



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**INDUCCIÓN DE LA OVULACIÓN Y TASA DE GESTACIÓN CON
KISSPEPTINA-10 EN VACAS DE CARNE**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA:

HÉCTOR AGUILAR RAMOS

DIRECTOR DE TESIS:

MC. ABRAHAM FRAGOSO ISLAS

CODIRECTOR DE TESIS:

DR. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2024.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**INDUCCIÓN DE LA OVULACIÓN Y TASA DE GESTACIÓN CON
KISSPEPTINA-10 EN VACAS DE CARNE**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA:

HÉCTOR AGUILAR RAMOS

DIRECTOR DE TESIS:

MC. ABRAHAM FRAGOSO ISLAS

CODIRECTOR DE TESIS:

DR. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ

ASESORES:

MC. JORGE VÍCTOR ROSETE FERNÁNDEZ

DR. EUTIQUIO SONI GUILLERMO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2024.

La presente tesis titulada: “Inducción de la ovulación y tasa de gestación con kisspeptina-10 en vacas de carne” y realizada por Héctor Aguilar Ramos ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

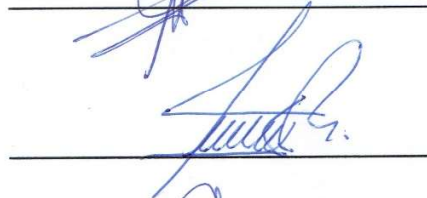
Director: MC. Abraham Fragoso Islas



Codirector: DR. Numa P. Castro González



Asesor: MC. Jorge Víctor Rosete Fernández



Asesor: DR. Eutiquio Soni Guillermo



Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2024.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: Manejo, Producción y Bienestar animal e Inducción de la ovulación en vaquillas y vacas de doble propósito y carne con kisspeptina-10, en un protocolo con estrógenos y progesterona. Dicho trabajo, fue financiado por: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, el MVZ. Héctor Aguilar Silva y la CD. Rocío Ramos Cruz, por darme la vida, cuidarme y apoyarme incondicionalmente en el transcurso de mi formación profesional y como persona de bien, de no dejarme ir por malas influencias y por esos regañones que me están formando para ser esa persona de la que están orgullosos, quienes con esfuerzo y sacrificio me ayudaron a culminar esta meta en mi vida y apoyarme siempre en mis proyectos personales que estaré eternamente agradecido y de los cuales amo.

A mi hermano Carlos Eduardo Aguilar Ramos por estar conmigo, trabajar juntos y jugar basquetbol juntos; así, pasar momentos bonitos como hermanos, ser su admiración y poder darle un ejemplo de bien en su formación como universitario, estar conmigo en las buenas y en las malas, al cual amo y enseñarle que con esfuerzo y dedicación se logran sus metas.

A mi pareja la Admón. María Belén Flores Leal, que la conocí sin esperar a nadie en mi vida, que me apoyo en mi momento más difícil y me anima en cada día para que todo vaya bien, me orienta y enseña cada día estando juntos, a quien me cuida y se preocupa por mí, me alentó para terminar esta meta en mi vida e iniciar una nueva junto a ella.

A mi mejor amiga la MVZ. Isabel Villanueva Priego, que siempre ha estado en mis mejores y peores momentos de mi vida, con la que he tenido muchas alegrías, momentos que nos apoyamos los dos juntos y salir de varios momentos malos, aconsejarme y darme ánimos para no recaer y no dejar todo atrás, regañarme cuando me lo merecía y rectificarme en las cosas que estaba mal, de lo cual le estoy eternamente agradecido y le quiero mucho y siempre estar conmigo.

A la familia que me recibió todo este tiempo desde que comencé la universidad y hasta los momentos de terminar esta, los cuales me tomaron como uno más de su familia y siempre estar al tanto de mi en mi salud como en lo emocional de los cuales estoy muy agradecido.

A mi familia por siempre aconsejarme, motivarme y apoyarme en todos los aspectos para poder culminar mi carrera profesional.

A mis amigos y compañeros de la facultad con los que pase momentos imborrables durante la experiencia de llegar a ser un Ingeniero Agrónomo Zootecnista.

A las generaciones 2020 y 2021 de IAZ los cuales me motivaron y apoyaron para poder así realizar el curso de: “biotecnologías reproductivas para el manejo en bovinos” (inseminación artificial, sincronización estral y diagnóstico de gestación).

A mis amigas, María José López Gasca y a Paola Lizbeth León Cruz por apoyarme, darme cuenta de muchas cosas que me afectaban, nunca dejarme solo cuando más lo necesitaba, compartir su mesa con ellos y tener muchas conversaciones que nunca olvidaré, siempre estar de mi lado y regañarme cuando hacía falta de los cuales estoy muy agradecido y en deuda con ellos y de los pocos que considero como amigos.

A mi creencia en la religión católica de darme la fe y la esperanza de lograr muchas cosas, de no recaer en momentos de desesperación y darme la salud y esperanza en varias cosas de mi vida.

Al basquetbol de darme la disciplina, dedicación y motivos de hacer las cosas que me gustan, de no dejarlas atrás y seguir adelante, sacarme de la desesperación al tener mis momentos de mucha presión al poder sacarme a distraer unos ratos y poder seguir, al poder conocer personas nuevas y nuevos horizontes por los lugares que he llegado a ir.

A los videojuegos, animes, mangas y comics por darme mis ratos inolvidables con mis amigos, tener una salida de los problemas que llegaba a tener, imaginar ser un super héroe o el protagonista de estas y poder resolver todos los problemas que tenía, hacerme sentir bien y poder salir un rato de la vida real de las grandes historias que hay en estas.

A Spiderman por darme alegrías, momentos inolvidables en todas las versiones del multiverso de él y Dios sabe que se necesita un héroe que gente valiente se

sacrifique poniendo el ejemplo a todos porque todo el mundo ama a un héroe, se forman para verlos, aclamarlos y gritar su nombre y con los años relatan como soportaron horas de lluvia solo para ver al que les enseñó a resistir un segundo más, darme aliento en hacer muchas cosas que sentía inalcanzables, de no rendirme en mis sueños, aunque había momentos que sentía debía alejarme y dejarlo, de darme el valor de salir de la depresión que tenía y ser fuerte en todo, no rendirme nunca porque mis padres ven que tengo esa chispa en mí que es asombroso, es mía y lo que decida hacer con ella seré el mejor, porque mi familia no huye de las cosas y ser el mejor de todos, ir bien y no parar, lo que me gusta de Spiderman es que me hace sentir poderoso y aumenta el ánimo porque todos tenemos poderes de un tipo u otro, pero a nuestro modo todos somos Spiderman en todos nosotros porque nos da fuerza, nos hace nobles, nos mantiene honestos, pero cuando sabré que estoy listo, pues no lo sabía, solo es eso me decía yo, es solo un salto de fe y lo que más admiro de él que no importan las humillaciones y caídas que tenga él se mantiene firme y animado es lo que admiro de Spiderman ¿Quién no lo haría? Y sin importar cuantas veces me golpeen, yo siempre encuentro la forma de levantarme.

AGRADECIMIENTOS

Le doy un gran agradecimiento al Campo Experimental de las Margaritas pertenecientes al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por haberme apoyado y guiado en mi formación de estudiante y poder realizar mi trabajo de investigación y a mi consejo particular por haberme guiado en mi formación de estudiante.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos particulares.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Ciclo estral.....	5
4.1.1. Estro.....	5
4.1.2. Metaestro.....	5
4.1.3. Diestro.....	5
4.1.4. Proestro	6
4.1.5. Eje Hipotálamo-hipofisis-ovario.....	6
4.1.6. Ovulognesis y foliculogénesis.....	7
4.1.7. Definición de hormonas.....	7
4.1.8. Las hormonas glicoproteicas hipofisarias y placentarias.....	7
4.2. Sincronización.....	8

4.2.1. Inducción de la ovulación.....	8
4.3. Kisspeptina.....	11
4.4. Kisspeptina en el hipotalamo.....	12
4.4.1. Kisspeptina en ratas pre-púberes.....	13
4.4.2. Kisspeptina en becerras pre-púberes.....	13
4.5. Vacas de carne.....	13
4.6. Biotecnologías en bovinos.....	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1. Localización del área experimental.....	15
5.2 Animales.....	15
5.3. Diseño experimental y tratamientos.....	16
5.4. Variables evaluadas.....	17
5.4.1. Tasa de gestacion.....	18
5.4.2. La condición corporal.....	18
5.4.3. Peso corporal de la vaca.....	18
5.5. Análisis estadístico.....	18
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
6.1. Tasa de ovulación y gestación, comparada con el uso de la Kiss-10 Comparándolo con el uso de la eCG y la GnRH.....	19
6.2. Comparación del número de vacas para la tasa de gestación por el efecto del Estatus en anestro y ciclando.....	21
6.3. Tasa de ovulación de las vacas por el efecto de la condición corporal.....	22

6.4. Tasa de gestación de las vacas por el efecto de la condición Corporal.....	23
VII. CONCLUSIÓN.....	25
VIII. LITERATURA CITADA.....	26

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pagina
Figura 1. Protocolo Ovsynch (Obando, 2020)	9
Figura 2. Protocolo Presynch (Obando, 2020)	10
Figura 3. Protocolo Co-Synch (Obando, 2020)	10
Figura 4. Protocolo Co-Synch 7 (Obando, 2020).	11
Figura 5. Protocolo Co-Synch 8 + E2 y eCG (Obando, 2020).	11
Figura 6. Ubicación del Experimento Campo Experimental las Margaritas del INIFAP (INEGI, 2023)	15
Figura 7. Tratamiento 1 utilizando eCG.....	17
Figura 8. Tratamiento 2 utilizando GnRH.....	17
Figura 9. Tratamiento 3 utilizando Kiss-10.....	17

