

Efecto del tratamiento con GnRH en protocolo de sincronización de celo con progestágenos e inseminación artificial a tiempo fijo en vacas en sistema doble propósito

Effect of GnRH treatment in estrus synchronization protocol with progestogens and fixed-time artificial insemination in dual-purpose cows

Gudiño-Escandón Raymundo S^{1,2}, Palacios-Molina Jorge², Vega-Murillo Vicente E^{2*}, Mexicano-Sánchez Astrid F²

Recibido:

01/11/2024

Aceptado:

01/04/2025

Publicado:

30/06/2025

¹ Unión Ganadera Regional de la Zona Central de Veracruz, Urano s/n esquina Acapulco, Jardines de Mocambo, Boca del Río, Veracruz, México, C.P. 94299.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Veracruzana. Circunvalación esquina Yañez s/n, Veracruz, Veracruz, México. C. P. 91710.

Raymundo Gudiño-Escandón, <https://orcid.org/0000-0002-8174-1382>

Luis Palacios Molina, <https://orcid.org/0009-0004-1505-0040>

Vicente Vega-Murillo, <https://orcid.org/0000-0002-0847-8944>

Astrid F. Mexicano Sanchez, <https://orcid.org/0009-0001-1684-5249>

*Autor para correspondencia:

vvega@uv.mx

Resumen

Existe poca información sobre protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vacas en sistema doble propósito (VSDP) en el trópico. Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la condición corporal (CC), época del año (EA), hato (H) y aplicación de GnRH, al momento de la IATF, sobre concepción (C) y fertilidad post inseminación artificial a tiempo fijo con monta natural (FMN), en VSDP. Se desarrolló con 433 vientres *Bos taurus* por *Bos indicus* en 5 Unidades de Producción Pecuaria (UPP) de la zona tropical del centro de Veracruz, México. Los vientres se seleccionaron con base a CC y estado reproductivo. La C y FMN se diagnosticaron por ultrasonografía a 40 y 90 días de IATF respectivamente. El protocolo para IATF: día 0 inserción DIV y 2mg de benzoato de estradiol. Día 8 remoción DIV, 25 mg prostaglandina f2 α , 1mg cipionato estradiol, 400 UI eCG día 10 (48hrs retirado DIV) IATF y GnRH (acetato buserelina 0.0008g) y en monta natural a los 15 días después de la IATF. Se utilizó un diseño completamente al azar y un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución binomial de las variables tasa de gestación a primer servicio y total.

Abstract

There is little information on fixed-time artificial insemination protocols (FTAI) in dual-purpose system (DPS) cows in the tropics. The objective of this research was to determine the effect of body condition (CC), time of the year (EA), herd (H) and application of GnRH at the time of IATF on conception (C) and fertility after fixed-time artificial insemination with natural mating (FMN), in DPS. The study was developed with 433 *Bos taurus* by *Bos indicus* bulls in 5 cattle production units (UPP) in the tropical zone of central Veracruz, Mexico. The bellies were selected based on CC and reproductive status ES. The C and FMN were diagnosed by ultrasonography at 40 and 90 days of IATF, respectively. The protocol for IATF: day 0 IVD insertion and 2mg estradiol benzoate. Day 8 IVD removal, 25mg prostaglandin f2 α , 1mg estradiol cypionate, 400 IU eCG. Day 10 (48 hrs removed DIV) IATF and GnRH (buserelin acetate 0.0008 g) and remained in natural mating after IATF. A completely randomized design and a generalized linear model assuming a binomial distribution of the variables gestation rate at first service and total gestation rate were used.



Los efectos de H, E y CC fueron significativos ($p < .05$).

El sí vs no aplicar GnRH afectó porcentaje de C y FMN 0.70 ± 0.07 vs 0.58 ± 0.09 y 0.82 vs 0.68 respectivamente. Se encontró mayor porcentaje de C en época seca que en lluvias 0.69 ± 0.08 vs 0.58 ± 0.06 . Los animales con CC 4, 3.5, 3 y 2.5 presentaron C 0.68 ± 0.00 , 0.69 ± 0.07 , 0.67 ± 0.08 y 0.57 ± 0.07 , respectivamente. Se concluye que aplicar GnRH en el momento de la IATF mejoró la C y FMN en hatos con hembras en condición corporal 2.5 a 4.

Palabras clave:

Trópico, condición corporal, gestación a primer servicio, gestación total GnRH.

The effects of H, E and CC were significant ($p < .05$).

