2013-0027

- 
- Ebling F. J. (2005). The neuroendocrine timing of puberty. *Animal Reproduction*;129(6):675-83. doi: 10.1530/rep.1.00367. PMID: 15923383
- Figueiredo R. A, Barros C. M, Pinheiro O. L, Soler J. M. (1997). Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*.; 47(8):1489-505. doi: 10.1016/s0093-691x (97)00156-8. PMID: 16728093.
- Foote A. P., Tait R. G. Keisler D. H., Hales K. E., Freetly H. C. (2016) Leptin concentrations in finishing beef steers and heifers and their association with dry matter intake, average daily gain, feed efficiency, and body composition. *Domestic Animal Endocrinology*; 55:136-41. doi: 10.1016/j.domaniend.2015.12.007. PMID: 26851619.
- BóA. G., Baruselli P. S., Martínez, M. F. (2003). Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*.;78(3-4), 307-326. 10.1016 / s0378-4320 (03) 00097-6.
- Gasser C. L. (2012). Joint Alpharma Beef Species Symposium: considerations on puberty in replacement beef heifers. *Journal of Animal Science*.;91(3):1336-40. doi: 10.2527/jas.2012-6008. PMID: 23307851.
- González, E. P. (2018). Presentación y resumen del documento del estado del arte de la red de investigación e innovación tecnológica para la ganadería bovina tropical [REDGATRO].
- Keith K. S., Hall B. J., Hileman M. S. (1992). Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer, *Journal of Animal Science*, 70, (12) 3994–4005, <https://doi.org/10.2527/1992.70123994x>
- León H. V., Hernández C. J, Keislert D. H., Gutiérrez C. G. (2004). Plasma concentrations of leptin, insulin-like growth factor-I, and insulin in relation to changes in body condition score in heifers. *Journal of Animal Science*.; 82(2):445-51. doi: 10.2527/2004.822445x. PMID: 14974542.

- 
- Maquivar, M. y Day, M. L. (2011). Estrategias nutricionales y hormonales para la inducción a la pubertad en vaquillonas de carne y su impacto en la fertilidad. *Revista Taurus*; 13(52), 4-33.
- Mejía B. G. T., Magaña J. G., Segura C. J. C, Delgado R., Estrada L. R. J. (2010). Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca-cría en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. (12),289-301. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93913070010.pdf>:
- Nogueira. (2004). Puberty in South American *Bos indicus* Cebú cattle. *Animal Reproduction Science* 82(83),361–372. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.007>
- Roa J, Aguilar E, Diéguez C, Pinilla L, Tena S. M. (2008). New frontiers in Kisspeptin/GPR54 physiology as fundamental gatekeepers of reproductive function. *PubMed.Front Neuroendocrinology*, 48-69. DOI: 10.1016/j.yfrne.2007.07.002
- SAGARPA. (1997). “Primer Foro de Análisis de los Recursos Genéticos de la Ganadería Bovina”. AMCC, Repositorio, Memoria Electrónica, 100-106.
- Santos E. R., Calderón R. R. C., Vera Á. H. R., Perera M. G., Arreguín A. J. A., Terry M. N., Gutiérrez, A. C., Villa-G. A. (2014). Hormona luteinizante y actividad ovárica en respuesta a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras pre-púberes. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*;5(2),181-200. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265631172005>.
- Sartori R, Barros C. M. (2011). Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*;124(3):244-50. doi: 10.1016/j.anireprosci.2011.02.006. Epub 2011.

- 
- Segura C. J. C., Magaña M. J. G., Aké-López, J. R., Segura C. V. M., Hinojosa C. J. A. and Osorio A. M. M. (2017). Efectos raciales y ambientales sobre el peso al nacer, peso al destete e intervalo entre partos en ganado Cebú en el sureste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20, 297 – 305
- Segura C. J. C, Magaña M. J. G, Centurión C. F, Segura C. V. M. (2013). Efecto de grupo racial y edad a primer parto sobre el número de partos durante la vida útil de vacas Cebú. *Archivo Medicina Veterinaria*; 45, 41-44
- Seminara S. B, Crowley W. F. (2008). Kisspeptin and GPR54: Discovery of a novel pathway in reproduction. *Journal Neuroendocrinology*; 20 (6), 727-731.
- SIAP. (2019). Bovinos de carne y leche producción ganadera. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516353/Inventario Bovinos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516353/InventarioBovinos.pdf)
- Villagómez A. M. E., Castillo R. H., Villa G. A., Román P. H., Vázquez P. C. (2015). Influencia estacional sobre el ciclo estral en hembras Cebú mantenidas en clima tropical. *Técnica Pecuaria México.*; 38 (2), 89-103. <https://www.redalyc.org/articulo?id=61338203>

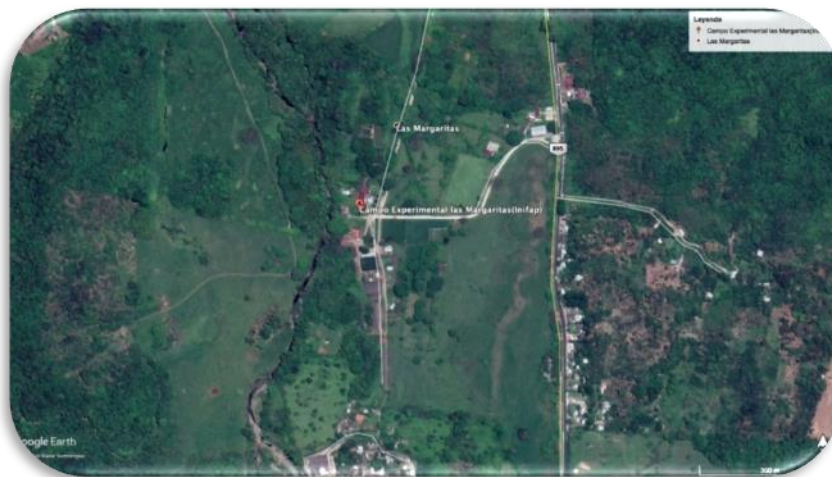
---

## CAPÍTULO 2

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Lugar de estudio

El estudio se realizó en el sitio experimental Las Margaritas (Figura 1); dependiente del Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuario (INIFAP); este sitio se ubica en Hueytamalco, Puebla. La ubicación geográfica es a los 19° 51' 03" N y 97° 12' 48" O, a 500 msnm. El clima es subtropical húmedo semicálido Af(c), con temperatura promedio anual de 20.8 °C, precipitación pluvial media anual de 3,000 mm y humedad relativa promedio de 90% (INEGI, 2009). El estudio abarcó del mes de diciembre de 2019 a junio de 2020.



**Figura 1. Ubicación del sitio experimental Las Margaritas**

---

## **Animales**

Se utilizaron 10 becerras Brahman (*Bos indicus*) pre púberes de entre 15 y 16 meses de edad y 300 kg de peso vivo en promedio. Las becerras para el estudio se alojaron de manera individual en corrales de 4 x 6 m, con piso de cemento, área techada (4 x 3 m), comederos y bebederos. Para su adaptación al manejo y a la rutina de muestreo, desde su ingreso a los corrales y hasta 30 días posteriores, las becerras se sujetaron con jáquima (2 h/d) y se cepillaron manualmente en ese periodo. Para asegurar el estado pre púber de las hembras, se confirmó la ausencia de estros durante todo el periodo de adaptación, así como la ausencia de cuerpo lúteo determinada mediante la revisión, cada 48 horas, con un ultrasonido (ALOKA, SSD 500, USA) con transductor intra-rectal de 7.5 MHz.

La alimentación durante el experimento consistió para cada becerro de 15 kg de ensilado de maíz más 4 kg de un concentrado comercial (18% PC) por día; además, todas recibieron suplementación mineral y agua fresca a libertad.

Se definió la pubertad como la primera ovulación precedida por manifestación de celo y seguida de la formación de un cuerpo lúteo de duración normal. La primera ovulación se consideró cuando por primera vez se detectó tejido lúteo precedido por la desaparición súbita del folículo dominante, mediante ultrasonografía.

### **Muestreo sanguíneo y determinación de la hormona luteinizante**

Al término del periodo de adaptación (5.7 meses previo a la presentación de la pubertad de las becerras), a cada becerro se le tomó una muestra sanguínea cada 15 min durante 6 h para determinar el patrón pulsátil de la hormona luteinizante (LH). Para ello se le insertó un catéter estéril en una de las venas yugular (Sonda Kortex calibre 5 FR y longitud 25 cm; Catálogo K-733; Trokar S.A de C.V). Para ello, la zona peri-yugular (5x5 cm) fue previamente rasurada y anestesiada (lidocaína al 2 %, 2 mg/cm<sup>2</sup>). En cada muestreo se obtuvieron 8 ml de sangre y se depositaron en tubos vacutainer sin aditivo, hasta su coagulación.