INDICE DE CUADROS

Contenido	Paginas
Cuadro 1 Tasa de ovulación y gestación, comparada con el uso de la Kiss 10 comparado con el uso de la eCG y la GnRH.	19
Cuadro 2 Comparación del número de vacas para la tasa de gestación por el efecto del estatus en anestro y ciclando.	21
Cuadro 3 Tasa de ovulación de las vacas por el efecto de la condición corporal.	22
Cuadro 4 Tasa de gestación de las vacas por el efecto de la condición corporal.	23

RESUMEN

Los programas de sincronización del estro, tanto en hatos lecheros como en ganado de carne, buscan mejorar la inseminación artificial a tiempo fijo para optimizar la detección de celos. Se basan en el uso de diversas hormonas, como GnRH, PGF2 α , progesterona y eCG. La kisspeptina, un péptido hipotalámico, regula las neuronas de GnRH, y su variante, la kisspeptina-10, ha demostrado eficacia en la inducción de la ovulación, especialmente en becerras prepúberes y vacas de carne en periodo de amamantamiento. En este estudio, se evaluó el efecto de la kisspeptina-10 en la inducción de la ovulación y la tasa de gestación, comparándola con la eCG y la GnRH en un protocolo de sincronización estral en vacas sin cría en un entorno subtropical húmedo. Participaron treinta vacas de carne de la cruce Europeo x Cebú recién destetadas en un rancho cooperante en el Municipio de Hueytamalco, Puebla, México. El diseño experimental utilizado fue el de diseños completamente al azar (DCA). La información del trabajo experimental se analizó mediante regresión logística por característica, con el procedimiento GENMOD de SAS versión 9.0 del año 2011. Los resultados revelaron que la kisspeptina-10 no mostró diferencias significativas en términos de tasa de ovulación y gestación en comparación con la eCG y la GnRH. La inclusión de la kisspeptina-10 en los protocolos de sincronización estral ofrece una alternativa valiosa para mejorar la eficacia de la reproducción bovina. En resumen, la kisspeptina-10 se destaca como una herramienta prometedora en la optimización de la reproducción bovina, proporcionando a los productores una opción adicional para mejorar la eficiencia de sus operaciones y contribuir al éxito sostenible de la producción ganadera.

Palabras clave: Europeo, Cebu, Kisspeptina, GnRH, eCG, Reproducción.

ABSTRACT

The synchronization programs of estrus, both in dairy herds and beef cattle, aim to enhance fixed-time artificial insemination to optimize heat detection. They rely on the use of various hormones, such as GnRH, PGF2 α , progesterone, and eCG. Kisspeptin, a hypothalamic peptide, regulates GnRH neurons, and its variant, kisspeptin-10, has shown efficacy in inducing ovulation, especially in prepubertal heifers and beef cows during lactation. This study evaluated the effect of kisspeptin-10 on ovulation induction and gestation rate, comparing it with eCG and GnRH in an estrus synchronization protocol in non-lactating cows in a humid subtropical environment. Thirty newly weaned crossbred European x Zebu beef cows participated in a cooperative ranch in Hueytamalco, Puebla, Mexico. The experimental design used was a completely randomized design (CRD). The experimental data were analyzed using logistic regression by characteristic, with the GENMOD procedure in SAS version 9.0 from 2011. The results revealed that kisspeptin-10 did not show significant differences in terms of ovulation rate and gestation compared to eCG and GnRH. The inclusion of kisspeptin-10 in estrus synchronization protocols offers a valuable alternative to improve bovine reproduction efficiency. In summary, kisspeptin-10 stands out as a promising tool in optimizing bovine reproduction, providing producers with an additional option to enhance the efficiency of their operations and contribute to the sustainable success of livestock production.

Keywords: European, Cebu, Kisspeptin, GnRH, eCG, Reproduction.

I. INTRODUCCIÓN

Los programas de sincronización del estro se han convertido cada vez más en una práctica común en hatos lecheros en varios países del mundo. En su mayoría se perfilan en llegar a realizar una inseminación artificial a tiempo fijo, con el fin de evitar una mala práctica de detección de celos. Para el caso de hatos lecheros, los protocolos de sincronización se basan en el uso de GnRH (hormona liberadora de las gonadotropinas) y/o PGF2 α (Prostaglandina) (Mondal *et al.*, 2015).

Para el caso de la sincronización del estro del ganado productor de carne y de doble propósito, la progesterona juega un papel fundamental y es complementada con otras hormonas como GnRH (Chaga 2009; Zárate *et al.*, 2010) o eCG (Gonadotropina coriónica equina) (Rosete *et al.*, 2009), mostrando efectividad. La kisspeptina es una familia de péptidos hipotalámicos, estos conservados en los mamíferos (Roa, 2008), de las cuales están involucradas en la regulación de las neuronas de GnRH (Oakley, 2009).

La kisspeptina es un péptido la cual tiene 145 aminoácidos que debido a esto se asoció inicialmente con la supresión de la metástasis en células cancerígenas también se le conoce como metastina, lo cual este péptido es un producto del gen Kiss-1 y es procesado postraduccionalmente pudiendo dar lugar a una serie de péptidos de 54, 14, 13 y 10 (de los cuales estos se denominan por el número de aminoácidos que los componen), estos aminoácidos de todos ellos poseen una actividad similar, lo cual estos se comparten los 10 aminoácidos en los que reside su actividad biológica (Kotani *et al.*, 2001; Ricu, 2013).

Con respecto al conocimiento de la Kisspeptina-10, se ha documentado que en becerras prepúberes produjo la liberación de LH (Hormona luteinizante) emulando un pulso en inyecciones intravenosas repetidas y en diferentes dosis lográndose buena respuesta en dosis de 1 a 5 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de peso corporal (Santos *et al.*, 2012; Alamilla., 2013; Villa *et al.*, 2018), pero lo interesante fue que produjo la ovulación determinada por la formación de un cuerpo lúteo en el 28.5% de becerras prepúberes (Santos *et al.*, 2014) y que en vacas de carne con amamantamiento continuo produjo la liberación de LH semejante a un pulso al ser aplicada cada 2 h por tres ocasiones (Rosete *et al.*, 2015). Una de las principales funciones de la kisspeptina-10 es la estimulación del eje hipotálamo-hipofisiario-gónadas, a través de su efecto directo sobre las neuronas liberadoras de GnRH hipotalámicas (Hernández, 2016; Rizzo

et al., 2018). Por lo tanto, la kisspeptina-10 podría ser una alternativa viable para la inducción de la ovulación en protocolos de sincronización estral e incluso, inducción de la ovulación para realizar la inseminación artificial a tiempo fijo.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la kisspeptina-10 en la inducción de la ovulación y tasa de gestación, comparado con la eCG y la GnRH, en un protocolo de sincronización estral en vacas sin cría en subtrópico húmedo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la kisspeptina-10 en la inducción de la ovulación y tasa de gestación, comparada con la eCG y la GnRH, en un protocolo de sincronización estral utilizando un dispositivo intravaginal impregnado con progesterona y la aplicación de inyecciones de benzoato de estradiol y D-cloprostenol en vacas sin cría en subtrópico húmedo.

2.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la kisspeptina-10 en la inducción de la ovulación, comparado con la eCG y GnRH, en un protocolo de sincronización estral.

Determinar el efecto de la kisspeptina-10 en la tasa de gestación, en un protocolo de sincronización estral.

III. HIPÓTESIS

La kisspeptina-10 en un protocolo de sincronización estral con progesterona en un dispositivo intravaginal, e inyecciones de benzoato de estradiol y cloprostenol, inducirá la ovulación al igual que la GnRH y eCG a la vez que logrará una tasa de gestación del 50 % o más mediante inseminación a tiempo fijo en vacas de carne sin cría en el subtrópico húmedo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Ciclo estral

La especie bovina son animales poliestriscos continuos con ciclos estrales de 17 a 24 días en promedio y el ciclo estral está regulado por hormonas del hipotálamo, la pituitaria anterior, ovarios y útero. Estas hormonas actúan a través de un sistema de retroalimentación positiva y negativa para gobernar el ciclo estral del bovino (Stevenson, 2007).

En estos últimos años ha habido un gran desarrollo con respecto a nuevas tecnologías con respecto a la reproducción animal, así como una mejor eficiencia en la genética de las vacas, alguno de estas tecnologías son la sincronización estral, semen sexado, inseminación artificial, entre otras. Esto con el fin de tener una mejora genética continua (Seidel, 1995).

4.1.1. Estro

En esta etapa la vaca acepta la monta de otra vaca o toro. Se caracteriza por la continua producción y la importante acumulación de estrógenos que provienen del folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. La duración del estro es de 8 a 18 horas y el aumento de los estrógenos da un comportamiento característico del celo o monta de otras hembras bovinas (Hernández, 2016).

4.1.2. Metaestro

El metaestro tiene una duración de 3 a 4 días después del estro, en el metaestro hay dos eventos que se producen de los cuales son ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo. Posterior de la ovulación se observa depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio y consecuente a esto se desarrolla el cuerpo hemorrágico, en algunas vacas se muestra una secreción mucosanguinolenta que se le conoce como sangrado maestral. En esta etapa hay concentraciones de progesterona que alcanzan un nivel mayor a 1ng/ml, lo que indica que el cuerpo lúteo está maduro, al igual que se puede considerar que el metaestro ha finalizado y da comienzo a la etapa del diestro (Hernández, 2016).