Yes vs. no GnRH affected C and FMN 0.70 ± 0.07 vs. 0.58 ± 0.09 and 0.82 vs. 0.68 , respectively. A higher percentage of C was found in dry season than in rainy season 0.69 ± 0.08 vs. 0.58 ± 0.06 . Animals with CC 4, 3.5, 3 and 2.5 presented C 0.68 ± 0.00 , 0.69 ± 0.07 , 0.67 ± 0.08 and 0.57 ± 0.07 , respectively. It is concluded that applying GnRH at the time of IATF improved C and FMN in herds with females in body condition 2.5 to 4.

Key words:

Tropics, body condition, gestation at first service, total gestation GnRH.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva en los sistemas de producción de la ganadería bovina representa uno de los aspectos económicos más importantes a considerar para mejorar la producción de carne y leche por vaca/ ha/ año (Fernández et al., 2020). En el trópico de México el sistema doble propósito (SDP), utiliza cruzamientos de *Bos Indicus* por *Bos taurus* con baja eficiencia reproductiva (Gudiño, 2019). Una vaca eficiente desde el punto de vista reproductivo es aquellas que presenta su primer parto a una edad temprana y continúa produciendo un becerro cada año (Medina, 2022). Galina y Geffroy (2023), mencionan que en los trópicos se dificulta la detección de signos de estro, por las condiciones climáticas y el comportamiento animal durante el mismo. Al respecto, Patterson et al. (2016) señalan que el control farmacológico del estro es una alternativa de solución a esta situación. La sincronización de la ovulación es una técnica efectiva para mejorar el rendimiento reproductivo de los bovinos, que junto con la aplicación de protocolos hormonales permiten realizar la inseminación sin la necesidad de la detección de celo, conocida como inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Al respecto Vasconcelos et al. (2018), mencionan que los tratamientos hormonales tienen como objetivo lograr cuatro resultados fisiológicos: 1) sincronizar una onda folicular ovárica, 2) optimizar las condiciones para el desarrollo del folículo ovulatorio, 3) sincronizar la regresión del cuerpo lúteo (CL), y 4) sincronizar la ovulación. Los tratamientos de sincronización de estros se basan principalmente en el uso de dos tipos de hormonas, progestágenos (principalmente progesterona (P4) con dispositivos intravaginales (DIV) y análogos de prostaglandina F₂α (PGF₂α) (Pérez et al., 2022) y en los protocolos de sincronización de la ovulación, adicionalmente se utilizan análogos de estradiol (E2) y gonadotropina coriónica equina (eCG) al retiro del dispositivo, así como GnRH, 48 a 52 h al momento de realizar la IATF (Bó y Baruselli, 2014). Los resultados de la sincronización de celo y ovulación para IATF, a su vez dependen de factores como la nutrición, condición corporal de los animales, época del año, manejo del hato e inseminador (Díaz et al., 2018). Con base en lo antes mencionado, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la condición corporal (CC), época del año (EA), hato (H) al aplicar de GnRH, en el momento de la inseminación artificial (IA) (48 hrs de retirado DIV), sobre el porcentaje de concepción (C) con IATF y porcentaje de fertilidad post inseminación con monta natural (FMN) en vacas en SDP en la zona tropical del centro de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

La investigación se desarrolló en 5 Unidades de Producción Pecuaria (UPP) de la zona tropical del centro de Veracruz, México, en los municipios de Paso de Ovejas, Jamapa, Alvarado, Medellín de Bravo y Ángel R. y Cabada. Las coordenadas geográficas entre las que están situados son: 17° 03'56" y 22° 27'28" de Latitud Norte y 93° 36'13" y 98° 36'00" de Longitud Oeste. A una altitud del nivel del mar hasta 50 msnm (INEGI, 2020). En la zona, la duración de período lluvioso es de 6 meses (INAFED, 2018).

Manejo de animales en las unidades de producción.

Alimentación: Todas las UPP, desarrollaron pastoreo rotacional en zacate Pará (*Brachiaria mutica*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*), pangola (*Digitaria eriantha*), Grama común (*Cynodon dactylon*), y suplementación con alimento concentrado comercial al 18% de proteína, el cual fue suministrado al momento de la ordeña con una cantidad de 2 kg por vaca, además de sales minerales y agua a libre acceso.

Sanidad: se realizó un control sanitario con vacuna para las enfermedades que afectan en la zona (derriengue y clostridiales), aunado a esto se realiza desparasitación interna (gastrointestinales y pulmonares) externa (Garrapata). En cuanto al bienestar animal se consideró libres de estrés, hambre, dolor, buena salud, para expresar su comportamiento.