---

Las muestras sanguíneas se centrifugaron a 1,500 xg durante 15 min para obtener el suero. Este se transfirió en viales, para su conservación a -20 °C en un ultra congelador (Haier) hasta su análisis. La concentración de la LH en suero se determinó mediante radioinmunoanálisis (RIA) en el laboratorio de reproducción animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El RIA para LH fue en fase líquida de 120 h de incubación a 4° C, siguiendo el procedimiento descrito por Arrieta *et al.*, (2006).

La hormona USDAbLH (AFP11743B) se utilizó como trazador, incorporando Na<sup>125</sup>I mediante el método del iodo-gen y como curva patrón a dosis desde 0.01 hasta 10 ng por tubo. El primer anticuerpo generado en conejo correspondió a la hormona NIDDK-oLH-26 (anti-oLH-26), validado en bovinos por Perera *et al.*, (2005) a una dilución final de 1: 400,000. La separación de la fracción unida de la fracción libre se realizó con un segundo anticuerpo contra IgG de conejo generado en burro (dilución 1:80). En el ensayo, la cantidad mínima detectable fue 0.01 ng/ml y el coeficiente de variación inter-ensayo fue de 6.73 %.

### **Ultrasonografía de estructuras ováricas**

Se tomaron imágenes ultrasonográficas de los ovarios mediante ultrasonido con transductor intra-rectal de 7.5 MHz. Se midió el diámetro del folículo dominante y de los folículos subordinados mayores a 5mm. En los primeros tres meses del estudio se tomaron las imágenes dos veces por semana y posteriormente diario, hasta que se encontró por primera vez en la imagen un tejido lúteo precedido por la desaparición súbita del folículo dominante. Una vez determinada la primera ovulación, retrospectivamente se analizó el desarrollo folicular ovárico con los registros de 42 días previos a la ovulación. Una onda de desarrollo folicular fue el periodo transcurrido entre el diámetro máximo de dos folículos dominantes sucesivos.

---

## **Determinación de parámetros de desarrollo corporal**

Previo ayuno y consumo de agua durante 12 horas, las becerras se pesaron desde su llegada a los corrales y posteriormente cada 14 días hasta el término del trabajo (confirmación de iniciada la pubertad), de igual manera, se determinó, cada 14 días, el grosor de la grasa dorsal mediante ultrasonido con transductor de 3.5 MHz colocado a nivel de la 12ª y 13ª costilla (Greiner *et al.*, 2003). La altura a la cadera se midió con una cinta métrica y se tomó la distancia vertical entre el piso y la porción anterior del sacro.

## **Variables de respuesta y análisis estadístico**

Las variables relacionadas con el perfil sérico de LH fueron: concentración basal (concentración más baja detectada durante el periodo de muestreo, cuando esta fue "0" se usó como la basal la mínima detectada en el radioinmunoanálisis (RIA) usado, concentración media (promedio de concentraciones obtenidas durante la ventana de muestreo), número de pulsos o incrementos de LH, concentración máxima del pulso (concentración mayor detectada en cada pulso) y la amplitud del pulso (diferencia entre la concentración máxima y la concentración basal). El criterio para determinar un pulso de LH se definió previamente (Arreguín *et al.*, 2006).

Del desarrollo folicular ovárico las variables de estudio fueron: número de ondas y la duración promedio de las ondas registradas durante los 42 días previos a la ovulación. Se evaluó, además, el diámetro máximo del folículo dominante que ovuló y la duración de la onda folicular de donde emergió el folículo ovulatorio (Perea *et al.*, 1998; Calderón *et al.*, 2000).

Para las variables de desarrollo corporal fueron: peso vivo, altura a la cadera y la grasa dorsal. Estas variables fueron las que se midieron en la fecha más cercana al día de la primera ovulación (pubertad).

---

Las variables de estudio se analizaron mediante estadística descriptiva, media más desviación estándar. La relación entre las variables relacionada con el perfil sérico, el desarrollo folicular y parámetros del desarrollo corporal con la edad a la pubertad se determinó mediante una correlación de Pearson (SAS, 2011).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La edad a la pubertad de las becerras Brahman nacidas en verano fue de  $637.1 \pm 16.96$  en promedio, con un peso promedio de  $449.75 \pm 38.71$  kg. En la (Tabla 1), se presenta el promedio de las medidas corporales a la pubertad (peso, altura a la cadera y grasa dorsal), así como el coeficiente de correlación de estas con la edad a la pubertad.

La edad y el peso de inicio de la pubertad en la hembra bovina es variable entre razas y dentro de la misma raza (Ballent *et al.*, 2003). Tomando en cuenta lo anterior, se ha establecido un peso mínimo óptimo del peso vivo adulto, a partir de una tasa de crecimiento que les permita alcanzar el 30 % del peso adulto a los 6 meses, el 60 % del peso adulto a los 15 meses (edad a primer servicio) y el 90 % del peso adulto a los 24 meses de edad (edad a primer parto) (Penno *et al.*, 1996), lo cual está establecido para hembras productoras de leche, pero bien puede aplicarse para hembras productoras de carne.

En sintonía con lo anterior, el patrón de peso vivo adulto establecido para hembra Brahman es de entre 550 y 650 kg por lo que el peso obtenido a la pubertad en el presente estudio corresponde a más del 80 % del peso adulto, lo cual es muy superior al establecido en el párrafo anterior (60 % o menos). En este estudio, las becerras ingresaron a los corrales experimentales con  $299.6 \pm 16.7$  kg de peso vivo y  $16.10 \pm 0.52$  meses de edad, registrándose una ganancia diaria de peso (GDP) adecuada para este tipo de ganado ( $0.890 \pm 0.24$  kg por día durante el periodo experimental y  $0.700$  kg por día del nacimiento al inicio del estudio).

---

Posiblemente la línea genética de la unidad de explotación de donde provinieron las becerras experimentales tenga un peso vivo adulto mayor a la media de la raza pues las becerras de este estudio presentaron una edad y peso a la pubertad muy superior a los datos registrados para esta raza de ganado (Bastidas *et al.*, 1997). Si bien, el peso corporal ha sido utilizado como único criterio para determinar el desarrollo corporal, se ha determinado que mediciones corporales como la altura a la cruz o altura a la cadera, el perímetro torácico y el largo del animal permiten determinar de mejor manera el desarrollo corporal.

En el presente estudio, la altura a la cadera a la pubertad fue de  $140.7 \pm 2.79$  cm, valor superior al presentado por Bastidas *et al.*, (1997) en su revisión, lo cual confirma lo aseverado anteriormente que la línea genética de la unidad de explotación de donde provinieron las becerras experimentales es de un peso adulto mayor a la media de la raza y por tanto la edad y peso a la pubertad.

La grasa dorsal a la pubertad en el presente estudio fue de  $16.3 \pm 5.50$  por lo que este valor puede ser el nivel crítico mínimo de grasa, y posiblemente las concentraciones séricas de leptina, en vaquillas Brahman para iniciar la pubertad; esto como lo sugieren varios autores para hembras bovinas (Nelsen *et al.*, 1982; Pardo *et al.*, 2018; Hernández *et al.*, 2021) con tasa de crecimiento normal o restringido (Chelikani *et al.*, 2009).

No se detectó significancia estadística en el coeficiente de correlación entre las medidas corporales estudiadas con la edad a la pubertad ( $p > 0.05$ ) lo cual aparentemente no es consistente con lo esperado, pero fue evidente que la pubertad se presenta una vez que las becerras alcanzan un umbral corporal, siendo en este caso un mínimo de 400 kg de peso y 130 cm de altura a la cadera según los datos de cada animal.

Se detectó una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) de 0.769 entre la grasa dorsal con peso al momento de la pubertad (datos no presentados en la tabla), por lo que algún indicador de edad-altura asociado a composición grasa podrían determinar la edad a la pubertad, particularmente en hembras bovinas de tallas grandes, como lo es la raza Brahman, ya que hay un remanente de hembras de tallas grandes que pese a tener un manejo similar al de sus congéneres pare tardíamente y afecta el promedio de la población.

