



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**FACTORES ASOCIADOS AL INICIO DE LA ACTIVIDAD
OVÁRICA DE BOVINOS COMÚNMENTE CRIADOS
EN EL MUNICIPIO DE TANTOYUCA, VER.**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRO EN PRODUCCIÓN
PECUARIA TROPICAL**

PRESENTA
ING. LUCIANO OLIVARES SIXTO

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. KARLA LISSETTE SILVA MARTÍNEZ

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FORMATO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS DE POSGRADO

Tantoyuca, Ver., a 11 de septiembre de 2020.

C. Luciano Olivares Sixto.

PRESENTE:

De acuerdo al dictamen emitido por el jurado asignado para la revisión de su Trabajo Profesional, integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE: Dra. Karla Lissette Silva Martínez

SECRETARIO: Dr. Claudio Vite Cristóbal

VOCAL: M.C. Oscar del Ángel Piña

SUPLENTE: M.C. Armando Arrieta González

Y considerando que cumple con todos los requisitos del reglamento de titulación en vigor del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, doy a usted la autorización para que proceda a imprimir su Trabajo de Posgrado para titulación por la:

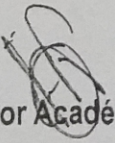
Opción de "TESIS" cuyo nombre del trabajo es:

**"Factores asociados al inicio de la actividad ovárica de bovinos comúnmente criados en el
municipio de Tantoyuca Ver"**

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines correspondientes a su Examen de Grado de **Maestro en Producción Pecuaria Tropical**, por lo cual deberá entregar al encargado de Titulación de Posgrado un ejemplar de su documento final de tesis empastado en color vino con letras doradas y cuatro CD's (debidamente rotulados) en archivo PDF, así como donar un libro (nuevo) de su LGAC al Centro de Información (Biblioteca).

Esperando que el logro del mismo sea congruente con sus deseos profesionales.

ATENTAMENTE


Director Académico

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Tantoyuca, Veracruz a 11 de septiembre de 2020

Yo, Luciano Olivares Sixto, alumno (a) de la Maestría de Producción Pecuaria Tropical con número de control M183S0003, por medio del presente declaro mi conformidad para ceder los derechos del proyecto: Factores asociados al inicio de la actividad ovárica de bovinos comúnmente criados en el municipio de Tantoyuca Ver., desarrollado en: el municipio de Tantoyuca, Ver durante el periodo comprendido del 18 de febrero del año 2019 al 15 de julio del año 2020 del cual declaro:

- Que es inédito
- Que es de mi autoría y me hago responsable por su contenido
- Que autorizo al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca para que, en el caso de que sea requerido pueda hacer uso libre de la totalidad del contenido del proyecto, para que sea desarrollado o divulgado en cualquier medio impreso o electrónico.
- El presente instrumento no contempla remuneración alguna por la transferencia de los derechos sobre dicho proyecto.

Lo anterior con el fin de que quede expresamente asentado mi consentimiento total a favor del instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca en todo lo relativo al proyecto en mención.

Para constancia firma:

Vo. Bo.

Luciano Olivares Sixto

Dra. Karla Lissette Silva Martínez

Nombre y firma del(a) alumno(a)

Nombre y firma del asesor interno

FACTORES ASOCIADOS AL INICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA DE BOVINOS COMÚNMENTE CRIADOS EN EL MUNICIPIO DE TANTOYUCA, VER

Tesis elaborada por **Luciano Olivares Sixto**, bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN PECURIA TROPICAL

DIRECTOR: DRA. KARLA LISSETTE SILVA MARTÍNEZ

COORDIRECTOR DR. CLAUDIO VITE CRISTÓBAL

REVISOR M.C. OSCAR DEL ÁNGEL PIÑA

DEDICATORIA

A mis padres, Catalina Sixto Hernández y Luciano Olivares Nicolás, mi razón de ser.

Su amor, comprensión, confianza y apoyo son el regalo máspreciado que poseo.

A mi esposa Santa Bautista Téllez y a mi hija Andrea Rubí Olivares Bautista, por estar siempre presentes, acompañarme e impulsarme a ser cada día mejor.

Ustedes son mis compañeros de viaje.

A todos aquellos que han formado parte de mi vida y han contribuido a mi formación como profesional y persona.

Sinceramente gracias

AGRADECIMIENTOS

A Dios por cada oportunidad, por guiarme para estar en lugar, en el momento y con las personas adecuadas.

Al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, por el apoyo recibido y por contribuir a mi formación académica y profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para realizar mis estudios de Maestría.

Al M.C. Armando Arrieta González un ejemplo de compromiso y dedicación en el quehacer docente, a quien le agradezco su tiempo, paciencia y valiosas aportaciones para llevar a buen término esta investigación, también por el apoyo recibido durante la fase de campo de esta investigación.

A la Dra. Karla Lissette Silva Martínez por el tiempo dedicado, su colaboración y valiosos comentarios a este trabajo de investigación.

Al Dr. Claudio Vite Cristóbal por el tiempo dedicado, su colaboración y valiosos comentarios a este trabajo de investigación.

Al M.C. Oscar del Ángel Piña, director del Instituto Tecnológico Superior por el tiempo dedicado, su colaboración y valiosos comentarios a este trabajo de investigación.

A la Unión Ganadera Regional del Norte de Veracruz por el apoyo con el equipo de ultrasonido.

A los productores ganaderos asociados a la asociación ganadera local de este municipio quienes amablemente prestaron sus unidades de producción pecuaria para la realización de esta investigación.

A los alumnos de la carrera de Ing. en agronomía por su apoyo recibido durante la fase de campo de esta investigación.

DATOS BIBLIOGRÁFICOS

Luciano Olivares Sixto nació el 5 de marzo de 1993 en Tantoyuca, Veracruz, México, se graduó de Ingeniero Agrónomo con especialidad en, Gestión e Innovación de Sistemas Agropecuarios del Trópico, en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, generación 2011-2016. Para la obtención de grado de Ingeniero Agrónomo realizó un trabajo de investigación que se denominó, “Caracterización del sistema de producción bovina en la congregación Santa Clara municipio de Tantoyuca, Veracruz” el cual se presentó como Tesis Profesional. Tiene experiencia laboral como docente de la misma institución en la academia de la carrera de Ingeniería en Agronomía, además también ha desempeñado cargos de inspección zoonosanitaria, por parte del gobierno del estado(SUBSEGEP).

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue identificar, los principales factores que afectan el inicio de la actividad ovárica en hembras prepúberes de la Huasteca Veracruzana de México. Se realizaron muestreos en unidades de producción pecuaria del municipio de Tantoyuca. El monitoreo para determinar el inicio de la actividad ovárica, se realizó mediante el uso del ultrasonido y por medio de la palpación rectal; del mismo modo, se observó la presencia de estructuras ováricas (folículos en crecimiento y cuerpos lúteos), además se midieron los biométricos de los animales muestreados, se estimó la condición corporal, y se registró el manejo proporcionado a los animales en los seis meses previos a su estudio. Para el análisis de las características del manejo dentro de las unidades de producción se utilizó una serie de preguntas que abordaron temas de manejo sanitario, reproductivo, crianza y nutrición. De las unidades de producción pecuaria seleccionadas, se utilizaron todos los animales disponibles que estuvieron dentro de los parámetros de selección. Se realizó un análisis de regresión múltiple y análisis clúster para identificar las variables categóricas que más impactaron del modelo. Se encontró que el inicio de la actividad ovárica está en función ($p < 0.05$) principalmente del desarrollo anatómico, el efecto de la bioestimulación de novillonas con la presencia de machos desempeña un rol importante en este aspecto. El mosaico genético, presente en los animales de las distintas unidades de producción no afectó ($p > 0.05$) el inicio de la actividad ovárica; las hembras (*Bos taurus* x *Bos indicus*), iniciaron la pubertad a menor edad.

Palabras clave: actividad ovárica, prepúberes, factores.

CONTENIDO	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DATOS BIBLIOGRÁFICOS	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	11
General:	11
Específicos:	11
HIPÓTESIS	12
II. ANTECEDENTES	13
III. MARCO TEÓRICO	16
Consideraciones fisiológicas sobre el ciclo estral bovino	16
Fase lútea	18
Crecimiento del aparato reproductivo	19
Dinámica folicular	20
Crecimiento y desarrollo prepuberal	22
Pubertad	22
Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral	23
Hipotálamo	23
Hipófisis	24
Ovarios	24
Útero	25
Factores nutricionales que afectan la edad en la pubertad de novillonas	25
Consumo de nutrientes	26
IV. MARCO DE REFERENCIA	27
Situación nacional del tema	27
Situación estatal	28
Situación regional	28
V. MATERIALES Y MÉTODOS	29
Macrolocalización	29
Clima	31

Relieve	33
Microlocalización del área de estudio.....	34
Tamaño de muestra	36
Animales incluidos para la investigación.....	37
Las actividades de campo se realizaron de la siguiente manera:.....	37
Variables a medir	39
Análisis de datos.....	40
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
VII. CONCLUSIONES.....	47
VIII. LITERATURA CITADA	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Inventario bovino por región con base al padrón ganadero nacional en el estado de Veracruz	29
Cuadro 2. Ecuaciones de regresión múltiple de FOD, TOD, AFOD, FOI, TOI y AFOI, valor de R^2 y nivel de significancia.....	41
Cuadro 3. Significancia de los parámetros de las ecuaciones de regresión múltiple de las variables categóricas para las variables modeladas FOD, TOD, AFOD, FOI, TOI y AFOI en bovinos de más de un año de edad criados en el sistema doble propósito en la Huasteca Veracruzana	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema simplificado de las interacciones hormonales del eje Hipotálamo – Hipófisis – Ovario	23
Figura 2. Estado de Veracruz, Macrolocalización del área de estudio	30
Figura 3. Climas del estado de Veracruz	32
Figura 4. Relieve del Estado de Veracruz	34
Figura 5. Municipio de Tantoyuca, Veracruz	35
Figura 6. Dendograma de las variables de respuesta	45
Figura 7. Analisis de residuales para las variables modeladas AFOD Y AFOI	46

I. INTRODUCCIÓN

El Sistema de Producción de bovinos doble propósito es desarrollado en la mayoría de las regiones tropicales de América Latina, en este sistema el pastoreo extensivo es el más utilizado (Vilaboa y Díaz, 2009). La producción de carne y leche en estos países dependen de este tipo de sistemas (Orantes *et al.*, 2010). En México el 25% la producción de leche es generada en el Sistema de Bovinos Doble Propósito (SBDP) (Pérez *et al.*, 2003), por otro lado, la producción de carne de este sistema se centra en la venta de becerro al destete (Gómez *et al.*, 1982; Escobar *et al.*, 1984; Anta *et al.*, 1989; Pérez *et al.*, 2001; Pech *et al.*, 2007).

En las zonas tropicales se ha trabajado con nuevas razas de bovinos en la búsqueda de mejores índices de desarrollo en las crías, mejor eficiencia productiva y reproductiva y una mayor rusticidad y adaptación a las adversas condiciones climatológicas (Koppel *et al.*, 1984; Cunningham, 1989; Cortes *et al.*, 2003; Vilaboa y Díaz, 2009; Orantes *et al.*, 2010; Martínez *et al.*, 2012; Román-Ponce *et al.*, 2013).

En el estado de Veracruz una de las actividades productivas que más aportan a la economía estatal es el SBDP, 43 % de la superficie del territorio del estado se dedica a esta actividad (INEGI, 2007). La ganadería aporta el 10.3 % del Producto Interno Bruto estatal (INEGI, 2007). El SBDP se desarrolla en 10 de los 12 Distritos de Desarrollo Rural (DDR) que conforman el estado de Veracruz. Se producen 234 mil toneladas de carne bovina y 720 millones de litros de leche por año, cifras que le confieren a Veracruz el primer lugar nacional en inventario bovino y producción de carne y quinto lugar en producción de leche (Gobierno del Estado de Veracruz, 2009).

Veracruz cuenta con 3,926,683 cabezas de ganado bovino (12% del Inventario Nacional), ubicando a Veracruz como el primer productor de carne en canal en el país (SIAP, 2010). La ganadería bovina se desarrolla en aproximadamente 116 mil Unidades de Producción Pecuaria (SPP), distribuidas en todo el territorio estatal (INEGI, 2010).

El SBDP es el más importante en las regiones tropicales de México (Román, 1995). Cerca del 64% de los productores del país manejan sus animales en este sistema. Sin embargo, su productividad es baja, tanto por superficie de tierra empleada, como por animal. La eficiencia reproductiva de los vientres no es adecuada con intervalos entre partos en promedio de 447 días (Anta *et al.*, 1989). La baja eficiencia reproductiva es una característica de los hatos de doble propósito en esta región y la fertilidad es un carácter que influye directamente sobre la productividad individual y del hato (Magaña y Delgado, 1998; Osorio y Segura, 2002; Teyer *et al.*, 2003; Parra-Bracamonte *et al.*, 2005).

La ganadería extensiva que se desarrolla en la región huasteca se caracteriza por bajos índices productivos y reproductivos, lo anterior se debe a diversos factores que afectan de forma directa e indirecta el comportamiento animal. Si bien es cierto que la ganadería extensiva es poco tecnificada, también es cierto que los altos precios que implica la implementación de nuevas prácticas tecnológicas es un factor de peso a considerar al momento de decidir invertir o no.