Genética: desarrollan cruzamientos genéticos definidos, los genotipos de los animales en estudio fueron (cebú, europeo x cebú, y europeo x europeo x cebú). Utilizan sementales (Brahman, Guzerat, Montbeliarde/Cebú).

Reproducción: con inseminación artificial (IA) inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), y monta natural (MN). La época de la medición fue lluvias y secas y condición corporal de la hembra con 4 niveles (2.5, 3, 3.5 y 4) Lowman et al. (1976).

Manejo del ordeño: se realizó con amamantamiento restringido de la cría a hembras entre 90 a 120 días postparto. Los primeros 60 días de edad, a los terneros se les dejó un cuarto de ubre más leche residual y luego sólo leche residual hasta el destete.

Diseño experimental

En las unidades de producción la selección de los 433 vientres de uno a tres partos se realizó al inicio del estudio con base a estado reproductivo todas vacías con ovarios estáticos entre 90 a 120 días post parto, condición corporal con 4 niveles (2.5, 3, 3.5 y 4) de acuerdo con lo mencionado por Lowman et al. (1976), uso de GnRH en 216 vientres al momento de la IATF y época del año (lluvias y seca), (cuadro 1); Las vacas se inseminaron y quedaron con toros en MN 15 días después de la IATF, el diagnóstico de concepción por IATF se realizó por palpación transrectal con ultrasonografía a los 40 a 50 días después de haber sido inseminadas y gestación total a los tres meses de la inseminación para medir la fertilidad post inseminación mediante el

uso de monta natural (FMN) ambos casos por un médico veterinario especialista en reproducción.

Cuadro 1. Unidades productivas participantes en la investigación.

Unidad	No. de animales
1	189
2	70
3	42
4	55
5	77
Total	433

Fuente: Elaboración propia

El protocolo utilizado para la sincronización del celo e IATF (figura 1), consistió en la inserción del DIV y en la administración de 2mg de benzoato de estradiol el Día 0 (para sincronizar la emergencia de la onda folicular y evitar el desarrollo de folículos persistentes) (Barreiros et al., 2014). Prostaglandina f2α (Dinoprost trometamina 25mg, equivalente a 5ml), al momento de la remoción del DIV el día 8 para asegurar la luteólisis (Bó et al., 2009). Al retiro del progestágeno, se aplicó 1 mg de cipionato de estradiol que induce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo produciendo a su vez la liberación de GnRH, la cual es capaz de aumentar los pulsos y la frecuencia de la hormona Luteinizante (LH), logrando con ello que se unifique y se reduzca el tiempo en que se presenta la ovulación (Santos et al., 2014). Además, se administró eCG (Gonadotropina coriónica equina, 400 UI equivalente a 2ml), al momento de retirar el DIV para mejorar el crecimiento de los folículos en vacas en posparto (Baruselli et al., 2017, y al realizar la inseminación artificial se utilizó GnRH (acetato buserelina 0.0008g, equivalente 2 ml), con lo cual se buscó inducir la ovulación del nuevo folículo dominante, en caso de que no ocurra la ovulación en forma espontánea y si existe un folículo preovulatorio la GnRH inmediatamente induce la descarga de FSH y LH muy similar a la descarga efectuada antes de la ovulación, con la finalidad de incrementar el porcentaje de gestación (Lamb et al., 2009).

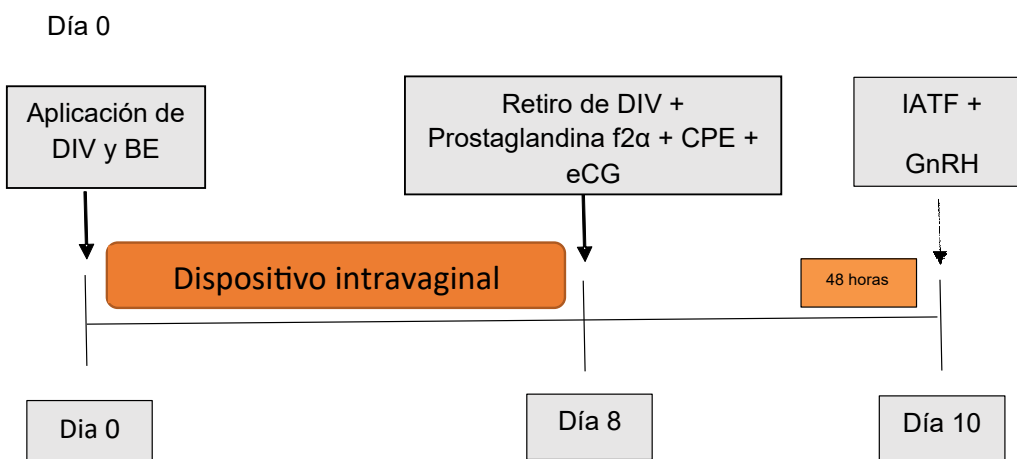


Figura 1. Tratamiento y hormonas utilizadas en el protocolo.