**Tabla 1. Edad a la pubertad y medias corporales de becerras Brahman nacidas en verano.**

Variable	Media $\pm$ DE	Correlación de Pearson con edad a la pubertad (r)	p-valor de correlación
Edad a la pubertad, días	637.1 $\pm$ 16.96	---	---
Peso a la pubertad, kg	449.75 $\pm$ 38.71	0.149	0.6800
Altura a la cadera, cm	140.7 $\pm$ 2.79	0.276	0.4389
Grasa dorsal, mm	16.3 $\pm$ 5.50	0.040	0.9105

**Media  $\pm$  DE= Media más desviación estándar**

El presente estudio difiere a un reporte reciente (Hernández *et al.*, 2021) en los que utilizando hembras Brahmán y Suizo Pardo encontraron correlación positiva de media a alta entre diferentes medidas corporales, dentro de ellas el peso a la pubertad, con la edad a la pubertad en vaquillas; en el estudio citado, la pubertad en las becerras Brahman se presentó en promedio con 74 kg menos de peso vivo y 49 días menos de edad que en las becerras del presente estudio lo cual podría explicar la falta de correlación de este estudio, en condiciones de cierto nivel de peso y altura animal.

---

Además, se ha demostrado que la actividad reproductivas de las hembras *Bos indicus* son sensibles al fotoperiodo (Villagómez *et al.*, 2015), por lo que, no obstante que las hembras del presente estudio nacieron en verano, este estudio se efectuó en otoño e invierno, con menor horas luz y temperaturas bajas, lo cual puede explicar los mayores parámetro corporales y la pubertad, así como la falta de correlación entre ellos, ya que se ha evidenciado que una menor proporción de hembras bovinas tropicales presentan la pubertad cuando las horas luz disminuyen (Hernández *et al.*, 2021).

En el presente estudio se analizó el desarrollo folicular ovárico en un periodo de cuarenta y dos días previo a la pubertad, es decir, durante el periodo prepuberal (Day *et al.*, 2013); en este periodo se determinó que las becerras Brahman presentan 5.6 ondas de desarrollo folicular, mismas que tuvieron una duración promedio de 7.4 días; en el caso de la onda de la cual se presentó la primera ovulación, ésta tuvo una duración de 7.2 días con un folículo dominante de 11.8 mm en promedio (.).

Tabla 2). Es conocido que, en cada una de las ondas foliculares, varios folículos inician un proceso de crecimiento, y de éstos, uno es seleccionado para dominar sobre los demás, seguir creciendo e inhibir el desarrollo de los subordinados, los cuales sufren atresia.

En la ventana de exploración (42 días previo a la ovulación), los folículos dominantes de las ondas foliculares no ovulatorias no recibieron el estímulo hormonal suficiente para ovular; en cambio, el folículo ovulatorio recibió el estímulo hormonal suficiente para ovular, siendo para este caso un diámetro folicular cercano o mayor a los 12 mm, pues el parámetro obtenido corresponde al último día de exploración ovárica mediante ultrasonografía. No obstante, de acuerdo a la literatura, el diámetro máximo del folículo ovulatorio de las hembras *Bos indicus* es menor al de las *Bos taurus*, lo cual repercute en la capacidad esteroidogénica (Bó *et al.*, 2003).

No se detectó significancia estadística en el coeficiente de correlación entre las medidas ováricas estudiadas y la edad a la pubertad ( $p > 0.05$ ) lo cual aparentemente no es consistente con lo esperado, pero fue evidente que la pubertad se presenta una vez que se alcanza un umbral de desarrollo ovárico, particularmente en el tamaño del folículo dominante. Por tanto, podría establecerse que para vaquillas Brahmán, el diámetro del folículo dominante es de 1.2 cm, como los establece Baruselli *et al.*, (2018).

A pesar que no se encontró ninguna correlación es importante mencionar que los resultados en este estudio coinciden con los presentados por (Calderón *et al.*, 2000; Bó *et al.*, 2003), reportan que las vaquillas *Bos indicus* presentan 3 o 4 ondas de desarrollo folicular por ciclo, similar a lo reportado en becerras *Bos taurus*, con una duración de 7 días, en cuanto al diámetro folicular ovulatorio de 12 mm, de diámetro.

**Tabla 2. Desarrollo folicular ovárico de becerras Brahman nacidas en verano**

Variable	Media $\pm$ DE	Correlación de Pearson con edad a la pubertad (r)	p-valor de correlación
Número de ondas foliculares <sup>1</sup> , número.	5.60 $\pm$ 0.51	0.130	0.7238
Duración promedio de las ondas foliculares <sup>1</sup> , días	7.40 $\pm$ 0.70	0.28	0.4272
Diámetro del folículo dominante ovulatorio, mm	11.8 $\pm$ 1.39	- 0.073	0.8417
Duración de la onda folicular ovulatoria, día	7.20 $\pm$ 1.22	0.300	0.4064

<sup>1</sup>Periodo de 42 días previos a la pubertad (primera ovulación).  
Media  $\pm$  DE= Media más desviación estándar

La LH fue analizada en una ventana de seis horas, en promedio 5.7 meses previo a la presentación de la pubertad de las becerras (Tabla 3), es decir durante el periodo prepuberal, el cual se caracteriza por una consistente inhibición de la secreción de LH inducido por la retroalimentación negativa de estradiol (Day *et al.*, 2013). Durante este muestreo se detectó un promedio de 2.7 pulso cada seis horas, lo que significa que las becerras presentaron 0.45 pulsos de LH por hora, lo cual está muy alejado a los que se requiere para iniciar la pubertad, que es de un pulso de LH cada hora (Moran *et al.*, 1989; Báez *et al.*, 2009).

Los valores presentados en la (Tabla 3), indican que las becerras están a poco menos de seis meses para que estas presentaran la pubertad.

No se detectó significancia estadística en el coeficiente de correlación entre el perfil de hormona luteinizante a los 5.7 meses previos a la pubertad y la edad a la pubertad ( $p > 0.05$ ) lo cual aparentemente no es consistente con lo esperado, pero fue evidente que la pubertad se presenta una vez que se alcanza un umbral hormonal, antes descrito. Es evidente que la concentración media y pulso de LH influyen positivamente en la presentación de la pubertad por lo que la concentración media de la LH en estado prepuberal se relaciona positivamente con dicho indicador reproductivo ( $r = 0.490$  con  $P < 0.15$ ).

**Tabla 3. Perfil de hormona luteinizante de becerras Brahman nacidas en verano**

Variable	Media $\pm$ DE	Correlación de Pearson con edad a la pubertad (r)	p-valor de correlación
Concentración basal, ng/ml	0.01	--	---
Concentración media, ng/ml	0.23 $\pm$ 0.18	0.494	0.1459
Número de pulsos, número/6 h	2.70 $\pm$ 1.74	0.160	0.6571
Concentración máxima del pulso, ng/ml	0.85 $\pm$ 0.67	0.398	0.2538
Amplitud del pulso, ng/ml	0.86 $\pm$ 0.67	0.398	0.2538



---

<sup>1</sup>Valores determinados en una ventana de muestreo realizado 5.7 meses previo a la pubertad, en promedio.  
Media  $\pm$  DE = Media más desviación estándar

## CONCLUSIONES

Se confirma que las becerras Brahman, como otros genotipos de razas *Bos indicus* en el trópico, requieren de 20 meses de edad y 400 kg de peso corporal como mínimo para iniciar la pubertad; la pubertad se presenta cuando los folículos dominantes superan los 11 mm de diámetro con una onda de desarrollo folicular de 7.2 d. La pubertad se presenta cuando las becerras adquieren condiciones corporales, ováricas y hormonales óptimas, y al parecer en la estación del año adecuada.

En nuestro estudio no se detectó una correlación significativa entre las medidas corporales, medidas ováricas y perfil de LH con la edad a la pubertad, lo cual aparentemente no es consistente con lo esperado, pero fue evidente que la pubertad se presenta una vez que se alcanza un umbral corporal, ovárico y de secreción de LH antes mencionado, de ahí que no se detecten correlaciones significativas por lo que la asociación que pueda presentarse no lo es de tipo lineal por lo que algún indicador de edad-altura asociado a composición grasa podrían determinar la edad a la pubertad, particularmente en hembras bovinas de tallas grandes, como lo es la raza Brahman, ya que hay un remanente de hembras de tallas grandes que pese a tener un manejo similar al de sus congéneres pare tardíamente y afecta el promedio de la población..

No obstante, este estudio pone en evidencia la estrecha asociación que existe entre el grado de desarrollo corporal, desarrollo folicular y los factores ambientales con la proporción de hembras que manifiestan la pubertad.

