

La gonadotropina coriónica equina (eCG) modifica los niveles de testosterona, pero no la actividad reproductiva, en toros Holstein durante invierno

Rogelio A. Ledezma-Torres¹, Fernando Sánchez-Dávila^{1,*}, Carlos Luna-Palomera² y José F Vázquez-Armijo³

¹ Posgrado Conjunto FA-FMVZ, Universidad Autónoma de Nuevo León, Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada, 66050 Cd Gral. Escobedo, Nuevo León, México

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, 86280, Villahermosa, Tabasco, México

³ Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México, Km. 67,5 Carr. Fed. Toluca-Tejupilco, 51300, Temascaltepec, México

Resumen

El objetivo del presente estudio fue el de evaluar el efecto de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre las concentraciones de testosterona, comportamiento sexual y la calidad seminal en toretes jóvenes Holstein. Se seleccionaron 21 toretes de 12 ± 3 meses de edad y de 350 ± 17 kg de peso vivo. Los mismos fueron adjudicados a tres siguientes tratamientos: T1 = 500 UI de eCG ($n = 7$); T2 = 1000 UI de eCG ($n = 7$) y T3 = Control (suero salino; $n = 7$). La administración de eCG se realizó semanalmente durante las ocho semanas que duró el experimento. Hubo efecto del tratamiento ($p < 0,05$) sobre la concentración de testosterona, siendo superior para los toretes que recibieron 500 UI de eCG, seguidos por los que recibieron 1000 UI de eCG. Se presentó solamente una tendencia ($p = 0,09$) del efecto de la eCG sobre el número de montas, siendo superior para los toretes que se les aplicó 500 UI ($2,78 \pm 0,35$) y 1000 UI ($3,29 \pm 0,35$) en comparación con el grupo control ($2,23 \pm 0,32$). Para el efecto de la semana de aplicación de la eCG, se observó efecto ($p < 0,05$) sobre cada una de las variables del comportamiento sexual, a excepción para el tiempo de reacción a la primera, segunda y tercera monta. En conclusión, la aplicación de eCG incrementó la concentración de testosterona, pero sin afectar la actividad sexual y calidad seminal en toretes jóvenes durante la época de invierno.

Palabras clave: Circunferencia escrotal, comportamiento sexual, calidad seminal, toros leche, hormona gonadotropina.

The equine chorionic gonadotropin (eCG) modifies testosterone levels, but not reproductive activity in Holstein bulls during winter

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the effect of the hormone equine chorionic gonadotropin (eCG) on testosterone concentrations, sexual behavior and seminal quality in young Holstein

* Autor para correspondencia: fernando.sanchezdv@uanl.edu.mx

Cita del artículo: Ledezma-Torres RA, Sánchez-Dávila F, Luna-Palomera C, Vázquez-Armijo JF (2023). La gonadotropina coriónica equina (eCG) modifica los niveles de testosterona, pero no la actividad reproductiva, en toros Holstein durante invierno. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 119(2): 139-148.

<https://doi.org/10.12706/itea.2022.013>

bulls. Twenty-one bulls of 12 ± 3 months of age and 350 ± 17 kg of live weight were selected. They were assigned to the following three treatments: T1 = 500 IU of eCG ($n = 7$); T2 = 1000 IU of eCG ($n = 7$) and T3 = Control (saline; $n = 7$). The administration of eCG was performed weekly during the period that the experiment lasted. There was an effect of the treatment ($p < 0.05$) on the concentration of testosterone, being higher for the bulls that received 500 IU of eCG, followed by those that received 1000 IU of eCG. There was only a trend ($p = 0.09$) of the effect of eCG on the number of mounts, being higher for bulls that received 500 IU (2.78 ± 0.35) and 1000 IU (3.29 ± 0.35) compared to the control group (2.23 ± 0.32). For the effect of the week of application of the eCG, an effect ($p < 0.05$) was observed on each of the variables of sexual behavior, except for the reaction time to the first, second, and third mating. In conclusion, the application of eCG increased the concentration of testosterone, but without affecting sexual activity and seminal quality in young bulls during the winter season.

Keywords: Scrotal circumference, sexual behavior, seminal quality, milk bulls, gonadotropin hormone.

Introducción

En toros (*Bos Taurus*) se han realizado estudios sobre los factores que alteran su comportamiento reproductivo durante el año (Mukhopadhyay et al., 2010; Singh et al., 2020), y de esta manera optimizar su desempeño mediante monta natural (Michael et al., 2019) o a mayor escala a través de la inseminación artificial (Murage e Ilatsia, 2011; Ungerfeld et al., 2021). En los centros de procesamiento de semen de ganado lechero, se presenta una gran variación sobre la calidad seminal (Murphy et al., 2018; Vincent et al., 2021) y el comportamiento sexual (Madrid-Bury et al., 2011; Romanello et al., 2018).