El SBDP, es el más difundido en la región, por lo cual es de gran importancia para la economía de la zona del municipio de Tantoyuca, Ver., por ello con el presente trabajo se pretende identificar los principales factores que afectan el inicio de la actividad ovárica en novillonas criadas para vientres de remplazo, ya que el inicio de la vida productiva de un bovino depende de este parámetro y por lo tanto afecta la rentabilidad y sostenibilidad del sistema. La información generada podría servir como una herramienta para identificar que prácticas de manejo deben mejorarse con el objetivo de reducir la edad a la pubertad.

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

General:

Identificar los principales factores que afectan el inicio de la actividad ovárica en novillonas añales criadas en el sistema de bovinos doble propósito.

Específicos:

1. Elaborar un modelo de regresión lineal múltiple para identificar los factores que afectan significativamente el inicio de la actividad ovárica en novillonas añales.
2. Estimar el impacto del manejo, asociado al inicio de la actividad ovárica.
3. Caracterizar con base a un análisis clúster los grupos de manejo zootécnico que afectan el inicio de la actividad ovárica.

HIPÓTESIS

El inicio de la actividad ovárica (pubertad), determina el momento en el cual se vuelve activa la capacidad reproductiva de los organismos, este es un proceso fisiológico complejo por estar condicionado a diferentes factores, aquellos propios del animal (intrínsecos), así como los ajenos a este (extrínsecos), en este sentido se plantea que los aspectos relacionados con la edad, manejo sanitario, nutricional y la bioestimulación (efecto macho), así como las características genéticas de la hembra de reemplazo del sistema de bovinos doble propósito en la huasteca Veracruzana, son los principales factores que afectan y definen el inicio de la actividad ovárica.

II. ANTECEDENTES

De acuerdo con lo presentado por Granja *et al.* (2012), un sistema de producción ganadero se considera competitivo y eficiente si sus vacas ciclan lo antes posible, ya que de esta manera se logra alcanzar el objetivo general: la producción de una cría por vaca por año.

Según González y De la Fuente (2012), la edad a la cual las novillonas alcanzan la pubertad (EP) se considera un componente importante de la eficiencia reproductiva ya que se relaciona con menores intervalos generacionales.

Lo anterior concuerda con lo expuesto por Granja *et al.* (2012), quienes además recalcan que una elevada edad a la pubertad en las novillonas influye directamente en los costos de producción del sistema, ya que se estarán necesitando más tiempo y recursos para producir lo mismo.

Debido a esto, la crianza de novillonas de remplazo (futuras reproductoras) es considerada la etapa crítica en la producción vacuna, por lo tanto, si se logra que las hembras alcancen la pubertad y la preñez al tiempo deseado, mantengan la gestación a término y tengan un parto y lactancia normal, se puede decir que se está cumpliendo una buena producción de reemplazos (Pedroso *et al.*, 2013).

Por su parte Jiménez *et al.* (2015), indican que un adecuado desempeño reproductivo está ligado a una buena rentabilidad, lo cual se confirma con la opinión de los ganaderos quienes reconocen que la reproducción es un elemento fundamental para un adecuado desarrollo y progreso en sus sistemas ganaderos, siendo la meta anhelada lograr intervalos entre partos (IEP) de máximo de 13 meses.

Entre los factores que afectan los parámetros reproductivos se encuentran género, raza, ambiente, nutrición y tipo de producción (extensivos, semi-intensivos e intensivos) (Morales *et al.*, (2009). En términos de raza existen diferencias entre *Bos indicus* (Brahman, Gyr, Guzerat, Nelor y otros) y *Bos taurus* (Angus, Hereford, Simmental, Charoláis y otros), incluyendo razas criollas (Romosinuano, Sanmartinero,

Blanco orejinegro, Hartón del Valle y otros), en donde las razas taurinas, criollas y cruces (*Bos taurus x Bosindicus*) presentan parámetros reproductivos diferentes, afectado por la rusticidad y adaptación de las razas (Grajales *et al.*, 2006). La nutrición es un factor esencial al condicionar los aspectos fisiológicos reproductivos que condicionan la fertilidad (Crowe *et al.*, 2018). Fallas en la fertilidad reflejan aumento de días abiertos, abortos, mortinatos e infertilidad (Ghoribi *et al.*, 2012) representado en pérdidas económicas (Chamba *et al.*, 2017).

Estudios realizados por Quintans *et al.*, (2004; 2007), demostraron que cuando la ganancia de peso aumenta en novillas durante el periodo pos-destete se anticipa la edad en alcanzar la pubertad. En diversos experimentos, cuando la ganancia de peso pos-destete fue variada en terneras, el desempeño reproductivo fue comprometido (Linch *et al.*, 1997; Freetly *et al.*, 2001). Por lo tanto, existe la sugerencia de que hay espacio para la variación en la velocidad y el tiempo de la ganancia de peso corporal de novillas desde el destete hasta la pubertad; esto representaría la posibilidad de optimizar los recursos de suplementación y reducir los costos para la generación de novillas de reemplazo.

Duchens y De los Reyes (1995) definen pubertad en animales domésticos “como la presentación del primer estro asociado a una ovulación potencialmente fértil, que es seguida por una fase luteal de duración normal y el inicio del primer ciclo sexual”, es decir, cuando la novilla produce por primera vez gametos aptos para la fertilización, y esta edad está relacionada con el tamaño y peso corporal, los que a su vez están determinados por otras variables como son la raza y la nutrición (Sánchez, 2010).

La entrada a la pubertad está determinada por algunos autores por la edad, aunque el peso no determina esta etapa, si lo es un orden indeterminado de condiciones fisiológicas que resultan de un peso dado (Miranda, 2014); para otros es más importante y determinante el desarrollo corporal, dado por la genética y la nutrición, la cual determina el peso del animal, llamado "peso crítico", el cual aparentemente, a través de una serie de eventos endocrinos lleva al desarrollo del animal hacia la

presentación de la pubertad, como lo reporta Greer *et al.* (1983) mencionado por (Grajales *et al.*, 2006).

Estudios realizados en América Latina han demostrado que con alimentación apropiada se garantiza una ganancia de peso entre los 300 y 600 g/día, y hace que las novillas alcancen la pubertad a temprana edad y con un adecuado desarrollo corporal (Cruz, 2006).

Además del peso y la edad, la genética también contribuye significativamente en la aparición de la pubertad (Hess, 2003). Es considerado que una novilla alcanza un peso adecuado para la reproducción cuando alcanza el 60 a 65% del peso adulto, (Hess, 2003). Novillas taurinas (Angus, Hereford, Limousin, etc.) alcanzan la pubertad con el 60% del peso adulto; novillas taurinas de razas doble propósito (Pardo suizo) con el 55% y novillas cebuínas con el 65% del peso adulto (Hess, 2003).

Fue demostrado por Wiltbank *et al.* (1979), que la suplementación con concentrado para 200 días antes del inicio de la primera estación de monta, con el objetivo de alcanzar un peso corporal mayor antes de la primera monta, resulta en mejores tasas de estro y preñez en los primeros 20 días de cobertura. Con el propósito de evaluar el efecto de dos planos de nutrición (100% y 150%) de los requerimientos del NRC (1988) sobre el crecimiento y aparición de la pubertad, Romero *et al.* (1995) utilizaron 36 novillas y confirmaron que el nivel de alimentación resultó ser el factor principal que afectó el crecimiento de las novillas. Las novillas alimentadas con el 150% de los requerimientos del NRC (1988), presentaron aumentos significativos en la ganancia diaria de peso, el peso a la pubertad y se redujo significativamente la edad en la que alcanzaron la pubertad, comparadas con las novillas alimentadas con el 100% de los requerimientos. Sin embargo, al utilizar suplementos alimenticios para auxiliar el crecimiento y la ganancia de peso, se debe tener en cuenta el costo final de producción de las novillas. Funston y Deutscher (2004) relataron que reducir el peso final en las novillas puede resultar en oportunidades de reducción de costos de producción, sin perjudicar la reproducción.

III. MARCO TEÓRICO

Consideraciones fisiológicas sobre el ciclo estral bovino

La hembra bovina es poliéstrica continua (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011). Esto significa que mientras ningún evento (fisiológico o patológico) lo impida, los ciclos estrales se suceden desde la pubertad durante toda la vida del animal. Previo a la pubertad algunas fases del ciclo irán teniendo lugar para ser detenidas, ya sea por falta de estimulación o presencia de inhibición (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

Cada ciclo tiene una duración de 17 a 23 días (21 días en promedio) y su duración depende en gran medida de cuantas ondas foliculares tengan lugar durante el mismo (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011). El celo dura entre 6 y 18 h y la ovulación sucede posterior a su finalización (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011). Post ovulación se desarrolla un cuerpo lúteo que elevará los niveles de progesterona plasmática (P4) desde el día 4 y hasta el día 16 a 20, donde se produce la luteolisis (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

El proceso descrito anteriormente es regulado por el hipotálamo, la hipófisis, las gónadas y el útero, que funcionalmente se constituyen como un eje de regulación endócrina, paracrina y autócrina (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

El hipotálamo produce hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) en las neuronas de la porción medio basal y anterior, particularmente en el núcleo arcuato y es liberada a los vasos portales hipofisarios, para así dirigirse a la adenohipófisis (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011). La GnRH se libera de manera pulsátil y cada pulso induce un pico de LH y FSH (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

En la oveja se ha visto que cada pulso de LH induce un pico de estradiol folicular, que en presencia de progesterona ejerce una retroalimentación negativa sobre la secreción hipotalámica de GnRH (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

Después de la luteólisis, cuando la progesterona vuelve a niveles basales, el mecanismo se invierte eliminando la retroalimentación negativa y aumentando la pulsatilidad de LH, induciendo la producción de estradiol folicular, para que

eventualmente desarrolle un folículo dominante y la alta producción de estradiol induzca un pico preovulatorio de gonadotrofinas (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011). De esta manera el estradiol ejerce un control negativo o positivo sobre la secreción de LH, dependiendo de la presencia o ausencia de niveles umbrales de progesterona (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

El ciclo estral de la hembra bovina puede dividirse en dos fases según la estructura anatómica ovárica y estado funcional que predomine: fase folicular y fase lútea, además se podría considerar una fase intermedia periovulatoria (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

Fase folicular: El inicio de la fase folicular tiene lugar con la luteólisis, durante esta fase los niveles de P4 decaen por debajo de 1 ng/mL. Esta baja en los niveles de P4 elimina la retroalimentación negativa ejercida sobre la secreción de gonadotrofinas (Schams, 1987; Bo *et al.*, 2007). Como consecuencia, se produce un aumento de la frecuencia de pulsos de LH (1 pulso cada 60 min) y en menor medida de FSH (Schams, 1987; Bo *et al.*, 2007). Este aumento de LH estimula el desarrollo del folículo dominante, que secreta cantidades crecientes de estradiol. La duración de este periodo dependerá del grado de desarrollo del folículo dominante al momento de iniciar la luteólisis, ya que dependerá de cuanto tarde el folículo en desarrollarse lo suficiente como para secretar el estradiol necesario como para desencadenar la descarga preovulatoria de LH (Schams, 1987; Bo *et al.*, 2007).

Durante la fase periovulatoria se inicia el celo, y se desencadena el pico preovulatorio de gonadotrofinas y la ovulación. El celo ocurrirá entre 58 y 60 h desde la luteólisis (Dieleman *et al.*, 1986), los niveles de estradiol durante este periodo irán en aumento hasta inducir el comportamiento de celo (Hurnik, 1987) y un pico preovulatorio de LH.

El aumento de estradiol estimula la síntesis de receptores de GnRH en la hipófisis (Schoenemann *et al.*, 1985; Kinder *et al.*, 1991), aumentando la sensibilidad hipofisaria a esta hormona (Kesner *et al.*, 1981). Este proceso culmina con la liberación de una

descarga de GnRH que induce el pico preovulatorio de gonadotropinas (Bo *et al.*, 2007).

La LH, secretada en respuesta al pico de GnRH, estimula la maduración final del folículo, la activación del ovocito para reiniciar la meiosis y el mantenimiento del cuerpo lúteo (Bo *et al.*, 2007). La ovulación ocurre unas 24 a 30 h del inicio de las descargas de LH (Bo *et al.*, 2007). Además, este aumento de LH provoca un aumento de la irrigación ovárica, se disocia el *Cumulus oophorus*, por lo que se reinicia la meiosis, eliminando el primer corpúsculo polar (Bo *et al.*, 2007).

Se produce además un aumento y cambio en la producción de esteroides, aumentando la producción de progesterona, produciendo edema y estimulando la colagenasa de la teca que degrada el tejido conectivo, e iniciando la formación del estigma folicular, donde se romperá el folículo al momento de la ovulación (Russo, 2011).

Por otra parte, aumenta la producción de prostaglandina-E2 (PGE2) y prostaglandina-F2 α (PGF2 α), la primera a través del activador del plasminógeno colaborará en la formación del estigma, y las contracciones provocadas por PGF2 α producen la rotura del folículo (Russo, 2011).

Luego de la descarga preovulatoria de LH no se registran pulsos de secreción de esta hormona durante 6 a 12 h (Walters y Schallenberger, 1984), aparentemente por el agotamiento del contenido de LH en la hipófisis. Sin embargo, la secreción de FSH continúa y se produce un segundo pico, por la eliminación del efecto de retroalimentación negativa de la inhibina, que era producida por el folículo preovulatorio (Fortune, 1994; Bo *et al.*, 2007).

