

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**CONDICIÓN CORPORAL Y FERTILIDAD EN VACAS DE CARNE EN
CONDICIONES DE TRÓPICO EN EL ESTADO DE TEXAS**

Por:

Montserrat Julissa Izaguirre Hurtado

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, febrero de 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

CONDICIÓN CORPORAL Y FERTILIDAD EN VACAS DE CARNE EN
CONDICIONES DE TRÓPICO EN EL ESTADO DE TEXAS

POR:

Monserrat Julissa Izaguirre Hurtado

TESIS PROFESIONAL

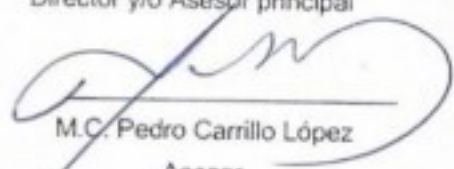
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

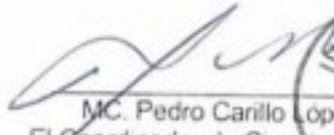
La cual fue revisada y aprobada por el Comité de asesoría:


Dr. Alejandro García Salas
Director y/o Asesor principal


Dr. Joel Ventura Ríos
Codirector


M.C. Pedro Carrillo López
Asesor


Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Asesor


M.C. Pedro Carrillo López
El Coordinador de Ciencia Animal



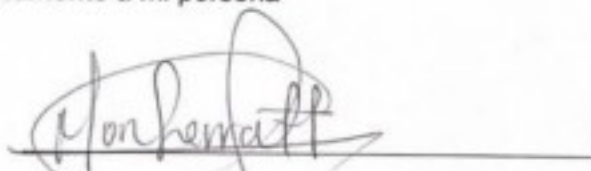
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

febrero de 2026

Manifiesto de Honestidad Académica

El suscrito, Monserrat Julissa Izaguirre Hurtado, estudiante del nivel licenciatura de la especialidad de zootecnia, con matrícula 41214625 autor de la presente Tesis, manifiesta que:

1. Reconoce que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas, reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor, materiales bibliográficos consultados por cualquier vía, y manifiesto no haber hecho mal uso de alguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance del comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía, respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis; Así como el análisis e interpretación de los resultados obtenidos por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría, aceptando cualquier responsabilidad al respecto es únicamente a mi persona



Monserrat Julissa Izaguirre Hurtado

Tesista de licenciatura

DEDICATORIA

A mis padres: el Sr. Juan Izaguirre Ostiguin y la Sra. Marta Hurtado Juárez por el amor, el cariño, los consejos y los ánimos durante toda esta etapa que me impulsaron siempre a continuar y culminar mis estudios.

A mis hermanos: por siempre tener palabras de aliento y alegrarme en los momentos difíciles.

A mi familia: que siempre estuvo presente durante este largo proceso con consejos y ánimos para seguir adelante.

Agradecimientos

A mis padres: Sr. Juan Izaguirre y Sra. Marta Hurtado

Siempre me brindaron aliento y apoyo incondicionalmente desde la distancia, haciendo el proceso más fácil al inicio de este camino y a lo largo de la carrera.

Gracias por ser mi inspiración y buen ejemplo en mi vida. Los amo.

A mi abuelo: Jesús Izaguirre Martínez

Sin ninguna intención más que mostrarme qué era lo que más le gustaba hacer en la vida, me transmitió el gusto por la zootecnia y, gracias a eso, hoy termino una carrera y un proyecto de tesis.

A mis hermanas y hermano:

D. Victoria, Fernanda, J. Pablo, por sus ánimos siempre, por los chistes que me animan en los días difíciles y por quienes me dan un escape de los problemas cotidianos.

A mis mascotas:

Apolo, Pupy, la Tamarinda, Shawod, Venus y Leona aun que ellos no hablen y no saben cuánto es mi cariño hacia ellos siempre que lo necesito mi abrazo es bien recibido y a la distancia siempre me calman al pensarlos, por el poder de darme paz les agradezco tanto.

A mi asesor, Alejandro García Salas

Por la confianza, el apoyo y la guía al inicio y al final del proyecto, y por el aprendizaje en clase. Así mismo por los consejos para mi próxima vida profesional

A mis amigos:

Mónica Saldaña, Guillermo López, Diego Torres, Cecilia Farelos, José Juan Cordero, Casandra y Alejandro Hernández, Daniela Navarro, por su valiosa amistad y la buena compañía a lo largo del camino, los momentos de alegría y tristeza, los consejos y ánimos, gracias por todos amigos

A Joan Ochoa:

Aunque nos encontramos hace poco, has multiplicado la felicidad en mis días;
tu apoyo y tus palabras para animarme nunca faltaron en este proceso. Gracias
por formar parte de esto amor.

Índice

INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	13
Hipótesis:	13
JUSTIFICACIÓN	13
REVISION DE LITERATURA	14
Definición e importancia de la condición corporal (CC)	14
Influencia de la nutrición en la condición corporal	15
Evaluación de la condición corporal	15
Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en bovinos de carne	16
Implicaciones de la condición corporal en los signos a la entrada al estro	16
Procesos bioquímicos relacionados con la condición corporal	17
Protocolo de sincronización	17
Ciclo estral del bovino	18
El cuerpo lúteo	19
Ondas foliculares	19
Dispositivo intravaginal CIDR (Controlled internal drug release)	19
Gonadotropina coriónica equina (eCG)	20
Hormona liberadora de Gonadotropina (GnRH)	20
Prostaglandina	20
Leptina	21
Glucógeno	21
Insulina	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Ubicación de área de estudio	22
Material	23
Alimentación	25
Animales Y Criterios De Selección	25
Unidad Experimental:	29
Metodología	30

Variables evaluadas	31
Análisis estadístico	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍAS	36

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Costos de hormonas por vaca	24
Cuadro 2. Método visual para la evaluación de la condición corporal en bovinos	28
Cuadro 3. Metodología de protocolo de sincronización con CIDR	30
Cuadro 4. Efecto de la condición corporal sobre la presentación del estro, las horas a la entrada al estro y el porcentaje de gestación en vacas de carne sometidas a un protocolo de sincronización con dispositivo intravaginal CIRD	33

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación de las instalaciones	19
Imagen 2. Condición corporal tres a cuatro (carencia de musculatura y grasa corporal en las costillas, cadera y base de la cola visible)	21
Imagen 3. condición corporal tres a cuatro (visible el área de la columna vertebral y cadera)	26
Imagen 4. Condición corporal cinco a seis (no visibles las costillas y presencia de musculatura).....	22
Imagen 5. condición corporal cinco a seis (no visibles las costillas, y visible la cadera)	22
Imagen 6. Diseño de tratamiento.....	29

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la condición corporal sobre la manifestación de estro y concepción en vacas de carne sometidas a un protocolo de sincronización con el dispositivo intravaginal CIDR durante un periodo de siete días. Se utilizaron 20 vacas, las cuales se dividieron en dos tratamientos (n=10): T1, con condición corporal de cinco a seis y T2, con condición corporal de tres a cuatro basados en una puntuación en escala de 1-9. A todas las vacas se les aplicó un protocolo de sincronización basado en CIDR, GnRH, eCG y prostaglandina, y se registró el estro, las horas desde el retiro del CIDR a la entrada del estro y el porcentaje de gestación. El T1, mostro el 100% de estros vs T2 70% ($p>0.05$). Las vacas del T1 presentaron celo en promedio a las 32 h después de retirado el CIDR ($p<0.05$). Así mismo, la tasa de concepción fue del 80% ($p<0.05$), siendo superior a la observada en el T2. Se concluye que una condición corporal en escala de cinco y seis puntos, favorece la tasa de concepción en ganado de carne.