El uso de distintas hormonas en el manejo de la reproducción se orienta hacia la sincronización del estro y la ovulación en vacas (Murphy et al., 2018; Núñez-Olivera et al., 2018), sin embargo, esta práctica no es común en toros. En especies de reproducción estacional el uso de compuestos hormonales se ha utilizado como propuesta para el estímulo del comportamiento sexual y calidad seminal del macho dentro y fuera de la época reproductiva (Ungerfeld et al., 2017 y 2018; Beracochea et al., 2020a). El uso de análogos de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) incrementó la calidad del semen de machos cabríos fuera de la época reproductiva (Giriboni et al., 2019).

La gonadotropina coriónica equina (eCG) es una hormona glicoproteína que se une a receptores de la hormona folículo estimulante (FSH) y de la hormona luteinizante (LH) (Murphy, 2012). La administración de eCG fuera de la época reproductiva produjo un aumento en la concentración de testosterona y mejoró la calidad del semen (Beracochea et al., 2018). A pesar de que se incrementó la concentración de anticuerpos contra eCG, no hubo un efecto sobre el desempeño reproductivo de esos machos durante la siguiente época reproductiva (Beracochea et al., 2020b). En moruecos (*Ovis aries*) el uso de eCG estimuló el efecto macho y la actividad testicular, con dos dosis de 1000 UI de eCG se puede inducir la actividad cíclica de las ovejás (Ungerfeld et al., 2017), y con dosis de hasta 5000 UI se logró mejorar la calidad seminal en ciervos nativos (*Ozotoceros bezoarticus*) (Ungerfeld, 2013). Sin embargo, el uso de eCG en corderos Milchschaaf no mostró diferencias en el desarrollo reproductivo ni en el comportamiento sexual y calidad seminal (Ungerfeld y Bielli, 2008).

No se ha encontrado información sobre el uso de eCG en toros, sin embargo, debido a su acción en otros machos rumiantes (ovinos y caprinos) podríamos esperar al igual que en esas especies pueda estimular la libido y por lo tanto el comportamiento sexual, así como adelantar la extracción de semen de toros jó-

venas. De esta manera, el uso de eCG puede mejorar el desempeño reproductivo y la calidad del semen de toros. Por lo tanto, la hipótesis del presente estudio fue que el uso de la eCG mejorará la calidad seminal y su comportamiento sexual. Considerando que el objetivo fue comparar el efecto de dos dosis de eCG sobre los niveles de testosterona en suero sanguíneo, el comportamiento sexual y la calidad del semen de toretes Holstein.

Material y métodos

Lugar del estudio

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Reproducción Animal y en el área de bovinos productores de leche de la Unidad Académica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en Marín, N.L., México (25° 50' 34" N, 100° 04' 21" O) a una altitud de 333 m s.n.m. La temperatura media anual es de 22 °C (40 °C – 4 °C), la temporada calurosa se presenta de julio a agosto, y la temporada de lluvia de agosto a septiembre, con precipitación que fluctúa de 700 mm a 1200 mm. Durante el estudio, se presentó una temperatura promedio de 15 °C y una humedad relativa de un 47 % en enero y febrero, que fue cuando se realizó el estudio.

Animales y manejo

El manejo de los animales se realizó siguiendo las especificaciones de manejo, cuidado y uso de animales de laboratorio (Norma Oficial Mexicana NOM 062-ZOO-1999). El experimento tuvo una duración de 2 meses (enero-febrero). Se utilizaron 21 toretes Holstein, sin experiencia sexual, con una edad de 12 ± 3 meses y un peso vivo de 350 ± 17 kg. Los toretes fueron alojados en un corral de 30 m x 10 m. A cada torete se le realizó un examen clínico general, así como un examen

del aparato reproductor (testículos, epidídimo y pene) para descartar la presencia de alteraciones que pudieran afectar su capacidad reproductiva. Con base al peso vivo, los toretes fueron asignados a tres tratamientos ($n = 7$). Se administró semanalmente por vía intramuscular 500 UI de eCG (Serigan, Internacional Prode, España; T1), 1000 UI de eCG (T2) y 2 ml de solución salina fisiológica (control, T3), aplicándose 12 h previas a la colecta de semen. Los toretes se alimentaron con alimento balanceado con 14 % de proteína cruda y 2,2 Mgal/kg en base seca, con agua *ad libitum*. El alimento se le proporcionaba a libre acceso dos veces por día dentro del corral al total de los toretes. Cada semana se evaluó el desarrollo corporal mediante el registro del peso vivo (PV), con una báscula digital (W210, Gallagher, Nueva Zelanda) y se midió la circunferencia escrotal (CE) con una cinta flexible (Animeter, España).