Fase lútea

La fase lútea comienza después de la ovulación y se caracteriza por la presencia de un cuerpo lúteo funcional con secreción de P4, la concentración de esta hormona comienza a aumentar hacia el día 3 o 4, para alcanzar un pico entre el día 8 y 12, (Fitz *et al.*, 1982).

Luego de la ovulación, la cavidad del folículo es invadida por células de la granulosa y de la teca, que se diferenciarán a células tecales grandes y pequeñas, respectivamente (Fitz *et al.*, 1982). Si bien ambos tipos de células producen progesterona, las células pequeñas poseen casi todos los receptores de LH y tienen una respuesta seis veces más alta a LH, y contribuyen en un 15% de la secreción de progesterona.

Las células luteales grandes, quienes aportan el 85% de la progesterona circulante, poseen casi todos los receptores de PGE2 y PGF2 α (Bo *et al.*, 2007). Estas células también producen neurofisiina y oxitocina, que cumplen un importante rol en la luteólisis.

Pasados alrededor de 14 días bajo efectos de la progesterona, el endometrio secreta pulsos de PGF2 α , que llega al ovario a través de una difusión local arterio-venosa o mecanismo de contracorriente y da comienzo a la luteolisis (Bo *et al.*, 2007). En la luteólisis intervienen hormonas secretadas por el folículo dominante (estradiol), el propio Cuerpo Lúteo (CL) (oxitocina) y el endometrio (PGF2a) (Bo *et al.*, 2007).

El estradiol induce en el endometrio la síntesis de receptores, donde actuará la oxitocina proveniente de la neurohipófisis en primera medida y posteriormente del CL, lo cual induce la cascada que termina en la producción de PGF2a, la que es descargada en la vena utero-ovárica y pasa a la arteria ovárica en íntima relación con esta (Knickerbocker *et al.*, 1988). PGF2a induce la liberación por parte del CL de más oxitocina, la que estimula la secreción de más PGF2a, estableciéndose un feedback positivo (Knickerbocker *et al.*, 1988).

Crecimiento del aparato reproductivo

El crecimiento de los ovarios en terneras prepúberes ocurre entre las dos y 14 semanas y luego entre las 30 a 60 semanas de vida (Honaramooz *et al.*, 2004) a una tasa casi cuatro veces mayor a la del cuerpo en el primer periodo y a una tasa similar que el resto del cuerpo en el último (Desjardins y Hafs, 1969).

El número de folículos antrales aumenta significativamente entre las seis y 60 semanas de vida (Desjardins y Hafs, 1969; Honaramooz *et al.*, 2004). El diámetro máximo folicular aumenta entre las ocho y 14 semanas, de las 38 a las 42 y luego de las 52 a las 60 semanas de vida, este aumento de diámetros está correlacionado con el diámetro de las estructuras tubulares (Honaramooz *et al.*, 2004). El mismo autor reporta una correlación entre el número de folículos mayores a 3 mm con el diámetro uterino, siendo esta última menor que en el caso anterior, esto demuestra una muy coordinada sucesión de eventos relacionados entre sí. El desarrollo tubular por su parte muestra un rápido crecimiento hacia las 10 semanas de vida, para luego desacelerarse y luego volver a incrementarse entre las 12 a 24 semanas y entre las 32 y 40 semanas de vida (Honaramooz *et al.*, 2004).

Durante la fase lútea se dan ondas de desarrollo folicular y cada onda es precedida por un aumento de la FSH, a medida que la P4 aumenta la frecuencia de liberación de LH disminuye y sólo cuando una onda folicular se da en ausencia de P4 podrá eventualmente llegar a la ovulación (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011).

Dinámica folicular

El desarrollo folicular de la hembra bovina sigue un patrón de ondas; por ejemplo, durante un ciclo estral se dan dos o tres ondas de crecimiento folicular. Cada onda involucra el desarrollo sincrónico de un grupo de folículos desde los 4 mm, que se da en simultáneo en los dos ovarios (Ginther *et al.*, 1989). Después de dos o tres días de crecimiento un folículo ejercerá su dominancia sobre los demás, que se atresiarán, volviéndose el folículo dominante (Adams *et al.*, 1993). La primera onda de crecimiento folicular comienza el día 0 del ciclo estral (día de la ovulación), la segunda onda se inicia el día ocho o nueve, o nueve o 10, según el ciclo estral sea de dos o tres ondas de crecimiento folicular (Ginther *et al.*, 1989). En los ciclos de tres ondas, la tercera onda emerge el día 15 o 16.

Previo a cada onda folicular existe un aumento en la concentración de FSH (Bo *et al.*, 2007; Russo, 2011). Esta hormona es la responsable del reclutamiento de un grupo

de folículos y este aumento comienza dos días antes de la emergencia de la onda, para alcanzar la máxima concentración el día antes o el mismo día de la emergencia de la onda.

Luego del reclutamiento folicular, la concentración de FSH comienza a descender alcanzando su mínimo al momento de la desviación (día 2, 5 aproximadamente), en el cual el folículo dominante posee la capacidad de seguir creciendo con bajos niveles de FSH, y no así los folículos subordinados (Ginther, 2000; 2016).

El folículo dominante produce estradiol e inhibina que actúan suprimiendo los niveles circulantes de FSH (Martin *et al.*, 1991; Gibbons *et al.*, 1997; Ginther, 2016). La inhibina es secretada por todos los folículos en desarrollo, mientras que el estradiol se produce principalmente en el dominante (Bo *et al.*, 2007).

El folículo dominante posee receptores para LH en las células de la granulosa y en las células de la teca, mientras que los folículos subordinados solo los tienen en las células de la teca, permitiéndole crecer en un ambiente con baja concentración de FSH (Ginther, 2016). La LH estimula en las células de la granulosa del folículo dominante la producción de estradiol, de aquí que el folículo dominante es LH dependiente. Los niveles altos de progesterona no suprimen la liberación de FSH, pero si inhiben los pulsos de LH (Ginther, 2016).

Este fenómeno es responsable de que un folículo no pueda ovular una vez ejercida su dominancia, y comience a arreciarse (Ginther, 2016). Previo a la regresión morfológica cesa la producción de estradiol y de inhibina, liberando el freno a la secreción de FSH, quien iniciará una nueva onda de reclutamiento (Ginther, 2016). En caso de no existir un cuerpo lúteo funcional, ya en la fase folicular del ciclo estral, permitirá el aumento de la frecuencia de pulsos de LH, lo que estimulará el mayor crecimiento del folículo dominante, aumentando las concentraciones de estradiol, ocurriendo el comportamiento de celo y la ovulación (Ginther, 2016).

Crecimiento y desarrollo prepuberal

Durante la vida prepuberal el aparato reproductivo va creciendo y alterando sus estructuras y su fisiología hasta volverse completamente funcional al momento de la pubertad (Day y Nogueira, 2013). Este proceso está coordinado y regulado por centros cerebrales (hipotálamo e hipófisis) y los ovarios en el caso de la hembra (Day y Nogueira, 2013). Además, está influenciado fuertemente por señales metabólicas, principalmente nutricionales, que van inhibiendo o estimulando el desarrollo (Day y Nogueira, 2013). Por lo tanto, la pubertad se da cuando las aferencias estimuladoras superan a las inhibitoras (Day y Nogueira, 2013). Se ha demostrado que algunas fases de este proceso son decisivas y determinantes de la edad a la pubertad de las hembras (Day y Nogueira, 2013). En este sentido, no solo es importante la nutrición de la hembra, sino también la nutrición de su madre, que la afectará directamente ya sea en la etapa de desarrollo embrionario, como también en lactancia (Day y Nogueira, 2013).

Pubertad

La pubertad puede definirse como el momento en que las hembras adquieren capacidad de reproducirse, es decir, de dejar descendencia (Estill, 2014). En términos fisiológicos esto implica que la vaquillona ovule y esta ovulación se continúe con una fase lútea normal (Moran *et al.*, 1989), logrando aumentos en los niveles de P4 sérica por encima de 1 ng/mL (Jones *et al.*, 2014). Este momento es el final de una serie de cambios madurativos que va sufriendo el animal, y es desencadenada por una pérdida de sensibilidad del eje hipotalámico-hipofisario-gonadal a una retroalimentación negativa ejercida por el 17- β estradiol, lo que permite que se desencadene un pico preovulatorio de LH (Day *et al.*, 1984; Moran *et al.*, 1989). Se considera que los bovinos pueden ser enmarcados dentro de la teoría gonadostática, que considera que es la propia gónada la que de alguna manera detiene su propio desarrollo.

Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral

El ciclo estral está regulado por la interacción de varios órganos: entre ellos están el eje hipotálamo, hipófisis, el ovario y el útero.

La Figura 1 muestra un esquema simplificado de cómo los órganos y hormonas actúan durante el ciclo estral. Las hormonas sirven como mensajeros químicos que viajan por la sangre hacia órganos y tejidos específicos que contienen receptores para hormonas específicas y que regulan las fases del ciclo estral (Lamb *et al.*, 2009).

Hipotálamo

El hipotálamo forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH); la GnRH se difunde a través de los capilares al sistema hipofisiario y de allí a las células de la hipófisis anterior, en donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisiarias: Hormona Folículo Estimulante (FSH) y Hormona Luteinizante (LH), entre otras (Lamb *et al.*, 2009).

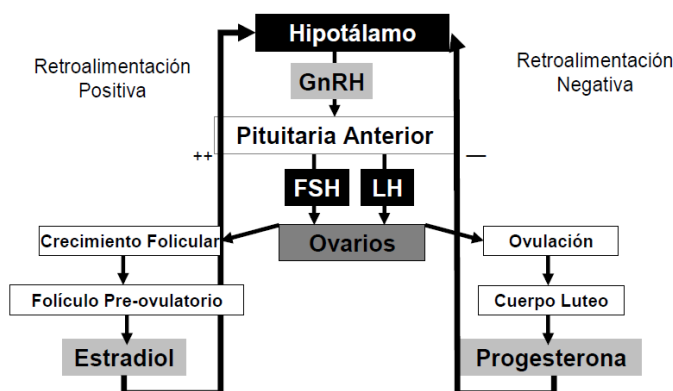


Figura 1. Esquema simplificado de las interacciones hormonales del eje Hipotálamo – Hipófisis – Ovario (Lamb *et al.*, 2009).

Hipófisis

Éste órgano consta de una parte anterior y otra posterior. La hipófisis anterior o adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la Hormona Folículo Estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH) cumplen un papel relevante en el ciclo estral. La FSH es la encargada del proceso de esteroideogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la LH es la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo (Lamb *et al.*, 2009). La hormona oxitocina, que también es producida en el hipotálamo, es almacenada en la adenohipófisis e intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides en el útero, así como en el proceso de luteolisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario (Lamb *et al.*, 2009).

Ovarios

Los ovarios son glándulas que tienen básicamente dos funciones: una exocrina, que es la liberación de óvulos, y otra endocrina, que es la producción y secreción de hormonas. Entre las hormonas que producen los ovarios podemos citar los estrógenos o estradiol, la progesterona y la inhibina (Lamb *et al.*, 2009). Los estrógenos son hormonas esteroideas producidas en el folículo ovárico y son los responsables de estimular la conducta sexual o de celo actuando sobre el sistema nervioso central del animal; además, tienen acción sobre otros órganos del aparato reproductivo como son las trompas de Falopio, el útero, la vagina y la vulva (Lamb *et al.*, 2009). Los estrógenos tienen un efecto de retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo la liberación de GnRH que a su vez inducirá la liberación de FSH y LH en la hipófisis anterior (Lamb *et al.*, 2009). (Figura 1). La progesterona es también una hormona esteroide producida en el cuerpo lúteo por acción de la LH; es responsable de la preparación del útero para permitir la implantación del embrión y de mantener la gestación (Lamb *et al.*, 2009). La progesterona produce un efecto de retroalimentación negativa sobre el hipotálamo (Lamb *et al.*, 2009). (Figura 1). La inhibina es una hormona proteica producida en el folículo que interviene en el mecanismo de regulación de la secreción de FSH y tiene un efecto de retroalimentación negativa

sobre la hipófisis anterior produciendo una menor secreción de FSH (Lamb *et al.*, 2009).

Útero

Produce la Prostaglandina F2 α (PGF2 α) la cual interviene en la regulación del ciclo estral mediante su efecto de luteolisis o regresión del cuerpo lúteo, así como también interviene en los procesos de ovulación y parto (Lamb *et al.*, 2009).

Factores nutricionales que afectan la edad en la pubertad de novillonas

La edad en que ocurre la primera cobertura en la concepción son determinantes primarios de la productividad de las novillas, y el tiempo en el que las novillas alcanzan la pubertad es el principal factor que determina la competencia de la hembra en su primera estación de monta (Day *et al.*, 2010). La edad en que las novillas llegan a la pubertad varía, depende de muchos factores que incluyen genética, peso corporal, nutrición y manejo (Day *et al.*, 2010). Desde el punto de vista práctico, la pubertad en la hembra bovina es el punto final de una serie de eventos que resulta en una ovulación acompañada del estro y una función lútea normal (Moran *et al.*, 1989).

La edad a la pubertad varía entre las razas, y dentro de linajes y familias, según Abeygunawardena y Dematawewa (2004) las novillas *Bos indicus* no alcanzan la pubertad con menos del 60% de su peso adulto, en comparación con novillas *Bos taurus* tanto las de aptitud lechera como las de carne pueden llegar a la pubertad con 30 a 50% del peso corporal adulto.