Palabras clave: bovino de carne, CIDR, condición corporal, trópico húmedo.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of body condition on estrus and conception in beef cows undergoing a synchronization protocol with the intravaginal CIDR device over a seven-day period. Twenty cows were used and divided into two treatments (n = 10): T1, with a body condition score of 5 to 6, and T2, with a body condition score of 3 to 4, based on a 1-9 scale. All cows underwent a synchronization protocol based on CIDR, GnRH, eCG, and prostaglandin, and estrus, the time from CIDR removal to estrus onset, and the pregnancy rate were recorded. T1 showed 100% estrus vs. T2 70% ($p>0.05$). Cows in T1 came into heat on average 32 hours after CIDR removal ($p<0.05$). Likewise, the conception rate was 80% ($p<0.05$), which was higher than that observed in T2. It is concluded that a body condition score of five or six points favors the conception rate in beef cattle.

Keywords: beef cattle, CIDR, body condition, humid tropics.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva en los bovinos de carne es un aspecto importante para la sostenibilidad y el éxito de los sistemas de producción ganadera, puesto que de ella depende en gran medida el desempeño productivo del hato. Entre los factores que influyen en el desempeño reproductivo de las hembras, la condición corporal CC se reconoce como un punto clave, dado que, de manera visual y subjetiva, refleja de manera indirecta el estado nutricional, metabólico y las reservas energéticas del animal (Correa-Orozco, 2010).

La evaluación de la CC, mediante apreciación visual y palpación, es un método práctico, económico y no invasivo, pero subjetivo, considerando que cada persona tiene un criterio distinto. Aun así, es ampliamente utilizado en el manejo ganadero, pues permite asociarlo estrechamente con la fertilidad y la productividad (Thomas y Bailey, 2021; Rossi, 2024). Asimismo, la nutrición juega un papel determinante en el adecuado funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gónada, en este sentido, el estado energético del animal influye directamente en la secreción de hormonas metabólicas como la leptina, la insulina y el factor de crecimiento similar a la insulina tipo uno (IGF-1), las cuales actúan como un enlace entre la nutrición y la función reproductiva, participando en procesos como la dinámica folicular, la ovulación y la concepción.

De esta manera, los animales con buenas reservas energéticas presentan una mayor expresión de signos externos al estro y tasas más altas de preñez, mientras que las deficiencias nutricionales se asocian con anestro y baja eficiencia reproductiva, lo que significaría pérdidas para el productor (Tubino, 2003). Por otra parte, los protocolos de sincronización del estro, que incluyen el uso de GnRH, prostaglandinas, gonadotropina coriónica equina (eCG) y dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (CIDR), se han convertido en una herramienta importante para mejorar el manejo reproductivo, especialmente cuando se consideran las condiciones nutricionales y corporales de las hembras (Hernández-Coronado et al., 2023).

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la condición corporal en bovinos de carne, sobre la eficiencia reproductiva

como las horas a la entrada al estro, los signos externos de estro y el porcentaje de gestación y considerando la influencia del factor como la condición corporal.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la condición corporal sobre la respuesta reproductiva de vacas de carne sometidas a un protocolo de sincronización de estro con dispositivo intravaginal CIDR, mediante la medición de la presentación de estro, las horas a la entrada al estro y el porcentaje de gestación.

Objetivos específicos

Comparar la presentación de estro entre vacas con condición corporal 3–4 y 5-6 sometidas a un protocolo de sincronización con CIDR.

Medir el tiempo en horas a la entrada al estro después del retiro del CIDR, en vacas con diferente condición corporal.

Comparar el porcentaje de gestación entre los dos grupos de vacas evaluadas.

Hipótesis: Las vacas de carne con condición corporal de 5–6 puntos presentan mayor tasa de estro, menor tiempo a la entrada al estro y mayor porcentaje de gestación que las vacas con condición corporal de 3–4 puntos al ser sometidas a un protocolo de sincronización con CIDR.

JUSTIFICACIÓN

La eficiencia reproductiva en bovinos de carne es determinante para la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de producción, especialmente en regiones con condiciones de trópico donde el ambiente y la nutrición pueden influir de forma directa en el desempeño del hato. Dentro de los indicadores

prácticos de manejo, la condición corporal es una herramienta visual, económica y de fácil aplicación que permite estimar el estado energético del animal y anticipar su posible respuesta reproductiva. Diversos trabajos han señalado su relación con la actividad ovárica, la manifestación de estro y la probabilidad de concepción; sin embargo, su efecto debe analizarse bajo condiciones reales de manejo y en conjunto con el uso de biotecnologías reproductivas.

Los programas de sincronización del estro que emplean dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (CIDR), en conjunto con hormonas como GnRH, eCG y prostaglandinas, son herramientas de uso frecuente para ordenar el manejo reproductivo y agrupar los servicios; sin embargo, la eficacia de estos tratamientos puede cambiar de acuerdo con las reservas energéticas de cada hembra. Por esta razón, es importante analizar de qué manera los distintos niveles de condición corporal influyen en la manifestación del estro, en el intervalo tras el retiro del dispositivo y en el porcentaje de gestación. Contar con esta información brinda sustento técnico para la toma de decisiones en campo, mejora la elección de hembras para protocolos hormonales y favorece la eficiencia reproductiva del ganado de carne en ambientes tropicales.

REVISION DE LITERATURA

Definición e importancia de la condición corporal (CC)

La CC es un método por el cual clasificamos el estado nutricional de las vacas según la apreciación visual y la palpación manual; la clasificación de la CC y el porcentaje de grasa corporal de una vaca están estrechamente relacionados (Kabaleski et al., 2013). Asimismo, Thomas y Bailey (2021) señalan que el sistema de puntuación corporal (BCS) se utiliza como una herramienta integral

que permite valorar la productividad de los bovinos de manera sencilla, y es muy útil, económico y no invasivo.

Es importante recalcar que este es un método subjetivo (Thomas y Bailey, 2021) debido a que la interpretación visual podría variar entre evaluadores, pues se tienen criterios que podrían no coincidir; aun así, esto no resta importancia a la evaluación de la CC (Herd y Sprott, 1986) comparten que la CC es una herramienta esencial para evaluar la preparación reproductiva y el desempeño productivo. Se puede decir que todos los autores coinciden en que la evaluación de la CC es una herramienta clave para valorar aspectos nutricionales y reproductivos, sirviendo como evaluador práctico de la productividad del animal.

Influencia de la nutrición en la condición corporal

En estudios previos se mostró que la CC es clave para que las vacas volvieran a quedar gestantes después de la pérdida de peso posterior al parto (Mendoza-Martínez et al., 2008). Esto provocó que se realizaran más estudios al respecto de la relación entre la nutrición, la CC y la posibilidad de quedar gestante en el siguiente ciclo. Por ello, la buena nutrición en las novillas es vital, ya que marca el desempeño reproductivo en la edad de la pubertad (Arreaza et al., 2002).

En las hembras, la nutrición juega un papel fundamental en la regulación de las funciones generales, como la temperatura y la presión arterial. Asimismo, la proporción de tejido adiposo y de músculo, así como las hormonas que participan en el proceso metabólico, como la leptina, el factor de crecimiento similar a la insulina tipo uno (IGF-1), producido en el hígado, funcionan como reguladores reproductivos en las hembras (D'Occhio et al., 2019).

Evaluación de la condición corporal

La evaluación de la CC es un método no invasivo, sencillo y económico como lo hemos mencionado anteriormente. Sirve para determinar de manera subjetiva el estado nutricional del animal; sin embargo, puede estar influenciada por vacas previamente calificadas o por el nivel de experiencia del evaluador. La escala de evaluación de la CC se encuentra de uno a nueve, donde uno corresponde a un estado demacrado y nueve a un estado muy obeso (Thomas y Bailey, 2021).

Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en bovinos de carne

La nutricional es el que tiene mayor efecto sobre las funciones reproductivas en las hembras, y el conocimiento del estado nutricional del animal es fundamental para ello. Estudios anteriores en los que se investigó la relación entre la nutrición y la reproducción destacaron la relevancia de la evaluación de la CC para determinar de manera subjetiva el rendimiento reproductivo; asimismo, esta se asocia con la concentración de hormonas metabólicas, como la insulina, el glucagón y la leptina, las cuales intervienen en el estado nutricional y las funciones reproductivas (Boeta et al., 2023).

Se menciona que un nivel cinco en la CC es adecuado para la vaca que se busca que esté próximo a quedar gestante, pues se encuentra en un punto óptimo reproductivo con base en la CC. Esto tiene como resultado un mayor índice de preñez en vacas con este nivel de CC (Cooke et al., 2021).

Implicaciones de la condición corporal en los signos a la entrada al estro

Una condición corporal baja puede afectar de forma evidente las características del estro, como la duración del celo o su detección; así mismo, influye negativamente en el desarrollo folicular y en la tasa de ovulación, presentándose folículos de menor tamaño y una menor eficiencia ovulatoria. Estas alteraciones reducen la probabilidad de que el animal logre quedar preñado, aun cuando el estro se exprese de manera aparente (Segura et al., 2013).

La condición corporal (CC) es de suma importancia para el conocimiento de las reservas de energía corporal con las que cuenta el animal; esto ayuda a que el animal logre un adecuado desarrollo folicular y una tasa de ovulación elevada, por lo que existen mayores probabilidades de preñez. De este modo, las vacas con condición corporal de uno a tres presentan baja fertilidad, mientras que las vacas clasificadas dentro de una CC de cinco a seis tienen un mayor índice de fertilidad (Correa-Orozco, 2010).

En vacas de carne la actividad lútea es más corta, cuando se comparan vacas con condición corporal media se observan ventajas al presentar un mayor

tamaño del folículo dominante en los primeros estros, a diferencia de las vacas con (CC) baja. La (CC) favorece una mayor producción de hormonas luteinizante, estradiol, leptina e insulina, las cuales contribuyen a regular un funcionamiento reproductivo más eficaz y una mayor probabilidad de concepción (Tubino, 2003; Pfeifer et al., 2021).

Procesos bioquímicos relacionados con la condición corporal

El hígado tiene un papel crucial en las funciones reproductivas, en la secreción de IGF-1 (factor de crecimiento similar a la insulina o somatomedina) y en los procesos metabólicos y reproductivos; asimismo, su importancia radica en que sus concentraciones en sangre reflejan el estado nutricional y energético del animal. Es importante para el crecimiento de los folículos ováricos, los cuales deben estar listos antes de la ovulación, lo que, sumado a otros procesos bioquímicos, resulta en la pronta aparición de la pubertad en vaquillas. Un balance energético positivo favorece la fertilidad de las vacas y, asimismo, de otras especies; por el contrario, algún problema en el hígado o, en su defecto, una condición como el hígado graso, disminuye la fertilidad en vacas (D'Occhio et al., 2019).

El tejido adiposo funciona también como órgano endocrino; una de las hormonas más importantes que produce es la leptina, la cual viaja a través del torrente sanguíneo y llega al cerebro, específicamente al hipotálamo, donde se une a un receptor (GPR54) que se encuentra en una neurona del hipotálamo conocida como kisspeptina. Esta estimula a otras neuronas para liberar GnRH; asimismo, la GnRH provoca la liberación de LH y FSH, las cuales son fundamentales en los procesos reproductivos, tales como la maduración sexual y la ovulación (Khan et al., 2022).

Protocolo de sincronización

Los protocolos de sincronización, a lo largo de los años, han sido una herramienta para disminuir el fracaso reproductivo en la industria ganadera, pues se sabe que la mayor pérdida en este sector ocurre cuando los animales no quedan gestantes en la época de monta. Esto puede deberse a diversos

factores, como la raza, factores nutricionales, fisiológicos y ambientales. (Salverson y Perry 2021).

Existen diversos tipos de protocolos de sincronización.

1. Sistema GnRH-PGF: tiene una duración de siete días donde se hace una primera aplicación de GnRH (días cero), 48 horas antes de la aplicación de PGF se observan celos, y posterior a siete días se aplica PGF, las señales de estro aparecen de dos a tres días. (Day, 2015)
2. Sistema GnRH-PGF mas GnRH: en este protocolo se realiza muy parecido al anterior teniendo únicamente como variante una aplicación más de GnRH 48 o 72 horas después de la aplicación de PGF en esta segunda aplicación se puede realizar la inseminación artificial puesto que la aplicación de la GnRH ayuda a la ovulación sincronizada. (Day, 2015).
3. Adición de CIDR al sistema GnRH: es un protocolo basado en siete días en el cual se realiza una aplicación de GnRH y la aplicación del dispositivo intravaginal CIDR, el cual se retirará al día cero, asimismo se prostaglandina, 48 horas antes del retiro de aplicará eCG. (Farney et al., 2024)

Asimismo, existen variantes de protocolos de sincronización en tiempo fijo.

Ciclo estral del bovino

El ciclo estral se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro. El estro está bien referido como el periodo en el que la vaca es receptiva a recibir la monta, y este tiene una duración aproximada de 15 horas. Durante este tiempo puede presentar signos como nerviosismo, inquietud, raspones o heridas en la base de la cola, descargas vaginales de tipo mucoso y vulva hinchada, siendo el signo más evidente del celo el dejarse montar.

Si la vaca logra ser montada, se podrá fecundar el óvulo que el folículo ovulatorio liberó. Este proceso de ruptura y liberación, mejor conocido como ovulación, ocurre entre 24 y 32 horas después del inicio del estro. A partir de este momento,

se desencadena un proceso dinámico en el que intervienen diversas hormonas. (Salverson,2021).

El cuerpo lúteo

Tiene una función importante en el ciclo, puesto que es la principal estructura de los ovarios durante la gestación, y su función principal es producir progesterona, que en este caso prepara el útero para la gestación. Asimismo, la mantiene, lo que significa que sus concentraciones no disminuyen (McCracken et al., 1999)

Ondas foliculares

En el ganado bovino, al igual que en otras especies, se presentan ondas foliculares en todas las etapas reproductivas, incluso durante el periodo prepuberal de las novillas (Wiechers,2021). Este es un proceso que se compone de dos fases: basal y terminal, y culmina con la ovulación de un folículo. La primera fase, folicular, no depende de gonadotropinas, por lo cual intervienen factores producidos localmente que actúan de forma autocrina o paracrina. Durante esta fase se promueve la producción de factores de crecimiento y proteínas para obtener un folículo primordial, que debe pasar por tres etapas: cambio de la granulosa, proliferación de las células de la teca y alargamiento del ovocito. Desarrollo folicular terminal: Esta fase sí depende de gonadotropinas y promueve el crecimiento y desarrollo folicular. En esta fase se producen grandes cantidades de estradiol, hormona clave para la manifestación del estro y la ovulación en la vaca. Este proceso sigue un patrón denominado “ondas de crecimiento folicular”; cada oleada se compone de tres etapas: reclutamiento, selección y dominancia, seguidas de la atresia o la ovulación del folículo dominante (Salverson, 2021).

Dispositivo intravaginal CIDR (Controlled internal drug release)

El CIDR es un dispositivo intravaginal utilizado en los protocolos de sincronización para la liberación controlada de la progesterona, la cual es fundamental en el control del ciclo estral. El dispositivo CIDR, al momento de la implantación, simula la fase lútea, inhibiendo temporalmente la ovulación y permite programar de manera precisa el retorno al estro tras su retiro (Alnimer y

Lubbadeh, 2008). Esto permite mejorar la eficiencia reproductiva, incrementar la tasa de preñez y mejorar el manejo del hato (Lucy et al., 2018).