Determinación de testosterona

Previo a la extracción de semen, y a partir de la semana -1 y hasta la semana 6, se recolectó semanalmente una muestra de sangre de cada torete por medio de punción de la vena coccígea, con un tubo vacutainer de 7 ml que contenía activador de coagulación (según Villa, 2018). La muestra se centrifugó a 2500g durante 30 min para extraer el suero y almacenarlo a -20 °C para su posterior análisis. La concentración de testosterona en el suero se realizó por el método de ELISA (kit comercial Mexlab, México). El límite inferior de detección fue de 0,2 nmol/mL y el coeficiente de variación inter- e intra-ensayo fue de 5,3 % y 3,7 %, respectivamente.

Evaluación del semen

La colecta del semen se realizó cada semana (lunes) con un electroeyaculador con sonda de 2,5" (Standard Precision Electronics, Arbiotech, USA). La colecta se realizó en tubos

cónicos de 25 ml, en el cual se evaluó el volumen del eyaculado (ml) y el color del semen: claro, lechoso y cremoso. La movilidad masal se determinó en una escala de 0 a 5 (según Santos *et al.*, 2015), para lo cual se colocó una gota de semen en un portaobjeto atemperado a 37,5 °C, y se observó a través de un microscopio con objetivo de 10x (Primo Star, Carl Zeiss). La concentración espermática se determinó con un espectrofotómetro (SDM1-photometer, Minitube, Alemania). La movilidad progresiva se evaluó en forma subjetiva por un técnico con un microscopio con el objetivo de 40x (según Santos *et al.*, 2015). En el caso del color del semen se clasificó en acuoso, cremoso y lechoso y fue realizado por el técnico en forma subjetiva (según Palmieri *et al.*, 2004).

Comportamiento sexual

Se utilizaron 2 hembras Holstein adultas (PV: 481 ± 6,7 kg), a las cuales se les administró 2 mg de benzoato de estradiol dos días antes de exponerlas a los toretes, y realizar la evaluación del comportamiento sexual el martes de cada semana. El procedimiento se llevó a cabo en dos días consecutivos a la semana, trabajando 10 y 11 machos, respectivamente. La introducción de cada torete al corral de evaluación (4 m × 4 m), se realizó en forma aleatoria cada semana. El trabajo total por día para evaluar a los toretes era de aproximadamente 5 h. La evaluación del comportamiento sexual se realizó de forma subjetiva de acuerdo con la metodología reportada por Madrid-Bury *et al.* (2011): tiempo de inicio de cortejo (s), cantidad de olfateos, cantidad de reflejos de flehmen, cantidad de acercamientos laterales, cantidad de intentos de monta, cantidad de montas, y cantidad de montas con eyaculado. Cada prueba de comportamiento sexual duró 20 min para cada torete expuesto con una hembra estrogenizada y se registraban las variables anteriormente mencionadas.

Análisis estadístico

Toda la información se analizó con el paquete estadístico SAS (2004). Las variables de comportamiento sexual que incluyeron el tiempo de inicio del cortejo (s), número de olfateos, flehmen, acercamientos laterales, intentos de monta, número de montas, montas con eyaculado, tiempo de reacción a la primera, segunda y tercera monta (s) así como la concentración de testosterona se analizaron bajo un modelo de mixto que incluyó como efectos fijos el tratamiento (0 UI, 500 UI y 1000 UI de eCG), y semana de evaluación (-1 hasta 6; medidas repetidas en el tiempo), y el efecto aleatorio de semental dentro de tratamiento. Debido a que las interacciones de primer orden no resultaron significativas se eliminaron del modelo.

Las variables de calidad seminal: movilidad masal (1-5), movilidad progresiva (%), concentración espermática, volumen de eyaculado (ml) y la circunferencia escrotal (cm) se analizaron bajo un modelo de mixto que incluyó como efectos fijos el tratamiento (0 UI, 500 UI y 1000 UI de eCG), y semana de evaluación (-1 hasta 6; medidas repetidas en el tiempo) y el efecto aleatorio de semental dentro de tratamiento. Adicionalmente se incluyeron como covariables la edad y peso de los toros. Debido a que las interacciones de primer orden no resultaron significativas se eliminaron del modelo. La variable de aspecto/color se evaluó a través de Chi-cuadrada mediante el procedimiento Freq de SAS (2004). El valor de *P* se consideró a un nivel de ≤ 0,05.