4.1.3. Diestro

A etapa del diestro tiene una duración de 12 a 14 días, también hay presencia del pico posovulatorio de FSH, evento hormonal que da origen a la primera oleada de desarrollo folicular y se pueden encontrar folículos de diferentes tamaños, después de 12 a 14 días de

exposición a la progesterona, la $PF2\alpha$ que es producida por el endometrio en un patrón pulsátil termina con la vida del cuerpo lúteo y con el diestro. En este momento, el cuerpo lúteo pierde su función, debido a que los niveles de progesterona disminuyen por debajo de 1 ng/ml, dando inicio nuevamente el proestro en caso de no haber concepción (Hernández, 2016).

4.1.4. Proestro

El proestro tiene una duración de 2 a 3 días y está caracterizado por la ausencia de un cuerpo lúteo funcional, los niveles de la progesterona son bajos y produce el desarrollo y maduración del folículo ovulatorio. El aumento de secreción de pulsos de LH es característico de esta etapa del ciclo que conduce a una maduración final del folículo ovulatorio y a un aumento de estradiol sérico, lo que da comienzo a la presencia del estro (Hernández, 2016).

4.1.5. Eje Hipotálamo-hipófisis-ovario

A lo que se refiere al sistema nervioso que está relacionado con el sistema hormonal que regula y estimula los procesos reproductivos, así como en el escenario del ciclo estral se encuentra con diferentes variaciones de los niveles sanguíneos de las hormonas esteroideas así lo son la progesterona y el estradiol, las gonadotropinas, así con modificaciones en la morfología ovárica: oleadas foliculares y cuerpo lúteo (Fernández, 2011).

Cuando una vaca da a luz, pasa por lo que se llama "anestro posparto", este es un periodo en el que la vaca no entra en su ciclo reproductivo normal y, por lo tanto, no está lista para quedar embarazada de nuevo, lo interesante es que la duración de este periodo puede variar de una vaca a otra. Los mecanismos exactos que evitan que la vaca ovule durante este anestro posparto no se comprenden completamente. Sin embargo, señala que la causa principal de este fenómeno es una falla en una especie de línea de comunicación hormonal entre dos partes importantes del cerebro de la vaca: el hipotálamo y la hipófisis (Youngquist y Threlfall, 2007).

El eje hipotálamo-hipófisis es esencial para regular el ciclo reproductivo de la vaca. La cita sugiere que hay una falla en la capacidad de este eje para enviar las señales hormonales correctas, específicamente pulsos de GnRH/LH, con la frecuencia adecuada. El GnRH (hormona liberadora de gonadotropina) y la LH (hormona luteinizante) son fundamentales para desencadenar la ovulación y mantener el ciclo reproductivo normal (Youngquist y Threlfall, 2007).

4.1.6. Ovulogenesis y foliculogenesis

En las vacas, el desarrollo de los folículos (donde se encuentran los óvulos) y la maduración de los óvulos van de la mano. Este proceso comienza en el periodo fetal, cuando las células germinales primordiales (las precursoras de los óvulos) se multiplican y se convierten en óvulos de primer orden. Estos óvulos se mantienen en este estado hasta que la vaca nace. Cuando la vaca alcanza la pubertad, los folículos empiezan a crecer, pero al principio, no responden mucho a las hormonas. Aunque hay un crecimiento inicial de los folículos, en general, todos terminan en atresia del folículo dominante. Esto significa que el folículo que debería liderar no completa la ovulación. Después de la pubertad, los folículos restantes están listos para entrar en una fase adulta. Finalmente, se completa la ovulación cuando uno de estos folículos, que ahora es el dominante, libera el óvulo (Fernández, 2011).

4.1.7. Definición de hormonas

Los animales de interés zootécnico tienen hormonas que es una sustancia fisiológica, orgánica y química sintetizada que es producida por una glándula endocrina sin conducto, la cual es transportada por la sangre que establecen la comunicación entre ellas para transmitir información que beneficia y es útil para el organismo. La función es inhibir, estimular o regular la actividad funcional de los órganos o tejidos blancos. Todo esto transmite información a los órganos que da a la actividad endocrina, así como como las feromonas que regulan la actividad (Hernández, 2016).

4.1.8. Las hormonas glicoproteicas hipofisarias y placentarias

En el ámbito de las hormonas glicoproteicas que son derivadas en la hipófisis anterior y estas proceden en la placenta, las gonadotropinas hipofisarias están conformadas por: la hormona estimulante del folículo (FSH) y de la hormona luteinizante (LH) (Maldonado, 2019).

4.1.8.1. FSH (hormona folículo estimulante)

La hormona FSH que comúnmente es utilizada en los protocolos de súper ovulación (SOV) utilizado en las vacas donadoras de embriones, promueve el aumento en el tamaño de varios folículos principalmente uno que se desarrolla a un folículo de gran diámetro que se conoce como dominante y es el folículo preovulatorio en los programas sincronización estral para la inseminación artificial a tiempo fijo y los de transferencia de embriones (Maldonado, 2019).

4.1.8.2. LH (hormona luteinizante)

Esta es una glucoproteína y su actividad biológica es involucrada a la fracción proteica, la cual actúa sinérgicamente con la FSH, para terminar el desarrollo y maduración folicular activando al complejo enzimático ovulante para que se produzca la ovulación, contribuyendo a la formación, desarrollo y mantenimiento del cuerpo lúteo (Gómez, 2015).

4.2. Sincronización

La sincronización estral en el ganado bovino nos permite tener mejor desempeño reproductivo, incrementa la eficiencia en la inducción de la ovulación y en la ciclicidad, lo que permite lograr una buena tasa de preñes en nuestro ganado (INTAGRI, 2018). Según Bó y Baruseli, uno de los métodos de la sincronización de la ovulación utilizando un protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) en los bovinos es utilizando estrógenos como benzoato de estradiol (BE), combinado con los progestágenos, siendo el actor principal el progestágeno, al reemplazar los niveles de esta hormona en ausencia incluso de un cuerpo lúteo (De la vega *et al.*, 2014).

4.2.1. Inducción de la ovulación

Una de las principales limitantes para la reproducción en los bovinos en sistemas de producción de carne es la tardía inducción de la ovulación posparto (Montiel y Ahuja, 2005). Para poder acortar el periodo anovulatorio se han desarrollado diversos tratamientos hormonales basados en progestágenos en combinación con la eCG, estrógenos y GnRH (Yavas, 2000). En estos diversos tipos de programas los dispositivos intravaginales o los implantes auriculares, mantienen niveles de progesterona, lo que da como resultado un aumento en la frecuencia de los pulsos de LH. Esto hace que se estimule el desarrollo folicular y así evita la atresia del folículo dominante a la par que se retira el progestágeno y hace que el folículo dominante completa su desarrollo (Mulvehill y Sreenan, 1977).

4.2.1.1. Dispositivo de liberación de droga interna controlada (CIDR, del inglés: controlled internal drug release)

la inserción de CIDR es un apoyo a la inducción de la ovulación del estro en vacas anéstricas (Hernández *et al.*, 2008), una vez insertado el CIDR se aplica benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular (IM) ya que este tiene efecto positivo sobre la liberación de LH e induce la atresia de los folículos en los ovarios lo que resulta en una nueva onda de

crecimiento folicular en aproximadamente 4 días después de la aplicación (Hernández *et al.*, 2008).

4.2.1.2. Protocolo ovsynch en bovinos

Iniciamos con administrar 100 µg GnRH para que en el día 7 después de haber aplicado PGF2α se nos permite realizar la IATF a las 16 o 18 horas después, ya cuando se aplica la GnRH en presencia de un folículo dominante esta desencadena la ovulación y así provoca una nueva oleada folicular a los 2 o 3 días después, una vez al ser administrada la PGF2a en el día 7 provoca la eliminación del cuerpo lúteo de la onda sincronizada, ya con la segunda inyección de la GnRH termina con el desarrollo del folículo dominante hasta su ovulación (Figura 1) (Obando, 2020).

Este protocolo se utiliza PGF2α y GnRH para inducir la sincronización y la ovulación en vacas, este fue el primer protocolo de sincronización desarrollado para inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) lo que da resultado en índices de concepción similar a los de la inseminación artificial después de detectar el celo (Fricke *et al.*, 1998; Flaquer, 2007).



Figura 1. Protocolo Ovsynch (Obando, 2020).

4.2.1.3. Protocolo presynch en bovinos

El presynch es una modificación del protocolo de Ovsynch el cual la PGF2a es aplicado a partir del día 37 posparto (Fricke *et al.*, 1998; Flaquer, 2007), en este protocolo hay una pre sincronización que va con dos dosis de PGF2a en un intervalo de tiempo de 11 a 14 días para asegurar que las hembras presenten un folículo dominante, para el comienzo de la aplicación de la GnRH es en los días 11 o 14 después de la segunda aplicación de PGF2a, para después en el día 7 se aplique PGF2a y a las 48 horas después se aplica una segunda dosis de GnRH, la IATF se realiza a las 16 o 18 horas posterior en la aplicación de GnRH (Figura 2), ya en la

certeza del protocolo en la ovulación a la segunda aplicación de GnRH es del 70 al 80 % (Obando, 2020).