Gonadotropina coriónica equina (eCG)

La gonadotropina coriónica equina es utilizada en protocolos de sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo por ser una hormona (hormona glicoproteica producida por las copas endometriales de la placenta de la yegua gestante) (De Rensis y López-Gatius, 2014), que tiene efectos fisiológicos que estimulan el crecimiento y la maduración folicular. Esto significa que existe un aumento del tamaño folicular (Souza et al., 2009), mayor diferenciación en las células foliculares —lo que permite la ovulación de folículos más grandes y funcionales— y una mayor capacidad esteroidogénica del folículo dominante, lo que como consecuencia incrementa el estradiol, hormona que propicia la manifestación del estro y la ovulación (Murphy, 2012).

Hormona liberadora de Gonadotropina (GnRH)

La hormona liberadora de gonadotropinas es ampliamente utilizada en la reproducción animal, como en la sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo (IAF), ya que permite inducir la ovulación por medio del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (Hassanein et al., 2024). Esta hormona estimula la liberación de la (LH) y (FSH), las cuales cumplen funciones ováricas como la dinámica folicular y la función luteal en hembras (Perrett y McArdle, 2013).

Prostaglandina

Las prostaglandinas son eicosanoides y derivados del ácido araquidónico. Su importancia radica en su función de inducir la luteólisis (regresión funcional y estructural del cuerpo lúteo) (McCracken et al., 1999), lo que provoca una disminución en la secreción de progesterona y permite la próxima entrada al celo, si no hay gestación, por esta razón se utilizan en programas de sincronización (Ginther et al., 2009; Niswender et al., 2000).

Leptina

La leptina es una hormona peptídica que se produce principalmente en el tejido adiposo. La producción de esta hormona está relacionada con la cantidad de reservas energéticas corporales. Juega un papel en la regulación del balance energético, controlando el consumo de alimento y el gasto de energía, así como la movilización de las reservas corporales (Delavaud et al., 2002). Su sitio de acción se encuentra en el hipotálamo, donde coadyuva a mantener la homeostasis energética del organismo. Esta función está relacionada de manera indirecta con la liberación de la GnRH, la cual permite la liberación de las gonadotropinas LH y FSH, que cumplen funciones reproductivas (Zieba et al., 2005).

Glucógeno

El glucógeno es un polisacárido que almacena glucosa, la cual actúa como reserva energética de rápida movilización cuando el organismo del animal se encuentra en déficit energético, en estrés fisiológico (Zlotowski et al., 2005). Por ello, aunque de manera directa no actúe como hormona reproductiva, juega un papel crítico en la eficiencia reproductiva, ya que el glucógeno refleja el estado energético del animal, condición necesaria para el correcto funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gónada (Crouse y Smith, 2019).

Insulina

La insulina es una hormona anabólica que se secreta por el páncreas en respuesta al aumento de glucosa en sangre. Entre sus funciones está el metabolizar carbohidratos, lípidos y proteínas; otra de sus tareas es actuar como regulador de las funciones reproductivas (Sliwowska et al., 2014), ya que la insulina, al igual que el glucógeno y la leptina, tiene relación con el estado energético del animal. Destaca su efecto en la sensibilidad de las células gonadales a la GnRH, lo que provoca concentraciones adecuadas de LH y FSH (Souza et al., 2009), lo que indica un correcto funcionamiento reproductivo y un

vínculo estrecho con la nutrición y la condición corporal (CC) del animal (Panzani et al., 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de área de estudio

El presente estudio se realizó en el Rancho L&R Ranch, ubicado en el condado de Cameron, en el municipio de San Benito, al extremo sur de Texas, dentro del valle del Río Grande, en 26° 08' 26" N, 97° 33' 20" W. Es una zona fronteriza con México y su cercanía al Golfo de México es relativamente corta, esta zona presenta un clima tropical húmedo.

Esta zona se caracteriza por estar entre los cero y diez metros sobre el nivel del mar, es una región con clima subtropical semiárido donde las temperaturas en

época de verano van de 25° a 27° mínima promedio y 34° a 36° máxima promedio, con un promedio anual de sensación de humedad relativa de 75.4% con variaciones mensuales de 73% a 78% en los meses más calurosos.

El experimento tuvo una duración de 12 días, durante los cuales se seleccionaron las vacas según su condición corporal, se aplicó el dispositivo CIDR, se retiró este y se realizaron montas directas.

Imagen1.Ubicación de las instalaciones

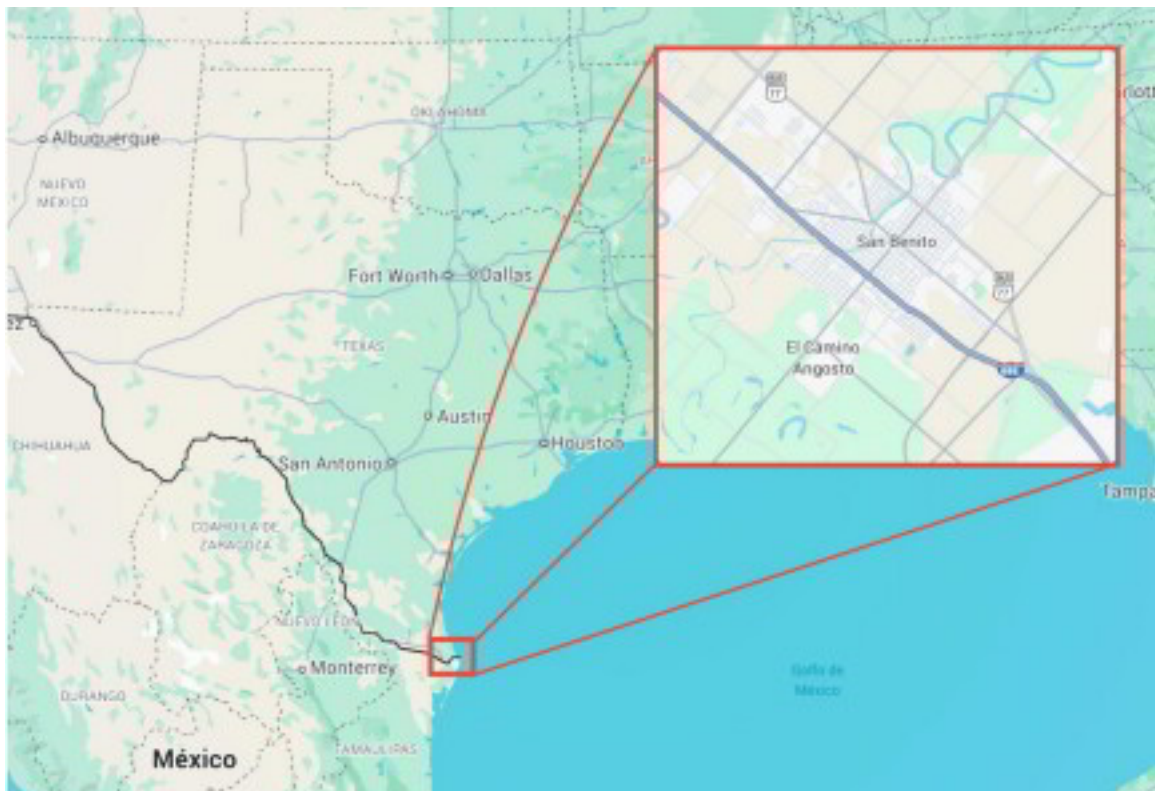


Imagen 1Ubicación de las instalaciones

Material

- Guantes de examen de nitrilo paquete de 100.
- Guantes de vestir desechables de campo para inseminación veterinaria, guantes largos rectales, manga extralarga.
- Etiquetas de oreja para ganado enumerados, 20 unidades.
- Pinzas perforadoras.
- Marcador para ganado (marking stick) prima tech.
- Tinta para marcar (green tattoo ink) producer's pride roll-on applicator.
- 7 jeringas de 6ml.