---

## LITERATURA CITADA

- Arrieta E, Porras A, González P. E, Murcia C, Rojas S, Perera M. G. (2006). Ovine serum and pituitary isoforms of luteinising hormone during the luteal phase. PubMed, *Reproduction Fertility end Development*; 18(4)485-95. DOI:10.1071/RD05094
- Arreguin A. J. A, Nett T. M. (2006). A non-genomic action of estradiol as the mechanism underlying the acute suppression of secretion of luteinizing hormone in ovariectomized ewes. *Biology Reproduction* 74(1):202–208.
- Báez, G., & Grajales, H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. Revista *Medicina Veterinaria y Zootecnia Córdoba*, 14(3). <https://doi.org/10.21897/rmvz.347>
- Baruselli P. Mapletoft R. G. Ogunma B. Menchaca A. Sartori R. (2018). Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. *Animal Reproduction*, 15. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR2018-0007>
- Bastidas M. P. A. (1999). Pubertad en novillas y toros brahmán. Revista *Facultad de Agronomía* (LUZ). 16: 690-707. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Ballent M., Landi L. H., Bilbao G., Dick A. (2003). Pubertad, peso vivo y desarrollo corporal en diferentes biotipos bovinos productores de leche: una actualización bibliográfica. *ITEA 99A* (2) 130-136.

- 
- Bó A. G., Baruselli P. S., Martínez, M. F. (2003). Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*.78(3-4), 307-326. 10.1016 / s0378-4320 (03) 00097-6.
- Chelikani P. K., Ambrose D. J., Keisler D. H., Kennelly J. J. (2009). Effects of dietary energy and protein density on plasma concentrations of leptin and metabolic hormones in dairy heifers. *Journal Dairy Science*;92(4):1430-1441.
- Calderón, R. R. C., Villa G. A., Lagunes L. J., Fajersson P. (2000). Desarrollo folicular en novillas Cebú y Suizo Pardo en condiciones tropicales. *Técnica Pecuaria México* 38(3) 163-175.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61338301>
- Day M. L., Nogueira P. (2013). Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. *Animal Frontiers* 3(4)6-11. doi:10.2527/af.2013-0027
- Greiner S. P, Rouse G. H, Wilson D. E, Cundiff L. V, Wheeler T. L. (2003). The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal Animal Science*; 81(3):676-82. doi: 10.2527/2003.813676x. PMID: 12661648.
- Hernández L. C, Calderón R. R. C., Villa G. A., Ríos U. R., Ponce R. S. I., González-Padilla E. (2021). Relaciones entre estacionalidad, características corporales y leptina en el inicio de la pubertad en vaquillas *Bos taurus taurus* y *Bos taurus indicus* en el trópico mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuaria*; 12(4):1025-1044. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i4.5796>
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Hueytamalco, Puebla Clave *geo estadística* 21076
- Moran, C., Quirke, J. F., Roche, J. F. (1989). Puberty in heifers a review Anita. *Elsevier. Reproduction Science*. 18(1) 167-82. <https://doi.org/10.1016/0378->

- Nelsen T. C., Long C. R., Cartwright T. C. (1982). Postinflection growth in straightbred and crossbred cattle. II. Relationships among weight, height and pubertal characters. *Journal Animal Science* 55:293–304.
- Pardo A. M., Villareal E. L., Papaleo M. J., Melucci O. G., Santamaría S., Ferrario J. (2018). Sexual precocity and productivity of beef cattle female under grazing conditions; *Animal Production Science* 59(4)757-766. <https://doi.org/10.1071/AN17804>
- Penno J. W. y MacDonald K. A. (1996). Costs and return from better feeding of cattle higher performance fro bigger heifers. Dairy Research Corporation, Hamilton, 110 – 108.
- Perea F.; González R.; Cruz R.; Soto E.; Rincón E.; González C. y Villamediana, P. (1998). Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinaria -LUZ*, 8 (1), 14- 24.
- Perera M. G., Murcia C, Rojas S, Hernández C. J. and González P. E. (2005). Pattern of circulating luteinizing hormone isoforms during the estrous and luteal phases in Holstein heifers. *Animal Reproduction Science* 86:53-69.
- SAS. (2011). SAS/STAT Software. Versión 9.3 Cary, NC SAS, USA: Institute INC.
- Villagómez A. M. E., Castillo R. H., Villa G. A., Román P. H., Vázquez P. C. (2015). Influencia estacional sobre el ciclo estral en hembras Cebú mantenidas en clima tropical. *Técnica Pecuaria México*. 38 (2), 89-103. <https://www.redalyc.org/articulo?id=61338203>

---

## CAPÍTULO 3

### CURSO-TALLER A PRODUCTORES SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA EDAD A LA PUBERTAD EN VAQUILLAS

#### Resumen

El taller se impartió en la comunidad de Maldonado, municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero. El objetivo fue capacitar a productores de la comunidad de Maldonado sobre la importancia de la pubertad precoz en becerras *Bos indicus* de la raza Brahman en el trópico.

El evento inicio con una plática sobre la importancia de la nutrición y suplementación en rumiantes, requerimientos para mantenimiento y producción de los animales, consumo de materia seca, agua, vitaminas y minerales; así mismo se les dio a conocer la importancia del ensilado de mango maduro más zacate pangola (*Digitaria decumbens*) como una alternativa de suplementación para el ganado bovino en el estiaje. Posteriormente se dio la plática sobre la importancia del inicio temprano de la pubertad en becerras *Bos indicus* de la raza Brahman, se les explico cómo afecta en la reproducción, producción y economía pubertad tardía en vaquillas, dándoles a conocer qué es la pubertad en becerras Brahman, factores que influyen en el desarrollo de las becerras, características de la raza Brahman y la edad y peso que alcanzan la pubertad en el trópico. Por último, se habló sobre la importancia de los protocolos de sincronización de celos, para la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), usando diferentes productos hormonales (prostaglandinas, progesterona, benzoato de estradiol). El curso – taller concluyo con preguntas y respuestas por parte de los productores sobre los temas impartidos y algunas de sus dudas e interés sobre el curso.

**Palabras clave:** suplementación, pubertad, becerras Brahman, inseminación artificial.

---

## Introducción

La ganadería bovina para carne en México se desarrolla bajo diversas condiciones agroecológicas, de infraestructura, manejo de la alimentación, reproducción, sanidad y genética bovina. Así mismo en el trópico, las razas cebuinas (*Bos indicus*) comparativamente con las razas europeas *Bos taurus* han mostrado un comportamiento productivo inferior en la edad al primer parto, aún bajo buenas condiciones de manejo. Sin embargo, debido al mayor tamaño de población, adaptación a las condiciones de radiación solar, temperatura, humedad y fluctuación nutricional las razas Cebú son las que predominan (Mejía *et al.*, 2010).

La rentabilidad de la ganadería se encuentra directamente relacionada con una reproducción efectiva de las hembras bovinas. Esto inicia con el buen desarrollo del aparato reproductor de la hembra, se da desde el mismo momento del crecimiento fetal, y con la funcionalidad ovárica. El ciclo estral tiene unas fases, en los ovarios los folículos son la estructura primordial y originaria de este proceso; acompañados de la relación del hipotálamo-hipófisis-ovario por medio de la liberación de hormonas al torrente sanguíneo (Hernández *et al.*, 2021).

De igual forma, la eficiencia reproductiva es el factor más importante que afecta la rentabilidad del sistema vaca-cría, teniendo un mayor impacto sobre el retorno económico en la producción de carne que la tasa de crecimiento o la calidad del producto (Bastidas *et al.*, 1999). Por otro lado, el estado nutricional de los animales, reflejado en su condición corporal (CC), es determinante para mantener una adecuada función reproductiva.

En ganado Brahman, se han documentado efectos críticos del tamaño corporal sobre las características reproductivas y productivas; así, los animales que poseen medidas bovinométricas moderadas tienen mejores índices de fertilidad. Igualmente, se ha señalado que las vacas fértiles presentan diferencias en el fenotipo, en comparación con aquellas vacas con problemas de fertilidad (Alonzo *et al.*, 2009).

---

En cuanto a la edad y peso son muy amplias las diferencias que se pueden encontrar entre razas e incluso dentro de una misma raza, con respecto a la edad y el peso con que un determinado individuo alcanza la pubertad. Teniendo en cuenta que el efecto de la edad y el peso pueden ser minimizados por el efecto de las condiciones ambientales y de manejo (Araujo *et al.*, 2004).

### **Objetivo**

El objetivo capacitar a productores de la comunidad de Maldonado, sobre la importancia del inicio precoz de la pubertad en becerras *Bos indicus* de la raza Brahman en el trópico, además de la nutrición en rumiantes, importancia de los protocolos de inseminación a tiempo fijo en bovinos.