Como recomendación general se tiene que las novillas alcancen el 65% del peso corporal adulto en el inicio de su primera estación de monta (Fox *et al.*, 1988; Patterson *et al.*, 2000). En un estudio realizado por Smith *et al.* (1976) fue reportado que la edad y el peso corporal a la pubertad tienen una correlación positiva, con un coeficiente de 0,67 \pm 0,24 lo que no es sorpresa, considerándose la influencia que tanto la edad como el peso ejercen sobre la pubertad.

Consumo de nutrientes

Los factores nutricionales de mayor impacto en la reproducción están relacionados principalmente al consumo adecuado y al balance de energía, vitaminas, minerales y proteínas. La partición de nutrientes dentro del organismo sigue un orden preferencial: metabolismo basal, actividad o trabajo, crecimiento, reserva de energía básica, gestación, lactación, reserva de energía adicional, ciclo estral e inicio de gestación y reserva de energía en exceso (Pires *et al.*, 2011).

Los efectos de la nutrición sobre la reproducción han sido extensivamente examinados usándose la energía como variable. El consumo insuficiente de energía está relacionado al pobre desempeño reproductivo, resultando en un periodo prolongado de anestro pos-parto, baja producción de progesterona por el cuerpo lúteo y baja tasa de concepción (Lucy, 2003). La energía es el factor limitante para las vacas en periodo de transición (Lucy, 2003); sin embargo, el aumento en la densidad energética de las dietas puede ser más complicado, ya que si una vaca no está consumiendo materia seca suficiente para suplir las necesidades energéticas del metabolismo basal, producción y reproducción, la densidad energética solo puede ser aumentada si no compromete la salud del animal (Biehl *et al.*, 2011), ya que el consumo elevado de concentrado puede ocasionar acidosis y/o disminución en el consumo de materia seca (Granja *et al.*, 2012).

La tasa de preñez en vacas y novillas es afectada por el consumo de energía antes y después del parto. El consumo inadecuado de energía al final de la gestación disminuye la tasa de preñez incluso cuando el consumo energético pos-parto es adecuado (Pires *et al.*, 2011). El cálculo de la energía necesaria para el metabolismo basal y la producción, comparado con la energía consumida muestra que después del parto, las vacas entran en un balance energético negativo (Pires *et al.*, 2011) (BEN). El medio por el cual el balance energético afecta el desempeño reproductivo aún no ha sido establecido; la necesidad de energía del ovario es relativamente menor que la necesidad para el metabolismo basal y la producción de leche, consecuentemente probablemente el BEN no afecta directamente la función ovárica, (Pires *et al.*, 2011).

Fue demostrado por Imakawa *et al.* (1987) que el BEN influencia el sistema endocrino el cual regula la función ovárica, al inhibir el desarrollo de los pulsos de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y de la hormona luteinizante (LH), necesarias para la reactivación ovárica.

El crecimiento folicular está relacionado al balance energético, estudios demostraron que el ovario responde a los cambios en el balance energético; las vacas en el periodo de BEN presentan mayor cantidad de folículos pequeños y pocos folículos grandes (≥ 10 mm de diámetro) (Lucy *et al.*, 1991). Cuando las vacas salen del BEN la cantidad de folículos pequeños disminuye y aumenta el número de folículos grandes. Estos estudios también determinaron que el aumento en el balance energético está relacionado positivamente con la amplitud de los pulsos de LH y el diámetro de los folículos (Lucy *et al.*, 1991).

Existe una relación positiva entre el nivel sanguíneo de progesterona 12 días antes del primer servicio y la tasa de concepción del primer servicio; en un estudio realizado por Fonseca *et al.* (1983) por cada ng/mL que aumentó la progesterona durante la última mitad del ciclo estral antes del primer servicio, la tasa de concepción aumentó 12%. Adicionalmente, por cada kg de peso corporal ganado durante los primeros 28 días antes del primer servicio, el nivel de progesterona aumento 0., 3 ng/mL. Consecuentemente las vacas que ganaron peso durante el mes anterior al primer servicio presentaron valores de progesterona más altos que las vacas que perdieron peso.

IV. MARCO DE REFERENCIA

Situación nacional del tema

El inventario bovino en México es superior a los 31 millones de cabezas de las cuales 33% se enfocan en sistemas especializados, a la producción de leche (19%), carne (14%) y 67% al sistema doble propósito (SIAP-SAGARPA, 2006; INEGI, 2007). Según la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNG) en México hay más de 800,000 productores pecuarios, de los cuales cerca de 700,000 se dedican a la

ganadería bovina ya sea para producción de leche y/o carne (Rocha, 2009); es por ello que ésta es una actividad con importancia económica y social. La ganadería DP se desarrolla principalmente en la costa del Golfo de México que comprende el 28.3% del territorio nacional y concentra más del 40% del inventario bovino (Pérez *et al.*, 2003). En Veracruz, Chiapas y Tabasco se concentra el 80 % de la ganadería DP y el resto se distribuye en los diferentes estados con clima subtropical (Rivas, 1992). Este sistema genera el 19.5% de la producción nacional de leche y el 50% de la producción de carne (INEGI, 2007).

Situación estatal

En el estado de Veracruz, una de las actividades productivas que más aporta a la economía estatal es la ganadería de DP. El 43% de la superficie estatal se dedica a esta actividad. La ganadería aporta el 10.3% del Producto Interno Bruto (PIB) estatal (INEGI, 2007). El inventario bovino es 2.45 millones de bovinos DP y 407,271 vientres especializados en leche, 204,944 vientres para producción de carne y 428,554 vientres de DP (INEGI, 2007). La ganadería DP se desarrolla en 10 de los 12 Distritos de Desarrollo Rural (DDR) que conforman el estado de Veracruz (Gobierno del Estado de Veracruz, 2009) con una producción de 234 mil toneladas de carne bovina y 720 millones de litros de leche anuales, cifras que le confieren a Veracruz el primer lugar nacional en inventario bovino y producción de carne y quinto lugar en producción de leche (Gobierno del Estado de Veracruz, 2009).

Situación regional

Los 12 municipios con mayor número de cabezas de bovinos son: Las Choapas (122,772), Minatitlán (96,533), Jesús Carranza (91,891) y San Juan Evangelista (80,757) en la Zona Sur. En la Zona Central destacan: Tierra Blanca (87,339), Playa Vicente (63,774), Tlaxicoyan (57,706) y Juan Rodríguez Clara (53,350). En la Zona Norte, los inventarios mayores están en, Ozuluama (96,246), Panuco (91,287), Tempoal (47,784) y Tantoyuca (44,828).

La información estadística del inventario ganadero nacional y estatal ha sido motivo de discrepancia y escepticismo, sin embargo, los datos que aporta el SINIIGA, (2012) por la metodología usada, generan mayor confiabilidad.

Cuadro 1. Inventario bovino por región con base al padrón ganadero nacional en el estado de Veracruz (SINIIGA, 2012).

CONCEPTO	NORTE		CENTRO		SUR		TOTAL	\bar{X}
	No.	\bar{X}	No.	\bar{X}	No.	\bar{X}		
UPP'S	28,636		46,824		31,791		107,251	
Vientres	718,846	25	892,246	19	761,431	24	2,372,144	22
Sementales	26,204	1	35,536	1	30,029	1	91,770	1
Vaquillas (12 a 24 m)	99,946	3	182,934	4	149,734	5	432,614	4
Novillos/Toretos (más de 12 m)	7,898	0	24,481	1	26,223	1	60,602	1
Hembras (8 a 12 m)	105,002	4	152,557	3	118,439	4	375,998	4
Machos (8 a 12 m)	25,414	1	45,888	1	44,225	1	115,527	1
Becerras y Becerras lactantes	97,578	3	125,623	3	155,319	5	378,520	4
Total	1,109,144	39	1,508,090	32	1,317,192	41	3,934,426	37

SINIIGA, datos al 30 de octubre de 2012. No.= Número, \bar{X} =Promedio por UPP.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Macrolocalización

La presente investigación se realizó en el municipio de Tantoyuca, Veracruz (Figura 2) ubicada en la zona norte del estado. Para seleccionar el área de estudio se consideraron las características de la actividad pecuaria más difundida en la zona, el cual es el sistema de bovinos de doble propósito.



Figura 2. Estado de Veracruz, macrolocalización del área de estudio (INEGI, 2010).

Información relevante del estado de Veracruz (INEGI 2010):

- Capital: Xalapa-Enríquez
- Municipios: 212
- Extensión: Representa 3.66% del territorio nacional.
- Población: 8, 112,505 habitantes, el 6.8% del total del país.
- Distribución de población: 61% urbana y 39% rural; a nivel nacional el dato es de 78 y 22% respectivamente.
- Escolaridad: 8.2 años (poco más de segundo año de secundaria); 9.1 años el promedio nacional.
- Hablantes de lengua indígena de 3 años y más: nueve de cada 100 personas. A nivel nacional siete de cada 100 personas hablan lengua indígena.
- Sector de actividad que más aporta al PIB estatal: Comercio.
- Aportación al PIB Nacional: 5.1%.

Clima

Los climas que predominan en este estado son: cálido subhúmedo 53.5% y cálido húmedo 41%, estos se localizan en la Llanura Costera del Golfo Norte y Sur; el 3.5% presenta clima templado húmedo, el cual se localiza en las partes altas de las zonas montañosas y el 1.5% presenta clima templado, localizado también en las partes altas de la montaña; el 0.5% es seco y semiseco localizado en la región oeste del estado; y finalmente, un pequeño porcentaje (0.05%) es clima muy frío y se encuentra en las partes altas del Pico de Orizaba y Cofre de Perote (Figura 3) (INEGI, 2010).

La temperatura media anual es de 23°C, la temperatura máxima promedio es de alrededor de 32°C y se presenta en los meses de abril y mayo; la temperatura mínima promedio es de 13°C y se presenta en el mes de enero (INEGI, 2010).

La precipitación media estatal es de 1,500 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre; en la región colindante con Tabasco se presentan todo el año (INEGI, 2010).

Los climas cálidos húmedos y subhúmedos propician el desarrollo de una gran variedad de cultivos tales como: cítricos, mango, café, arroz, piña, vainilla, plátano, caña de azúcar y maíz, entre otros (INEGI, 2010).

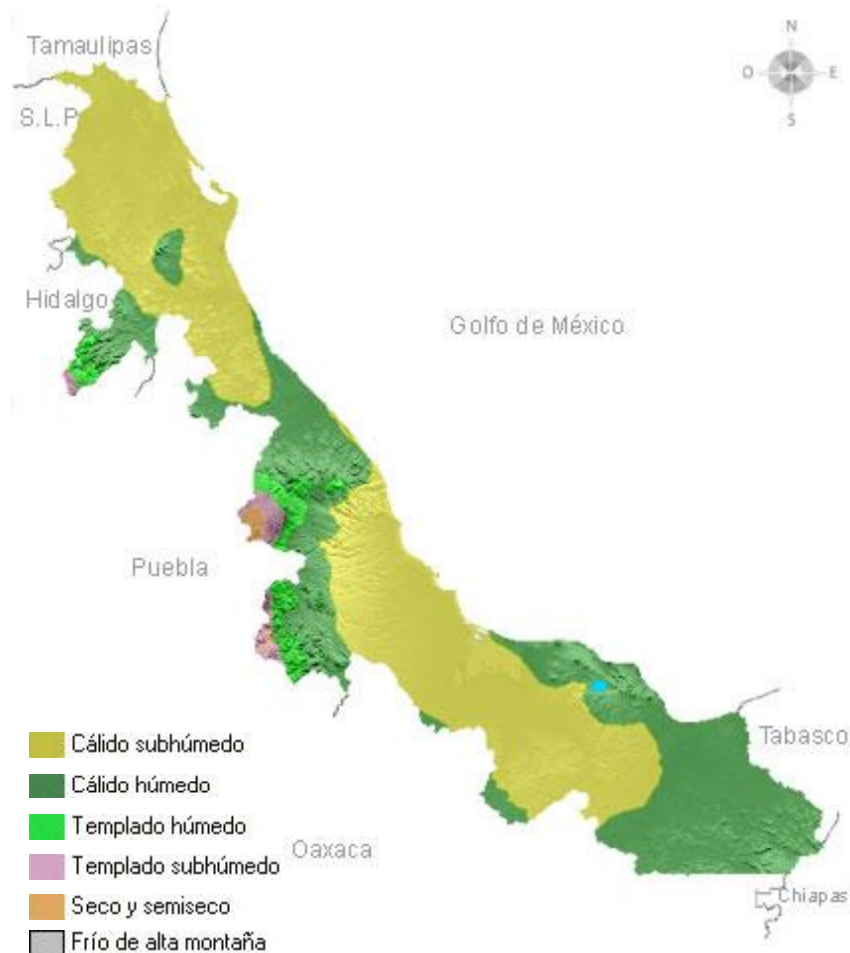


Figura 3. Climas del estado de Veracruz (INEGI, 2010).

Relieve

La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierra de Chiapas y Guatemala y Cordillera Centroamericana (Figura 4.) (INEGI, 2010).