Resultados

La concentración de testosterona de toretes tratados con 500 UI de eCG fue mayor ($P < 0,0001$), seguido por los toretes con 1000 UI de eCG en comparación al tratamiento control (Figura 1). A partir de la semana cuatro disminuyó la concentración de testosterona

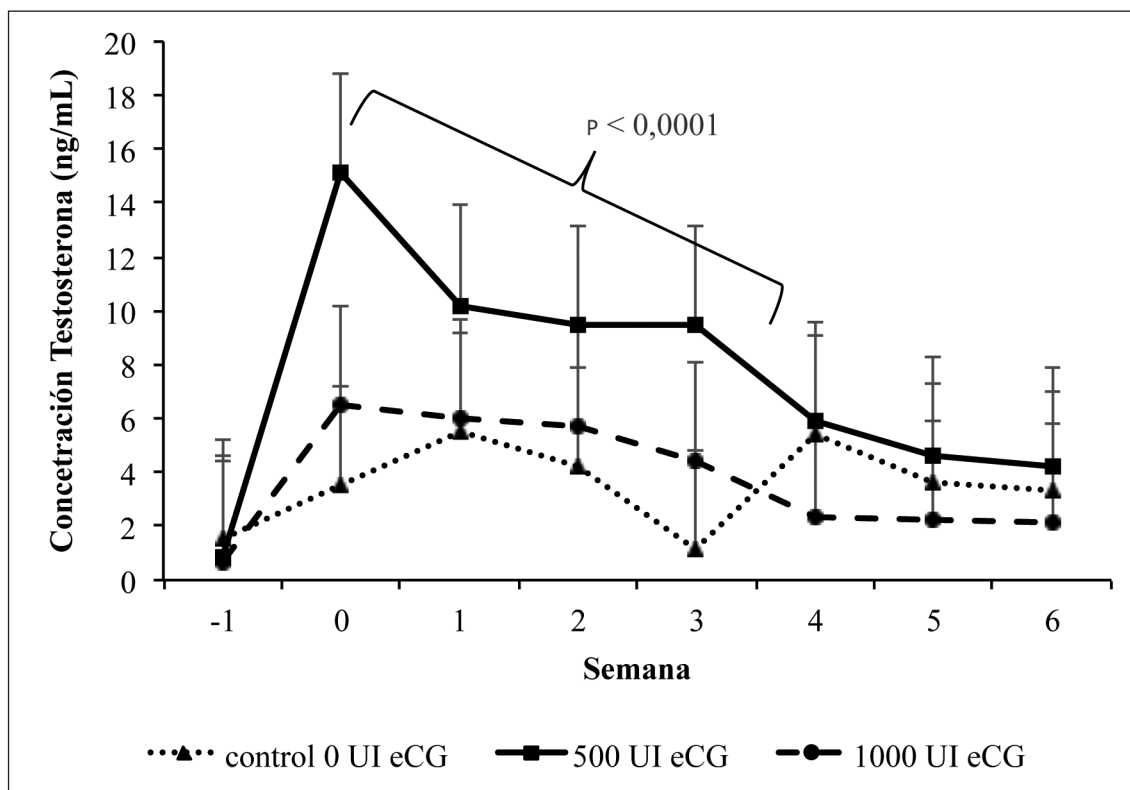


Figura 1. Concentración de testosterona en toretes Holstein jóvenes de acuerdo a la dosis administrada de eCG durante un período de 8 semanas de estudio. (Semana 0 = inicio de estudio).

Figure 1. Testosterone concentration in young Holstein bulls according to the administered dose of eCG during a period of 8 weeks of study.

para los tres tratamientos. En la tabla 1 se presentan los resultados de los efectos principales sobre el comportamiento sexual en toretes. Se observa una tendencia ($P = 0,09$) del efecto de la eCG sobre el número de montas, siendo superior para los toretes que se les aplicó 500 UI ($2,78 \pm 0,35$) y 1000 UI ($3,29 \pm 0,35$), en comparación con los toretes del tratamiento control ($2,23 \pm 0,32$). La semana de aplicación de la eCG tuvo un efecto significativo sobre cada una de las variables del comportamiento sexual, a excepción de los tiempos de reacción a la primera, segunda y tercera monta (tabla 1). No se presentó diferencia significativa para la interacción del tra-

tamiento con la semana de aplicación ($P > 0,05$) para cada una de las variables evaluadas.