Análisis estadístico

Para el análisis de la información se utilizó un diseño completamente al azar con el procedimiento GENMOD de SAS (SAS, 2013). Debido a la naturaleza dicotómica de las variables de respuesta se utilizó un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución binomial de las variables tasa de gestación a primer servicio y total. El modelo incluyó los efectos fijos de hato (5 hatos), tratamiento con o sin GnRH, época de la medición (lluvias y secas) y condición corporal de la hembra con 4 niveles (2.5, 3, 3.5 y 4) de acuerdo con lo mencionado por Lowman et al. (1976). Las comparaciones entre medias de los efectos fijos considerados en el modelo se realizaron con base en la diferencia mínima significativa protegida de Fisher. El nivel de significancia utilizado para declarar diferencias fue de $p < 0.05$.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se presentan los niveles de significancia para los efectos incluidos en los modelos de análisis de concepción (C) y fertilidad post inseminación a tiempo fijo con monta natural (FMN) en hembras bovinas en sistema de doble propósito.

Gestación a Primer Servicio

Los efectos de hato, época y condición corporal fueron significativos ($p < 0.05$). En el cuadro 3 se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar para los efectos considerados en los modelos de análisis de C y FMN en hembras bovinas en sistema de doble propósito. La gestación a primer servicio estuvo entre 57 y 72%, El hato 1 tuvo el menor porcentaje de gestación y el 1, 2 y 5 tuvieron un comportamiento intermedio. El hato 3 tuvo el mayor porcentaje de gestación con relación a los demás hatos ($p < 0.05$). Con la aplicación de GnRH se obtuvieron porcentajes de gestación que fueron 12 puntos porcentuales mayores que sin la utilización de GnRH (70 ± 7.0 vs 58 ± 9.0 ; $p = 0.051$). El porcentaje de gestación a primer servicio durante la época de lluvias fue 11 puntos porcentuales menor ($p < 0.05$) que durante la época de secas (58 ± 6.0 vs 69 ± 8.0). Las hembras con la condición corporal más baja (2.5) tuvieron porcentajes de gestación a primer servicio significativamente menores (57 ± 8.0 %; $p < 0.05$) que las otras medidas de condición corporal.

Fertilidad post-inseminación con monta natural

La menor FMN fue para el hato 4, con 71 ± 4.0 % y la mayor ($p < 0.05$) para el hato 3, con gestación de 88 ± 4.0 % (Cuadro 3). El porcentaje de FMN para las hembras a las que se les aplicó GnRH fue mayor que a las que no se les aplicó ($8t$ vs 68 %; $p < 0.05$). Las hembras en época de secas tuvieron mayor porcentaje FMN que en época de lluvias (58 vs 69 %; $p < 0.05$). De manera similar al porcentaje de C, el porcentaje de FMN fue mayor para las hembras con condición corporal 3, 3.5 y 4, y la más baja para los de la condición corporal 2.5 Sin embargo están por arriba del promedio de lo obtenido con IATF sin el uso de GnRH en esta condición corporal.

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para los efectos**total en hembras bovinas en sistema de doble propósito**

Efecto	n	Concepción %	Fertilidad con Monta natural %	
Hato	4	55	57 ± 7.0 ^a	71 ± 4.0 ^c
	5	77	61 ± 9.0 ^{ab}	76 ± 4.0 ^c
	2	70	65 ± 5.0 ^b	79 ± 9.0 ^c
	1	189	69 ± 7.0 ^b	86 ± 6.0 ^{bc}
	3	42	72 ± 9.0 ^c	88 ± 4.0 ^b
Utilización de GnRH	Con GnRH		70 ± 7.0 ^a	87 ± 7.0 ^a
	Sin GnRH		58 ± 9.0 ^b	68 ± 6.0 ^b
Época	Lluvias		58 ± 6.0 ^a	64 ± 6.0 ^a
	Secas		69 ± 0.08 ^b	77 ± 6.0 ^b
Condición Corporal	4		68 ± 0.0 ^a	87 ± 8.0 ^a
	3.5		69 ± 7.0 ^a	88 ± 7.0 ^a
	3		67 ± 8.0 ^a	80 ± 9.0 ^a
	2.5		57 ± 8.0 ^b	65 ± 9.0 ^b

a, b, c, d Literales diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$)