### **Desarrollo de las actividades efectuadas**

El curso taller se efectuó en la comunidad de Maldonado, municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero. En las instalaciones de la comisaria ejidal, el curso fue por iniciativa de algunos de los productores, que tenían interés por conocer la importancia de la pubertad en becerras *Bos indicus*, razas cebuinas, importancia de la suplementación a base de mango maduro como una alternativa como suplemento alimenticio en tiempos de estiajes, así como también la importancia de los protocolos de sincronización de estro en bovinos. Estos se caracterizan por tener entre 20 y 30 bovinos, F1 Cebú x Suizo Americano, este curso fue impartido a 17 productores (Figura 7). El evento inicio con una bienvenida por parte de la autoridad de Maldonado (Figura 2), y continuamos con la plática sobre la importancia de la nutrición y suplementación en rumiantes, requerimientos para mantenimiento y producción de los animales, materia seca, agua, vitaminas y minerales, así también se les dio a conocer la importancia del ensilado de mango maduro más zacate pangola (*Digitaria decumbens*), posteriormente se dio la plática sobre la importancia del inicio de la pubertad en becerras *Bos indicus* de la raza Brahman (Figura 3), se les explico cómo afecta una pubertad tardía, la parte productiva y reproductiva de los bovinos, así como también se les dio a conocer que es la pubertad, factores que influyen en el desarrollo de las becerras, características de la raza Brahman, la edad

---

y peso que alcanzan las beceras Brahman en el trópico (Figura 4). Por último, se habló sobre la importancia de los protocolos de sincronización de celos, para la inseminación artificial a tiempo fijo(IATF), usando diferentes productos hormonales tales como (Prostaglandinas, Progesterona, Benzoato de estradiol). El curso – taller concluyo con un tiempo de preguntas y respuestas por parte de los productores sobre los temas impartidos y algunas de sus dudas e interés sobre el curso (Figura 5)., a este curso-taller asistieron 17 productores (Figura 6)

### **Conclusión**

El curso-Taller fue de mucha importancia e interés para los productores, ya que desconocían algunos factores que influyen sobre el desarrollo de la pubertad de las beceras en climas tropicales, así como también la importancia de la condición corporal de las beceras al momento de la pubertad, así también la suplementación a base de ensilado de mango maduro más zacate pangola (*Digitaria decumbens*) y protocolos de sincronización del estro para la inseminación artificial en bovinos en el trópico.

### **Recomendaciones e implicaciones**

A pesar que la mayoría de los productores ya conocen sobre el manejo de su ganado, se les recomendó el uso de ensilado de maíz, mango maduro más zacate pangola (*Digitaria decumbens*) como suplemento alimenticio en el tiempo de estiaje, la implementación de un banco de proteína para el ganado a base de Guaje(*Leucaena leucocephala*), proporcionar sales minerales a sus animales para que sus beceras no pierdan peso por falta de alimento y pueda esto afectarles al momento del inicio de la pubertad, implementar cercos vivos para que den sombra para el ganado y de esta forma protegerlos de las radiaciones solares, mejor confort.



---

### Literatura citada

- Alonso V. N., Pulgarín E. F., Tabares P. A., Angarita E., Ceballos A (2009). Medidas corporales y concentración sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman fértiles y subfértiles. *Pesquisa agropecuaria Brasil*. 44 (9). <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000900019>
- Araujo G. A. (2004). Pubertad en la hembra bovina. Facultad de Ciencias Agrarias. Sitio Argentino de *Producción Animal*. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Bastidas M. P. S. (1999). Pubertad en novillas y toros brahmán. Revista de la *Facultad de Agropecuaria (LUZ)*, 16, 690-707
- Hernández K. F., Días O. L. (2021). Incidencia de la condición corporal en la dinámica folicular en hembras bovinas [Seminario de reproducción asistida y genética animal] <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33291>
- Mejía B. G. T., J. G. Magaña J. G., Segura C. J. C., Delgado R., Estrada L. R. J. (2010). Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca-cría en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12,289 – 301.

## Evidencias



**Figura 2.** Presentación por la autoridad del pueblo.



**Figura 3.** Introducción, importancia de la pubertad en becerras Brahman.



**Figura 4.** Explicación del tema de ensilado de mango.



**Figura 5.** Mesa redonda para preguntas y respuestas.

No	Nombre	Firma
1	Humberto Qui Sanchez	[Firma]
2	Aracelis María Mendez	[Firma]
3	Dulcinea Ayrovelino Cruz	[Firma]
4	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]
5	Yolanda Lucilla Cuatrecasas	[Firma]
6	Leopoldo Manuel Cuatrecasas	[Firma]
7	Damaso Mar Leon marcel	[Firma]
8	Tamara Rodríguez Cruz	[Firma]
9	Isabelita Hernández	[Firma]
10	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]
11	Rosalia García	[Firma]
12	Yolanda Sánchez Sandoval	[Firma]
13	Yolanda Sánchez Sandoval	[Firma]
14	Aracelis María Mendez	[Firma]
15	Rosalia García	[Firma]
16	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]
17	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]
18	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]
19	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]
20	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]
21	Yolanda Rodríguez Rojas	[Firma]

**Figura 6.** Relación de asistencia de los participantes



**Figura 7.** Todos los participantes

---

## PRIMER ESTANCIA PROFESIONAL

### Resumen

La estancia se realizó en el rancho El Espinal, durante el periodo comprendido del 1 de junio al 31 de julio de 2020, a cargo del MVZ. Enrique Cruz Montero, propietario y responsable inmediato, específicamente esta unidad de producción se dedica a la cría de ganado suizo americano para la producción de leche y carne, venta de becerros para pie de cría, el ordeño es manual una vez por día, así como también cría de ganado comercial, Cebú Gyr y sardo negro, para la venta de becerros en pie, se practica biotecnología reproductiva como la inseminación artificial, la principal fuente de alimentación de los animales es en pastoreo con rotación de potreros con zacate estrella de áfrica (*Cynodon nlemfuensis*). Además, la agricultura es otra actividad que se realiza con la siembra de maíz que utiliza para hacer ensilado, más pacas de zacate pangola (*Digitaria decumbens*), utilizado como un suplemento alimenticio, en el tiempo de estiaje a todos los animales, en este resumen se describen las actividades realizadas en el área de reproducción y producción, manejo de ganado en el trópico.

**Palabras clave:** Producción, reproducción, ganado suizo americano, ensilado.

---

## Introducción

La ganadería de doble propósito (DP) por su manejo y gestión, es una alternativa para la producción de carne y leche. Sin embargo, las unidades de producción (UP) son heterogéneas, lo cual hace complejo analizar su situación y estado actual, debido a que los ganaderos de una misma región no producen en las mismas condiciones, efecto de diferentes objetivos y orientación de la producción y de factores sociales, económicos del medio en que se desarrollan (Rojas *et al.*, 2017).

Para México las actividades agrícolas y pecuarias son de gran importancia en primer lugar porque de ello depende la seguridad alimentaria y enseguida porque su participación económica en el país incluye la generación de empleos en zonas rurales y la generación de ingresos para numerosas familias (Duran *et al.*, 2018). En el trópico de México los sistemas de producción son primordialmente de carácter extensivo y utilizan pastos nativos o introducidos, como principal fuente de alimento. Los pastos abundan en la época lluviosa, ofreciendo cantidades de proteínas y energía que permiten desde moderadas a buenas ganancias de peso y producción de leche (Gudiño *et al.*, 2021).

El sistema DP es considerado como un sistema ganadero tradicional de producción en la región tropical, donde mediante cruzamientos de razas *Bos taurus* (BT) europeas especializadas o criollas con las razas *Bos indicus* (BI), se obtienen simultáneamente los productos leche y carne (Arce *et al.*, 2017).

## Objetivo

Fortalecer mis conocimientos profesionales aprovechando al máximo las actividades que se realizan para mantener en funcionamiento de un hato ganadero en el trópico.

---

## **Desarrollo de las actividades efectuadas**

Se trabajó con un grupo de 10 vacas, de la raza Suizo Pardo (Figura 13), la alimentación principalmente es a base de pastoreo rotacional, pasto estrella de África (*Cinodon nlemfuensis*), y en tiempos de estiaje son suplementadas con ensilado de maíz, más pacas de zacate pangola (*Digitaria decumbens*), mediante la palpación vía rectal se realizó a los animales un diagnóstico reproductivo de las cuales 6 vacas estaban recién paridas con sus crías y 4 vacas vacías sin crías, estaban identificadas como vacas problemas con un historial que ya se les había dado tratamiento hormonal y no quedaron gestantes, aprovechando la temporada de lluvias, que hay suficiente pasto para las vacas, se realizó un diagnóstico reproductivo a las vacas identificadas como vacas problemas con la finalidad de conocer su estado fisiológico reproductivo.

### **Diagnostico reproductivo**

En esta unidad de producción todas las vacas que entran en fecha de empadre, son preparadas con la aplicación de vitaminas, suplementación con 1kg de maíz molido como suplementación energética 15 días antes de la fecha de empadre.

se realizó un diagnóstico reproductivo, por medio de la palpación vía rectal, usando la técnica de la mano enguantada, se utilizaron guantes hasta los hombros para palpar bovinos (Figura 8), la palpación de los genitales se realizó para identificar la condición útero – ovárica, vacas gestantes y no gestantes o vacas con problemas uterinos como metritis, piometra, quistes luteinizados o problemas de freemartin, también estructuras ováricas, cuerpo lúteo o folículos.

De las cuatro vacas que se palparon solo una se diagnosticó gestante y tres vacas vacías, la vaca gestante ID. A137528-2 con 4.5 meses de gestación aproximadamente, encontrando a la palpación un feto del tamaño de un baloncesto, cotiledones, frémite (.8 cm.), feto descendido hacia la cavidad abdominal (Figura 8).

---

Para corroborar el diagnóstico por medio de la palpación se empleó la ultrasonografía (transductor intra-rectal 7.5 MHz, con una profundidad de penetración de 6.5 cm.).

### **Tratamiento hormonal apoyado de la ultrasografía**

Con el uso del ultrasonido de uso veterinario portátil, se revisó la condición útero – ovárico de las vacas vacías, de las cuatro solo una vaca gestante y tres no gestante, encontrando estructuras ováricas, la vaca con ID. A 137 525-2, con un cuerpo lúteo y dos vacas con folículos pequeños, se les aplicó un tratamiento hormonal, a la vaca ID A137 525-2 con cuerpo lúteo ovario derecho se le aplicó Cloprostenol, análogo sintético de PGF2 2ml., para provocar una lisis del cuerpo lúteo, posteriormente un desarrollo folicular, esta fue inseminada con presencia folicular hasta las 72hr., vaca ID. A137 516 y vaca ID A137 518 con un folículo, se le aplicó 2.5 ml de GnRH, reinicio de la actividad ovárica, para sincronizar un estro (Figura 9), fue inseminada a las 48hr, presencia de moco uterino, y la vaca ID A137 518 se inseminó a calor detectado, tan bien fue inseminada otra vaca sin ID de color blanco a celo natural. (Figura 10)

### **Inseminación artificial (IA).**

La Inseminación Artificial es una biotecnología económica que está al alcance de cualquier productor, consiste en depositar semen de toros de alta calidad genética en el tracto reproductor de la hembra en calor, se emplea para el mejoramiento genético, ya que permite aumentar el número de crías por toro y por año (Figura 11),

---

### **Desparasitación.**

Se programó una desparasitación a un lote de vaquillas de las razas, Cebú Gyr y Sardo Negro, al inicio del periodo de lluvias y de la fecha de empadre, se aplicó un Antiparasitario endotocida, (1ml/50kg/PV/SC), (Figura 12). La producción ganadera en esta región es afectada por nematodos gastrointestinales (NGI) que dañan la mucosa del abomaso e intestinos; además de que afectan la absorción de nutrientes y repercuten en la ganancia diaria de peso (Fernández *et al.*, 2015).

### **Conclusiones**

A pesar de las limitantes encontradas en esta unidad de producción, se logró poner en practica estrategia de manejo reproductivo como la aplicación de biotecnologías, la inseminación artificial y prevención de los animales tales como baño garrapaticida periódicamente y vacuna como prevención (septicemia/carbón sintomático) a todos los animales sanos, alimentación con ensilado de maíz y pacas de zacate pangola (*Digitalia decumbens*).

El éxito reproductivo de un hato depende en gran medida de la condición corporal que presenten las vacas, siendo esta favorecida significativamente por factores como raza (vacas *Bos indicus*), manejo de pasturas (rotación, fertilización y pasto mejorado).

### **Recomendaciones e implicaciones**

La producción de bovinos tanto para carne y leche es una actividad que requiere de personal profesional que esté involucrado en diversas áreas de la salud, producción, reproducción y manejo de los animales domésticos, sin embargo en muchas ocasiones se deja en manos de personal no capacitado, lo que puede traer como consecuencia una baja productividad, este es el caso de la inseminación artificial, al no tener conocimiento de todo el proceso(recolección, crío preservación, descongelamiento etc.) dando como resultado bajos % de preñeces.

Establecer acuerdos y compromisos de trabajo entre un asesor y productor con un objetivo de mantener una producción sana eficiente.

---

### Literatura citada

- Arce R. C., Aranda I. E. M., Osorio A. M. M., González G. R., Díaz R. P., Hinojosa C.J.A. (2017). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de ciencias pecuarias*, 8,1. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4347>
- Durán M. E.; Ruiz M. A.; Sánchez V. V. (2018). Competitividad de la ganadería de doble propósito en la Costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43.
- Fernández F. A., Arrieta R. R., Graillet J. E., Romero S., D., Romero F. M., & Felipe A. I. (2015). Prevalencia de nematodos gastroentéricos en bovinos doble propósito en 10 ranchos de Hidalgotitlán Veracruz, México. *Abanico veterinario*, 5(2), 13-18. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322015000200013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322015000200013&lng=es&tlng=es).
- Gudiño E. R. S., Díaz U. J. A., Retureta G. C. O., Vega M. V. E., Torres C. V., Padilla C. C., Martínez Z. R. O. (2021). Análisis del impacto del uso de bloques multinutricionales en una unidad productiva de doble propósito en la zona centro del estado de Veracruz. *Livestock Research for Rural Development* 33 (6)
- Rojas S. A., Gutiérrez V. E., Mondragón A. J., Albarrán P. B. y García M. A (2017). Tipificación de unidades de producción doble propósito en el trópico seco de Michoacán, México. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/68885>



## Evidencias



**Figura 8.** Diagnostico reproductivo vía rectal



**Figura 9.** Aplicación de hormonas



**Figura 10.** Inseminación artificial a tiempo fijo



**Figura 11.** Inseminación artificial, celo detectado.



**Figura 12.** Desparasitación en vaquillas Cebú



**Figura 13.** Lote de vacas Suizo Pardo.

---

## SEGUNDA ESTANCIA

### Resumen.

La estancia se realizó en el centro experimental Las Margaritas, criador de ganado Suizo Pardo y Holstein (Figura 14) productor de leche y en el rancho El Carmen creador de ganado Brahman (Figura 15) de registro y venta de vaquillas y sementales para pie de cría, durante el periodo comprendido del 16 de noviembre de 2020 al 29 de enero del año 2021. Se evaluó el efecto de la kisspeptina-10 (Kiss-10), administrada repetidamente, sobre la liberación de hormona luteinizante (LH), en becerras pre púberes. de las razas *Bos taurus*, y *Bos indicus*, con edades de 10 a 12 meses con un peso promedio de 200kg de peso vivo, se aplicó una dosis de (5ug/kg. n=6), durante 2 horas/cada 15min.

**Palabras clave:** Reproducción, producción, ganado cebú, kisspeptina.

### Introducción

La pubertad representa una condición crítica en el desarrollo de los mamíferos y en la rentabilidad de las unidades de producción pecuaria. El inicio de este proceso reproductivo es precedido por un aumento en la frecuencia de pulsos de la hormona luteinizante (LH), en respuesta a un incremento en la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). La LH actúa en los ovarios estimulando el desarrollo terminal de los folículos y el incremento en la síntesis y secreción de estrógenos, los cuales a su vez son responsables de inducir el estro y la ovulación.

Se ha establecido que la pubertad es precedida por un incremento progresivo en la secreción pulsátil de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), siendo este cambio el componente clave de control para iniciar la pubertad (Santos *et al.*, 2014).

---

En las hembras bovinas, la presentación temprana de la pubertad tiene especial importancia en la fertilidad y productividad. (Perry *et al.*, 2012). En los sistemas de producción de carne y leche de bovino en el trópico, las vaquillas presentan la pubertad tardíamente y por ello tienen su primer parto entre los tres y cuatro años de edad, cuando el ideal zootécnico desde el punto de vista de productividad es de aproximadamente dos años. (Segura *et al.*, 2013). La tardía edad y bajo peso al primer parto de las vaquillas de trópico, determinan una baja producción de becerros y de leche. Consecuentemente es importante conocer los mecanismos fisiológicos reguladores de la pubertad y los factores que los afectan, lo cual potencialmente conducirá al desarrollo de nuevas estrategias de manejo para reducir la edad a la pubertad de las vaquillas, mejorar la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de las unidades de producción ganadera. (Alamilla *et al.*, 2017).

La kisspeptina (KISS) o kisspeptinas es una familia de péptidos que, según el número de aminoácidos, son denominados como: KISS-54, -14, -13 y -10., Se ha considerado a las neuronas productoras de KISS como integradoras de señales que actúan modulando el tono de operación de los ejes somatotrópico y gónada (Alamilla *et al.*, 2017).

En becerras de siete meses de edad, una aplicación de KISS-10 (5 µg/kg) evoca un aumento en la LH y hormona del crecimiento (GH) circulantes. En contraste, en becerras de cinco meses de edad la misma dosis de KISS-10 no altera la liberación de GH, pero induce la liberación de LH y de FSH, esta última no estudiada en las becerras de 7 meses, por tanto, se desconoce si la KISS puede o no estimular la liberación de LH en becerras pre púberes mayores de 7 o menores de 5 meses de edad. Asimismo, se ignora si la liberación de FSH y GH posterior a la administración de KISS puede ser diferente en becerras pre púberes de edad variable dentro de este rango, de menor o de mayor edad. (Alamilla *et al.*, 2017). La edad a la pubertad está estrechamente asociada con el peso y la composición corporal; sin embargo, las concentraciones sanguíneas de metabolitos y hormonas relacionados con estas variables presentan interacciones complejas, por lo que las señales de origen

---

metabólico que conducen hacia el inicio de la pubertad no se conocen con exactitud. (Villa *et al.*, 2018).

## **Objetivos**

Fortalecer mis conocimientos profesionales aprovechando al máximo las actividades que se realizan en el centro experimental Las Margaritas

## **Desarrollo de las actividades efectuadas**

Se trabajó con dos diferentes lotes de becerras de las razas *Bos taurus* y *Bos indicus*, con edades de entre 10 y 12 meses, con un peso promedio de 200kg (Figura 16). La principal alimentación es en pastoreo intensivo en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), se les aplicó kisspeptina-10 a una dosis de (5ug/kg/PV. N=6), durante 2 h., cada 15 min. Además, se colectaron muestras de sangre, por punción de una de las venas yugulares y se depositaron en tubos vacutainer sin aditivo, para ver la curva de respuesta de la LH, como se muestra en la (Figura 17), una vez obtenidas las muestras y después de un reposo, (Figura 18), se trasladaron al laboratorio del centro Las Margaritas donde fueron centrifugadas a 1500xg/15 min. y separado el suero sanguíneo como se muestra en la (Figura 19), y para su almacenamiento a una temperatura de -20 °C hasta su análisis por radioinmunoanálisis (RIA) en el laboratorio de reproducción animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). ). El RIA para LH fue en fase líquida de 120 h de incubación a 4° C, siguiendo el procedimiento descrito por Arrieta *et al.*, (2006).

## **Conclusiones**

Lo que se buscó en este trabajo fue encontrar una respuesta de LH, al péptido con la aplicación en repetidas veces en las becerras pre púberes de 11 y 12 meses de edad, pero no hubo ninguna respuesta al momento de la aplicación, el péptido no funcionó.

---

## **Recomendaciones e implicaciones**

Se recomienda seguir realizando más trabajos empleando estos tratamientos hormonales como la kisspeptina-10, (kisspeptina nueva, no desnaturalizada), en becerras pre púberes, aprovechando el uso potencial de la kisspeptina -10, ya sea con fines terapéuticos o de manejo para resolver problemas asociados con anovulación o pubertad tardía en becerras.

---

### Literatura citada

- Alamilla R. M., Calderón R. R. C., Rosete F. J. V., Rodríguez H. K., Vera A. H. R., Arrequín A. J. A., Neff T. M. Gutiérrez A. C. G., González P. E., Gómez C. M., Villa G. A. (2017). Kisspeptina en becerras pre púberes :1. Influencia de la edad en la respuesta de la LH, FSH y GH. A kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1, leptina y estradiol. *Revista Mexicana Ciencias Pecuaria*, 8(4):375.
- Arrieta E, Porras A, González P. E, Murcia C, Rojas S, Perera M. G. (2006). Ovine serum and pituitary isoforms of luteinising hormone during the luteal phase. *Reproduction Fertility and Development*; 18:485-495.
- Perry G. A. (2012). Harnessing basic knowledge of factors controlling puberty to improve synchronization of estrus and fertility of heifers. *Journal Animal Science*; (90), 1172-1182
- Segura C. J. C, Magaña M. J. G, Centurión C. F, Segura C. V. M. (2013). Efecto de grupo racial y edad a primer parto sobre el número de partos durante la vida útil de vacas Cebú. *Archivo Medicina Veterinaria*, (45) 41-44
- Santos E. R, Calderón R. R. C., Vera A. H. R., Perera M. G., Arrequín A. J. A, Nett T. M. (2014). Secreción de hormona luteinizante y actividad ovárica en respuesta a KISS-10 administrada en forma repetida y su asociación con IGF-I y leptina séricos en becerras pre-púberes. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*;5(2):181-200.
- Villa G. A., Echeverría S. R. Fernández, J. Calderón R. R. C., Marín G. (2018). Kisspeptina en becerras pre púberes 2. Respuesta de la LH, FSH y GH. A distintas dosis de kisspeptina 10 y su asociación con IGF-1 Y leptina circulante. *Revista Mexicana. Ciencias Pecuarias*; 9(4): 720-737.

## Evidencias

		
<p><b>Figura 14.</b> Becerras <i>Bos taurus</i>. Las Margaritas</p>	<p><b>Figura 15.</b> Becerras <i>Bos indicus</i>, Rancho El Carmen</p>	<p><b>Figura 16.</b> Pesaje de las becerras</p>
 <p>7 Oct 2021 11:24:43 AM 20°07'63"N 97°25'69"W Altitud: 1004m Velocidad: 0.00km/h Rancho El Carmen</p>		
<p><b>Figura 17.</b> Toma de muestra sanguínea.</p>	<p><b>Figura 18.</b> Reposo de las muestras sanguíneas</p>	<p><b>Figura 19.</b> Centrifugación de las muestras</p>

---

## **TERCERA ESTANCIA**

### **Resumen**

La estancia se realizó en el rancho La Esperanza ubicado en la localidad de Las Iguanas, Municipio de Ometepepec, Gro., bajo la supervisión del MVZ. Ulises Estrada Mateo, propietario y responsable inmediato.

El objetivo es identificar y poner en práctica estrategias de manejo, alimentación, reproducción y sanitaria, esta unidad de producción, se especializa en crear ganado F1, Suizo Americano x Cebú, para la producción de leche y venta de becerros en pie.

Además, la agricultura es otra actividad que se realiza, con la siembra de maíz para ensilado, que es utilizado para la suplementación de los animales en el tiempo de estiaje, una parte es a través de ensilados y otra parte es la mazorca molida y almacenado.

Con esta estancia se busca mejorar la producción de leche y aportar al mejoramiento genético de los animales, por medio de cruzamientos, haciendo uso de las biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial (IA).

**Palabras clave:** reproducción, genética, ganado F1, ensilado.



---

## Introducción

La ganadería en el trópico se caracteriza por presentar una baja producción, así como por fluctuaciones entre épocas, ya que durante la época de lluvias los animales se encuentran relativamente bien alimentados, produciendo a su máxima capacidad; sin embargo, en la época seca la alimentación es pobre, reduciendo notablemente la producción. La productividad ganadera en términos de carne y leche es dependiente del desempeño reproductivo, y este a su vez se encuentra íntimamente relacionado con la fertilidad. Un intervalo entre partos normal incrementa tanto el número de terneros nacidos como la cantidad de leche producida (Báez *et al.*, 2009).

Asimismo, la región tropical mexicana es la de mayor potencial para mantener los hatos de cría bovina del país y para contribuir a la nutrición de las comunidades más pobres y aisladas con la producción local de leche y carne. Las áreas tropicales, clasificadas como trópico seco (TS) y trópico húmedo (TH) son alrededor de 24 y 32 millones de hectáreas, respectivamente, y de éstas se utilizan para pastoreo más de 23 millones, que se estima producen alrededor del 80 % del forraje de temporal para pastoreo.

La ganadería bovina tropical en México se caracteriza por contar con sistemas de producción con menos intensificación tecnológica, asociado a las condiciones agroclimáticas de las regiones tropicales, predominando la utilización de ganado criollo, cebú y sus cruzas con ganado especializado en la producción de leche, y cuya fuente de alimentación es principalmente el pastoreo. (González *et al.*, 2018).

La ganadería en México es una actividad agropecuaria importante; ocupa más del 50% del territorio nacional y mantiene 35,224,960 de cabezas de ganado bovino (SIAP. 2019). Un manejo nutricional adecuado es un punto clave para el mantenimiento de la productividad en un sistema ganadero, pues influencia fuertemente en parámetros reproductivos (Granja *et al.*, 2012).

---

La reproducción es fundamental para la ganadería tanto de producción láctea como cárnica. Las explotaciones bovinas dependen en gran medida de la capacidad de una ternera para llegar a la pubertad a una edad adecuada, mantener la ciclicidad estral, para lograr la preñez (Ruiz *et al.*, 2011).