En la tabla 2 se muestran los resultados de efectos principales sobre la calidad seminal en toretes Holstein. No se presentaron diferencias significativas para cada uno de los tratamientos, la semana de aplicación y la interacción de ambos factores.

Asimismo, en la tabla 3 se presentan los resultados para el color del semen, en el que se observa que los toretes con 1000 UI de eCG tuvieron mayor proporción de muestras de semen en estado lechoso, en comparación con dosis de 0 UI y 500 UI de eCG.

Tabla 1. Efectos principales de la aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre el comportamiento sexual y la concentración de testosterona a través de las semanas de estudio en torres Holstein jóvenes (Media \pm EE).

Table 1. Main effects of the application of equine chorionic gonadotropin (eCG) on sexual behavior and testosterone concentration throughout the study weeks in young Holstein bulls (Mean \pm SE).

Variable	Grupo de torres: Aplicación de eCG (UI)			Tratamiento (T)	P value	T x S
	0	500	1000			
Tiempo de inicio de cortejo (s)	13,94 \pm 3,03	16,76 \pm 3,33	12,94 \pm 3,33	ns	P < 0,003	ns
Olfateos	11,47 \pm 1,12	11,45 \pm 1,23	10,23 \pm 1,23	ns	P < 0,004	ns
Flehemens	3,45 \pm 0,46	3,47 \pm 0,50	3,11 \pm 0,50	ns	P < 0,05	ns
Acercamientos	4,25 \pm 0,48	3,72 \pm 0,52	3,21 \pm 0,52	ns	P < 0,01	ns
Intentos de monta	4,82 \pm 0,46	4,47 \pm 0,49	5,70 \pm 0,49	ns	P < 0,02	ns
Montas	2,23 \pm 0,32	2,78 \pm 0,35	3,29 \pm 0,35	0,09	P < 0,0001	ns
Montas con eyaculado	1,09 \pm 0,23	1,15 \pm 0,25	1,35 \pm 0,25	ns	P < 0,0004	ns
Tiempo de reacción a primera monta (s)	0,28 \pm 0,04	0,20 \pm 0,04	0,22 \pm 0,04	ns	ns	ns
Tiempo de reacción a segunda monta (s)	0,10 \pm 0,05	0,15 \pm 0,05	0,20 \pm 0,05	ns	ns	ns
Tiempo de reacción a tercera monta (s)	0,07 \pm 0,06	0,08 \pm 0,06	0,15 \pm 0,06	ns	ns	ns
Concentración de testosterona (ng/mL)	3,78 \pm 2,77	11,66 \pm 2,31	6,52 \pm 2,45	0,05	0,0001	0,05

Tabla 2. Efectos principales de la aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre la calidad seminal a través de las semanas de estudio en torres Holstein jóvenes (Media \pm EE).

Table 2. Main effects of the application of equine chorionic gonadotropin (eCG) on seminal quality throughout the study weeks in young Holstein bulls (Mean \pm SE).

Variable	Grupo de torres: Aplicación de eCG (UI)			Tratamiento (T)	P value	T x S
	0	500	1000			
Motilidad masal (1-5)	2,27 \pm 0,49	2,54 \pm 0,56	2,79 \pm 0,54	ns	ns	ns
Motilidad progresiva (%)	42,58 \pm 10,44	41,90 \pm 11,72	42,80 \pm 11,37	ns	ns	ns
Concentración total ($\times 10^6$)	494,42 \pm 149,22	574,40 \pm 168,82	454,08 \pm 162,78	ns	ns	ns
Volumen (mL)	4,89 \pm 0,50	4,50 \pm 0,60	3,98 \pm 0,55	ns	ns	ns
Circunferencia escrotal	36,04 \pm 1,09	34,90 \pm 1,21	36,15 \pm 1,18	ns	ns	ns

Tabla 3. Efectos de la aplicación de la gonadotropina coriónica equina (eCG) sobre el aspecto seminal en toretes Holstein jóvenes (número de muestras analizadas por tratamiento = fuera del paréntesis).
 Table 3. Effects of of the application of equine chorionic gonadotropin (eCG) on seminal appearance in young Holstein bulls (number of samples analyzed per treatment = outside parentheses).

Tratamiento /UI de eCG	Aspecto del semen (%)			
	Acuoso	Cremoso	Lechoso	Total
0	27 (58,7) ^a	1 (2,2)	18 (39,1) ^a	46
500	15 (40,5) ^{ab}	2 (5,4)	20 (54,1) ^{ab}	37
1000	14 (35,9) ^b	0 (0,0)	25 (64,1) ^b	39

Literales diferentes dentro de columna son estadísticamente diferentes a $P \leq 0,05$.