DISCUSIÓN

El efecto del hato en la reproducción de bovinos es significativo, algunos factores como el ambiente, estrés, prácticas de manejo, la fertilidad de los machos y las hembras y el nivel de salud de los hatos juegan un papel importante (Bekara et al., 2019). Las diferencias en el manejo entre hatos pueden influir en las correlaciones genéticas entre características productivas, reproductivas y el puntaje de células somáticas, sugiriendo que un mejor manejo puede reducir las asociaciones genéticas desfavorables (Castillo-Juarez et al., 2000). El estrés afecta significativamente al rendimiento reproductivo del ganado vacuno. Factores como el estrés por manejo, la jerarquía social y factores ambientales como el clima y la nutrición pueden reducir la eficiencia reproductiva. Las estrategias para aliviar el estrés pueden mejorar los resultados reproductivos (Medeiros et al., 2021). Enfermedades comunes como la metritis y los quistes ováricos pueden aumentar los días abiertos y disminuir la tasa de concepción (Lee et al., 1989). Mejorar estas áreas puede optimizar tanto el rendimiento reproductivo como el económico de las explotaciones.

Morgan y Lean (1993), basándose en un estudio meta analítico con el uso de GnRH concluyeron que el tipo de GnRH (análogo nativo o agonístico) utilizado en el momento de la IA no influía grandemente en el riesgo del porcentaje de gestación de las vacas en el primer servicio. El grado de efectividad de los dispositivos intravaginales con IATF depende del protocolo de sincronización, las condiciones del manejo del hato, condición corporal y factores edafoclimáticos (Bó y Baruselli, 2014). En este estudio, se obtuvo un porcentaje de C de 0.70 ± 0.07 en las vacas con aplicación de GnRH vs 0.58 ± 0.09 en las que no se aplicó. En el mismo sentido Hassanein et al. (2024), refieren que, otros estudios han administrado GnRH en el momento de la inseminación artificial y han demostrado buenos resultados en el rendimiento reproductivo. A su vez en congruencia con esto Ahasanul-Hamid y Kamruzzaman (2017), señalan que la utilización de varias dosis de GnRH en la inseminación artificial ha mejorado las tasas de