- 3 paquetes de agujas de 18Gx 3/8 IN.
- Gel Xiomara presentación de 250 g
- Aplicador de dispositivo CIDR (50 cm de largo y 3 cm de diámetro).
- Jabón dawn 413ml.
- Papel higiénico.
- Toallas desinfectantes (disinfecting wipes) Kleen Freak Waxman 70 piezas.
- Hielera.
- Gel refrigerante 4 bolsas.
- Agenda.
- Lapicero.

Equipo

- Corral.
- Prensa de ganado (Big Valley).
- Bandera.
- Chicharra.
- Bebederos.
- Comederos tipo canoa.
- Cuerdas/lazo.

Hormonas

- Dos paquetes de PLUSELAR (Contiene 10 Dispositivos);
- Dos frascos Fertigram (500 ml);
- VETEGON (eCG) 25 ml con 5000 UI.;
- LUTALYSE (30 ml).

Cuadro 1. Estimación de costos hormonales moneda nacional (MN/00) por vaca.

Nombre comercial	Laboratorio	Contenido	Dosis	Precio/vaca
------------------	-------------	-----------	-------	-------------

PLUSELAR Dispositivo intravaginal	Calier®	Progesterona	1.2 g	194.50
Fertigram	Animal Care Products®	GnRH	2.5 ml	33.00
VETEGON	Calier®	eCG	1.2 ml	72.50
LUTALYSE	Zoetis®	Dinoprost trometamina	5 ml	65.00
Total				365.00

Alimentación

Las vacas se encontraban originalmente en un pastoreo continuo con agua libre acceso, se suplementaron con un alimento concentrado de 16% de proteína con ingredientes de la región como sorgo (*Sorghum bicolor*), melaza, maíz (*Zea mays*), algodón (*Gossypium*) con un consumo promedio de 2.5 libras (1.25 kg) animal día⁻¹, y disponibilidad de forraje *ad libitum*.

Animales Y Criterios De Selección

Para la selección de nuestros animales tomamos en cuenta la escala de condición corporal (CC) de uno a nueve (Farney, 2024). Donde formaríamos dos grupos uno de ellos con características con CC con escala de tres y cuatro, los atributos físicos que son columna vertebral visible y ligeramente visible, costillas visibles, costillas delanteras visibles, isquiones visibles, base de la cola sin grasa, pecho sin grasa, musculatura ninguna-completa (Imagen 2 y 3).

Imagen 2 y 3. Condición corporal tres-cuatro (carencia de musculatura y grasa corporal en las costillas, cadera y base de la cola, visible)



Imagen 2 Condición corporal tres a cuatro (carencia de musculatura y grasa corporal en las costillas, cadera y base de la cola visible)



Imagen 3 Condición corporal tres a cuatro (visible el área de la columna vertebral y cadera)

El segundo grupo con CC cinco y seis con los atributos de columna vertebral: no visible, costillas: no visibles, isquines: visibles, base de la cola: sin grasa-algo de grasa, pecho: sin grasa -algo de grasa, musculatura: completa. No se tomó en cuenta la raza de las vacas, ya que no hay una raza específica en el hato, por lo cual no es de relevancia en el presente experimento.

Imagen 4 y 5. Condición corporal cinco y seis (no visible las costillas, presencia de musculatura, cadera visible y ligeramente visible)



Imagen 2 Condición corporal cinco a seis (no visible las costillas y presencia de musculatura)



Imagen 3 Condición corporal cinco a seis (no visible las costillas, y visible la cadera)

Cuadro 2. Método visual para la evaluación de la condición corporal en bovinos

<i>Condición corporal (BCS)</i>	<i>Columna vertebral</i>	<i>Costillas</i>	<i>Caderas (Hooks/Pins)</i>	<i>Base de la cola</i>	<i>Pecho (Brisket)</i>	<i>Musculatura</i>
<i>1 (Delgado)</i>	Visible	Visible	Visible	Sin grasa	Sin grasa	Ninguna / atrofia
<i>2 (Delgado)</i>	Visible	Visible	Visible	Sin grasa	Sin grasa	Ninguna / atrofia
<i>3 (Límite)</i>	Visible	Visible	Visible	Sin grasa	Sin grasa	Ninguna
<i>4 (Límite)</i>	Ligeramente visible	Costillas delanteras visibles	Visible	Sin grasa	Sin grasa	Completa
<i>5 (Óptima)</i>	No visible	No visible	Visible	Sin grasa	Sin grasa	Completa
<i>6 (Óptima)</i>	No visible	No visible	Visible	Algo de grasa	Algo de grasa	Completa
<i>7 (Sobrecondicionado)</i>	No visible	No visible	Ligeramente visible	Algo de grasa	Grasa	Completa
<i>8 (Sobrecondicionado)</i>	No visible	No visible	No visible	Grasa abundante	Grasa abundante	Completa
<i>9 (Sobrecondicionado)</i>	No visible	No visible	No visible	Extremadamente graso	Extremadamente graso	Completa

Adaptado de Herd y Sprott, 1986. BCS = Puntuación de Condición Corporal.

Unidad Experimental:

En el experimento se utilizaron 20 vacas 10 con una condición corporal de entre tres a cuatro y el resto con una condición corporal de cinco a seis, para la selección solo se tomó en cuenta su condición corporal, en promedio todos los animales tiene una edad de ocho a diez años y partos entre seis a siete, no fue posible recolectar datos precisos de cada animal por la falta de registros.