Discusión

No se encontró evidencia del uso de la eCG en sementales sin estacionalidad reproductiva. El comportamiento sexual de los toretes mostró mejor respuesta con las dosis de 500 UI de eCG, en comparación con 0 UI y 1000 UI de eCG. La aplicación de eCG afectó el número de montas, que es parte fundamental de la actividad sexual de los toros y dependiente de la liberación de andrógenos en otras especies (Narenji-Sani et al., 2014).

La administración de eCG, y de dosis subsiguientes, aumentó el número de montas y la concentración de testosterona. En las primeras cuatro semanas del estudio, la concentración de testosterona fue mayor para los toros tratados con 500 UI de eCG, lo cual coincide con lo que se reportó en machos cabríos (Beracochea et al., 2018) y carneros (Ungerfeld et al., 2017; Beracochea et al., 2020a). Por su función biológica, como FSH y LH, la eCG influyó sobre la producción de testosterona, la cual se encarga de expresar libido y deseo sexual en el toro (Villa, 2018). El patrón de liberación de testosterona obtenido puede deberse a que al momento de aplicar dosis repetidas de eCG la cantidad de títulos de anticuerpos para eCG se eleva, como se observó en machos cabríos, que a partir de la tercera semana de aplicación de eCG se dismi-

nuyó la concentración de testosterona (Beracochea et al., 2018). Esto supone que puede tener un efecto negativo sobre la reproducción de los machos, sin embargo, en otro estudio realizado por Beracochea et al. (2020b) se evaluaron machos cabríos que previamente fueron tratados con eCG, durante la época no reproductiva, y tres meses después mostraron semen de mejor calidad.

En carneros, el efecto principal de la eCG se presenta principalmente sobre el comportamiento sexual (Ungerfeld et al., 2017) y en los machos cabríos sobre la calidad seminal (Beracochea et al., 2020b). En toros lecheros el comportamiento sexual está ligado a la producción de testosterona (Islam et al., 2018) y la calidad seminal (Singh et al., 2020). Esto contrasta con un estudio realizado por Villa (2018), en donde mencionan que la concentración de testosterona, antes y después de la administración de GnRH, es similar en los bovinos de alta y baja libido, lo que indica que la concentración de testosterona no es un indicador de la libido en toros.

Con respecto a la calidad seminal, no se observó diferencia entre los tratamientos para las variables que la determinan. Lo cual concuerda a lo reportado por Ungerfeld y Bielli (2008) y Beracochea et al. (2020a), quienes con el uso

de eCG, en carneros jóvenes y adultos, no encontraron ningún efecto sobre las variables de calidad seminal. Sin embargo, contrasta a lo reportado por Beracochea et al. (2018) quienes demostraron que la administración de eCG, de forma repetida, mejoró las variables evaluadas en machos caprinos durante la época no reproductiva. Esto hace suponer que en toretes la eCG crea una actividad inmunitaria que forma anticuerpos, al menos durante el periodo de aplicación de la gonadotropina (Murphy, 2012).

La apariencia del semen mostró una mayor proporción de muestras de semen de aspecto lechoso, con la aplicación de 1000 UI de eCG. En rumiantes y en especial en toros, el plasma seminal actúa como un medio de nutrición para los espermatozoides, lo que permite su transporte durante su capacitación e interacción espermatozoide-ovocito (Westfalewicz et al., 2017). Por lo tanto, la liberación de testosterona al momento de aplicar la eCG, pudo tener efecto en la liberación en el plasma seminal de compuestos orgánicos, péptidos y proteínas (Juyena y Stelletta, 2012), vitales para una fertilización eficiente, ya que influye en la estabilidad de la membrana, movilidad, capacitación e interacción del espermatozoide (Narenji-Sani et al., 2014).

Los resultados obtenidos son aún poco concluyentes para el uso de la eCG para mejorar el comportamiento sexual y calidad seminal de toretes. Bajo esta premisa, en futuros estudios se recomienda evaluar otras formas y dosis de aplicación de la eCG, así como modificar la frecuencia de aplicación, debido a la acción media que tiene esta hormona. Al no existir estudios previos sobre la frecuencia de aplicación de la eCG en machos bovinos, se decidió aplicarla cada 7 días, lo cual pudo limitar su efecto, contrario a lo reportado por Beracochea et al. (2018) en machos cabríos, quienes lo aplicaron cada 5 días y obtuvieron una rápida respuesta a las variables de calidad seminal y comportamiento sexual, contrario al efecto limitado observado cuan-