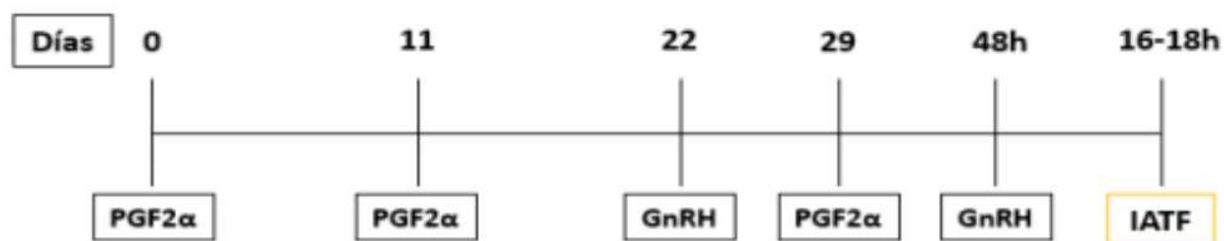


Figura 2. Protocolo Presynch (Obando, 2020).

4.2.1.4. Protocolo co-synch

En este protocolo inicia con la administración de una dosis en el día 0 de GnRH para después en el día 7 se administre PGF2 α y en 48 horas después se administra una segunda dosis de GnRH y en momento de la aplicación se realiza la inseminación artificial a tiempo fijo (Figura 3) (Geary *et al.*, 1998).

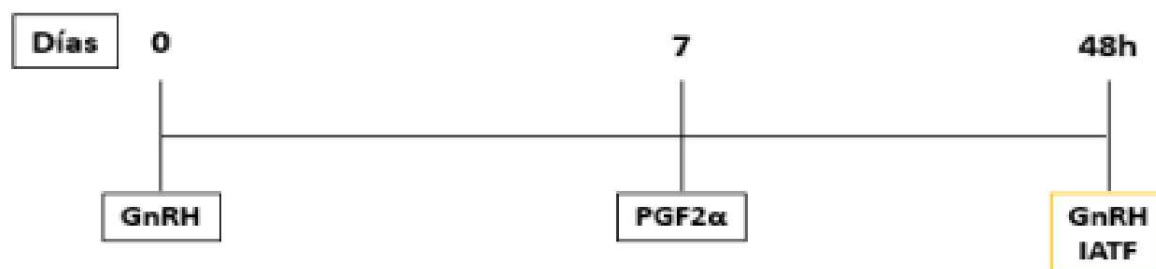


Figura 3. Protocolo Co-Synch (Obando, 2020).

4.2.1.5. Protocolo co-synch 7

En este protocolo se comienza con la implementación de un dispositivo intravaginal bovino (DIB) con P4, continuado con la implementación de una dosis de GnRH, en el día 7 se retira el DIB y se administra PGF2 α , después de 54 horas al retiro del DIB se coloca una segunda dosis de GnRH y se da comienzo a la IATF (Figura 4) (Lamb *et al.*, 2001).

Para este protocolo se aplica un implante de progesterona (P4) utilizando el protocolo co-synch, en vacas se demostró que hay un aumento del 10% en el porcentaje de preñes en la IATF.

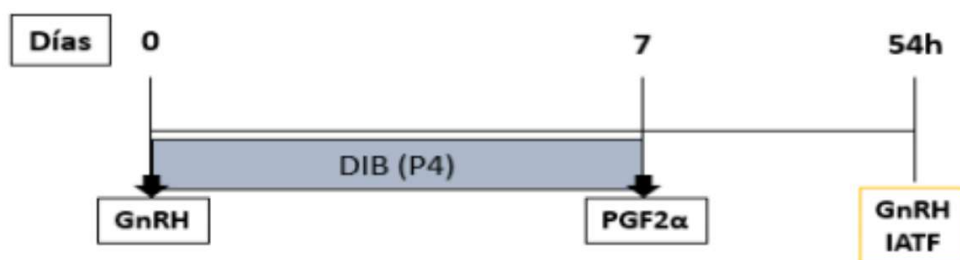


Figura 4. Protocolo Co-Synch 7 (Obando, 2020).

4.2.1.6. Protocolo co-synch 8 + E2 y eCG

En este protocolo iniciamos aplicando 2 mg de benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular junto con la aplicación de un DIB de P4 esto durante 8 días, al retiro del dispositivo se administra una dosis de PGF2a, eCG y ciprionato de estradiol (CPE) como inductor de la ovulación y la IATF, esto se realiza desde las 46 a 56 horas después de retirar el dispositivo de P4 (Figura 5) (Menchaca *et al.*, 2013).

En este protocolo es conveniente para la IATF que es el más utilizado en países de Sudamérica en las explotaciones de ganado bovino de carne.

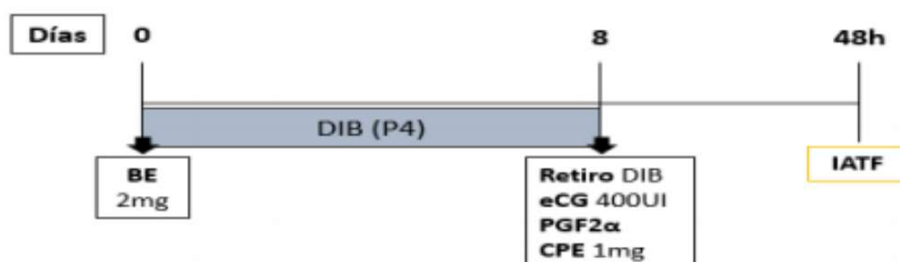


Figura 5. Protocolo Co-Synch 8 + E2 y eCG (Obando, 2020).

4.3. Kisspeptina

Las Kisspeptinas constituyen una fascinante familia de hormonas neuropeptídicas derivadas de la expresión del gen Kiss 1. Este gen da origen a un pre-propéptido compuesto por 145

aminoácidos, cuyo descubrimiento y aislamiento en 1996 revelaron su sorprendente capacidad como supresor de melanoma maligno en humanos (Lee *et al.*, 1996). A lo largo del año 2001, tres estudios independientes llevaron a cabo la caracterización de los diversos péptidos generados mediante procesos proteolíticos que experimenta el producto de este gen. Estos procesos son esenciales para conferirle la actividad biológica que conocemos en la actualidad (Kotani, 2001; Muir, 2001; Ohtaki, 2001).

Las modificaciones postraduccionales del pre-propéptido resultan cruciales en la formación de distintos derivados, siendo los más prominentes la Kisspeptina-54, Kisspeptina-14, Kisspeptina-13 y Kisspeptina-10. Cada uno de estos compuestos exhibe una actividad biológica única, con la Kisspeptina-10 (Kotani, 2001; Bilban *et al.*, 2004) destacando como la más potente en términos de activación de receptores. Esta diversidad funcional sugiere un papel crucial de las Kisspeptinas en la regulación de procesos fisiológicos, particularmente en el ámbito de la reproducción y el control hormonal (Kobayashi *et al.*, 2010).

La kisspeptina está involucrada en el control neuroendocrino de la reproducción y se le implica en la integración del control metabólico de la reproducción en rumiantes (Backholer *et al.*, 2010). Este sistema ha sido propuesto como un activador de las neuronas que producen la hormona liberadora de GnRH, esto durante la maduración puberal (Pinilla *et al.*, 2012). Pues esto en la aplicación I.V de un solo bolo de KISS-10 hace que se estimule en becerras la secreción hormona luteinizante (LH) así como de la hormona folículo estimulante (FSH) (Ahmed *et al.*, 2009)

La kisspeptina se origina en el ganglio celiaco y en el ovario, el cual fue determinado por reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real y por inmunoensayo enzimático (EIA), por lo cual se le colocaron neuronas de tirosina hidroxilasa (TH) positivas como lo muestran las inmunohistofluorescencias, lo más importante aún es que la Kisspeptina genera un incremento en el eje ganglio celiaco-ovario al comienzo de la pubertad, esta participa en la regulación del desarrollo folicular y la ciclicidad esto probado en ratas adultas lo cual se confirma al bloquear la acción de kisspeptina (Ricu, 2013).

4.4. Kisspeptina en el hipotálamo

Una interacción directa entre las mutaciones en el receptor de la kisspeptina lo que da como adelanto o retraso en la pubertad, lo cual se pensaba que la kisspeptina podría estar regulando

la activación en las neuronas del GnRH. Para comprobar esto se midieron los efectos de la administración central de kisspeptina por lo que se descubrió que estimula la secreción de GnRH (Gottsch *et al.*, 2004; Ricu, 2013), y si esto se practica en la etapa prepuberal ocasiona el adelanto en la pubertad tanto en bovinos como diferentes mamíferos (Navarro, 2004; Shahab, 2005; Ricu, 2013) al igual el aumento de LH por lo que está regulando la ovulación (Thompson, 2004; Ricu., 2013).

4.4.1. Kisspeptina en ratas pre-púberes

Hay evidencia en que la kisspeptina-10 administrada de forma continua induce la apertura vaginal en ratas pre-púberes (Castellano, 2005) al igual la ovulación y la formación de cuerpos lúteos en las corderas próximas a la pubertad, en una elevada proporción de animales que es mayor al 60% (Redmond, 2011).

4.4.2. Kisspeptina en becerras Pre-púberes

Ya que este tema referente a la kisspeptina no hay información suficiente en vacas de carne en cambio en becerras pre-púberes de diferentes razas de interés zootécnico se administró de un bolo I.V de Kiss-10 (5 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de peso) indujo un incremento transitorio de la liberación de LH y del FSH (Ahmed *et al.*, 2009).