concepción en vacas lecheras mestizas, sin que se observen diferencias significativas entre las diferentes dosis de GnRH. El porcentaje de C es un factor importante que determina la fertilidad del hato, en donde un porcentaje óptimo es de 60 a 65% siendo un problema cuando es menor a 45% (Hincapié y Campo 2002). Estos resultados son similares a los obtenidos por Martínez et al. (2007), quienes obtuvieron 65.7% de porcentaje de gestación en ganado de carne sincronizado con DIV y 100 μ g de GnRH al momento de la inseminación artificial. De igual manera se asemejan a los obtenidos por Guevara (2008), de 62.50% utilizando un protocolo de resincronización y aplicando 150 μ g de GnRH al momento del servicio en ganado lechero. Por otra parte, en este estudio se obtuvo un porcentaje de FMN de 0.87 ± 0.07 vs 0.68 ± 0.06 con aplicación de GnRH al momento de inseminar y sin GnRH respectivamente. En concordancia con esto, en otro estudio realizado en la zona centro de Veracruz con 1220 hembras en SDP, sometidas a protocolo de IATF sin el uso de GnRH, se obtuvo tasa de gestación total de 0.63 ± 0.10 (Muñiz, 2018). Lo que hace reflexionar en que al utilizar IATF se logra elevar el porcentaje de gestación en las UPP. En lo que respecta a la época del año, en este estudio se obtuvo mayor porcentaje de gestación durante la época de seca en comparación con la de lluvias., Toda vez que las UPP en investigación, por manejo y para mejorar la alimentación de los animales que repercute en la CC, en la época de seca mueven el ganado a terrenos bajos (con mayor humedad y calidad del pasto), En forma similar con esto, Salado et al. (2020) mencionan que, en ranchos con óptimo manejo de praderas, no se hacen tan marcadas las diferencias entre épocas del año. A su vez también García-Ispuerto et al. (2019), señalan que se ha observado que la administración de GnRH en el momento de la IA mitiga el efecto de variación estacional y mejora las tasas de concepción (López-Gatius et al., 2006) y reducir el riesgo de fallo de ovulación, aumentando así las tasas de gestación y la supervivencia embrionaria en las vacas lecheras (Satheshkumar et al., 2023). Así también Madureira et al. (2020), hacen mención de que la administración de GnRH en protocolos de IATF basados en P4 de 7 días aumentó la fertilidad en vacas de carne *Bos indicus*. Por otra parte, Bo et al. (2014), señalan que en el manejo reproductivo de los hatos es importante valorar la CC de los animales para obtener buenos porcentaje de gestación. Al respecto, Hincapié et al. (2005) en un estudio que realizaron en Honduras sobre la eficiencia de la evaluación de la condición corporal para pronosticar el anestro posparto en la vaca Siboney (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) encontraron que en 48 hembras calificadas con CC 2 a 2.5 de condición corporal ninguna mostró actividad ovárica, mientras que las de condición de 3 y 3.5 presentaban dinámica ovárica en el 33.3% y 66.6% de los casos respectivamente. En este estudio al evaluar el efecto de la condición corporal, y tratamiento con GnRH al momento de inseminar, se obtuvieron resultados positivos en vacas con condición corporal 2.5 con un porcentaje de C y FMN 0.57 ± 0.08 y 0.65 ± 0.09 respectivamente. El porcentaje de concepción y de FMN de las vacas sin el uso de GnRH en con condición corporal 2.5, 3, 3.5, 4 fue de 0.58 ± 0.09 y 0.68 ± 0.06 , siendo las de condición 2.5 las de menor concepción 0.48 ± 0.09 y 0.59 ± 0.06 de FMN. En referencia a esto, Montero (2016) menciona que la condición corporal es particularmente importante en el proceso reproductivo, y refiere que, en un estudio realizado al final de la época de seca (mayo-junio) con ganado doble propósito con protocolo para IATF sin el uso de GnRH en vacas lactantes con CC 2.5, 3 y 4 los animales con CC 3 y 4 obtuvieron un porcentaje de gestación a primer servicio de 58.0 sin respuesta satisfactoria en los de 2.5 de CC. El efecto de la aplicación de GnRH, al momento de la inseminación artificial (IA) (48 hrs de retirado DIV) y la CC, EA y H mostraron un efecto positivo, sobre el porcentaje de concepción con IATF y porcentaje de FMN en vacas en SDP en la zona tropical del centro de Veracruz, México.

CONCLUSIÓN

La aplicación de GnRH en hembras bovinas en sistema doble propósito en protocolo de sincronización con aplicación de GnRH en el momento de la IATF en unidades productivas de zona centro de Veracruz, mejoró positivamente el porcentaje de C y FMN total en los hatos con hembras en condición corporal 2.5 a 4; obteniendo mayor porcentaje de C y FMN en época de seca que en época de lluvia.

Los resultados de este estudio respaldan el desarrollo de protocolos de IATF (inseminación artificial a tiempo fijo) en ganaderías de doble propósito en el trópico de Veracruz, lo cual podría aumentar el porcentaje de concepción en los hatos.

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés para la realización de esta investigación.

Contribución de autoría

Redacción - borrador original: Raymundo Gudiño-Escandón, Luis Palacios Molina, Vicente Vega-Murillo, Astrid F. Mexicano Sanchez. Redacción - revisión y edición: Raymundo Gudiño-Escandón, Luis Palacios Molina, Vicente Vega-Murillo, Astrid F. Mexicano Sanchez. Todos los autores leyeron y están de acuerdo con la publicación de esta versión del manuscrito.