Imagen 6. Diseño de tratamiento

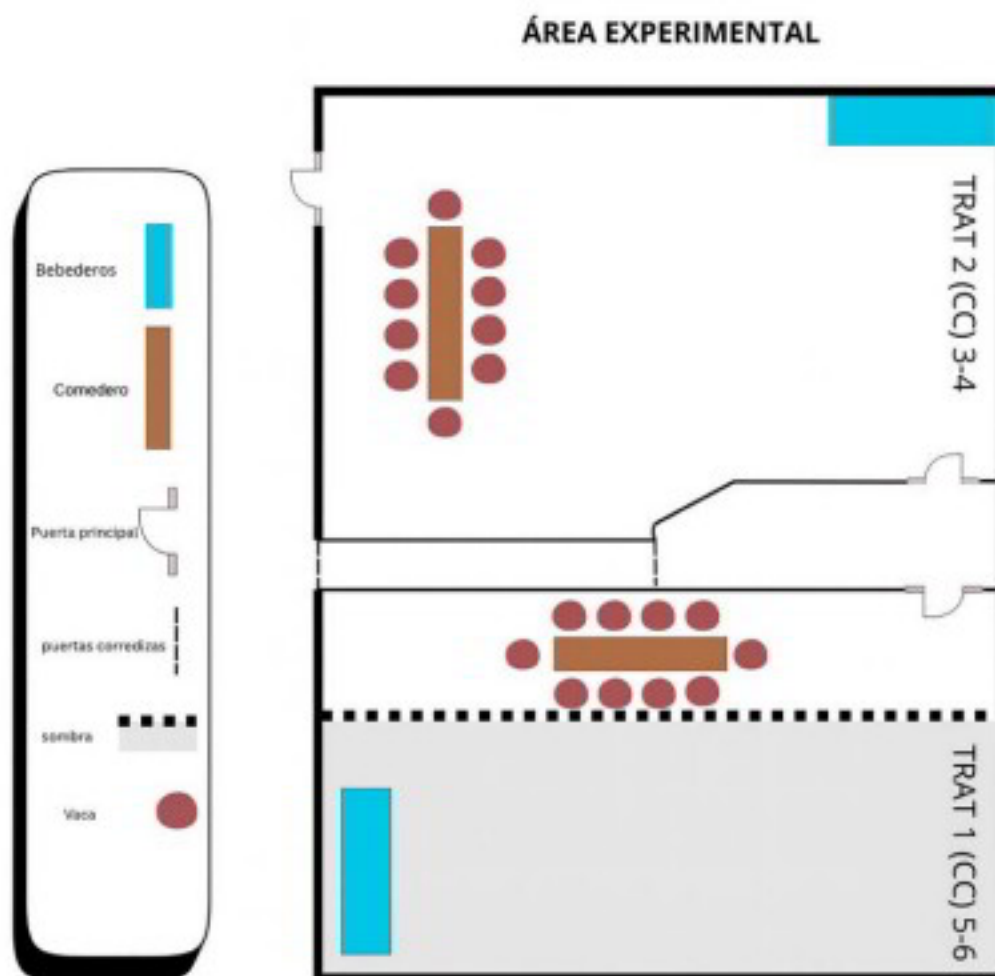


Imagen 4 Diseño de tratamiento

Metodología

El día cero iniciamos con la selección de los animales para el experimento y por la tarde (5:30 pm) con la aplicación del dispositivo intravaginal CIDR y una aplicación de GnRH (2.5 ml) a el primer grupo de 10 vacas en condición corporal de cinco a seis, Al día cinco o a las 48 horas antes del retiro del dispositivo CIDR se hizo la aplicación de eCG Gonadotropina Coriónica Equina (1.25ml) equivalente a (250 UI). Al día ocho se retira el implante (CIDR) y se hace una aplicación de Prostaglandina (5ml) y a las 35 horas del retiro de implantes CIDR se metieron los toros al área de las vacas para la detección de estros y montas.

Cuadro 3. Metodología de protocolo de sincronización de estros con Dispositivo Intravaginal.

Días	CC 3-4	CC 5-6
0	Aplicación de implante intravaginal (CIDR)	
1		Aplicación de implante intravaginal (CIDR)
2		
3		
4		
5	Aplicación de la eCG	
6		Aplicación de la eCG
7		
8	Retiro de implante y aplicación de PGF2 α	
9		Retiro de implante y aplicación de PGF2 α
10	Entrada de toro	Entrada de toro
11	Observación	Observación
12	Observación	Observación

De aquí parte las horas de observación para detectar signos de celo externos o evidentes hasta cumplir 72 horas después del retiro del implante.

Se realizó la detención de gestación por medio de palpación vía rectal a los cuatro meses posteriores al retiro del CIDR.

Variables evaluadas

Condición corporal: Se utilizó como criterio para la conformación de los tratamientos. Lo que representa una estimación del estado energético del animal y se relaciona directamente con la disponibilidad de reservas corporales necesarias para el funcionamiento del eje reproductivo. Las vacas se agruparon según su estado nutricional en dos categorías.

T1: condición corporal cinco y seis puntos en ganado de carne.

T2: condición corporal tres y cuatro puntos en ganado de carne.

Presentación del estro (%): se evaluó la proporción de vacas que manifestaron signos visibles de estro después del retiro del dispositivo intravaginal impregnado con progesterona. Esta variable se expresó en porcentaje y en el total del número de hembras que presentaron señal de estro.

Horas a la entrada al estro (h): se registró el tiempo transcurrido, expresado en horas, desde el retiro del dispositivo intravaginal impregnado con progesterona hasta la manifestación de los primeros signos externos de estro.

Porcentaje de gestación (%): Se determinó a partir del número de vacas gestantes con relación al total de animales tratados en cada grupo, expresándose en porcentaje. Se hizo un diagnóstico de gestación cuatro meses después de la inseminación artificial.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el Modelo Lineal Generalizado (GENMOD) del paquete estadístico (SAS 2013), se utilizó la prueba de tukey para la comparación de medias ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estro y horas de manifestación de estros

Se obtuvo el 100% de estro en las vacas del tratamiento uno, mientras que las vacas del tratamiento dos, solo se alcanzó el 70% ($p>0.05$; Cuadro 3). En las horas transcurridas a la manifestación de señales al estro, el T1 presentó el estro en menor tiempo comparado con el tratamiento dos (35.8 vs. 53.8 h), respectivamente (Cuadro 3) lo que indica que la condición corporal y salud de la vaca, favorece dicha respuesta. Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con los reportados por Souza et al. (2009) y Wiltbank et al. (2014), quienes indican que una adecuada condición corporal favorece la actividad ovárica mediante una mejora en la secreción pulsátil de GnRH, FSH y LH, lo que permite un crecimiento folicular adecuado y una mayor producción de estradiol.

Este proceso se encuentra estrechamente relacionado con el estado metabólico, ya que una vaca con buena condición corporal presenta un balance energético favorable, en el cual hormonas como IGF-1, insulina, glucógeno y leptina regulan de manera eficiente el funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gónada. En contraste, un estado metabólico deficiente, como el observado en el tratamiento 2, se asocia con un retraso en la manifestación de los signos externos del estro (Lucy et al., 2014).

En vacas cruzadas, el inicio del estro posterior a protocolos de sincronización hormonal muestra un cambio estrecho que impacta directamente en la fertilidad. Se reportó que las vacas presentaron estro entre 36 y 43 h después de la aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$; puesto que, aquellas que iniciaron estro entre 36 y 37 h después del retiro del CIDR no resultaron gestantes, mientras que las que lo manifestaron alrededor de las 43 h sí lograron gestación. Este efecto se atribuye al tiempo transcurrido entre el inicio del estro y la inseminación, el cual no coincidió adecuadamente con el momento de la ovulación. Adicionalmente, el intervalo del inicio del estro a la ovulación fue de 37.6 ± 6.0 h en estros naturales y de 46.2 ± 8.2 h en estros inducidos con $\text{PGF}_2\alpha$, observaron ovulaciones en rangos cercanos a las 35 h y un mayor porcentaje entre 36 y 47 h. La diferencia en el momento de la ovulación y la presencia de estros anovulatorios en vacas

cruzadas fueron señaladas como las principales causas del bajo porcentaje de gestación (Pérez-Ruiz et al., 2022).

Cuadro 4. Efecto de la condición corporal sobre la *tasa de estros*, horas a la entrada al estro y el porcentaje de *concepción* en vacas de carne sometidas a un protocolo de sincronización con dispositivo intravaginal.

Variable	Tratamiento		EEM
	1	2	
Tasa de estro, %	100	70	0.80
Horas al estro	(10/10) 35.80 b	(7/10) 53.85 a	2.87
Tasa de concepción, %	80 (8/10) a	40 (4/10) b	0.11

T1=vacas con c.c. 5-6; T2=vacas con c.c. 3-4. EEM = error estándar de la media. Valores con distintas literales en la misma fila difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

Tasa de concepción

El porcentaje de concepción fue superior ($p < 0.05$) en las vacas del tratamiento uno, quienes alcanzaron el 80% de concepción, comparadas con las vacas del tratamiento dos quienes mostraron una menor tasa de concepción a 45 días después de la inseminación artificial (Cuadro 4).

Una condición corporal adecuada favorece un desarrollo folicular más eficiente, caracterizado por una mayor tasa de crecimiento del folículo dominante y una esteroidogénesis ovárica óptima, lo que se traduce en concentraciones adecuadas de estradiol previas a la ovulación. Este entorno hormonal promueve una expresión más clara y oportuna del estro, así como una ovulación sincronizada con el momento de la inseminación artificial o monta directa (Tubino, 2003).