La reacción a la kisspeptina a estas dosis aplicadas y vía de administración aumenta con la edad de las becerras de 4 a 11 meses (Alamilla, 2013), lo cual suponer que los animales adquieren una mayor sensibilidad a la kisspeptina a medida que se acercan a la pubertad, al igual en becerras de 7 a 11 meses de edad, se comprobó que la magnitud y duración en la respuesta de LH y de FSH no aumento por incrementar la dosis de Kiss-10 de 5 a 50 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de peso (Santos *et al.*, 2011)

Los experimentos que se realizaron para así poder adelantar la pubertad en becerras al aplicar GnRH en becerras así pudiendo imitar la liberación pulsátil de GnRH endógena, lo cual se logró inducir la formación de cuerpo lúteo en un 28 y 33% de las becerras, pero no la actividad cíclica ovulatoria (McLeod *et al.*, 1985).

4.5. Vacas de carne

En el periodo postparto puede ser una etapa crítica en los sistemas productivos de cría, esto hace que si sigue adelante tiene una pérdida de la condición corporal (C.C) durante su inicio

por lo que es debido al aumento agudo del desgaste energético en la producción de leche para la cría, además del consumo restringido de materia seca por lo que lleva que el animal este en un estado energético negativo (Montiel y Ahuja 2005).

4.6. Biotecnologías en bovinos

Las biotecnologías en reproducción son herramientas útiles para así poder abrir más posibilidades de conservar y aprovechar los recursos zoogenéticos y con la aplicación de programas de sincronización de estro, tenemos la posibilidad de elegir una mejor época para el empadre y reducir el intervalo de parto a la primera ovulación, así facilitando el uso de la inseminación artificial y así aplicando los programas de mejoramiento genético (Shahid *et al.*, 2019)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área experimental

El estudio se realizó en el Municipio de Hueytamalco Puebla, en un rancho cooperante de bovinos productores de carne en el año 2022, que se encuentra dentro del área de influencia del Sitio Experimental Las Margaritas, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (S.E. Las Margaritas-INIFAP). El sitio se localiza en las coordenadas a los 19° 45' latitud norte y 97° 27' longitud oeste, con una altura de 400-500 msnm. El clima es subtropical húmedo con una temperatura anual media de 21.5 °C y humedad relativa del 90 %, precipitación pluvial promedio anual de 3000 mm y con topografía accidentada (INEGI, 2023) (Figura 6).



Figura 6. Ubicación del Experimento Sitio Experimental las Margaritas del INIFAP (INEGI, 2023).

5.2. Animales

Se utilizaron 30 vacas de carne de la cruce de Europeo x Cebú en pastoreo y complementadas con minerales diariamente, recién destetadas, con 180 días posparto en promedio y 3.4 unidades de condición corporal, en una escala del 1 a las 5 unidades (1 delgada y 5 obesa). Inicialmente se realizó una palpación rectal y ultrasonografía con sonda de 7.5 MHz, de la marca Sonoscape y a cada una de las vacas para conocer la condición útero-ovárica (anestro, ciclando). Una vez seleccionadas se asignarán a los tres tratamientos de inducción de la ovulación, los cuales consistirán en la aplicación de 1.9 g de progesterona

contenidos en un dispositivo intravaginal para bovinos (CIDR) permaneciendo dentro de la vagina de las vacas por 7 días. Al mismo momento de la inserción del CIDR, se aplicaron 2 mg de benzoato de estradiol vía intramuscular (im); transcurridos los 7 días que el dispositivo estuvo dentro de la vagina de la vaca, se aplicará a cada animal 0.150 mg de D-cloprostenol im y se efectuó el retiro del CIDR (día 7); al día siguiente (día 8) del retiro del CIDR se utilizó 1 mg de benzoato de estradiol im. No se observarán o checarán estros. Todas las vacas se inseminarán a tiempo fijo (IATF) entre 52-56 h del retiro del CIDR.

5.3. Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó el diseño experimental de diseños completamente Azar (DCA).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}= Variable de respuesta en el tratamiento i, repetición j:

μ= Media general

T_i= Efecto del tratamiento;

E_{ij}= Error estandar

El modelo estadístico incluye los efectos de tratamiento y el estatus (anestro, ciclando), la condición corporal (como covariable; escala de 1 a 5 unidades) y peso corporal de la vaca (como covariable) al inicio de los tratamientos

Los tratamientos experimentales se realizaron de la siguiente manera:

- 1) Gonadotropina Coriónica Equina (eCG): aplicación de 400 UI im al retiro del CIDR (día 7).

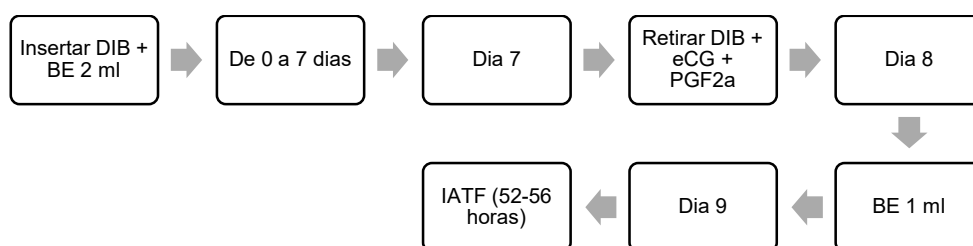


Figura 7. Tratamiento 1 utilizando eCG

- 2) Hormona Liberadora de Gonatropina (GnRH): aplicación de 100 μg im al momento de la IATF.

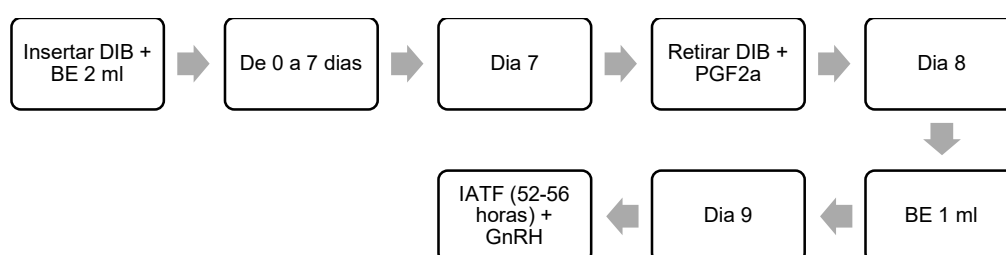


Figura 8. Tratamiento 2 utilizando GnRH

- 3) Kisspeptina-10 (Kiss-10): aplicación de 500 μg im al momento de la IATF.

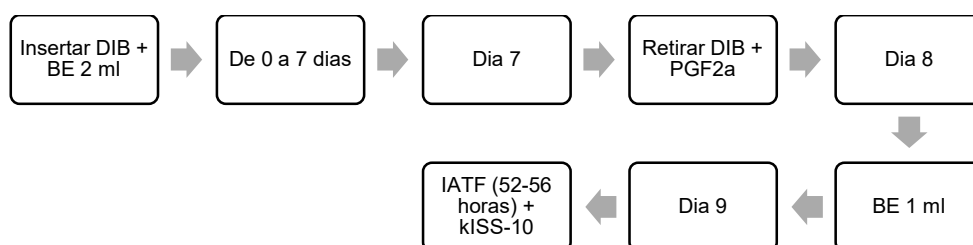


Figura 9. Tratamiento 3 utilizando Kiss-10

Para determinar la ovulación y la gestación también se le realizó ultrasonografía en los días 4 y 35 días después de la IATF, respectivamente.

5.4. Variables evaluadas

La ovulación y gestación son considerados como variables binarias, por lo que en la base de datos se registró con el valor de 1 cuando la vaca presente ovulación o se detecte gestación; en caso contrario, se registrarán como 0.

5.4.1. Tasa de gestación.

Se determinó por medio de la palpación rectal en las vacas previamente inseminadas y con el uso de la ultrasonografía con sonda de 7.5 MHz, de la marca Sonospace (Zárate *et al*, 2015).

5.4.2. La condición corporal.

Un día antes de la aplicación de tratamientos, a cada vaca se le determinó a la altura a la cruz la condición corporal (CC) (escala de 1 a 5 unidades), grosor de la grasa dorsal y profundidad del músculo Longissimus dorsi. La altura a la cruz fue la distancia vertical entre el piso y la unión escapular (Santos *et al*, 2014).

5.4.3. Peso corporal de la vaca.

Al inicio de los tratamientos el peso vivo de los animales se registró periódicamente desde su llegada a los corrales de experimentación y hasta el final del estudio y a partir de estos registros se determinó la ganancia diaria promedio de peso (GDP) previa al inicio del periodo experimental (Santos *et al*, 2014).

5.5. Análisis estadístico

La información del trabajo experimental se analizó mediante regresión logística por característica, con el procedimiento GENMOD de SAS versión 9.0 del año 2011, en una función liga logit para la distribución binomial ($P > 0.05$).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Tasa de ovulación y gestación, comparada con el uso de la Kiss-10 comparándolo con el uso de la eCG y la GnRH

El estudio realizado sobre la tasa de ovulación y gestación reveló que no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) al emplear un protocolo de sincronización estral con el tratamiento de eCG y kisspeptina-10, como se detalla en el cuadro 1. Esto sugiere que estos tratamientos no tuvieron un impacto significativo en la tasa de ovulación y gestación en el contexto de este estudio específico.