do se aplicó en carneros cada 6 días (Beracochea et al., 2020a). También es posible que los anticuerpos formados en los machos parecen tener otro patrón de acción al de las hembras, en las cuales sí se afecta la tasa de ovulación (Drion et al., 2001). Es importante mencionar que el uso de la eCG tiene un mayor efecto en especies que presentan estacionalidad reproductiva. Sin embargo, antes de descartar su uso en toros jóvenes, se debe considerar que la eCG pudiera contribuir, al menos parcialmente, en mejorar el comportamiento sexual y colaborar bajo otros escenarios de aplicación, frecuencia y dosis para observar si verdaderamente tiene un efecto positivo sobre la calidad seminal.

Conclusión

La aplicación de eCG incrementó la concentración de testosterona, sin afectar la actividad sexual y la calidad seminal de toretes jóvenes durante la época de invierno. Como consecuencia a la escasez de información sobre el uso de esta hormona en toros, esta investigación puede servir como pauta para seguir realizando estudios sobre el uso de eCG en machos de la especie bovina, en cuanto a la frecuencia, dosis y época del año, ya que en otras especies ha demostrado resultados positivos que pueden ser aplicables para mejorar la capacidad reproductiva del macho bovino.

Agradecimientos

A la Unidad Académica Marín de la Facultad de Agronomía de la UANL por las facilidades prestadas para llevar a cabo la presente investigación. Así como a Gloriana Maldonado y Daniel Llanas, alumnas del programa educativo de Ing. Agrónomo que apoyaron en el trabajo de campo.

Referencias bibliográficas

- Beracochea F, Viera MN, Acevedo L, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2018). Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) improves bucks' semen quality during the nonbreeding season. *Reproduction in Domestic Animals* 53(5): 1096-1102. <https://doi.org/10.1111/rda.13209>.
- Beracochea F, Manes J, Viera MN, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2020a). Administration of equine Chorionic Gonadotrophin (eCG) to rams to improve the reproductive performance during the non-breeding season. *Livestock Science* 240: 104125. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104125>.
- Beracochea F, Viera MN, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2020b). Treatment of male goats with equine chorionic gonadotrophin during the non-breeding season does not affect their sperm characteristics during the subsequent breeding season. *Tropical Animal Health and Production* 52(1): 211-215. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02004-y>.
- Drion PV, Furtoss V, Baril G, Manfredi E, Bouvier F, Pougnaud JL, Bernelas D, Caugnon P, McNamara EM, Remy B (2001). Four years of induction/synchronization of estrus in dairy goats: effect on the evolution of eCG binding rate in relation with the parameters of reproduction. *Reproduction, Nutrition and Development* 41(5): 401-412. <https://doi.org/10.1051/rnd:2001140>.
- Giriboni J, Gökdal Ö, Eren V, Yaral E, Santiago-Moreno J, Ungerfeld R (2019). Daily administration of a GnRH analogue enhances sperm quality in bucks during the non-breeding season. *Animal Reproduction Science* 200: 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.11.009>.
- Islam MM, Apu AS, Hoque SAM, Ali MY, Karmaker S (2018). Comparative study on the libido, semen quality and fertility of Brahman cross, Holstein Friesian cross and Red Chittagong breeding bulls. *Bangladesh Journal of Animal Science* 47(2): 61-67. <https://doi.org/10.3329/bjas.v47i2.40236>.
- Juyena NS, Stelletta C (2012). Seminal plasma: An essential attribute to spermatozoa. *Journal of Andrology* 33: 536-551. <https://doi.org/10.2164/jandrol.110.012583>.
- Madrid-Bury N, González-Stagnaro C, Aranguren-Méndez JA, Yanez F, Quintero-Moreno A (2011). Comportamiento sexual en toros criollo limonero. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)* 28(1): 505-513.
- Michael JD, Baruselli PS, Campanile G (2019). Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology* 125: 277-284. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.11.010>.
- Mukhopadhyay CS, Gupta AK, Yadav BR, Khate K, Raina VS, Mohanty TK, Dubey PP (2010). Subfertility in males: an important cause of bull disposal in bovines. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 23(4): 450-455. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90298>.
- Murage AW, Ilatsia ED (2011). Factors that determine use of breeding services by smallholder dairy farmers in Central Kenya. *Tropical Animal Health and Production* 43(1): 199-207. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9674-3>.
- Murphy BD (2012) Equine chorionic gonadotropin: an enigmatic but essential tool. *Animal Reproduction* 9(3): 223-230.
- Murphy EM, Kelly AK, O'Meara C, Eivers B, Lonergan P, Fair S (2018). Influence of bull age, ejaculate number, and season of collection on semen production and sperm motility parameters in Holstein Friesian bulls in a commercial artificial insemination centre. *Journal of Animal Science* 96(6): 2408-2418. <https://doi.org/10.1093/jas/sky130>.
- Narenji-Sani R, Gharavi J, Moezifar, M (2014). Effects of equine corionic gonadotropin on the semen characteristics of Zel rams in nonbreeding season. *Journal of Veterinary Laboratory Research* 6(2): 135-141. <https://dx.doi.org/10.22075/jvlr.2017.3648>.
- Núñez-Olivera R, de Castro T, Bó GA, Piaggio J, Menchaca A (2018). Equine chorionic gonadotropin administration after insemination affects luteal function and pregnancy establishment in postpartum anestrous beef cows. *Domestic Animal Endocrinology* 62: 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2017.08.003>.