En la costa norte se ha formado la laguna de Tamiahua, a todo lo largo del estado predominan las llanuras, lomeríos y valles. Existen sierras formadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulan la arena y el barro), ígneas intrusivas (formadas debajo de la superficie de la Tierra), ígneas extrusivas o volcánicas (formadas del magma o roca derretida provenientes de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) y metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas), la elevación más alta la representa el volcán Pico de Orizaba o Citlaltépetl, con 5,610 m.s.n.m. y la menor altitud se encuentra en la sierra La Garganta con 860 m.s.n.m. (INEGI, 2010).

La mayor extensión de playa conformada por dunas (montañas de arena) se encuentra en la ciudad de Veracruz con algunos kilómetros al norte y sur. El Lago de Catemaco se formó por la obstrucción de un flujo de lava (INEGI, 2010).



Figura 4. Relieve del estado de Veracruz (INEGI, 2010).

Microlocalización del área de estudio.

El trabajo de investigación se realizó en el municipio de Tantoyuca, Veracruz, (Figura 5). Fueron considerados solo las UPP que reunieron las características requeridas para el estudio.

El municipio se encuentra ubicado en la zona montañosa de la Huasteca Veracruzana, en las coordenadas 21° 21' latitud norte y 98° 14' longitud oeste a una altura de 140 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tempoal y Ozuluama, al este con Chontla e Ixcatepec, al Sureste con Chicontepec, al sur con el Estado de Hidalgo y, al oeste con Platón Sánchez. Su distancia aproximada de la cabecera municipal al noroeste de la capital del estado, por carretera es de 440 Km (INEGI, 2010).

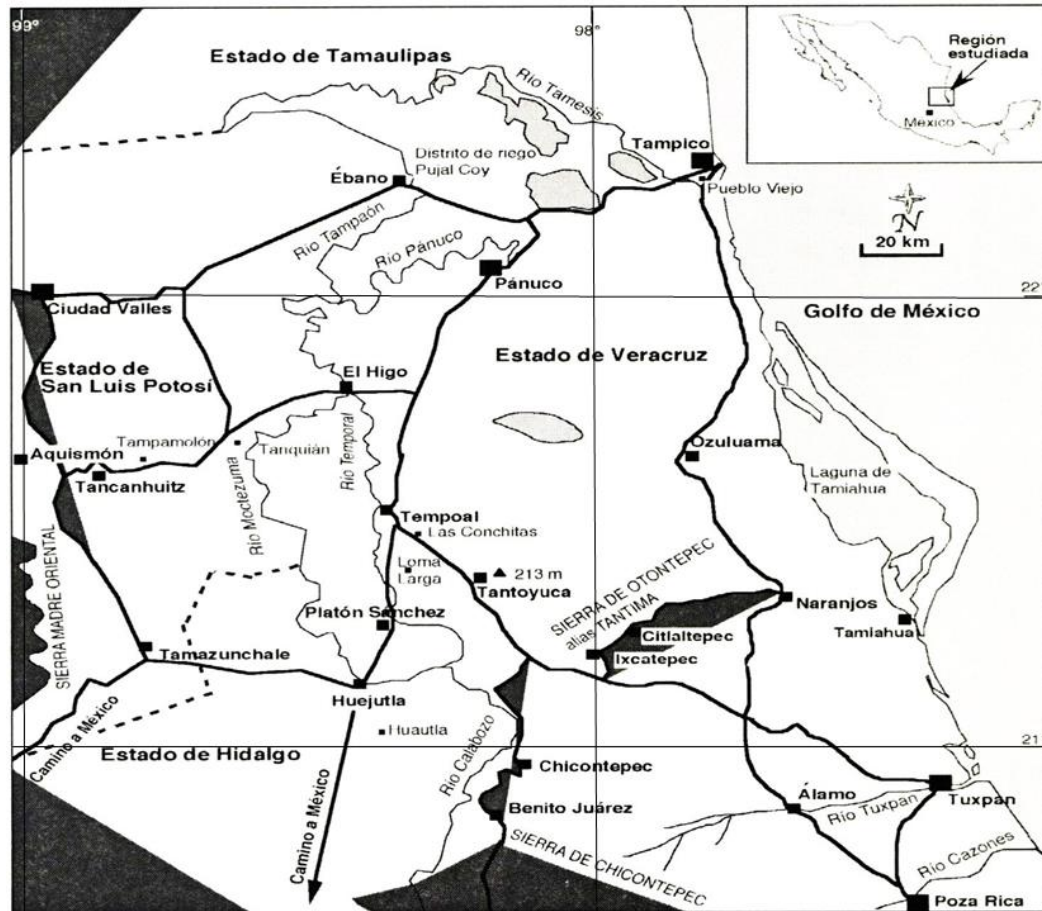


Figura 5. Municipio de Tantoyuca, Veracruz (Vidas, 2009).

➤ Extensión

Tiene una superficie de 1,205.84 Km², cifra que representa un 1.66% total del estado.

➤ Orografía

Ubicado en la zona norte del estado y en la parte montañosa de la región Huasteca

➤ Hidrografía

Se encuentra regado por el Río Calabozo que es tributario del río Pánuco y pequeños arroyos tributarios del estero de Topila.

➤ Clima

Su clima es cálido-extremoso con una temperatura promedio anual de 23°C; su precipitación pluvial media anual es de 1,000 a 1,500 mm.

- ❖ Principales ecosistemas
- Flora

Los ecosistemas que coexisten en el municipio son el de tipo bosque subtropical perennifolia, con especies como el guarumbo, jonotes, guanacastle y sangreado.

- Fauna

Es compuesta por poblaciones de conejos, mapaches, armadillos, tejones, aves y reptiles.

- Recursos naturales

Lo componen sus tierras de cultivo.

- Características y Uso de Suelo

Su suelo es de tipo regosol, se caracteriza por no presentar capas distintas y tiene parecido con la roca que le dio origen, es susceptible a la erosión.

Tamaño de muestra

La población universo fueron los ganaderos asociados a la Asociación Ganadera Local de Tantoyuca, seleccionados de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión:

1. Unidades de Producción Pecuaria con una superficie mínima de 100 hectáreas.
2. Que la unidad de producción pecuaria se dedique a sistema de bovinos doble propósito.
3. Que los productores tuvieran la disponibilidad de prestar sus instalaciones, sus animales y parte de su personal de trabajo.
4. Que la unidad de producción contara con animales dentro de los parámetros de selección para incluirlos en el estudio.

Como resultado de los criterios de inclusión establecidos para esta investigación se trabajó con nueve unidades de producción animal con un total de 73 animales analizados.

Animales incluidos para la investigación.

Se trabajó con hembras prepúberes, las cuales reunieron las características para realizar el estudio. Que consistieron en:

- Tener una edad mínima de 12 meses y hasta tres años, que no estuvieran gestantes y que no hayan tenido ningún parto.
- Condición corporal superior a 2.5 (medidas ya establecidas).

Las actividades de campo se realizaron de la siguiente manera:

1. El trabajo de campo inició en marzo del año 2019, posterior a esta fecha los siguientes muestreos se realizaron de acuerdo a la disponibilidad de los productores. Se incluyeron todos los animales disponibles de cada unidad de producción que entraron dentro del rango de edades.
2. Identificación del animal mediante un tatuaje en la parte interna de la oreja (única vez).

El tatuaje sirvió como identificación para los animales incluidos en el estudio, se optó por este método de identificación porque es más confiable, que un arete de bandera ya que este segundo es más probable que el animal lo pierda al andar pastoreando.

3. Revisión de la condición corporal de acuerdo a la metodología propuesta por (Edmonson *et al.* 1989).

Es un método subjetivo que indica el estado nutricional del animal. La condición corporal se estima con base en la escala del 1 al 5, para animales de doble propósito, donde uno es muy flaco y cinco es muy gordo.

4. Medición de biométricos: Se utilizó para la evaluación del crecimiento anatómico entre y dentro de razas y para la obtención de algunos índices zoométricos.

Las medidas tomadas se basaron en los siguientes autores: (Müller, (1956), Aparicio, (1974), Rincón y Albarrán, (1990), Dubuc, (1991), Martínez *et al.*, (1998) Contreras *et al.*, (2011)):

- Altura a la cruz (ACR): Distancia entre el suelo y el punto más elevado de la cruz.

- Altura a la cadera (ACD): Distancia entre el suelo y el punto más elevado de la tuberosidad coxal.
 - Perímetro torácico (PTO): Es el contorno alrededor del tórax, tomando detrás de la articulación del codo.
 - Ancho de grupa (AGR): Entre las dos puntas de la cadera (Tuberosidad coxal).
 - Longitud corporal (LC): Desde la cruz hasta la base de la cola.
5. Revisión del estado reproductivo.
Se realizó mediante la palpación rectal, y el uso de ultrasonido (Mindray, DP 10-VET) esto para la medición de las variables estudiadas.
6. Registro del manejo del último mes.
En el cual se registró las actividades de manejo nutricional y sanitario.
7. Convivencia social.
Se refirió al manejo del hato de muestra, si se pastoreo separado o junto a otros animales de diferentes sexos y edades.

En base a las mediadas biométricas que se obtuvieron de cada animal, se procedió a estimar los índices zoométricos, de acuerdo con:

(Contreras *et al.*, 2011)

- Etnológicos

Torácico (IT) = (Ancho de tórax/ altura de tórax) x 100.

Corporal (IC)= (Longitud corporal/ perímetro torácico) x 100.

Corporal-lateral (ICL) = (Altura a la cruz/longitud corporal) x100.

- Capacidad cárnica

Pelviano-transversal (IPT): (Ancho de grupa/alzada a la cruz) x 100.

- Otros índices

Nutricional sanitario (INS): Este último índice se estimó de acuerdo con la implementación de las siguientes prácticas:

Prácticas técnico-productivas.

1. Uso de sales minerales
2. Uso de suplemento energético
3. Uso de suplemento proteico
4. Desparasitación interna
5. Desparasitación externa
6. Aplicación de vitaminas

Las UPP que contaron con todas las prácticas tecnológicas se le asignó el valor de uno que fue el valor máximo para este índice. Se obtuvo con la siguiente fórmula. $INS = \frac{\text{número de prácticas zootécnicas aplicadas en la UPP}}{\text{El número de prácticas que conforman el INS (número de prácticas 6)}}$.

Variables a medir

1. Actividad folicular de ovario derecho (AFOD) y ovario izquierdo (AFOI)
Se determinó la presencia de folículos en crecimiento o por la presencia de cuerpo lúteo, por medio del ultrasonido.
2. Tamaño de ovario derecho (TOD) y ovario izquierdo (TOI)
En base a los rangos establecidos para tamaño (<1 cm, >1cm y > 2cm) el tamaño se determinó por medio del ultrasonido. Forma de ovario (derecho e izquierdo). Se determinó por medio del ultrasonido.
3. Forma de ovario derecho (FOD) e izquierdo (FOI)
De acuerdo con las categorías para forma (oval cilíndrico, oval aplanado y amorfo) se determinó la forma por medio de la palpación rectal.

Análisis de datos

La sistematización de la información se realizó a través del programa Microsoft Excel 2016 y el procesamiento de datos, a través de los paquetes estadísticos SAS versión 9.4 SAS, 2013 y R Studio. Las pruebas estadísticas que se aplicaron fueron:

Para el procesamiento de los datos se realizó un análisis de regresión lineal múltiple con el procedimiento REG, esto para explicar las posibles relaciones entre variables independientes y dependientes. Las variables independientes o categóricas fueron: rancho (X_1), raza (X_2), edad (X_3), condición corporal (X_4), convivencia social (X_5), índice nutricional sanitario (X_6), índice torácico (X_7), índice corporal (X_8), índice corporal-lateral (X_9) e índice pelviano-transversal (X_{10}). En tanto, las variables dependientes correspondieron a: forma de ovario derecho (FOD), tamaño de ovario derecho (TOD), actividad de ovario derecho (AFOD), forma de ovario izquierdo (FOI), tamaño de ovario izquierdo (TOI), actividad folicular ovario izquierdo (AFOI).

Fue realizado también un análisis de conglomerados (Clúster), que permitió identificar las diferencias entre ganaderías de mejor y peor comportamiento; lo anterior mediante el paquete estadístico R Studio Versión 1.1.419.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ecuaciones de regresión mostraron impacto significativo ($p < 0.0001$) de las variables categóricas (rancho, raza, edad, condición corporal, convivencia social, índice nutricional sanitario, índice torácico, índice corporal, índice corporal-lateral, índice pelviano-transversal) sobre las siguientes variables de respuesta: fueron el (TOI), (AFOI), (AFOD) y (TOD), en estas ecuaciones se obtuvieron coeficientes de determinación múltiple con valores superiores al 42%. Las ecuaciones relacionadas con las variables respuesta AFOI y AFOD mostraron un valor de R^2 de 47%, lo anterior indica que estos datos fueron los que más se ajustaron al modelo diseñado para las ecuaciones desarrolladas, solo por debajo de TOI, para estos mismos modelos el impacto fue significativo ($p < 0.0001$). Éste resultado podría ser consecuencia del mosaico genético encontrado en los bovinos estudiados y a la variabilidad en el manejo

nutricional y sanitario que es proporcionado a los animales en las distintas unidades de producción pecuaria donde se realizó la investigación.