Cuadro 1 Tasa de ovulación y gestación, comparada con el uso de la Kiss 10 comparado con el uso de la eCG y la GnRH, en un protocolo de sincronización estral utilizando un dispositivo intravaginal con progesterona y la aplicación de inyecciones de benzoato de estradiol y D-cloprostenol en vacas sin cría en subtrópico húmedo.

Tratamiento	N	Tasa de ovulación (%)		Tasa de gestación (%)	
		Media \pm EE**	IC	Media \pm EE	IC
eCG*	10	89.2 \pm 9.1 a	56.3 – 98.2	43.6 \pm 14.4 a	19.8 – 70.8
GnRH	10	96.5 \pm 4.7 a	64.9 – 99.8	73.8 \pm 13.7 a	41.2 – 91.9
Kiss-10	10	93.8 \pm 7.0 a	59.3 – 99.4	54.6 \pm 15.4 a	26.3 – 80.2

**Medias de cuadrados mínimos, errores estándar (EE)

*Intervalos de confianza al 95% (IC) para las tasas de ovulación y gestación por tratamiento

*eCG: gonadotropina coriónica equina, GnRH: hormona liberadora de gonadotropinas, Kiss-10: kisspeptina-10

^aMedias con la misma literal no son diferentes ($P > 0.05$)

Después del parto, es esencial que se restablezca el desarrollo folicular para inducir la primera ovulación y reiniciar el ciclo estral. En palabras de Cardoso (2017), este proceso es crucial para mantener el desempeño reproductivo normal de las vacas. Además, se destaca la importancia de que los ovocitos originados en los folículos permanezcan sanos y que la

ovulación, bajo los altos niveles de progesterona, resulte en un cuerpo lúteo completamente funcional.

La alta concentración hormonal al final de la preñez también tiene efectos en la liberación de gonadotropinas, específicamente la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH), que son liberadas desde la hipófisis. Estas hormonas juegan un papel crucial en la estimulación del desarrollo de los folículos ováricos grandes. Sin embargo, como señala Cardoso (2017), la supresión de la liberación de gonadotropinas es una consecuencia directa de las altas concentraciones hormonales al final de la preñez.

En resumen, la investigación de Cardoso (2017) subraya la complejidad de los cambios hormonales en las vacas durante la gestación, enfocándose en la suspensión de la actividad ovárica al final de esta. Además, destaca la necesidad crítica de restablecer la función reproductiva normal después del parto para garantizar un ciclo estral saludable y, por ende, un desempeño reproductivo exitoso en la producción ganadera.

6.2. Comparación del número de vacas para la tasa de gestación por el efecto del estatus en anestro y ciclando

En el cuadro 2, se muestran las medias de cuadrados mínimos con sus errores estándar e intervalos de confianza para la tasa de ovulación y gestación por efecto del estatus de las vacas (anestro y ciclando) al inicio del trabajo experimental. No habiendo diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre las vacas anéstricas y ciclando.

Cuadro 2 Comparación del número de vacas para la tasa de gestación por el efecto del estatus en anestro y ciclando, en un protocolo de sincronización estral utilizando un dispositivo intravaginal con progesterona y la aplicación de inyecciones de benzoato de estradiol y D-cloprostenol en vacas sin cría en subtrópico húmedo.

Estatus	N	Tasa de ovulación (%)		Tasa de gestación (%)	
		Media \pm EE	IC	Media \pm EE	IC
Anestro	10	87.7 \pm 11.7 a	46.1 – 98.4	68.7 \pm 15.1 a	35.6 – 89.7
Ciclando	20	97.0 \pm 3.5 a	75.9 – 99.7	46.4 \pm 12.0 a	25.2 – 68.9

*Medias con la misma literal no son diferentes ($P > 0.05$).

*Intervalos de confianza al 95% (IC) para las tasas de ovulación y gestación por tratamiento.

*Medias de cuadrados mínimos, errores estándar (EE)

La deficiencia de energía puede afectar negativamente la capacidad del cuerpo para mantener un estado reproductivo saludable. Las vacas que experimentan una insuficiencia energética pueden tener ciclos estrales irregulares o prolongados, lo que resulta en una menor tasa de concepción. Además, la carencia de energía puede afectar la calidad y el desarrollo de los óvulos, influyendo directamente en la fertilización y la formación del embrión (Noro, 2003).

El desempeño reproductivo de las vacas en la producción ganadera es un aspecto crítico que involucra una serie de cambios hormonales durante el período de gestación. Según

Cardoso (2017), se observan cambios significativos en la actividad ovárica de las vacas durante este periodo. En particular, al final de la gestación, se producen altas concentraciones de hormonas que resultan en la suspensión de la actividad ovárica. Esta suspensión de la actividad ovárica es una consecuencia directa de los niveles elevados de hormonas presentes en este momento específico.

6.3. Tasa de ovulación de las vacas por el efecto de la condición corporal

El cuadro 3 presenta las medias de cuadrados mínimos junto con sus errores estándar, así como los límites inferior y superior de la tasa de ovulación de las vacas, clasificadas según su condición corporal. Los resultados revelaron que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre las diferentes condiciones corporales en cuanto a la tasa de ovulación. Esto sugiere que, no habiendo diferencias estadísticas significativas entre condiciones corporales.

Cuadro 3 Tasa de ovulación de las vacas por el efecto de la condición corporal, en un protocolo de sincronización estral utilizando un dispositivo intravaginal con progesterona y la aplicación de inyecciones de benzoato de estradiol y D-cloprostenol en vacas sin cría en subtrópico húmedo.

Condición corporal	Media \pm EE	Límite inferior	Límite superior
3.0	82.30 \pm 8.1 a	60.86	93.29
3.5	92.72 \pm 5.1 a	74.56	98.22
4.0	94.85 \pm 5.2 a	69.69	99.33

^aMedias con la misma literal no son diferentes ($P > 0.05$).

Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar (EE)

Intervalos de confianza al 95% para la tasa de ovulación (%)

Respecto a la fertilidad, el equilibrio entre proteínas degradables y energía en la dieta de vacas juega un papel fundamental en diversos aspectos de su salud reproductiva y eficiencia productiva. El impacto de un desequilibrio en la relación proteínas degradables/energía en el

rumen, que se refleja en elevados niveles de urea en la leche, ha sido identificado como un factor crítico para la salud y fertilidad de las vacas (Noro, 2003). Una de las consecuencias notables de este desequilibrio es su influencia directa en la eficiencia reproductiva de las vacas, la relación entre deficiencia de energía y exceso de proteína en la dieta y la disminución de la fertilidad ha sido ampliamente documentada en estudios científicos. Por ejemplo, la investigación de Ferguson y Chalupa (1989) ha destacado que tanto la falta de energía como el exceso de proteína pueden comprometer la capacidad reproductiva de las vacas.

6.4. Tasa de gestación de las vacas por el efecto de la condición corporal

Finalmente, en el cuadro 4, se muestran las medias de cuadrados mínimos con sus errores estándar y límites inferior y superior, de la tasa de gestación de las vacas, por efecto de la condición corporal, donde las vacas con condición corporal de 3.0 tuvieron menor tasa de gestación ($P < 0.05$) que las vacas con condición corporal de 3.5 y 4.0, no habiendo diferencias entre estas dos últimas ($P > 0.05$).

Cuadro 4 Tasa de gestación de las vacas por el efecto de la condición corporal, en un protocolo de sincronización estral utilizando un dispositivo intravaginal con progesterona y la aplicación de inyecciones de benzoato de estradiol y D-cloprostenol en vacas sin cría en subtrópico húmedo.

Condición corporal	Media \pm EE	Límite inferior	Límite superior
3.0	29.90 \pm 9.3 a	15.22	50.35
3.5	66.70 \pm 9.6 b	46.20	82.37
4.0	75.35 \pm 9.7 b	52.34	89.48

^{a,b}Medias con distinta literal son diferentes ($P < 0.05$).

Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar (EE).

Intervalos de confianza al 95% para la tasa de gestación (%).

En respecto a la tasa de gestación se observó una diferencia significativa en que las vacas con CC de 3.0 que tuvieron menos tasa de gestación a diferencia de las demás vacas con una

CC de 3.5 y 4.0, esto comentado por Prado (1990) que posiblemente la CC afecta el comportamiento reproductivo que está relacionado con la energía y sus efectos sobre la liberación de LH, ya que él demostró que las vacas con una buena CC tienen una mayor frecuencia en la liberación de pulsos de LH con un periodo más corto en el anestro y también un mayor desarrollo folicular esto puede explicar por qué la baja fertilidad en vacas con CC bajo.

Las vacas con una buena CC pueden movilizar sus reservas corporales sin tener problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo, pero aquellas vacas con una baja CC tendrán una pérdida de peso excesiva con la consiguiente reducción en la producción láctea y la tasa de preñes (López, 2006).

Dando más explicación respecto a los resultados, Saturnino (1993) observó que las vacas con una CC buena al parto tienen un mejor desempeño reproductivo, esto es debido con una mayor frecuencia en la presencia de pulsos de LH y determinado por una mayor frecuencia en la liberación de GnRH en el hipotálamo (Maza, 2001). Wright (1992) comentó que resultado con la CC baja se produce una inhibición en la frecuencia de los pulsos de GnRH que provienen del hipotálamo por lo que conlleva una afectación en los pulsos de LH y lo que da como resultado una disminución en la presencia del celo y ovulación. Con ello Rasby (1991) comenta que con una baja CC afecta el peso del ovario y el tamaño del cuerpo lúteo siendo negativo esto para la vaca a la par que se disminuye la liberación de LH por la hipófisis con consiguiente da como resultado una baja tasa de fertilidad.