- Palmieri R, Suárez D, Espitia A, González M, Prieto E (2004). Variables seminales en toros criollos colombianos con cuernos y romosinuano. *Revista MVZ Córdoba* 9(1): 381-385.
- Romanello N, Botta D, Giro A, Moura ABB, Pantoja MHA, Barreto AN (2018). Effect of GnRH on scrotal surface temperature, testicular volume and sperm parameters of bulls with poor semen quality. *Animal Reproduction* 15(3): 459.
- Santos SI, Sánchez-Dávila F, Vázquez-Armijo JF, Ledezma-Torres RA, del Bosque-González AS, Palomera CL, Bernal-Barragán H (2015). Changes in sexual behaviour and semen quality associated with age and type of enclosure of Saint Croix rams in different seasons of the year. *Italian Journal of Animal Science* 14(4): 678-683. <https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3890>.
- SAS (2004). *Statistical Analysis System*, SAS Institute, Inc. Cary, N.C. USA.
- Singh K, Kumar A, Honparkhe M, Brar PS (2020). Quantification of sexual behaviour traits in presence of teaser male in relation to libido and semen quality in crossbred (HF× Sahiwal) bulls. *Indian Journal of Animal Science* 90(6): 865-867.
- Ungerfeld R, Bielli A (2008). No change detected in body weight, scrotal circumference, semen characteristics and sexual behaviour during the development of prepubertal Milchschaaf lambs after weekly administration of eCG. *Reproduction in Domestic Animals* 43(4): 400-402. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00922.x>.
- Ungerfeld R (2013). Treatment with an equine chorionic gonadotrophin single dose restored spermatozoa production in an azoospermic pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) male: a case report. *Reproductive Medicine and Biology* 12(2): 65-68. <https://doi.org/10.1007/s12522-012-0139-4>.
- Ungerfeld R, Clemente N, Bonjour L, Orihuela A (2017). Equine chorionic gonadotrophin administration to rams improves their effectiveness to stimulate anoestrous ewes (the "ram effect"). *Animal Reproduction Science* 149(3-4): 194-198. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.07.004>.
- Ungerfeld R, Clemente N, Orihuela A (2018). Treatments with eCG and courtship behaviour in rams during the breeding and the non-breeding seasons. *Animal Production Science* 59(5): 865-869. <https://doi.org/10.1071/AN17728>.
- Ungerfeld R, Kmaid S, Baldi F, Salveraglio V (2021). Probability of pregnancy to artificial insemination either after detected oestrus or at a fixed time in dairy cows: Influence of intrinsic and extrinsic factors in a large-scale, on-farm study. *Reproduction in Domestic Animals* 56(5): 783-791. <https://doi.org/10.1111/rda.13918>.
- Villa NA (2018). Testosterone concentration induced with GnRH in Brahman bulls and its relationship to scrotal circumference, reaction time and number of services. *Revista Científica, Facultad Ciencias Veterinarias* 28(3): 235-241.
- Vincent P, Underwood SL, Dolbec C, Bouchard N, Kroetsch T, Blondin P (2021). Bovine semen quality control in artificial insemination centers. En: *Bovine Reproduction*, Second edition, chapter 81 (Ed. Hopper RM), pp. 1019-1031. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, USA. <https://doi.org/10.1002/9781119602484.ch81>.
- Westfalewicz B, Dietrich MA, Mostek A, Partyka A, Bielas W, Nizański W, Ciereszko (2017). Analysis of bull (*Bos taurus*) seminal vesicle fluid proteome in relation to seminal plasma proteome. *Journal of Dairy Science* 100(3): 2282-2298. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11866>.

(Aceptado para publicación el 17 de julio de 2022)