Por el contrario, vacas con condición corporal deficiente presentan alteraciones en la dinámica folicular, incluyendo un crecimiento folicular más lento, menor diámetro del folículo preovulatorio y una ovulación retrasada o menos predecible, lo cual compromete la calidad ovocitaria y la sincronía entre ovulación y fertilización (Marques, et al., 2012).

Por otro lado, Roche et al. (2009) y Spencer et al. (2004) argumentan que la condición corporal debe considerarse un factor determinante en la eficiencia reproductiva, dado que influye sobre la respuesta de los tratamientos hormonales y a la vez presenta un vínculo sobre el desarrollo folicular derivado de la acción de diversas hormonas metabólicas, entre las que destacan la IGF-1 y la leptina. La IGF-1 potencia la acción de las gonadotropinas, como la FSH y la LH, favoreciendo así el crecimiento y la maduración folicular (Wiechers, 2021). Por otra parte, la insulina y el glucógeno, aunque no actúan directamente como hormonas reproductivas, reflejan el estado energético del animal, condicionando la sensibilidad de las células gonadales a la GnRH.

CONCLUSIONES

La condición corporal de cinco y seis puntos favorece la entrada al estro de manera oportuna una vez retirado el CIDR, mejora la tasa de estro hasta en un 100%, lo que permite alcanzar tasas de concepción hasta en un 80% en vacas en condiciones de trópico.

BIBLIOGRAFÍAS.

- Praveen, K. S., Manjula, R. G., Swetha, T., Deepthipriya, B., Revathi, D., Srikanth, N., & Rao, M. M. (2024). An update on body condition scoring (BCS) system in cattle production and reproduction management. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 9(5), 219–220. <https://doi.org/10.22271/veterinary.2024.v9.i5d.1689>
- Day, M. L. (s. f.). Application of the CIDR-B® to estrous synchronization in beef cattle. Department of Animal Sciences, The Ohio State University.
- Idris, M., Sullivan, M., Gaughan, J. B., & Phillips, C. J. C. (2024). Behavioural Responses of Beef Cattle to Hot Conditions. *Animals*, 14(16), 2444. <https://doi.org/10.3390/ani14162444>
- Rossi, J. (s/f). Body Condition Scoring Beef Cows.
- Thomas, J., & Bailey, E. (2021). Body Condition Scoring of Beef Cattle.
- Herd, D. B., & Sprott, L. R. (s/f). Body Condition, Nutrition and Reproduction of Beef Cows.
- Crouse, J. D., & Smith, S. B. (2019). BOVINE MUSCLE GLYCOGEN AS AFFECTED BY FASTING AND REFEEDING².
- Tubino, M. Á. F. (2003). DINÁMICA FOLICULAR: FUNCIONAMIENTO Y REGULACIÓN.
- Segura, J. C., Centurion-Castro, F., Orihuela Porcayo, J., Ake-Lopez, R. J., Magaña-Monforte, J. G., & Montes-Perez, R. C. (2013). EFFECT OF BODY CONDITION SCORE ON ESTRUS AND OVARIAN FUNCTION CHARACTERISTICS OF SYNCHRONIZED BEEF-MASTER COWS. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(2). <https://doi.org/10.56369/tsaes.1678>
- Alnimer, M. A., & Lubbadah, W. F. (2008). Effect of progesterone (P4) intravaginal device (CIDR) to reduce embryonic loss and to synchronize return to oestrus of

previously timed inseminated lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 107(1–2), 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.06.018>

Cooke, R. F., Lamb, G. C., Vasconcelos, J. L. M., & Pohler, K. G. (2021). Effects of body condition score at initiation of the breeding season on reproductive performance and overall productivity of *Bos taurus* and *B. indicus* beef cows. *Animal Reproduction Science*, 232, 106820. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106820>

Souza, A. H., Viechnieski, S., Lima, F. A., Silva, F. F., Araújo, R., Bó, G. A., Wiltbank, M. C., & Baruselli, P. S. (2009). Effects of equine chorionic gonadotropin and type of ovulatory stimulus in a timed-AI protocol on reproductive responses in dairy cows. *Theriogenology*, 72(1), 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.12.025>

Jordan, E. R. (2003). Effects of Heat Stress on Reproduction. *Journal of Dairy Science*, 86, E104–E114. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74043-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74043-0)

Spicer, L. J., Alpizar, E., & Echternkamp, S. E. (1993). Effects of insulin, insulin-like growth factor I, and gonadotropins on bovine granulosa cell proliferation, progesterone production, estradiol production, and(or) insulin-like growth factor I production in vitro¹. *Journal of Animal Science*, 71(5), 1232–1241. <https://doi.org/10.2527/1993.7151232x>

Lucy, M. C., Billings, H. J., Butler, W. R., Ehnis, L. R., Fields, M. J., Kesler, D. J., Kinder, J. E., Mattos, R. C., Short, R. E., Thatcher, W. W., Wettemann, R. P., Yelich, J. V., & Hafs, H. D. (2018). Efficacy of an intravaginal progesterone insert and an injection of PGF2 α for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers.

Salverson, R. (2021). El Ciclo Estral en Bovinos.

Diskin, M. G., Parr, M. H., & Morris, D. G. (2011). Embryo death in cattle: an update. *Reproduction, Fertility and Development*, 24(1), 244–251. <https://doi.org/10.1071/RD11914>

Lucy, M. C., Butler, S. T., & Garverick, H. A. (2014). Endocrine and metabolic mechanisms linking postpartum glucose with early embryonic and foetal

development in dairy cows. *Animal*, 8, 82–90.

<https://doi.org/10.1017/S1751731114000482>

Di Berardino, C., Peserico, A., Capacchietti, G., Crociati, M., Monaci, M., Tosi, U., Mauro, A., Russo, V., Bernabò, N., & Barboni, B. (2021). Equine Chorionic Gonadotropin as an Effective FSH Replacement for In Vitro Ovine Follicle and Oocyte Development. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(22), 12422. <https://doi.org/10.3390/ijms222212422>

Murphy, B. D. (s/f). Equine chorionic gonadotropin: an enigmatic but essential tool.

Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, Canada, Colazzo, M. G., Mapletoft, R. J., & Western College of Veterinary Medicine, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada. (2022). Factors associated with gonadotropin release and ovulation after exogenous administration of GnRH in *Bos Taurus*. *Ciencia Veterinaria*, 24(2), 221–240. <https://doi.org/10.19137/cienvet202224208>

Marques, M. O., Nasser, L. F., Silva, R. C. P., Bó, G. A., Sales, J. N. S., Sá Filho, M. F., Reis, E. L., Binelli, M., & Baruselli, P. S. (2012). Follicular dynamics and pregnancy rates in *Bos taurus* × *Bos indicus* embryo transfer recipients treated to increase plasma progesterone concentrations. *Animal Reproduction*, 9(2), 111–119.

Pérez-Ruiz, E., Quezada-Casasola, A., Carrera-Chávez, J. M., Álvarez-Holguín, A., Ochoa-Rivero, J. M., Chávez-Ruiz, M. G., & Roman-Ponce, S. I. (2022).

Función ovárica y respuesta a la sincronización del estro en ganado Criollo en México. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 422–451.

<https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.6032>

Zlotowski, P., Nakazato, L., Dutra, V., Barros, S. S., Gimeno, E. J., & Göcks, M. (2005). GGllliccooggeennoossee hheerreeddiittáárriiaa eemm bboovviinnooss BBrraahhmaann nnoo BBrraassiill GGllliccooggeennoossee hheerreeddiittáárriiaa eemm bboovviinnooss BBrraahhmaann nnoo BBrraassiill Glicogenose hereditária em bovinos Brahman no Brasil1111.