VII. CONCLUSIÓN

Uno de los beneficios destacados de la kisspeptina-10 es su capacidad para sincronizar los eventos reproductivos, lo que facilita la implementación de prácticas de manejo más eficientes en la reproducción bovina. La inclusión de este péptido en protocolos de sincronización estral no solo ha demostrado su eficacia en la inducción de la ovulación, sino que también ha contribuido a la consecución de tasas de gestación aceptables. Estos resultados respaldan la idea de que la kisspeptina-10 puede desempeñar un papel crucial en mejorar la eficiencia reproductiva de los sistemas de producción bovina.

La kisspeptina-10 mostró ser útil como inductor de la ovulación al igual que la eCG y GnRH para ser incluida en un protocolo de sincronización estral. Así mismo resultó ser efectiva para de inducción de la ovulación, utilizando dispositivos intravaginales con progesterona, con la posibilidad de realizar la inseminación artificial a tiempo fijo que ofrece una alternativa valiosa para mejorar la eficacia de la reproducción bovina, brindando a los productores una herramienta adicional para maximizar el rendimiento de sus programas de reproducción.

La aplicación práctica de la kisspeptina-10 en la reproducción bovina ofrece a los productores otra opción más que puede ser incluida en los protocolos de sincronización del estro y la inducción de la ovulación en hembras bovinas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Ahmed E.A.; Hayato Saito.; Tatsuru Sawada. 2009. Characteristics of the stimulatory effect of kisspeptin-10 on the secretion of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone and growth hormone in prepubertal male and female cattle. *Journal of Reproduction and Development* 55(6): 650-654
- Alamilla R. M. 2013. Participación de la kisspeptina en la liberación de la LH, FSH y somatotropina en becerras prepúberes del trópico de distintas edades. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM. México, D.F. En línea: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000696608/3/0696608.pdf>. Consultado 20/10/2024
- Backholer K.; Smith J.; Rao A. 2010. Kisspeptin cells in the ewe brain respond to leptin and communicate with neuropeptide Y and proopiomelanocortin cells. *Endocrinology* 151: 2233–2243, 2010.
- Bilban M; Nassim G; Edih H; *et al.*, 2004. Kisspeptin-10, a KiSS-1/metastin-derived decapeptide, is a physiological invasion inhibitor of primary human trophoblasts. *Journal of cell science* 117(8): 1319-1326.
- Cardoso F. 2017. The transition period in dairy cattle, physiology, and nutritional consideration, an overview. *Journal of Animal Science* 95(2): 27. En línea: <https://www.proquest.com/openview/89517ac75e0fcef886cd808fd14aa255/1?pq-origsite=gscholarycbl=49113> Consultado 26/10/2024
- Castellano J. M.; Navarro V.M.; Fernández R. 2005. Changes in hypothalamic KiSS-1 system and restoration of pubertal activation of the reproductive axis by kisspeptin in undernutrition. *Endocrinology* 146(9): 3917-3925. En línea: <https://academic.oup.com/endo/article/146/9/3917/2500413?login=false>. Consultado 20/10/2024
- Chaga L. J. 2009. Niveles séricos de progesterona e inseminación artificial a tiempo fijo y a 12 horas posteriores al estro en vaquillas cruzadas utilizando los protocolos CO-SYNCH-CIDR y Crestar plus. En línea: https://www.researchgate.net/profile/Belisario-Dominguez-Mancera/publication/268076533_NIVELES_SERICOS_DE_PROGESTERONA_E_INSE

[MINACION ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO Y A 12 HORAS POSTERIORES AL ESTRO EN VAQUILLAS CRUZDAS UTILIZANDO LOS PROTOCOLOS CO-SYNCHCIDR_Y](#). Consultado: 20/10/2024

De la Vega A.J.; Jorrat J.J.; Ghiggia L.R. 2014. Uso comparativo de GnRH o benzoato de estradiol en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas lecheras. Rev. Agron. Noroeste Argent 34: 104–106. En línea: <https://faz.unt.edu.ar/ranar/rana34236.pdf>
Consultado 24/11/2024

Ferguson J.; Chalupa W. 1989. Symposium: interactions of nutrition and reproduction. Impact of protein nutrition en reproduction in dairy cows 76: 746-766. En línea: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(89\)79168-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(89)79168-2/pdf). Consultado 24/11/2024

Fernández M. 2011. Reproducción y control ecográfico en vacuno: el ciclo estral desde una nueva perspectiva. Servet editorial pp: 24-28.

Flaquer J. 2007. Respuesta a la inducción y sincronización del celo con CIDR®, GnRH y PGF2 α en vacas de doble propósito en anestro. Tesis de Licenciatura. En línea: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/9f696379-2578-4abd-b5be-71d465090e5a/download>. Consultado 20/10/2024

Fricke P.M.; Guenther J.N.; Wiltbank M.C. 1998. Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. Theriogenology 50 (8): 1275-1284.

Geary T.; Whittier J.C. 1998. Effects of a Timed Insemination Following Synchronization of Ovulation Using the Ovsynch or CO-Synch Protocol in Beef Cows. En línea: <https://sciencedirectassets.bibliotecabuap.elogim.com/313841/1-s2.0-S1080744698X44001/1-s2.0-S1080744615318325/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEDkaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDOzd0Lr4f7kAZ2Oty4tjTZ%2ByNdNosXGRnxl3v2Miuo7AIhAO2bwHXIm%2BwCFmoBVbVIE5>. Consultado 20/11/2024

Giraldo A.D.; Uribe V.L.F. 2012. Estrategias para mejorar la condición corporal postparto en vacas de carne. Biosalud 11(1): 71-89. En línea:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-95502012000100008yscript=sci_arttext.

Consultado 20/10/2024

Gómez A.L. 2015. La reproducción de la hembra bovina en Cuba: un enfoque agroecológico y epizootiológico. En línea:

https://books.google.es/books?id=4R_5DwAAQBAJylpg=PT2yots=Hsd7AML3EMydq=A lba%20G%C3%B3mez%20L.%20La%20reproducci%C3%B3n%20de%20la%20hembra%20bovina%20en%20Cuba%3A%20un%20enfoque%20agroecol%C3%B3gico%20y%20epizootiol%C3%B3gico%20%5Ben%20l%C3%ADnea%5D.%2. Consultado 20/10/2024

Gottsch M.L.; Cunningham M.J.; Smith J.T. 2004. A role for kisspeptins in the regulation of gonadotropin secretion in the mouse. *Endocrinology* 145: 4073-4077.

Hernández C. J. 2016. Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros. Universidad Nacional Autónoma de México. En línea:

<http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/1249>

http://www.fmvez.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf.

Consultado 20/10/2024

Hernández C.W.; Mendoza J.H.; Carlos G.H. 2008. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos. *Técnica pecuaria en México* 46(2): 119-135.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2023. Airbus, Maxar, Technologies, Datos del Mapa. Hueytamalco, Las Margaritas, Mexico. En línea:

<https://maps.app.goo.gl/BY3bNREZQ99jVKqv8>. Consultado 20/11/2024

INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnología en la Agricultura). 2018. Métodos de sincronización de celo en bovinos. Serie Ganadería, Artículos Técnicos de INTAGRI, Núm. 14, 4 p. En línea: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/metodos-de-sincronizacion-de-celo-en-bovinos>. Consultado 20/10/2024

Kobayashi T.; Sasaki S.; Tomita N. 2010. Synthesis and structureactivity relationships of 2-acylamino-4,6-diphenylpyridine derivatives as novel antagonists of GPR54. *Bioorganic y medicinal chemistry* 18(11): 3841–3859. En línea:

<https://sciencedirectassets.bibliotecabuap.elogim.com/271397/1-s2.0->

- Menchaca A.; Nuñez R.; Wijma R. 2013. Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de IATF en vacas Bos taurus. 10° Simposio Internacional de Reproducción Animal. En línea: <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-10-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-2013.pdf>. Consultado 20/11/2024
- Mondal M. K.; Baruah K.K.; Karunakaran M. 2015. Development of a new kisspeptin based method of ovulation synchronization for crossbred dairy heifers. *Journal of Dairy Science and Technology* 4(3): 2319-3409.
- Montiel F. y Ahuja C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle:a review. *Animal Reproduction Science* 85(1): 1.
- Muir A.I.; Chamberlain L.; Elshourbagy N.A. 2001. AXOR12, a novel human G protein-coupled receptor, activated by the peptide KiSS-1. *The Journal of biological chemistry* 276(31): 28969-28974. En línea: <https://www.jbc.org/action/showPdf?pii=S0021-9258%2820%2980356-1>. Consultado 20/11/2024
- Mulvehill P. y Sreenan J.M. 1977. Improvement of fertility in post-partum beef cows by treatment with PMSG and progestagen. *Reproduction*. En línea: https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/50/2/jrf_50_2_021.xml. Consultado 20/11/2024
- Navarro V.M. 2004. Developmental and hormonally regulated messenger ribonucleic acid expression of KiSS-1 and its putative receptor, GPR54, in rat hypothalamus and potent luteinizing hormone-releasing activity of KiSS-1 peptide. *Endocrinology* 145: 4565-4574.
- Noro M. 2003. Utilidad de la determinación de urea en la leche. *Vetermas* 2(2): 2-5. En línea: https://www.researchgate.net/profile/Mirela-Noro/publication/259740044_Utilidad_de_la_determinacion_de_urea_en_la_leche/links/0c96052d8176b90872000000/Utilidad-de-la-determinacion-de-urea-en-la-leche.pdf. Consultado 20/11/2024
- Oakley A. E.; Clifton D. K.; Steiner R. A. 2009. Kisspeptin signaling in the brain. *Endocrine reviews* 30(6): 713-743.