Por otro lado, el modelo para la variable FOI mostró un valor de R^2 de 17% ($p=0.2412$), estos resultados son los de menor valor de todas las ecuaciones desarrolladas. Los datos relacionados a esta ecuación no se ajustan al modelo y por lo tanto carece de importancia práctica bajo las condiciones en las cuales se realizó el presente estudio. Para el caso de FOD, el modelo fue significativo con un valor de R^2 de 30% ($p=0.0081$). Este resultado indica que el ajuste de los datos respecto al modelo no es concluyente, por tanto, no es recomendable utilizar esta información como una herramienta para tomar decisiones sobre prácticas de manejo nutricional, genético o reproductivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión múltiple de FOD, TOD, AFOD, FOI, TOI y AFOI, valor de R^2 y nivel de significancia.

Variable	Ecuación	R^2	Significancia
FOD	$y=5.43-0.004x_1-0.19x_2+0.05x_3-0.11x_4+0.93x_5+3.39x_6-0.007x_7-0.03x_8-0.02x_9-0.07x_{10}$	0.30	0.0081
TOD	$y=16.84+0.11x_1-0.009x_2+0.03x_3+0.33x_4+0.24x_5-1.91x_6-0.05x_7-0.08x_8-0.03x_9+0.02x_{10}$	0.42	0.0001
AFOD	$y=28.68+0.003x_1-0.001x_2+0.02x_3+0.01x_4-0.16x_5-0.46x_6-0.06x_7-0.13x_8-0.07x_9-0.009x_{10}$	0.47	0.0001
FOI	$y=16.72+0.001x_1-0.11x_2+0.004x_3-0.25x_4+0.76x_5+1.95x_6-0.04x_7-0.07x_8-0.04x_9-0.02x_{10}$	0.17	0.2412
TOI	$y=40.12+0.13x_1-0.07x_2+0.02x_3+0.28x_4+0.47x_5-2.08x_6-0.11x_7-0.17x_8-0.09x_9-0.02x_{10}$	0.52	0.0001
AFOI	$y=28.68+0.003x_1-0.001x_2+0.02x_3+0.01x_4-0.16x_5-0.46x_6-0.06x_7-0.13x_8-0.07x_9-0.009x_{10}$	0.47	0.0001

FOD= Forma de ovario derecho, TOD= Tamaño de ovario derecho, AFOD= Actividad folicular ovario derecho, FOI= Forma de ovario izquierdo, TOI= Tamaño de ovario izquierdo y AFOI= Actividad folicular ovario izquierdo. X_1 = rancho, X_2 = Grupo racial, X_3 = edad, X_4 = condición corporal, X_5 = convivencia social, X_6 = índice nutricional sanitario, X_7 = índice torácico, X_8 = índice corporal, X_9 = índice corporal- lateral, X_{10} = índice pelviano-transversal.

Las variables modeladas AFOD y AFOI fueron afectadas principalmente por las variables categóricas, IC ($p=0.0002$), ICL ($p=0.0009$), IT ($p=0.001$) y E ($p=0.01$). Éstos dos modelos fueron afectados moderadamente por la variable categórica CS ($p=0.13$).

El resto de las variables categóricas mostraron un impacto no significativo hacia los modelos. Lo anterior sugiere que el inicio de la actividad ovárica de los bovinos criados en el sistema doble propósito en la Huasteca Veracruzana, está influenciada por el desarrollo anatómico y la edad cronológica, sin embargo, el efecto estimulante de la presencia machos en lotes de hembras (Efecto macho), mostró un impacto positivo sobre el inicio de la actividad ovárica (Cuadro 3). La influencia de mantener hembras y machos en un mismo lote de animales demostró que puede estimular el inicio de la actividad ovárica ($p=0.13$) en los bovinos criados bajo el sistema doble propósito en la Huasteca Veracruzana. Al respecto, Kunkle y Sand (1993), reportaron que vaquillonas prepúberes expuestas a toros adelantaron la pubertad 40 días, además, 50% de estas novillonas se preñaron durante los primeros 21 días después del servicio, en contraste con aquellas hembras no expuestas a machos con 16.5% de preñez. Choudhary *et al.* (2020) investigaron el efecto bioestimulante de la presencia del macho en novillonas Sahiwal de 14 meses de edad en condiciones de confinamiento, encontraron que las hembras bioestimuladas iniciaron la actividad ovárica cinco meses antes que las no bioestimuladas ($p<0.05$). Adicionalmente reportaron que el contacto con machos afectó positivamente las concentraciones séricas de progesterona (2.00 ng/mL), en comparación con el grupo testigo con concentraciones menores de 1 ng/mL ($p<0.05$).

Rekwot *et al.* (2000) demostraron que la bioestimulación (exposición a machos vasectomizados), redujo la edad a la pubertad en novillonas Bunaji y Friesian x Bunaji manejadas en pastoreo. Encontraron que las novillonas bioestimuladas iniciaron la pubertad a una edad de 23.1 ± 0.4 meses, en tanto, las hembras que no recibieron bioestimulación iniciaron la pubertad a los 26.4 ± 0.4 meses de edad ($p<0.05$). Fiol *et al.* (2010) encontraron, en vaquillonas cruzadas Aberdeen Angus x Hereford (Edad 11 meses, en condiciones de pastoreo), expuestas a novillos androgenizados, una mayor proporción de animales ciclando al final del período de exposición, en comparación a las hembras que se mantuvieron aisladas de los machos. Además, determinaron que la edad a la pubertad de hembras expuestas a machos fue menor en comparación con las no expuestas (428 vs 441 días) ($p=0.06$). Por lo tanto, la bioestimulación resultaría

eficaz para reducir la edad a la pubertad en vaquillonas de distintas características genéticas y bajo diferentes condiciones de manejo.

Así mismo, Oliveira *et al.* (2009) demostraron una reducción en edad a la pubertad, edad a la primera temporada de monta, edad a la preñez y mayor tasa de preñez en novillas Nelore suplementadas y no suplementadas expuestas al toro en fase prepuberal. Entonces, el grado de desarrollo, el estatus nutricional, y las tasas de ganancia, tienen una relación directa con la edad a la pubertad en vaquillonas de carne (Quintans *et al.*, 2004).

El valor de significancia de la variable categórica GR fue de $p=0.95$ (Cuadro 3), esto indica que en la presente investigación las características genéticas no tuvieron impacto sobre el inicio de la actividad ovárica. Estos resultados se contraponen con lo reportado por Rekwot *et al.* (2000), quienes encontraron que vaquillas F1 Friesian x Bunaji criadas en pastoreo, iniciaron la pubertad a 23.6 meses de edad, en tanto que el lote de hembras de raza pura Bunaji iniciaron la pubertad a una edad de 26.1 meses ($p<0.05$).

Las variables modeladas FOD y FOI resultaron influenciadas de manera significativa, por las variables categóricas, INS ($p=0.0005$), CS ($p=0.0009$), IPT ($p=0.002$), GR ($p=0.005$) y E ($p=0.02$). El resto de las variables categóricas mostraron poca relevancia en efecto para las variables modeladas. Lo anterior podría indicar que la forma de los ovarios depende del manejo nutricional y sanitario que recibe desde su etapa de crianza, hasta el inicio de su etapa reproductiva, y que todo esto se relaciona de manera directa con el desarrollo anatómico y la madurez fisiológica del mismo.

La variable modelada TOI fue afectada de manera significativa por la variable categórica IT ($p=0.05$), seguida por el efecto de la variable categórica INS ($p=0.07$) y con menor efecto la variable categórica IC ($p=0.09$), Sin embargo, se encontró que el tamaño del ovario no fue afectado significativamente por la variable CS ($p=0.15$). Estos resultados se contraponen a lo reportado por Choudhary *et al.* (2020) quienes mencionan que la bioestimulación afecta la cantidad de folículos pequeños presentes en novillonas Sahiwal de 14 meses de edad en condiciones de confinamiento. Éstos

autores encontraron que los grupos de hembras no expuestas a machos produjeron una menor cantidad de folículos pequeños en comparación con los grupos de hembras bioestimuladas con la presencia del macho ($p < 0.05$).

Cuadro 3. Significancia de los parámetros de las ecuaciones de regresión lineal múltiple de las variables categóricas para las variables modeladas FOD, TOD, AFOD, FOI, TOI y AFOI en bovinos de más de un año de edad criados en sistema de doble propósito en la Huasteca Veracruzana.

Variable	Variable categórica									
	R	GR	E	CC	CS	INS	IT	IC	ICL	IPT
FOD	0.84	0.005	0.02	0.43	0.0009	0.0005	0.87	0.71	0.68	0.002
TOD	0.0002	0.9149	0.33	0.07	0.48	0.11	0.35	0.45	0.62	0.42
AFOD	0.68	0.95	0.01	0.75	0.13	0.22	0.001	0.0002	0.0009	0.36
FOI	0.95	0.07	0.85	0.05	0.002	0.02	0.28	0.34	0.36	0.23
TOI	0.0001	0.38	0.41	0.10	0.15	0.07	0.05	0.09	0.12	0.46
AFOI	0.68	0.95	0.01	0.75	0.13	0.22	0.001	0.0002	0.0009	0.36

Variables modeladas FOD= Forma de ovario derecho, TOD= Tamaño de ovario derecho, AFOD= Actividad folicular ovario derecho, FOI= Forma de ovario izquierdo, TOI= Tamaño de ovario izquierdo y AFOI= Actividad folicular ovario izquierdo. Variables categóricas R= Rancho, GR = Grupo racial, E = Edad, CC= Condición corporal, CS= convivencia social, INS= Índice nutricional-sanitario, IT= Índice torácico, IC= Índice corporal, ICL= Índice corporal-lateral e IPT= Índice pelviano-transversal.

El análisis por conglomerados formó dos grupos principales (I y II). El grupo dos mostró el mejor comportamiento de las variables modeladas, en tanto, el grupo uno presentó un comportamiento bajo para estas mismas variables (Figura 6.)

Dentro del grupo dos el mejor comportamiento correspondió para la ganadería con el grupo racial *Bos taurus* x *Bos indicus*, edad de 14 meses, condición corporal de 2.75, además de que en este grupo se concentraron aquellos individuos con actividad ovárica; mientras que dentro del grupo uno la ganadería de peor comportamiento fue para los individuos con ovarios amorfos, de menor tamaño y ausencia de actividad ovárica (Figura 6).

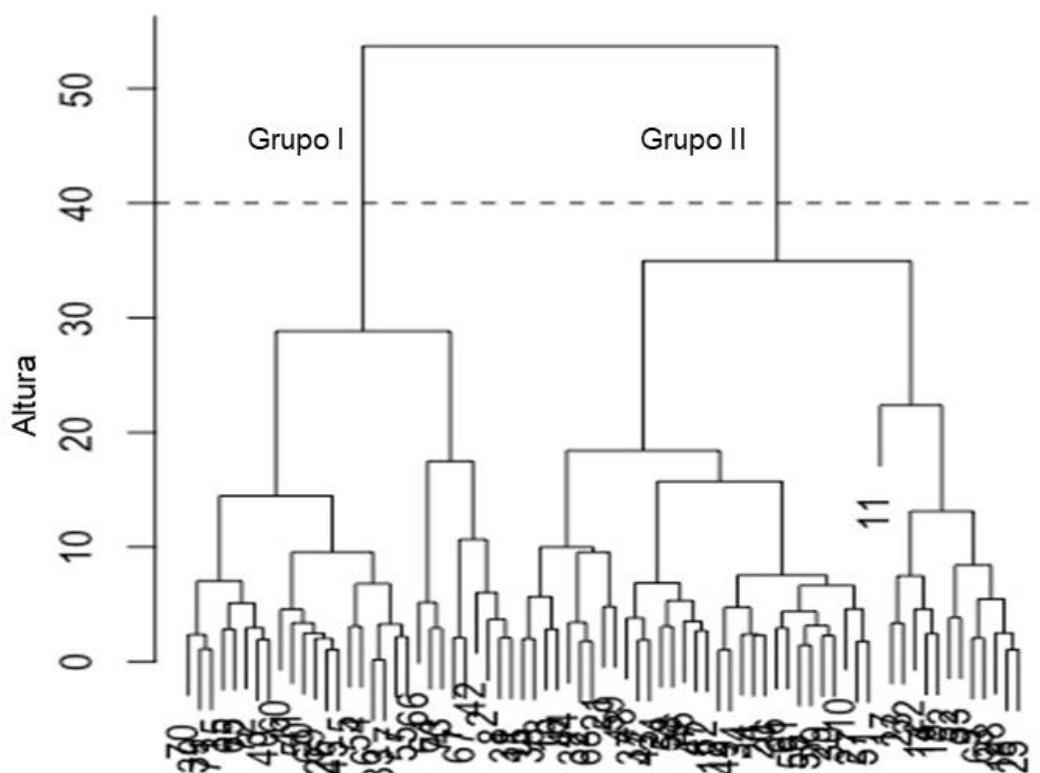


Figura 6. Dendrograma de las variables de respuesta (forma, tamaño y actividad reproductiva de ovario derecho e izquierdo) y categóricas (rancho, grupo racial, edad, condición corporal, convivencia social, índice nutricional-sanitario, índice torácico, índice corporal, índice corporal-lateral e índice pelviano-transversal) para bovinos doble propósito en la Huasteca Veracruzana.

Las variables modeladas AFOD y AFOI presentaron un mismo valor de R^2 equivalente a 0.47 ($p=0.0001$) (Cuadro 3), esto indica que los datos se ajustaron moderadamente al modelo diseñado. El análisis de residuales muestra gráficamente la forma en la cual se agruparon los datos con respecto al modelo. Con claridad se puede observar que las variables categóricas IT, IC, ICL e IPT fueron las que más ajuste mostraron al modelo (Figuras 7(g), 7(h), 7(i) y 7(j)). En resumen, se reduce el inicio de la actividad ovárica en novillonas criadas en la Huasteca Veracruzana, depende más de aspectos relacionados con el desarrollo anatómico que del resto de las variables categóricas estudiadas.

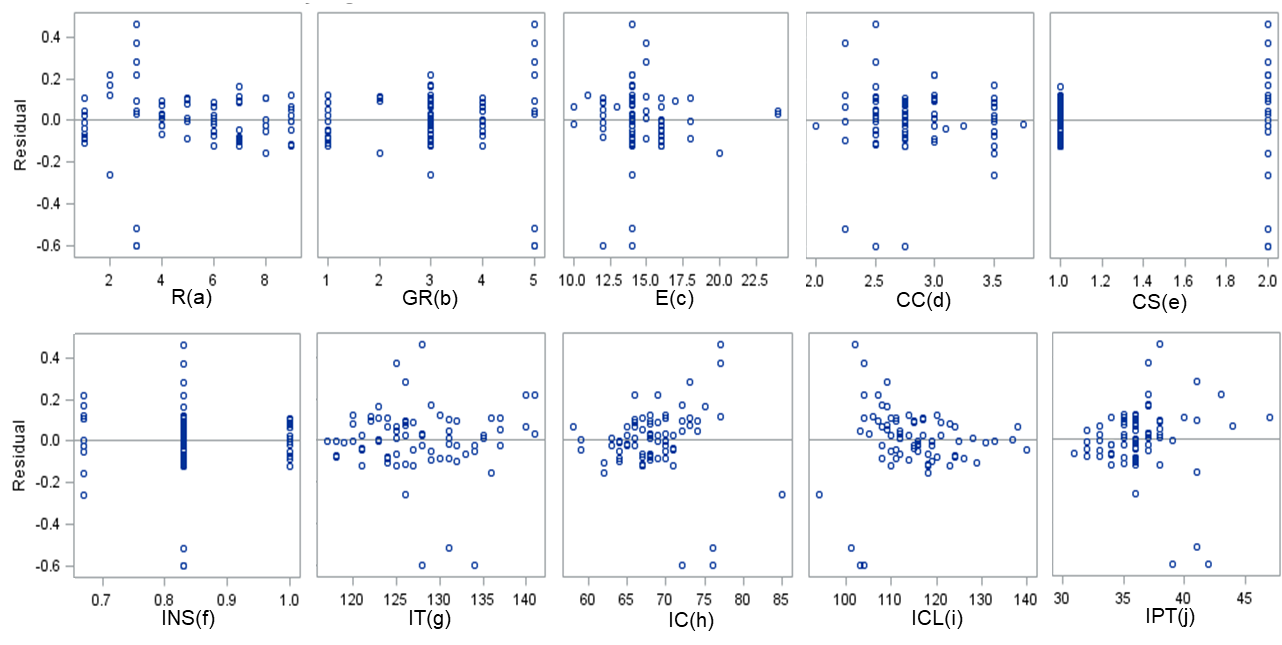


Figura 7. Analisis de residuales para las variables modeladas AFOD y AFOI.

VII. CONCLUSIONES

Las novillonas criadas bajo el sistema doble propósito en la Huasteca Veracruzana, podrían iniciar la actividad ovárica a menor edad cuando su desarrollo anatómico expresado en índices biométricos sea de mayor valor, y la edad cronológica superior a 14 meses. Se requiere diseñar e investigar sobre alternativas viables que mejoren la calidad de la dieta que se ofrece a las hembras de reemplazo en este sistema productivo, con el propósito de garantizar un desarrollo anatómico acorde a sus características genéticas.

Las hembras que recibieron un manejo zootécnico apropiado inician actividad ovárica a una edad más corta. Los grupos raciales evaluados no mostraron significancia sobre el inicio de la actividad ovárica, bajo las condiciones en las cuales se desarrolló esta investigación. La bioestimulación (presencia de macho), es una herramienta útil para estimular el inicio de la actividad ovárica.

Las mediciones biométricas de novillonas son una herramienta útil como parámetro para la selección de reemplazos cuando se busca mejorar la precocidad sexual del hato.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abeygunawardena H.; Dematawewa, C.M.B. 2004. Pre-pubertal and postpartum anestrus in tropical Zebu cattle. *Animal Reproduction Science* 82 (83):373– 387.
- Anta JE, Rivera JA, Galina C, Porrás A, Zarco L (1989) Análisis de la información publicada en México sobre ciencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Veterinaria México* 20: 11-18.
- Aparicio G. 1974. Exterior de los animales domésticos. Imprenta moderna. Córdoba España. 323 p.
- Biehl, M.V.; Pires, A.V.; Cruppel, L.H.; Nepomuceno, D.D.; rocha, F.M.; Ferreira, E.M. 2011. Manejo nutricional para maximização da eficiência reprodutiva em fêmeas zebuínas. Pág. 335-364, 2011. En: Chizzotti, M.L.; Ladera, M.M.; Neto, O.M.; Lopes, L.S.; Carvalho, J.R.; Oliveira, D.M.; Alves, M.L. (Eds). VII Simpósio de Pecuária de Corte e II International Symposium of Beef Cattle., Lavras-MG, Brasil.
- Bo GA, Alonso A, Caccia M, Carcedo J, Cutaia L, Moreno D, Martínez M, Baruselli PS. Fisiología de la reproducción de la vaca. 2007. IRAC. Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Chamba, H; Armijos, R; Vidal, P. (2017). Estudio de los parámetros reproductivos de hatos ganaderos de la parroquia Valladolid-Palanda- Zamora Chinchipe. *Control de Biotecnología*, 6, 48–56.
- Choudhary S, Kamboj M, Raheja N, Kumar N, Saini M, Lathwal S 2020. Influence of bull biostimulation on age at puberty and reproductive performance of Sahiwal heifers, *Indian Journal of Animal Sciences* 90 (1): 28–34
- Contreras G., Chirinos Z., Zambrano S., Molero E., Paéz, A. 2011. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 28: 91-103
- Cortés H, Aguilar C, Vera R (2003) Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. Modelo de simulación. *Archivos de Zootecnia* 52 (197): 25-34.
- Crowe, M. A., Hostens, M., & Opsomer, G. (2018). Reproductive management in dairy cows - the future. *Irish Veterinary Journal*, 71, 1. doi: <https://doi.org/10.1186/s13620-017-0112-y>
- Cruz Z., A. (octubre de 2006). Principales factores que afectan la prolificidad del ganado vacuno en Latinoamérica. Obtenido de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006/100605.pdf>
- Cunningham EP (1989) The genetic component of cattle in developing countries. *Theriogenology* 31:17-24.

- Day, M.L.; Gasser, C.L.; Grum, D.E.; Pires, A.V. 2010. Factores que afectan a la edad en la pubertad en novillas de corte. Pág. 637-652, En: *Bovinocultura de Corte*. Alexandre Vaz Pires (1^o edición), FEALQ- Piracicaba-SP, Brasil.
- Day ML, Imakawa K, Garcia-Winder M, Zalesky DD, Schanbacher BD, Kittok RJ, Kinder JE. Endocrine mechanisms of puberty in heifers: estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.* 1984. 31:332–341. doi:10.1095/biolreprod31.2.332.
- Day ML, Nogueira GP. Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. *Anim. Front.* 2013. 3:6–11. doi:10.2527/af.2013-0027. Decruyenaere V, Buldgen A, Stilmant D. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009. 13:559–573. doi:/1995.7392774x.
- Desjardins C, Hafs HD. Maturation of bovine female genitalia from birth through puberty. *J. Anim. Sci.* 1969. 28:502–507.
- Dubuc M.W. 1991. *Zometría*. Zootecnia General. Ediciones Dumar, 3ra Edición, Caracas Venezuela. Vol. 1.281- 289.
- Duchens, M., y De los Reyes, M. (1995). *Ciclo estral de la hembra bovina*. Obtenido de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjlrvg4evNAhVIXB4KHSFhCScQFghQMAg&url=http%3A%2F%2Fwww.reproduccionanimal.net%2Fv02%2Fwpcontent%2Fuploads%2F2012%2F01%2FCICLOESTRALvaca>.
- Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G. A. 1989. Body condition score chart for Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 72: 68–78.
- Escobar JF, Carlos L, Galina CS, Fernández BS (1984) Efecto del amamantamiento sobre la actividad reproductiva postparto en vacas cebú, criollas y F1 (Cebú x Holstein) en el trópico de México. *Veterinaria México* 15: 243-248.
- Estill CT. Initiation of Puberty in Heifers. En: Hopper RM. *Bovine Reproduction*. 2014. Vol. 9781118470. p. 195–202.
- Fiol C, Quintansb G, Ungerfeldc R. 2010. Response to biostimulation in peri-puberal beef heifers: influence of male-female proximity and heifer's initial body weight.
- Fitz T, Mayan M, Sawyer HR, Niswender GD. Characterization of two steroidogenic cell types in the ovine corpus luteum. *Biol. Reprod.* 1982. 27:703–711. doi:10.1095/biolreprod27.3.703.
- Fonseca, F.A.; Britt, J.H.; McDaniel, B.T. 1983. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *Journal of Dairy Science* 66:1128-1147.
- Fortune JE. Ovarian follicular growth and development in mammals. 1994. *Biol. Reprod.* 50:225–232.

- Fox, D.G.; Sniffen, C.J.; O'Connor, J.D. 1988. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *Journal of Animal Science* 66:1475-1495.
- Funston RN, Deutscher GH. (2004). Comparison of target breeding weight and breeding date for replacement beef heifers and effects on subsequent reproduction and calf performance. *J. Anim. Sci.* 82:3094–3099.
- Freetly HC, Ferrell CL, Jenkins TG. (2001) Production performance of beef cows raised on three different nutritionally controlled heifer development programs. *J. Anim. Sci.* 79:819–826.
- Grajales, H., Hernandez, A., & Prieto, E. (2006). Age and weight at puberty and their relation with reproductive efficiency of cattle breeds in the Colombian tropics. In *Livestock Research for Rural Development* (Vol. 18, Issue 10).
- Granja, S.Y.T.; Ribeiro, J.C.; Toro, G.D.; Rivera, C.L.; Machado, M.; Manrique, A.A. 2012. Acidosis ruminal en bovinos lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. *Revista electrónica de Veterinaria*, 13(4):1-11. Disponible en: URL: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040412/041210.pdf>.
- Granja Y., Cerquera j., Fernandez O. 2012. Factores nutricionales que intervienen en el desempeño reproductivo de la hembra bovina. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 4(2):458-472.
- Gibbons JR, Wiltbank MC, Ginther OJ. Functional interrelationships between follicles greater than 4 mm and the follicle-stimulating hormone surge in heifers. *Biol. Reprod.* 1997. 57:1066–1073. doi:10.1095/biolreprod57.5.1066.
- Ginther OJ. Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Anim. Reprod. Sci.* 2000. 60–61:61–79. doi:10.1016/S0378-4320(00)00083-X.
- Ginther OJ. The theory of follicle selection in cattle. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2016. 57:85–99. doi: 10.1016/j.domaniend.2016.06.002.
- Ginther OJ, Kastelic JP, Knopf L. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 1989. 20:187–200. doi:10.1016/0378-4320(89)90084-5.
- Gobierno del Estado de Veracruz. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave 2009. (Ganadería 2008). http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=273,4426881&_dad=portal&_schema=PORTAL.
- Gonzalez C., De La Fuente J. 2012. Puberty in Heifers of the spanish breed Avileña-Negra Iberica. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad de Zulia*. 22(1)-. 17-23.
- Greer R C, Whitman R W, Staigmiller R B and Anderson D C 1983. Estimating the impact of management decisions on the occurrence of puberty in beef heifers. *Journal of animal Science* 56: 30-35.

- Ghoribi, L; Hireche, S; Chibat, M. (2012). Study of some reproductive parameters in bovine dairy farms in the east of Algeria. *Investigación Ganadera Para El Desarrollo Rural*, 24(2).
- Hess, W.B. 2003. Supplementing fat to the cow herd. Proceedings, The Range Beef Symposium XVIII. December 9 to 11, 2003. Mitchell, Nebraska. USA.
- Honaramooz A, Aravindakshan J, Chandolia RK, Beard AP, Bartlewski PM, Pierson RA, Rawlings NC. Ultrasonographic evaluation of the pre-pubertal development of the reproductive tract in beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 2004. 80:15–29. doi:10.1016/S0378-4320(03)00136-2.
- Hurnik JF. Sexual behavior of female domestic mammals. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 1987. 3:423–461. doi:10.1016/S0749-0720(15)31162-2
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI). Censo Agropecuario 2007. Disponible en línea: www.inegi.gob.mx.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI). 2010. Perspectiva Estadística. Veracruz de Ignacio de la Llave. Diciembre de 2010. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/default.aspx?tema=me&e=30>. Consultado 12 de abril del 2020.
- Imakawa, K.; Day, M.L.; Zalesky, D.D.; Clutter, A.; Kittok, R.J.; Kinder, J.E. 1987. Effects of 17 beta-estradiol and diets varying in energy on secretion of luteinizing hormone in beef heifers. *Journal of Animal Science* 64:805.
- Jiménez Y., Garcia A., Rincon R. 2015. Evaluación del comportamiento reproductivo de vacas mestizas lecheras, tratadas con minerales via parenteral. *Revista Estudiantil URU*. (1): 87-96.
- Jones JE, Armstrong JD, Harvey RW. Changes in metabolites , metabolic hormones , and luteinizing hormone before puberty in Angus , Braford , Charolais , and Simmental heifers. *J. Anim. Sci.* 2014. 64:1607–1615.
- Kinder JE, Garcia-Winder M, Imakawa K, Day ML, Zalesky DD, D’Occhio ML, Stumpf TT, Kittok RJ, Schanbacher BD. Circulating concentrations of 17-estradiol influence pattern of LH in circulation of cows. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1991. 8:463–469. doi:10.1016/0739-7240(91)90015-C.
- Knickerbocker JJ, Wiltbank MC, Niswender GD. Mechanisms of luteolysis in domestic livestock. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1988. 5:91–107. doi:10.1016/0739-7240(88)90011-2.
- Kesner JS, Convey EM, Anderson CR. Evidence that estradiol induces the preovulatory LH surge in cattle by increasing pituitary sensitivity to LHRH and then increasing LHRH release. *Endocrinology.* 1981. 108:1386–1391. doi:10.1210/endo-108-4-1386.
- Koppel RET, Padilla RFJ, Hernández LJJ, Román PH, Pérez SJ, Castillo RH (1984) Comportamiento reproductivo del hato bovino lechero en clima tropical. 4.