Literatura citada

- Ahasanul-Hamid, S., y Kamruzzaman, S.M. (2017). Efectos de la GnRH sobre la tasa de concepción en el momento de la inseminación artificial en vacas lecheras mestizas. En t. J.Anim. Ciencia. Tecnología, 1, 19-34.
- Barreiros, T.R., Blaschi, W., Santos, G.M., Morotti, F., Andrade, E.R., Baruselli P.S., y Seneda M.M. (2014). Dynamics of follicular growth and progesterone concentrations in cyclic and anestrus suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with progesterone, equine chorionic gonadotropin, or temporary calf removal. *Theriogenology* 81, 651- 6
- Baruselli, P.S., Ferreira, R.M., Colli, M.H.A., y Elliff, F.M. (2017). Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*, 14, 558-571.
- Bekara, M., & Bareille, N. (2019). Quantification by simulation of the effect of herd management practices and cow fertility on the reproductive and economic performance of Holstein dairy herds. *Journal of dairy science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15484>.
- Bó, G.A., y Baruselli, P.S. (2014). Sincronización de la ovulación y la inseminación artificial a tiempo fijo en ganado vacuno. *Animación*. En t. J.Anim. Biosci. 8, 144-150.
- Bó, G., Cutaiá, L., Chesta, P., Balla, E., Pincinato, E., Peres, L., Maraña, D., Aviles, M., Menchaca, A., Venerada, G., y Baruselli, P. (2014). Implementación de Programas de Inseminación Artificial en Rodeos de Cría de Argentina. Resúmenes VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. Tomo I, pp. 97-128.
- Bó, G.A., Moreno, D., Cutaiá, L., Caccia, M., Tríbulo, R.J., y Tríbulo, H.E. (2009). Transferencia de embriones a tiempo fijo; tratamientos y factores que afectan los índices de preñez. *Taurus*, 21, pp. 25-40.
- Castillo-Juárez, H., Oltenacu, P., Blake, R., McCulloch, C., & Cienfuegos-Rivas, E. (2000). Effect of herd environment on the genetic and phenotypic relationships among milk yield, conception rate, and

- somatic cell score in Holstein cattle. *Journal of dairy science*, 83 4, 807-14. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(00\)74943-5](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(00)74943-5).
- Díaz, R.F., Galina, C.S., Estrada, S., Montiel, F., Castillo, G., y Romero-Zúñiga, J.J. (2018). Las variaciones en el índice temperatura-humedad y el espesor de la grasa dorsal durante el último trimestre de gestación y el posparto temprano afectan la fertilidad de vacas *Bos indicus* en el trópico. *Veterinario. Medicina. Ent* 2018, 2360430.
- Fernández, R., Biga, P., Di Masso, R.J., & Marini, P. (2020). Economic evaluation of productive and reproductive indicators in dairy cows with different ages at first calving, in grazing systems. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(4), 493–501.
- Galina, C.S., y Geffroy, M. (2023). Dual-Purpose Cattle Raised in Tropical Conditions: What Are Their Shortcomings in Sound Productive and Reproductive Function? *Animals*. 2023; 13(13):2224.,
- García-Ispuerto, I., De Rensis, F., Pérez-Salas, J.A., Nunes, J.M., Pradés, B., Serrano-Pérez, B., y López-Gatius, F. (2019). El análogo de GnRH deferelina administrado en un protocolo de IA de tiempo fijo mejora la ovulación y la supervivencia embrionaria en vacas lecheras. *Res. Veterinario. Ciencia*, 122, 170–174.
- Guevara, O. (2008). Evaluación de un programa de sincronización y resincronización de celos en vacas lecheras con anestro post parto. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 12 p.
- Gudiño, E.R.S. (2019). Potencial del extensionismo pecuario, con la aplicación del MIRB (Manejo integral de la reproducción bovina) en el ganado Veracruzano. Memorias del XLIII Congreso Nacional de Buiatría, Boca del Río Veracruz. 44-69.
- Hassanein, E.M., Szelényi, Z., y Szenci, O. (2024). Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y sus agonistas en la reproducción bovina II: diversas aplicaciones durante los períodos de inseminación, posinseminación, embarazo y posparto. *Animales*; 14(11):1575.
- Hincapié, J.J., y Campo, E.C. (2002). Técnicas para mejorar la eficiencia reproductiva en animales de granja. Ed. Prografic. Tegucigalpa, Honduras. 445 p.
- Hincapié, J.J., Brito, R., y Campo, E. (2005). Reproducción animal aplicada: Fundamentos de fisiología y biotecnología. 2TM ed. Tegucigalpa, Honduras. Ed. Litocom. 195 p.
- INAFED. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2018. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Veracruz-Llave. Veracruz. Ver. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html> Consultado: [15 de noviembre 2021].
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística. Geografía e Informática. (2020). Marco Geoestadístico. Panorama sociodemográfico de México. México. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197711.pdf
- Lamb, G.C., Dahlen, C.R., Larson, J.E., Marquezini, G., y Stevenson, J.S. (2009). Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: a review. *J Anim Sci* ;(18):181–92.
- Lee, L., Ferguson, J., & Galligan, D. (1989). Effect of disease on days open assessed by survival analysis.. *Journal of dairy science*, 72 4, 1020-6 . [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(89\)79197-9](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(89)79197-9).
- López-Gatius, F., Santolaria, P., Martín, A., Delétang, F., y De Rensis, F. (2006). Los efectos del tratamiento con GnRH en el momento de la IA y 12 días después sobre el rendimiento reproductivo de vacas lecheras de alta producción durante la estación cálida en el noreste de España. *Teriogenología* 65, 820–830
- Lowman, B.G., N.A. Scott y S.M. Somerville. 1976. Condition Scoring beef cattle. The east of Scotland College of Agriculture. Bulletin N° 6.
- Madureira, G., Consentini, C.C.A., Motta, J.C.L., Tambor, J.N., Prata, A.B., Monteiro, P.L.J., Melo, L.F., Gonçalves, J.R.S., Wiltbank, M.C., y Sartori, R. (2020). Protocolos de IA cronometrados basados en progesterona para ganado *Bos indicus* II: resultados reproductivos del protocolo tipo EB o GnRH, usando o no GnRH en la IA. *Teriogenología*, 145, 86–93