Para que exista competitividad y eficiencia en un sistema de producción ganadero, las vacas deben estar ciclando lo más rápido posible para conseguir alcanzar la meta básica de todo sistema de producción de bovinos de carne o doble propósito, que consiste en la producción de un becerro por vaca cada año (Granja *et al.*, 2012).

### **Objetivo**

Fortalecer mis conocimientos profesionales adquiridos en teoría en el aula de clases, identificar y poner en práctica estrategias de manejo, alimentación, reproducción y sanidad en la unidad de producción en trópico.

### **Desarrollo de las actividades efectuadas**

#### **Alimentación y manejo**

La alimentación del ganado, principalmente es en pastoreo con rotación de praderas con pastos de zacate estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), y zacate nativo grama de la Costa (*Cynodon dactylon*), las praderas se usan cuando el pasto alcanza una altura de aproximadamente 50cm. Y los animales salen de la pradera cuando el zacate tiene una altura de 10cm, y tienen un periodo de descanso de 22 días, en tiempos de estiaje todo el ganado es suplantado con ensilaje de maíz, mazorca molida y pacas de zacate pangola (*Digitaria decumbens*), más sales minerales (Figura 20).

Los becerros después de la ordeña son separados y alojados en corral para becerros donde tiene su comedero y bebedero, la alimentación es a base de ensilado más un suplemento proteico comercial con 18% de PC. (Figura 21).

---

### **Identificación, selección y descorné.**

Todos los becerros a los dos meses de edad son identificados con fierro quemador y el arete de SINIGA, y al tercer mes son descornado (cautín), la selección de becerras para remplazo es por fenotipo tomando en cuenta la cantidad de producción de leche de la vaca, todas las vacas para su registro productivo como reproductivo son identificadas con arete plástico con un numero progresivo del rancho. la vaca que no produzca leche para criar a su cría, esta es candidata a ir al rastro.

### **Manejo reproductivo.**

En esta unidad de producción se practica 100%, la IA, (Figura 22), durante todo el año, en base a protocolos de sincronización de estro a base de una doble aplicación de PFG2a., solo a vacas que estén ciclando, que halla presencia de cuerpo lúteo, la primer aplicación de PFG2a es el día cero y se Insemina las 72 h a todas las vacas que presenten celo, la segunda aplicación es en el día 11 a vaquillas y hasta el día 14 a vacas de segundo parto o más, es para todos los animales que no presentaron celo con la primera aplicación y se inseminan a los animales que presenten celo, todos los animales que entran a estos protocolos son preparados con 20 días antes de la fecha de empadre, se les aplica vitaminas (vigantol ADE fuerte, 5ml/animal/dosis única), así como también se les proporciona 1 kg de maíz molido como bese de energía, para llegar al empedré con buena condición corporal de 3 puntos de la escala del 1 al 5, donde 1 es un animal delgado y 5 es un animal obeso, cabe mencionar que en esta unidad de producción se realizan evaluaciones de la eficiencia reproductiva periódicamente.

### **Manejo de sanidad**

A todos los becerros recién nacidos se les proporciona 2 litros de calostro en las primeras horas de nacidos, a los becerros que nacen con un poco de anemia, se les aplican 5ml/IM/3días, de hemoplex (reconstruir glóbulos rojos y estimular el apetito) , se les desinfecta el ombligo con yodo al 7%, solo toman leche materna por la mañana, por la tarde y durante el día son encerrados en corraletas para becerros, así como también se programaron baños garrapaticidas (Bovitraz al 12%, Dosis 2ml por litro de agua), está indicado contra ectoparásitos: Garrapatas: Boophilus

---

microplus. *Boophilus decoloratus*. *Rhipicephalus evertsi*, a todos los animales, (Figura 23), en el tiempo que estuve de estancia se presentó un caso clínico de mastitis bovina aguda, el animal presento 39.5° de temperatura, pérdida de apetito, depresión del animal como se muestra en la (Figura 24), tratamiento se le aplico antibiótico de amplio espectro (Ceftiofur sódico, 10ml/5días/IM, suero glucosado IV, flunixin meglumina, 1ml/45 kg de peso vivo/24 h, antiinflamatorio, analgésico y antipirético, no corticoide.

La unidad de producción cuenta con tres hectáreas para el cultivo de maíz para hacer silo (Figura 25).

### **Vacuna**

La vacuna se aplica a todo el ganado sano, desde los 3 meses de edad y como refuerzo cada 6 meses para obtener una mejor respuesta inmune. NAINVAC 11 VIAS, Bacterina toxoide para inmunizar y prevenir la clostridiosis, pasteurelisis, manheimiosis y haemophilosis, a una dosis de 5ml Intramuscular o Subcutánea.

### **Conclusiones**

Podemos concluir que, a pesar de las limitantes encontradas en esta unidad de producción, se logró poner en práctica algunas estrategias de manejo, una hectárea más de siembra de maíz, para la suplementación alimenticia a base de ensilado, mazorca molida, y pacas de zacate pangola (*Digitaria decumbens*), y reproductivas implementamos biotecnologías reproductivas como la IA, en el caso clínico de mastitis bovina aguda, la vaca se recuperó.

### **Recomendaciones e implicaciones**

En esta unidad de producción sigue siendo una limitante la alimentación, suplementación de ensilado de maíz y mazorca molida para los animales, esto provoca una restricción alimenticia, se recomienda la implementación de praderas con pastos mejorados y siembra de más hectáreas de maíz para ensilado, ya que lo que se tiene no es lo suficiente para el número de animales en la unidad productiva.

**Figura 26. Evaluación de la eficiencia reproductiva**

Fecha:	MVZ:
Nombre UPP:	Propietario:

**Datos generales**

Tipo de empadre:	Estacional ( )	Bianual ( )	Continuo ( )
Meses de empadre:	E ( ) F ( ) M ( ) A ( )	M ( ) J ( ) J ( ) A ( )	S ( ) O ( ) N ( ) D ( )
Tipo de servicio:	Monta ( )	I.A. ( )	Mixto ( ) Monta dirigida ( )
Sincronización de estros:	Sí ( )	No ( )	
Tipo de producción:	Carne ( )	Leche ( )	Doble propósito ( )
Número de toro ( )	Número de Vientres ( )		
Raza del toro:	Pura ( )	Cruza ( )	Tipo de raza: Cárnica( ) Lechera ( ) Cárnica con lechera ( )

**Manejo reproductivo:**

**Sanidad:**

Vacunación:	Doble/Triple ( )	Derriengue ( )	Bru ( )	CRB ( )	Leptos ( )
Nombre comercial:					

**Evaluación reproductiva:**

Vaca	No. Partos	Estado Reproductivo			Meses de gestación(2 - 9)	Lactando		Condición corporal (1 a 5)	En Ordeña		Edad de becerro (meses) o fecha de nacimiento	Genotipo			
		Gestante	Ciclando	Anestro		S	N		S	N		Cebú	Europea carn	Cebú + Europea carn	Cebú + Europeateche
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L
						S	N		S	N		C	EC	C+E C	C+E L

---

### Literatura citada

- Báez, G., & Grajales, H. (2009). Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Revista Médico Veterinario Zootecnista Córdoba*, 14(3). <https://doi.org/10.21897/rmvz.347>
- González, P. E. (2018). Presentación y resumen del documento del estado del arte de la red de investigación e innovación tecnológica Para la ganadería bovina tropical (REDGATRO).
- Granja, S. Y. T.; Cerquera, G. J., Fernández, B. O. (2012). Factores Nutricionales que Interfieren en el Desempeño Reproductivo de la Hembra Bovina. *Revista Colombiana Ciencia Animal*. 4(2):458-472. <https://doi.org/10.24188/recia.v4.n2.2012.227>
- SIAP. (2019). Bovinos de carne y leche producción ganadera. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516353/Inventario Bovinos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516353/Inventario_Bovinos.pdf).
- Ruiz A. J. L., Uribe V. L. F., Osorio J. H. (2011.). Factor de crecimiento semejante a insulina tipo 1 (IGF-1) en la reproducción de la hembra bovina. *Veterinaria, Zootecnia*, 5(2): 68-81.

## Evidencias

		
<p><b>Figura 20.</b> Alimentación a base de ensilado de maíz, y mazorca molida.</p>	<p><b>Figura 21.</b> Becerros lactantes.</p>	<p><b>Figura 22.</b> Practicando la inseminación artificial.</p>
		
<p><b>Figura 23.</b> Realizando baño garrapaticida.</p>	<p><b>Figura 24.</b> Caso clínico, vaca con mastitis aguda</p>	<p><b>Figura 25.</b> Cultivo de maíz, para ensilar ,</p>