Duración del estro, ovulación y respuestas fisiológicas en tres genotipos en dos estaciones del año. *Técnica Pecuaria en México* 47: 71-77.

- Kunkle, WE. y Sand, RS. 1993. Nutrition and management for the replacement heifer. En: Northwest Beef Production Conference (1993, Quincy). Proceedings. Florida, University of Florida. pp.49-57. (NFREC Extension Report 93-2).
- Linch, J.; Lamb, B.; Miller, R.; Brandt, R.; Cochran, R.; Minton, J. 1997. Influence of timing of gain on growth and reproductive performance of beef replacement heifers. *Journal of Animal Science* 75: 1715-1722.
- Lucy, M.C. 2003. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction Suppl.* 61:415-427.
- Lucy, M.C.; Staples, C.R.; Michel, F.M.; Thatcher, W.W. 1991a. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science* 74:473.
- Magaña, J. G., y R. Delgado. 1998. Algunas observaciones sobre el comportamiento reproductivo de vacas Pardo Suizo en el trópico subhúmedo de México. *Rev. Biomédicas.* 9:197-203.
- Martínez CCJ, Cotera RJ, Abad ZJ (2012) Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios* 30:816-824.
- Miranda R., T. B. (2014). Comparación reproductiva de vacas Holstein Friesian y Montbeliarde en un rebaño lechero de la Región de Los Lagos. Estudio de caso.
- Moran C, Quirke JF, Roche JF. Puberty in heifers: a review. *Anim. Prod. Sci.* 1989. 18:167–182.
- Morales, D; Pérez, B; Botero, R. (2009). Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical. *Genética-Reproducción.*
- Müller D.R. 1956. *Bovinotecnia Argentina.* 483 p.
- NRC. (1988). National Research Council. Nutrient requirements of swine. (9th Ed.). National Academy Press. Washington, D.C. 93 p.
- Oliveira CMG, Oliveira Filho BD, Gambarini ML, Viu MAO, Lopes DT, Sousa APF. (2009). Effect of biostimulation and nutritional supplementation on pubertal age and pregnancy rates of Nelore heifers (*Bos indicus*) in a tropical environment. *Anim Reprod Sci* 113: 38-43.
- Orantes Z MA, Vilaboa AJ, Ortega JE, Córdova AV (2010) Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región centro del estado de Chiapas. *Revista Quehacer Científico* 1(9): 51-56.

- Osorio, M. and J.C. Segura. 2002. Reproductive performance of dual purpose cows in Yucatán, Mexico. *Livestock Research for Rural Development* 14(3). <http://cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/Osor143.htm>.
- Parra-Bracamonte, G. M., J.G. Magaña., R. Delgado., M. Osorio and J.C. Segura. 2005. Genetic and non-genetic effects on productive and reproductive traits of cows in dual purpose herds in Southeastern Mexico. *Genet. Mol. Res.* 4(3):482-490.
- Paterson, D. J.; Wood, S. L.; Randle, R. F. 2000. Procedures that support reproductive management of replacement beef heifers. *Proc. Am.Soc. Anim. Sci.*, 1999. Disponible en: URL: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0902.pdf>.
- Pech MVC, Carvajal HM, Montes PR (2007) Impacto Económico de la mastitis subclínica en hatos bovinos de doble propósito de la zona centro del estado de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 7: 127-131.
- Pedroso R., Roller F., Rivero E. 2013. Factores que influyen en el crecimiento, comportamiento reproductivo y productivo de las novillonas de remplazo. *Ciencia y Tecnología Ganadera.* 7(1): 1-25.
- Pérez HP, Solaris MF, García WM, Osorio AM, Gallegos SJ (2001) Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 9(2): 79-85.
- Pérez P, Rojo R, Álvarez A, García J, Ávila C, López S. (2003) Necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. *Fundación Produce Veracruz.* 170 p.
- Quintans, G.; Barreto, S.; Negrín, D.; Ayala, W. 2007. Efecto de la tasa de ganancia invernal en el inicio de la pubertad de terneras de biotipos carniceros en pastoreo. APPA - ALPA - Cusco, Perú, 2007. Disponible en: URL: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/106-Quintans-Pubertad.pdf.
- Quintans, G.; Straumann, J. M.; Ayala, W.; Vázquez, A. I. 2004. Effect of winter management on the onset of puberty in beef heifers under grazing conditions. 15th International Congress on Animal Reproduction. 2004. Abstracts 22.
- Rekwot P, Ogwub D, Oyedipea E, Sekonia V. 2000. Effects of bull exposure and body growth on onset of puberty in Bunaji and Friesian ´ Bunaji heifers. *Reprod. Nutr. Dev.* 40 (2000) 359–367
- Rincón C., Albarrán L.M. 1990. Condicionantes bioeconómicos en la producción de carne bovina: La raza Pirenaica como alternativa en los programas de mejora. *World Review Animal Production*, 25: 77-82.
- Román P., H. 1995. Situación actual y retos de la ganadería bovina en el trópico. In XX Simposium de Ganadería Tropical: Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico. INIFAP. México. p1-10.
- Román-Ponce IS, Ruíz-López FJ, Montaldo HH, Rizzi R, Román-Ponce H (2013) Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de

- crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria* 4(4): 405-416.
- Romero, B.M.; Araujo, F.O.; Goicochea, L.J.; Esparza, B.D. 1995. Efecto del plano de nutrición y del predominio racial sobre el crecimiento y aparición de la pubertad en novillas mestizas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*: 12: 233-246, Disponible en: URL: http://www.revfacagronluz.org.ve/v12_2/v122z010.html.
- Russo A. (2011). Fundamentos de la regulación neuroendocrina, paracrina y autocrina del ciclo estral en la hembra bovina. Dillon. Banfield, Buenos Aires, Argentina.
- Sánchez S., A. (2010). Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Obtenido de <http://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010-Parametros-reproductivos-bovinos.pdf>
- SAS (Statistical Analysis System). (2013). SAS® 9.4 Statements: Reference. SAS Institute Inc., Cary NC, USA. 460 p.
- Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2006. Veracruz. Producción pecuaria (bovinos). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- SIAP, 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx
- SIAP, 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx
- SINIIGA, 2012. Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado. www.Siniiga.org.mx
- Schoenemann HM, Humphrey WD, Crowder ME, Nett TM, Reeves JJ. Pituitary luteinizing hormone-releasing hormone receptors in ovariectomized cows after challenge with ovarian steroids. *Biol. Reprod.* 1985. 32:574–583. doi:10.1095/biolreprod32.3.574.
- Short RE, Bellows RA. (1971). Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *J Anim Sci* 32: 127-131.
- Teyer, B. R., J.G. Magaña., J. Santos y J. C. Aguilar. 2003. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de tres grupos genéticos en un hato de doble propósito en el sureste de México. *Rev. Cubana de Ciencia Agric.* 37(4):363-370.
- Vidas A, 2009. Huastecos a pesar de todo: Breve historia de las comunidades teenek (huastecas) de Tantoyuca, norte de Veracruz Mexique: centro de estudios mexicanos y centroamericanos. doi:10.4000/books.cemca.355
- Vilaboa AJ, Díaz RP (2009) Caracterización socioeconómica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical* 27(4): 427-436.
- Wiltbank JN, Kasson CW, Ingalls JE. (1969). Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. *J Anim Sci* 29: 602-605.

Wiltbank, J. N; Kasson, C.W.; Ingalls, J.E. 1979. Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. *Journal of Animal Science* 29:602-605.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato de registro de campo.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA														
POSGRADO PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL														
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO														

RANCHO: _____ GPS: _____

ARETE SINIGA: _____ TATUAJE: _____ RAZA: _____

No.	Fecha de muestreo	Edad meses	Numero de paletas	Diam torácico	Peso aprox	Temp	Altura cruz	Altura cadera	Ancho cadera	Ancho anca	Long cruz cola	CC	OD	OI
1														
2														
3														
4														
5														
6														

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3														
4														
5														
6														

1 <u>Desparasitación interna</u>	8 <u>Dispon de forraje poca</u>	CONVIVENCIA SOCIAL
2 <u>Desparasitación externa</u>	9 <u>Dispon de forraje insuficiente</u>	1 _____
3 <u>Vitaminas</u>	10 _____	2 _____
4 <u>Minerales</u>	11 _____	3 _____
5 <u>Suplementación Ener/Prot</u>	12 _____	4 _____
6 <u>Disponibilidad de forraje alta</u>	13 _____	5 _____
7 <u>Dispon de forraje suficiente</u>	14 _____	6 _____

Anexo 2. Base de datos en Microsoft Excel 2016

RANCHO	ANIMAL	RAZA	EDAD	CC	CONVIVENCI A	ODF	ODT	ODA	OIF	OIT	OIA	DTORACIC O	ALTRUCRZ	ALTCAD RA	ANCHOC ADERA	ANCHOPA NCA	LONGCRU ZCOLA	INDICETORA CICO	INDICECORP ORAL	INDICECORP ORALLATER AL	INDICEPELVI ANOTRANS VERSAL	INDICEDENU TSANIDAD
1	1	3	12	2.8	1	1	2	2	1	2	2	140	118	120	38	41	90	119	64	131	32	0.83
1	2	1	14	2.5	1	1	1	2	1	1	2	143	115	120	41	42	89	124	62	129	36	0.83
1	3	1	14	2.8	1	2	1	2	2	1	2	136	115	124	38	41	93	118	68	124	33	0.83
1	4	3	14	2.8	1	1	2	2	1	2	2	140	105	125	36	40	94	133	67	112	34	0.83
1	5	1	12	2.8	1	1	1	2	2	1	2	151	120	130	42	44	103	126	68	117	35	0.83
1	6	3	12	2.5	1	1	1	2	1	1	2	147	120	135	42	43	103	123	70	117	35	0.83
1	7	3	12	3.1	1	1	1	2	1	1	2	136	112	122	40	39	97	121	71	115	36	0.83
1	8	3	15	2.8	1	1	1	2	1	1	2	138	111	121	39	39	88	124	64	126	35	0.83
1	9	4	15	2.8	1	1	1	2	1	1	2	142	114	124	37	39	102	125	72	112	32	0.83
2	10	3	14	3.5	2	1	3	2	1	3	2	139	108	120	40	41	100	129	72	108	37	0.67
2	11	3	14	3.5	2	1	1	1	1	1	1	149	118	125	42	44	126	126	85	94	36	0.67
2	12	3	14	3	2	1	1	2	1	1	2	130	100	111	36	37	88	130	68	114	36	0.67
2	13	3	14	3	2	1	1	2	1	1	2	164	117	130	43	44	113	140	69	104	37	0.67
3	14	5	14	2.5	2	1	1	1	1	1	1	147	115	126	45	44	112	128	76	103	39	0.83
3	15	5	14	3	2	1	2	2	1	2	2	165	117	125	50	47	109	141	66	107	43	0.83
3	16	5	24	3	2	3	1	2	2	1	2	162	115	126	43	46	110	141	68	105	37	0.83
3	17	5	24	2.5	2	1	2	2	1	2	2	148	113	125	41	44	110	131	74	103	36	0.83
3	18	5	15	2.5	2	1	1	2	2	1	2	155	123	135	50	44	113	126	73	109	41	0.83
3	19	5	14	2.5	2	1	2	2	2	1	2	150	117	122	44	37	115	128	77	102	38	0.83
3	20	5	17	2.5	2	1	1	2	2	1	2	158	120	135	49	45	108	132	68	111	41	0.83
3	21	5	12	2.8	2	1	1	1	1	1	1	158	118	120	50	46	113	134	72	104	42	0.83
3	22	5	15	2.3	2	3	1	2	2	1	2	150	120	132	44	39	115	125	77	104	37	0.83
3	23	5	14	2.3	2	1	1	1	1	1	1	148	113	121	46	46	112	131	76	101	41	0.83

Anexo 3. Fotos de distintas instalaciones en UPPS.



Anexo 3. Uso de ultrasonido.



Anexo 4. Fotos distintos grupos raciales de bovinos.