- Martínez, M. F., Kastelic, J. P., Colazo, M. G., y Mapletoft, R. J. (2007). Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 33, 77–90.
- Medeiros, I., Fernandez-Novo, A., Astiz, S., & Simões, J. (2021). Production and Health Management from Grazing to Confinement Systems of Largest Dairy Bovine Farms in Azores: A Farmers' Perspective. *Animals*, 11(12), 3394. <https://doi.org/10.3390/ani11123394>
- Medina, A. S. (2022). 28° DIA DEL GANADERO. 28° Día del Ganadero 2022 CEIEGT FMVZ UNAM, 69.
- Montero, T.A. (2016). Eficiencia de dos dispositivos intravaginales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos. Tesis de grado. Universidad Veracruzana. Pp19-26
- Muñiz. (2018). Efecto de la aplicación del dispositivo intravaginal CIDR® y DIB® con IATF sobre la tasa de gestación en sistema doble propósito en el trópico Veracruzano. Tesis de grado. FMVZ. Universidad Veracruzana. Pp 1-43
- Morgan W.F., & Lean, I.J. (1993) Gonadotrophin-releasing hormone treatment in cattle: a metaanalysis of the effects on conception at the time of insemination. *Australian Veterinary Journal* 70: 205-209.
- Patterson, D.J., Cooke, R.F., Dahlke, G.R., Funston, R.N., Hall, J.B., Lamb, G.C., J. Lauderdale, J., Perry, G.A., & Van Eenennaam, A.L. (2016). Physiological and management advances enhancing adoption of applied reproductive management procedures in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 94(E-Suppl. 5), 560-561. DOI: <https://doi.org/10.2527/jam2016-1168>. Consultado: [mayo, 2024].
- Pérez, R.E., Quezada, C.A., Carrera-Chávez, J.M., Álvarez-Holguín, A., Ochoa-Rivero, J.M., Chávez-Ruiz, M.G., y Román-Ponce, S.I. (2022). Función ovárica y respuesta a la sincronización del estro en ganado Criollo en México. *Revisión Rev Mex Ciencia Pecuaria*. 13(2):422-451
- SAS Institute Inc. (2013). SAS/STAT® 13.1 User's Guide: The GENMOD Procedure. SAS Institute Inc. <https://documentation.sas.com>
- Salado, N. T., Villar, M. M., García, A. R. R., De los Ángeles Maldonado Peralta, M., Vázquez, A. G., & Santillán, P. S. (2020). Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y *estrella* pastoreados con bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 24, 35-46. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356>
- Santos, E.R., Calderón, R.C., Vera-Ávila, H.R., Perera-Marín, G., Arreguín, A.J.A., Nett, T. M., Gutiérrez, A.C.G., & Villa-Godoy, A. (2014). Hormona luteinizante y actividad ovárica en respuesta a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras pre-púberes. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2), 181-200.
- Satheshkumar, S., Janani, P. Y., Prakash, S., Raja, S., Jayaganthan, P., y Arunmozhi, N. (2023). Efecto de la GnRH el día de la inseminación sobre la respuesta ovulatoria en vacas mestizas. *Indio J. Anim. Reproducción*. 44, 27–30
- Vasconcelos, J.L.M., Pereira, M.H.C., Wiltbank, M.C., Guida, T.G., Lopes, F.R., Sanches, C. P., Barbosa, L.F.P., Costa, W.M., y Munhoz, A.K. (2018). Evolution of fixed-time AI in dairy cattle in Brazil. *Anim. Reprod.*, 15, 940–951.