- McVeigh, J. M., & Tarrant, P. V. (1982). Glycogen Content and Repletion Rates in Beef Muscle, Effect of Feeding and Fasting. *The Journal of Nutrition*, 112(7), 1306–1314. <https://doi.org/10.1093/jn/112.7.1306>
- Hassanein, E. M., Szelényi, Z., & Szenci, O. (2024). Gonadotropin-Releasing Hormone (GnRH) and Its Agonists in Bovine Reproduction I: Structure, Biosynthesis, Physiological Effects, and Its Role in Estrous Synchronization. *Animals*, 14(10), 1473. <https://doi.org/10.3390/ani14101473>
- Khan, M. A., Heiser, A., Maclean, P. H., Leath, S. R., Lowe, K. A., & Molenaar, A. J. (2022). Growth performance, antibody response, and mammary gland development in New Zealand dairy replacement bovine heifers fed low or high amounts of unpasteurized whole milk. *Journal of Animal Science*, 100(10), skac219. <https://doi.org/10.1093/jas/skac219>
- D'Occhio, M. J., Baruselli, P. S., & Campanile, G. (2019). Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology*, 125, 277–284. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>
- Bridges, G. A., Mussard, M. L., Burke, C. R., & Day, M. L. (2010). Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. *Animal Reproduction Science*, 117(3–4), 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.05.002>
- Sliwowska, J. H., Fergani, C., Gawalek, M., Skowronska, B., Fichna, P., & Lehman, M. N. (2014). Insulin: Its role in the central control of reproduction. *Physiology & Behavior*, 133, 197–206. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.05.021>
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>
- Correa-Orozco, A. (2010). La Condición Corporal Como Herramienta Para Pronosticar el Potencial Reproductivo en Hembras Bovinas de Carne.

- McCracken, J. A., Custer, E. E., & Lamsa, J. C. (1999). Luteolysis: A Neuroendocrine-Mediated Event. *Physiological Reviews*, 79(2), 263–323.
<https://doi.org/10.1152/physrev.1999.79.2.263>
- Mills, M. D., Pollock, A. B., Batey, I. E., O’Neil, M. A., Schrick, F. N., Payton, R. R., Moorey, S. E., Fioravanti, P., Hipsher, W., Zoca, S. M., & Edwards, J. L. (2024). Magnitude and persistence of higher estrus-associated temperatures in beef heifers and suckled cows. *Journal of Animal Science*, 102, skae079.
<https://doi.org/10.1093/jas/skae079>
- Mendoza-Martínez, G., Plata-Pérez, F., Espinosa-Cervantes, R., & Lara-Bueno, A. (2008). MANEJO NUTRICIONAL PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN BOVINOS.
- Niswender, G. D., Juengel, J. L., Silva, P. J., Rollyson, M. K., & McIntush, E. W. (2000). Mechanisms Controlling the Function and Life Span of the Corpus Luteum. *Physiological Reviews*, 80(1), 1–29.
<https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.1.1>
- Panzani, C. G., Hein, G. J., Salvetti, N. R., Ortega, H. H., & Rey, F. (2015). MODULACIÓN DE LA RESPUESTA A INSULINA EN EL OVARIO BOVINO Y SU RELACIÓN CON LA ENFERMEDAD QUÍSTICA OVÁRICA.
- Perrett, R. M., & McArdle, C. A. (2013). Molecular Mechanisms of Gonadotropin-Releasing Hormone Signaling: Integrating Cyclic Nucleotides into the Network. *Frontiers in Endocrinology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fendo.2013.00180>
- Ginther, O. J., Araujo, R. R., Palhão, M. P., Rodrigues, B. L., & Beg, M. A. (2009). Necessity of Sequential Pulses of Prostaglandin F2alpha for Complete Physiologic Luteolysis in Cattle¹. *Biology of Reproduction*, 80(4), 641–648.
<https://doi.org/10.1095/biolreprod.108.072769>
- Wiltbank, M. C., Souza, A. H., Carvalho, P. D., Cunha, A. P., Giordano, J. O., Fricke, P. M., Baez, G. M., & Diskin, M. G. (2014). Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal*, 8, 70–81.
<https://doi.org/10.1017/S1751731114000585>

- Delavaud, C., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Bocquier, F., Kann, G., & Chilliard, Y. (2002). Plasma leptin concentration in adult cattle: effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake. *Journal of Animal Science*, 80(5), 1317–1328. <https://doi.org/10.2527/2002.8051317x>
- Washaya, S., P. Mudzengi, C., Gobvu, V., Mafigu, T., & Mutore, R. (2025). Postpartum Anoestrus in Extensively Managed Beef Cows. En A. Rodrigues Silva, A. Fernandes Pereira, & D. Liana Pusta (Eds.), *Veterinary Medicine and Science* (Vol. 23). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.112200>
- Spencer, T. E., Johnson, G. A., Burghardt, R. C., & Bazer, F. W. (2004). Progesterone and Placental Hormone Actions on the Uterus: Insights from Domestic Animals¹. *Biology of Reproduction*, 71(1), 2–10. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.024133>
- Zieba, D. A., Amstalden, M., & Williams, G. L. (2005). Regulatory roles of leptin in reproduction and metabolism: A comparative review. *Domestic Animal Endocrinology*, 29(1), 166–185. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.019>
- Pfeifer, L. F. M., Rodrigues, W. B., & Nogueira, E. (2021). Relationship between body condition score index and fertility in beef cows subjected to timed artificial insemination. *Livestock Science*, 248, 104482. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104482>
- Bezdíček, J., Nesvadbová, A., Makarevich, A., & Kubovičová, E. (2020). Relationship between the animal body condition and reproduction: the biotechnological aspects. *Archives Animal Breeding*, 63(1), 203–209. <https://doi.org/10.5194/aab-63-203-2020>
- Hernández-Coronado, C., Rosales-Torres, A., Vázquez-López, S., & Guzmán-Sánchez, A. (2023). Sincronización del estro y ovulación en hembras bovinas de razas cárnicas: Bases endocrinas y protocolos usados. *Abanico Veterinario*, 13, 1–37. <https://doi.org/10.21929/abavet2023.16>
- Fernandez-Novo, A., Pérez-Garnelo, S. S., Villagrà, A., Pérez-Villalobos, N., & Astiz, S. (2020). The Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies

in Beef Cattle—A Review. *Animals*, 10(11), 2096.
<https://doi.org/10.3390/ani10112096>

Wiechers, D. E. G. (2021). Universidad Nacional Autónoma de México.

Boeta, M., Balcázar, A., Cerón, J. L., Hernández Medrano, J. H., Hernández Cerón, J., Páramo Ramírez, R. M., Porras Almenarva, A. I., Rangel, L., Salgado, B., Valencia, J., & Zárate, L. (2023). *Fisiología reproductiva de los animales domésticos* (2.^a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.

De Rensis, F., & López-Gatius, F. (2014). Use of Equine Chorionic Gonadotropin to Control Reproduction of the Dairy Cow: A Review. *Reproduction in Domestic Animals*, 49(2), 177–182. <https://doi.org/10.1111/rda.12268>

Van Leeuwen, J. J. J., Martens, M. R. T. M., Jourquin, J., Driancourt, M. A., Kemp, B., & Soede, N. M. (2011). Variation in LH pulsatility during 24 h after a postweaning altrenogest treatment in relation to follicle development in primiparous sows. *Animal Reproduction Science*, 126(1–2), 101–107.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.04.015>

Marques, M. O., Nasser, L. F., Silva, R. C. P., Bó, G. A., Sales, J. N. S., Sá Filho, M. F., Reis, E. L., Binelli, M., & Baruselli, P. S. (2012). Follicular dynamics and pregnancy rates in *Bos taurus* × *Bos indicus* embryo transfer recipients treated to increase plasma progesterone concentrations. *Animal Reproduction*, 9(2), 111–119.