- Obando D. 2020. Bases farmacológicas y actualización de la sincronización del celo bovino. Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Colombia. 12-21. En línea: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/17467>. Consultado 20/11/2024
- Ohtaki T, 2001. Metastasis suppressor gene KiSS-1 encodes peptide ligand of a G-protein-coupled receptor. *Nature* 276(37): 34631-34636. En línea de <https://www.jbc.org/action/showPdf?pii=S0021-9258%2819%2977047-1>. Consultado 20/11/2024
- Pinilla.; Aguilar.; Dieguez, 2012. Kisspeptins and reproduction: physiological roles and regulatory mechanisms. *Physiol Rev*, 92: 1235-1316.
- Prado R. 1990. Ovarian follicle population, steroidogenicity and micro morphology at 5 and 9 weeks post-partum in two level of body condition. *Theriogenology* 49(3): 634. En línea: <https://sciencedirectassets.bibliotecabuap.elogim.com/271179/1-s2.0-S0093691X00X03676/1-s2.0-S0093691X98000132/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBsaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCICx%2FG3vbvwhL0iOhaDesBX74Wdz6VpDRzdrmsulk7SHSAiBCDG3kVRhIHU4zkPZ9TtRY6krZ>. Consultado 20/11/2024
- Rasby R. 1991. Influence of nutrition and body condition on pituitary, ovarian, and thyroid function of nonlactating beef cows. *Journal of Animal Science* 69(5): 2067-2073. En línea: https://www.researchgate.net/publication/21090347_Influence_of_nutrition_and_body_condition_on_pituitary_ovarian_and_thyroid_function_of_nonlactating_beef_cows#fullTextFileContent. Consultado 20/11/2024
- Redmond J. S. 2011. Kisspeptin activates the hypothalamic-adenohypophyseal-gonadal axis in prepubertal ewe lambs. *Reproduction* 141(4): 541. En línea: https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Macedo-3/publication/49791128_Kisspeptin_activates_the_hypothalamic-adenohypophyseal-gonadal_axis_in_prepubertal_ewe_lambs/links/5919beefaca2722d7cfe662b/Kisspeptin-activates-the-hypothalamic-adenohypophyseal-g. Consultado 20/11/2024
- Ricu M.M.A. 2013. Participación de kisspeptina en la función ovárica y sus cambios durante la activación del sistema nervioso simpático inducida por el estrés por frío en la rata Tesis

- de Doctorado. En línea: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/113451> Consultado 20/11/2024
- Rizzo A. E.; Ceci E.; Guaricci A.C. 2018. Kisspeptin in the early postpartum of the dairy cow
Kisspeptin in bovine postpartum. *Reproduction in Domestic Animals* 54(2): 195-198.
- Roa J. A.; Aguilar E.; Dieguez C. 2008. New frontiers in kisspeptin/GPR54 physiology as
fundamental gatekeepers of reproductive function. *Frontiers in neuroendocrinology* 29(1):
48-69. En línea:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0091302207000362> Consultado
20/11/2024
- Rosete F.; Álvarez G.; Urbán D. 2015. Respuesta de hormona luteinizante a aplicaciones
repetidas de kisspeptina-10 en vacas en anestro posparto. *In: Reunión Nacional de
Investigación Pecuaria* 1(1): 61-63. En línea:
<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/download/5918/4579>.
Consultado 20/11/2024
- Rosete F.; Faustino C.R.; Fragoso I.A. 2009. Inducción estral en vacas de carne con
norgestomet y gonadotropina coriónica equina durante una época de empadre. En línea:
[https://www.academia.edu/6835259/Induccion_Estral_en_vacas_de_Carne_con_norgestom
et_y_gonadotropina_corionica_humana_equina_durante_una_%C3%A9poca_de_empadre](https://www.academia.edu/6835259/Induccion_Estral_en_vacas_de_Carne_con_norgestomet_y_gonadotropina_corionica_humana_equina_durante_una_%C3%A9poca_de_empadre).
Consultado 20/11/2024
- Santos E. R.; Calderón R.; Raymundo V. 2011. Efecto de dos dosis de kisspeptina-10 (Kiss-
10) en la liberación de LH y FSH y su asociación con la composición corporal y leptina
sérica en becerras prepúberes. *Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*, 113. En línea:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242014000200005yscript=sci_arttext
Consultado 20/11/2024
- Santos E. R.; Calderón R.; Raymundo V. 2014. Hormona luteinizante y actividad ovárica en
respuesta a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras prepúberes.
Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 5(2): 181-200.
- Santos E. R.; Calderón R.C.; Rosete F.V.J. 2012. Evaluación de la sensibilidad del eje
gonadotrópico a dosis bajas de kisspeptina (KISS-10) en becerras prepúberes. *In: XLVIII*

- Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Querétaro. En línea: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/download/5918/4579>. Consultado 20/11/2024
- Saturnino H. 1993. Condition corporal e eficiencia reproductiva em bovinos. Congresso Brasileiro de Reprodução Anima 58-69.
- Seidel G. 1995. Reproductive biotechnologies for profitable beef production. *The bovine practitioner* 44(1): 18.
- Shahab M. 2005. Increased hypothalamic GPR54 signaling: a potential mechanism for initiation of puberty in primates. *Proc Natl Acad Sci U S A* 102: 2129-2134.
- Shahid B.K.; Khan M.; Andrabi S. 2019. Estrus duration and expression in natural and induced estrus in indigenous (*Bos indicus*) cattle. *J Anim Plant Sci.* 29(3): 645-649. En línea: <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-29-03/02.pdf>. Consultado 20/11/2024
- Stevenson J.S. 2007. Regulación endócrina del ciclo estral. *Revista Ciencias Veterinarias* 16(2): 31.
- Thompson E.L. 2004. Central and peripheral administration of kisspeptin-10 stimulates the hypothalamic-pituitary-gonadal axis. *Neuroendocrinol* 16: 850-858.
- Villa G.; Santos E.; Rosete F. 2018. Kisspeptina en becerras prepúberes: 2. Respuesta de LH, FSH y GH a distintas dosis de kisspeptina-10 y su asociación con IGF-I y leptina circulantes. En línea: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v9n4/2448-6698-rmcp-9-04-719.pdf>. Consultado 20/11/2024
- Wright I.A.; Rhind S.M.; Smith A.J. 1992. Effects of body condition and estradiol on luteinizing hormone secretion in post-partum beef cows. *Domestic Animal Endocrinology* 9(4): 305-315. En línea: <https://sciencedirectassets.bibliotecabuap.elogim.com/271178/1-s2.0-S0739724000X00756/1-s2.0-073972409290018S/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBkaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQD67qhh18p0CR6EhNDdiSJeI33PGSRVljp9k2F4xfSzgQIhANB5BBqdy0Oh5uhOUmIw87x79dm>

- Yavas Y.; Walton J.S. 2000. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: A Review. *Theriogenology* 54: 1-23. En línea: <https://sciencedirectassets.bibliotecabuap.elogim.com/271179/1-s2.0-S0093691X00X83227/1-s2.0-S0093691X00003228/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEGQaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCz5Rgug9x5ZfK4lB59HE%2BxOQINzZJ%2FmrxAY6chkYa0eQlhALwVharGQmuv2lYjPNOiWT.> Consultado 20/11/2024
- Youngquist R. S. y Threlfall W.R 2007. Current Therapy in Large Animal Theriogenology. Fundamentos de fisiología y endocrinología reproductiva en animales domésticos. En línea: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62196293/7._Fundamentos_de_Fisiologia_y_Endocrinologia_Reproductiva_en_Animales_Domesticos20200225-130791-6rqfzy-libre.pdf?1582664562=yresponse-content-disposition=inline%3B+filename%3DFundamentos_de_Fisiologia_y_Endo. Consultado 20/11/2024
- Zárate M.J.P.; Ramírez G.; Rodríguez A. 2010. Comportamiento reproductivo de vacas criollas con amamantamiento restringido y sincronización del estro. *Agronomía mesoamericana* 21(1): 121-130.
- Zárate M.J.P.; Rosete F.; Ríos U. 2015. Prevalencia de Leptospirosis y su relación con la tasa de gestación en bovinos de la zona centro de Veracruz. *Nova scientia*. En línea: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052015000200202yscript=sci_arttext#B14
[https://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v7n14/2007-0705-ns-7-14-00202.pdf.](https://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v7n14/2007-0705-ns-7-14-00202.pdf) Consultado 20/11/2024



BUAP.

Oficio No. FCAyP/848/2024

Héctor Aguilar Ramos
Egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el M.C. Abraham Fragoso Islas (**Director de Tesis**), Dr. Numa Pompilio Castro González (**Codirector**), M.C. Jorge Víctor Rosete Fernández (**Asesor**) y Dr. Eutiquio Soní Guillermo (**Asesor**) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la elaboración digital de la tesis titulada:

Inducción de la ovulación y tasa de gestación con kisspeptina-10 en vacas de carne.

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 02 de Diciembre de 2024.

Dr. Armando Ibáñez Martínez

Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm