

Protocolo simplificado de la hormona folículo estimulante (FSH) sobre la superovulación y calidad de embriones colectados vía transcervical en cabras Anglo Nubian

Simplified protocol of follicle-stimulating hormone (FSH) on superovulation and quality of embryos collected transcervically in Anglo Nubian goats

Mirella Tomatis K.¹, Kleber M. Tacuri M.², Joanna M.G. Souza-Fabjan³, Jeferson F. Fonseca⁴, Jesús M. Palomino^{1*}

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia de un protocolo simplificado de administración de FSH sobre la respuesta ovárica y calidad de embriones colectados vía transcervical en cabras Anglo Nubian. Se seleccionaron 12 cabras adultas que fueron distribuidas aleatoriamente en dos grupos para inducir superovulación: i) eCG (n=6), eCG vía IM (1000 UI), y ii) FSH (n=6): FSH una vez al día por tres días vía IM (37.5, 37.5 y 25 µg en el día 1, 2 y 3, respectivamente). Los embriones fueron evaluados y clasificados de acuerdo con las especificaciones de la Sociedad Internacional de Tecnología Embrionaria (IETS). El análisis de los datos se hizo con la prueba de t-Student. El número de cuerpos lúteos fue estadísticamente similar entre grupos (eCG: 11.3±1.8 y FSH: 14.3±3.7; p>0.05); sin embargo, el número de embriones producidos y transferibles fue mayor (p<0.05) en el grupo FSH (8.0±2.8 y 6.7±2.4) que en el grupo eCG (3.0±1.1 y 1.5±0.5, respectivamente). Se concluye que el protocolo simplificado de FSH fue efectivo para inducir respuesta ovárica y producción de embriones transferibles en cabras Anglo Nubian.

Palabras clave: cabra, eCG, embrión, FSH, superovulación

¹ Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

² Granja La Qallana, Chincha, Perú

³ Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil

⁴ Embrapa Caprinos e Ovinos, Coronel Pacheco, MG, Brazil

* Autor para correspondencia: Jesus Manuel Palomino; jpalominoca@cientifica.edu.pe

Recibido: 24 de abril de 2025

Aceptado para publicación: 25 de enero de 2026

Publicado: 30 de abril de 2026

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the efficiency of a simplified FSH administration protocol on ovarian response and quality of embryos collected via transcervical in Anglo-Nubian goats. Twelve adult goats were randomly assigned to two groups for the induction of superovulation: i) eCG (n=6), eCG administered intramuscularly (1000 IU), and ii) FSH (n=6): FSH administered once daily for three days intramuscularly (37.5, 37.5, and 25 µg on days 1, 2, and 3, respectively). Embryos were evaluated and classified according to the International Embryo Technology Society (IETS) specifications. Data analysis was performed using the Student's t-test. The number of corpora lutea was similar between groups (eCG: 11.3±1.8 and FSH: 14.3±3.7; $p>0.05$); however, the number of embryos produced, and transferable embryos was higher ($p<0.05$) in the FSH group (8.0±2.8 and 6.7±2.4) than in the eCG group (3.0±1.1 and 1.5±0.5, respectively). It is concluded that the simplified FSH protocol was effective in inducing ovarian response and the production of transferable embryos in Anglo-Nubian goats.

Keywords: goat, eCG, embryo, FSH, superovulation

INTRODUCCIÓN

La importancia de la producción de caprinos reside en su capacidad de convertir alimentos de baja calidad energética en leche y carne para consumo humano (Darcan y Silanikove, 2018). La producción de leche caprina en Perú está creciendo a pesar de que la mayoría de su población, aproximadamente 1 800 000 cabezas está conformada por el tipo criollo (Gerencia Regional de Agricultura La Libertad, 2019). Este tipo racial presenta alta capacidad de adaptación y rusticidad, pero es de bajo potencial para la producción de leche (Velásquez, 2015). En el mundo existen otras razas caprinas que son buenas productoras de leche como Saanen y Anglo Nubian (Serradilla, 2001). Animales de estas razas se encuentran en costa peruana, donde la raza Anglo Nubian muestra mayor resiliencia para adaptarse al estrés por calor en comparación con la Saanen (Lima *et al.*, 2020).

La mayoría de los productores caprinos en el país tienen animales de bajo potencial genético (Villanueva, 2008). Sin embargo, en la actualidad existe un programa de mejoramiento genético caprino del Instituto Nacio-

nal de Innovación Agraria (INIA) como parte de un proyecto macro de mejora de la ganadería caprina en el Perú (PROCAP), donde se plantea el uso de la transferencia de embriones como una biotecnología para mejorar el material genético de los productores (INIA, 2022). No obstante, si bien muchos productores estarían dispuestos a utilizar esta tecnología, los costos que implican realizar estas técnicas los desaniman a optar por esta opción.

En cabras, como en otros rumiantes, las biotecnologías reproductivas son valiosas alternativas para realizar una mejora genética de los rebaños (Paramio e Izquierdo, 2014). Desafortunadamente, técnicas de reproducción asistida como la transferencia de embriones, no han podido ser implementados a gran escala debido a la gran variabilidad de los resultados de la superovulación y a la dificultad de realizar la técnica quirúrgica en el campo (Fonseca *et al.*, 2016). La multiovulación en cabras ha sido practicada utilizando eCG debido a su bajo costo y simplicidad del protocolo; sin embargo, sus resultados han sido muy variables y con tendencia a producir folículos anovulatorios (Rahman *et al.*, 2017). Asimismo, el uso de FSH para estimular el crecimiento múltiple de folículos en

cabras (Palanisamy *et al.*, 2015; Kahn *et al.*, 2023) tiene como limitante requerir, por lo general, 2 dosis por día por 4 días consecutivos (Khan *et al.*, 2023). Es por eso la importancia de desarrollar un protocolo con FSH menos laborioso para el productor.

En cabras, la técnica tradicional de colección de embriones es utilizar la laparotomía lateral, que es una cirugía mayor, y para la transferencia de embriones *in vivo* es utilizar la laparoscopia medio ventral (Baldassarre y Karatzas, 2004; Menchaca *et al.*, 2018), técnicas que pueden conllevar a diversas secuelas posoperatorias (Fonseca *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2020). Por otro lado, se ha desarrollado una técnica de colección y transferencia de embriones en caprinos vía transcervical que no requiere el uso de cirugía o anestesia general, lo cual evita las complicaciones observadas al realizar laparotomía y laparoscopia (Fonseca *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2020; Souza-Fabjan *et al.*, 2023). La vía transcervical implica la exposición del cérvix de la hembra utilizando pinzas largas y adaptadas para evitar dañar el tejido (Fonseca *et al.*, 2019).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar el efecto del eCG sobre un protocolo simplificado de administración de FSH sobre la respuesta ovárica (número de cuerpos lúteos - CLs) y calidad de embriones (embriones transferibles, etc.) colectados vía transcervical en cabras de leche Anglo Nubian.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y Animales

El trabajo se realizó en el laboratorio de biotecnología reproductiva de la granja caprina La Qallana, ubicada en la provincia de Chincha Alta, región de Ica, Perú. Las donadoras fueron preparadas en la granja de caprinos Cheva del distrito El Carmen, Chincha Alta, Ica.

Se utilizaron 12 hembras no lactantes (más de 4 meses posparto) y dos machos de la granja Cheva físicamente saludables. Este número fue determinado usando el OpenEpi software (Versión 3.01) para para comparación de medias. Las cabras y los chivos eran parte del plantel de reproductores y considerados fenotípicamente como Anglo Nubian. La edad de las hembras fue entre 2 a 6 años, con condición corporal promedio de 3.25 (Rango 1-5, donde 1 es emaciado y 5 obeso), y con historia de al menos un parto. Los machos eran de 6 años con historial de haber tenido descendencia en la granja.

Diseño Experimental

El ciclo estrual de las cabras fue sincronizado. Las donantes recibieron en el día cero un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR[®], 0.3 g, Zoetis, Argentina) y una dosis de 0.075 mg/animal de cloprostenol (Lutaprost[®], Agrovvet Market, Perú). Las cabras fueron distribuidas en dos grupos de tratamiento superovulatorio para determinar el efecto de un protocolo simplificado de administración de FSH sobre la respuesta ovárica y calidad de embriones:

- eCG (n=6): Aplicación de una dosis de 1000 UI de eCG (Sincro eCG[®], Ourofino, Brasil) en el día 4.
- FSH (n=6): Aplicación de una dosis de 37.5 µg, 37.5 µg y 25 g de FSH (Cebitropin B[®], CBBS, Chile) los días 4, 5, y 6, respectivamente.

En el día 6 se aplicó a todas las hembras 0.5 mL Lutaprost en la mañana, y el CIDR se removió en la tarde. En el día 7 en la tarde se aplicó a todas las hembras una dosis de 8.4 µg de GnRH (Conceptase[®], Agrovvet Market, Perú) y seguidamente fueron empadradas con los machos. Asimismo, una segunda monta se hizo al siguiente día en la mañana (día 8). En las tardes de los días 9, 10, 11 y 12 recibieron 1.5 mL de flunixin meglumine (Flunimine[®], Agrovvet Market, Perú), para evitar la regresión prematura de los CLs, y al día 13 una dosis de 0.5 mL Lutaprost. La colección de los embriones vía transcervical se hizo el día 14 (Figura 1).

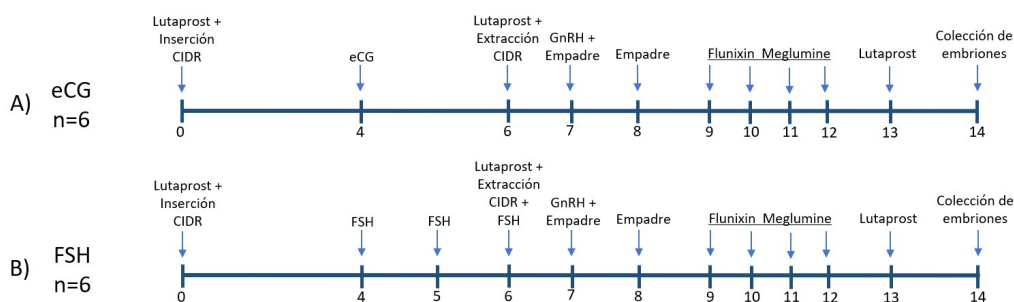


Figura 1. Protocolo de superovulación con eCG (A) y FSH (B) y colección de embriones en cabras Anglo Nubian. CIDR (*Controlled Internal Drug Release*). eCG (*Equine Chorionic Gonadotropin*). FSH (*Follicle-stimulating Hormone*). GnRH (*Gonadotropin-releasing Hormone*)

Colección de Embriones

Las donadoras fueron ecografiadas vía transrectal (Sonoscape, Shenzhen, China, con un transductor de 7.5 MHz) el día de la colección para registrar el número de CLs y folículos anovulatorios presentes en los ovarios. Los folículos anovulatorios son aquellos folículos de tamaño ovulatorio (5-9 mm de diámetro) que crecieron debido a la acción del tratamiento hormonal pero no fueron capaces de ovular al momento de la colección de embriones. Luego se aplicó 0.2 mg/kg de xilacina (Dormi-Xyl®, Agrovvet Market, Perú) vía IM para lograr una sedación leve y se colocaron en una hamaca estabilizadora para mantenerlas en posición de pie para la colección. La zona vulvar fue lavada con agua y jabón y desinfectada con alcohol.

La recuperación de los embriones se realizó mediante la técnica Embrapa de recolección de embriones por vía transcervical (Fonseca *et al.*, 2016, 2022). Se utilizó un medio de lavado comercial (Vigro Complete Flush®, Vetoquinol, Francia) para lavar los cuernos uterinos con 300 mL (en porciones de 30 a 50 mL) el cual contiene principalmente PBS (solución salina tamponada). El medio de lavado se recibió en un filtro de colección de embriones. El procedimiento duró entre 20 y 30 minutos por animal. In-

mediatamente después, el filtro fue llevado al laboratorio (ubicado a 100 m del lugar de colección) envuelto en papel aluminio a temperatura ambiente y colocado en placas Petri de 100 mL. Las estructuras (embriones y ovocitos no fertilizados) fueron recuperados bajo estereomicroscopio (4.5X) y evaluados de acuerdo con la clasificación del manual de Sociedad Internacional de Tecnología Embrionaria-IETS (Stringfellow y Givens, 2010).

Análisis Estadístico

Los datos recolectados fueron analizados utilizando el programa estadístico «R» v. 3.2.2. Se determinó el promedio de CLs, de estructuras colectadas (embriones, degenerados y ovocitos sin fertilizar). El número de embriones, mórulas, blastocistos y embriones transferibles fueron evaluados mediante la prueba de t-student. Los resultados fueron considerados significativamente diferentes con un valor $p < 0.05$.

RESULTADOS

El número promedio de CLs, estructuras (embriones y ovocitos no fertilizados) colectadas, embriones, mórulas, blastocistos y embriones transferibles se presentan en el

Cuadro 1. Respuesta ovárica (promedio \pm SEM) a los tratamientos superovulatorios y resultados de la colección transcervical de embriones en cabras (n=12) Anglo Nubian de una granja en Ica, Perú

	eCG (n=6)	FSH (n=6)
Cuerpos lúteos (n)	11.3 \pm 1.8 ^a	14.3 \pm 3.7 ^a
Estructuras encontradas (n)	4.0 \pm 1.5 ^a	9.0 \pm 2.9 ^b
Embriones (n)	3.0 \pm 1.1 ^a	8.0 \pm 2.8 ^b
Mórulas (n)	1.5 \pm 0.9 ^a	5.5 \pm 2.4 ^b
Blastocistos (n)	1.5 \pm 0.6 ^a	2.5 \pm 0.8 ^a
Embriones transferibles (n)	1.5 \pm 0.5 ^a	6.7 \pm 2.4 ^b

^{a,b} Valores con diferentes superíndices dentro de filas indican diferencia significativa (p<0.05)

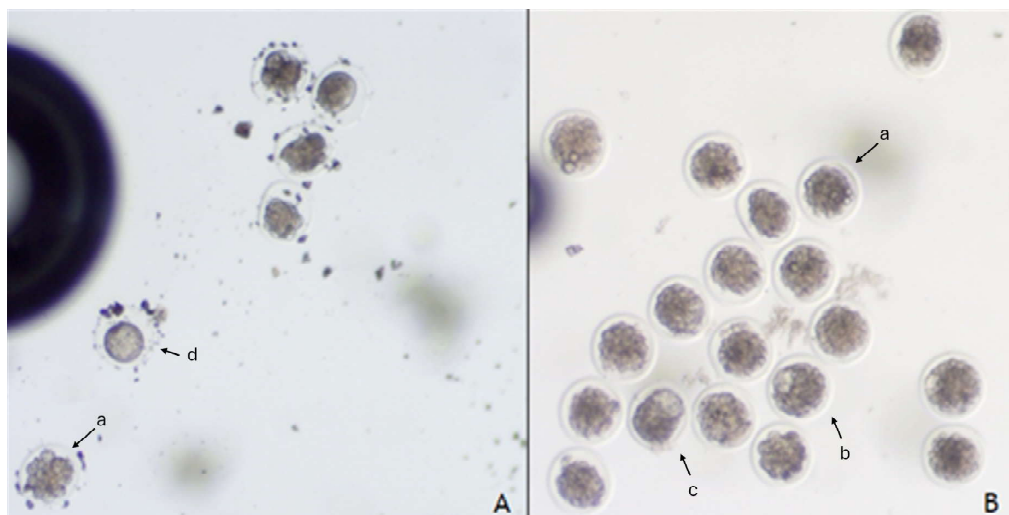


Figura 2. Imágenes representativas de mórulas (a), blastocistos tempranos (b), blastocistos (c) y ovocitos sin fertilizar (d) obtenidas luego de la colección vía transcervical en cabras. A) Estructuras colectadas del grupo eCG; B) Estructuras colectadas del grupo FSH

Cuadro 1. La Figura 2 muestra fotos de embriones representativos de cada grupo. Se encontraron diferencias significativas (p<0.05) a favor del grupo inoculado con FH en comparación con el grupo con eCG, con excepción del número de CLs y de blastocistos. Por otro lado, se registró un mayor número de folículos anovulatorios en el grupo eCG (promedio de 4 folículos por donante) con relación al grupo FSH, donde los folículos anovulatorios fueron escasos: 1-2 por donante).

DISCUSIÓN

La superovulación se basa en sincronizar la emergencia de la onda folicular mediante un tratamiento hormonal para el reclutamiento de los folículos (Saleh y Holtz, 2022). En el presente estudio, la respuesta ovárica en términos de CLs fue similar entre los grupos eCG (11.3 \pm 1.8) y FSH (14.3 \pm 3.7, resultado similar con el estudio de Kumar *et al.*

(2003) quienes reportaron 11.3 y 10.2 CLs para los tratamientos con eCG y FSH, respectivamente, aunque en dicho estudio la FSH fue administrada dos veces al día. Asimismo, Panyaboriban *et al.* (2018) reportó en ovinos que un tratamiento superovulatorio de 2 dosis de FSH fue efectiva para inducir múltiples CL (10.2 ± 3.4). Por lo tanto, el éxito del protocolo simplificado de FSH representa un avance en el desarrollo de mejores biotecnologías con mínimo manejo en los animales en comparación con el protocolo de doble dosis de FSH.

El mayor número de embriones colectados y embriones transferibles en el grupo con FSH (Cuadro 1) contrasta con el estudio de Kumar *et al.* (2003), donde no encontraron diferencia estadística entre FSH (8.3 ± 2.4 y 7.2 ± 2.0) y eCG (5.0 ± 1.4 y 4.2 ± 1.2), al igual que en el trabajo de Rahman *et al.* (2014) donde no hubo diferencia entre la aplicación de eCG (0.5 ± 0.3) vs FSH (2.0 ± 1.0) en cabras. Una posible explicación del menor rendimiento con eCG en el presente estudio sería que esta hormona tiende a formar folículos anovulatorios que siguen produciendo gran cantidad de estradiol (Rahman *et al.*, 2014, 2017), la cual interfiere con el transporte de espermatozoides, maduración del ovocito, y desarrollo embrionario temprano (González *et al.*, 2001). Es así que los tratamientos con eCG no pueden producir embriones de calidad a pesar de tener una buena respuesta superovulatoria. En contraste, la FSH induce menos folículos anovulatorios, resultando en una mayor producción de embriones transferibles.

Resultados de superovulación con el protocolo convencional de FSH en cabras Alpinas, Saanen y Nubian lograron producir un número máximo de 6.4 ± 1.7 embriones transferibles (Ungerfeld *et al.*, 2007), aunque reportes en cabras Boer se lograron obtener 9.2 ± 1.0 embriones transferibles con el mismo protocolo (Lehloenya y Greyling, 2010). Estos resultados no están muy alejados a los obtenidos en el presente estudio (7.2 ± 2.0 embriones transferibles), demostrando

que el protocolo de FSH simplificado puede ser una buena alternativa para obtener embriones transferibles de cabras.

CONCLUSIONES

- Los protocolos de superovulación utilizando eCG y FSH fueron efectivos para inducir una respuesta ovárica de múltiples cuerpos lúteos en cabras.
- El tratamiento con una sola dosis diaria de FSH por tres días, tratamiento simplificado de FSH, fue más eficiente en producir estructuras y embriones transferibles que el tratamiento con eCG.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la granja de ruminantes menores La Qallana por permitir el uso del laboratorio de biotecnología y sus instalaciones. Asimismo, al Ing. Antonio Cilloniz por proporcionar animales de la granja Cheva para la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

1. **Baldassarre H, Karatzas CN, 2004.** Advanced assisted reproduction technologies (ART) in goats. Anim Reprod Sci 82: 255-266. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.027
2. **Darcan NK, Silanikove N. 2018.** The advantages of goats for future adaptation to climate change: a conceptual overview. Small Rumin Res 163: 34-38. doi: 10.1016/j.smallrumres.2017.04.013
3. **Fonseca JF, Oliveira MEF, Brandão FZ, Batista RI, Garcia AR, Bartlewski PM, Souza-Fabjan JM. 2019.** Nonsurgical embryo transfer in goats and sheep: the Brazilian experience. Reprod Fertil Dev 31: 17-26. doi: 10.1071/RD18324
4. **Fonseca JF, Vergani GB, Lima MS, Silva KM, Monteiro AW, Ramos AF, Alves BRC, et al. 2022.** Nonsurgical

- embryo recovery as a feasible tool for supporting embryo biobanks of locally adapted Brazilian sheep and goats. *Biopreserv Biobank* 20: 493-501. doi: 10.1089/bio.2021.0066
5. **Fonseca JF, Souza-Fabjan JMG, Oliveira MEF, Leite CR, Nascimento-Penido PMP, Brandão FZ, Lehloenya KC. 2016.** Nonsurgical embryo recovery and transfer in sheep and goats. *Theriogenology* 86: 144-151. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.04.025
 6. **González F, Calero P, Beckers JF. 2001.** Induction of superovulation in domestic ruminants. In: *Biotechnology in animal husbandry*. The Netherlands: Springer. p 209-223.
 7. **Gerencia Regional de Agricultura La Libertad. 2019.** Ganado caprino en cifras. Gerencia Regional de Agricultura. Ganado caprino. Capricultura sostenible: El Aprisco. [Internet]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1908173/BOLET%C3%8DN%20CAPRINO.pdf?v=1621873881>
 8. **[INIA] Instituto Nacional de Innovación Agraria. 2022.** Nota de prensa: MIDAGRI lanza proyecto de mejoramiento genético para potenciar la ganadería caprina. [Internet]. Disponible en <https://www.gob.pe/institucion/inia/noticias/606749-midagri-lanza-proyecto-de-mejoramiento-genetico-para-potenciar-la-ganaderia-caprina>
 9. **Khan S, Jamal MA, Khan IM, Ullah I, Jabbar A, Khan NM, Liu Y. 2023.** Factors affecting superovulation induction in goats: an analysis of various approaches. *Front Vet Sci* 10: 1152103. doi: 10.3389/fvets.2023.1152103
 10. **Kumar, P.S., Saravanan, D., Rajasundaram, R.C., Selvaraju, M., Kathiresan, D., 2003.** Serum oestradiol and progesterone profiles and their relationship with superovulatory responses in Tellicherry goats treated with eCG and FSH. *Small Rumin. Res.* 49, 69-77. doi:10.1016/S0921-4488(03)00071-3
 11. **Lehloenya KC, Greyling JPC. 2010.** The ovarian response and embryo recovery rate in Boer goat does following different superovulation protocols, during the breeding season. *Small Rumin Res* 88: 38-43. doi: 10.1016/j.smallrumres.-2009.11.007
 12. **Lima ARC, da Rocha Fernandes MHM, Silveira RF, Biagioli B, de Almeida Teixeira IAM, de Resende KT. 2020.** Energy expenditure of Saanen and Anglo-Nubian goats at different temperatures. *Small Rumin. Res* 193: 106256. doi: 10.1016/j.smallrumres.2020.106256
 13. **Menchaca A, Barrera N, dos Santos Neto PC, Cuadro F, Crispo M. 2018.** Advances and limitations of *in vitro* embryo production in sheep and goats. *Anim Reprod* 13: 273-278. doi: 10.21451/1984-3143-AR871
 14. **Palanisamy A, Balasubramanian S, Rangasamy S. 2015.** Effect of FSH, PMSG on superovulatory response and embryo recovery rate in Tellicherry goats. *Indian J Anim Reprod* 32: 17-18.
 15. **Panyaboriban S, Suwimonteerabutr J, Swangchan-Uthai T, Tharasanit T, Suthikrai W, Suadsong S, Techakumphu M. 2018.** A simplified superovulation protocol using split-single administration of Folltropin®-V in hyaluronan: application to purebred sheep. *Veterinarni Medicina* 63: 321-328. doi: 10.17221/52/2016-VETMED
 16. **Paramio MT, Izquierdo D. 2014.** Assisted reproduction technologies in goats. *Small Rumin Res* 121: 21-26. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.027
 17. **Rahman MR, Rahman MM, Khadijah WE, Abdullah RB, 2017.** Effect of supplementation of hCG or GnRH on ovulation and subsequent embryo production of eCG superovulated goats. *Indian J Anim Res* 51; 438-443. doi: 10.18805/ijar.11166
 18. **Rahman MR, Rahman MM, Khadijah WW, Abdullah RB. 2014.** Comparison of superovulatory effect of equine

- chorionic gonadotrophin and follicle stimulating hormone on embryo production in crossbred (Boer A-Katjang) goats. *Pak J Zool* 46: 819-826.
19. **Saleh M, Holtz W. 2022.** LH pattern and ovarian response in Ovsynch-synchronized superovulated goats induced to ovulate with GnRH or hCG. *Theriogenology* 185: 61-69. doi: 10.1016/j.theriogenology.2022.03.020
 20. **Santos JDR, Ungerfeld R, Balaro MFA, Souza-Fabjan JMG, Cosentino IO, Brair VL, de Souza CV, et al. 2020.** Transcervical vs. laparotomy embryo collection in ewes: the effectiveness and welfare implications of each technique. *Theriogenology* 153: 112-121. doi: 10.1016/j.theriogenology.2020.05.004
 21. **Serradilla JM. 2001.** Use of high yielding goat breeds for milk production. *Livest Prod Sci* 71: 59-73. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00241-X
 22. **Souza-Fabjan JMG, Oliveira MEF, Guimarães MPP, Brandão FZ, Bartlewski PM, Fonseca JF. 2023.** Non-surgical artificial insemination and embryo recovery as safe tools for genetic preservation in small ruminants. *Animal* 17: 100787. doi: 10.1016/j.animal.-2023.-100787
 23. **Stringfellow DA, Givens MD. 2010.** Manual of the International Embryo Transfer Society: a procedural guide and general information for the use of embryo transfer technology emphasizing sanitary procedures. 4th ed. IETS. 170 p.
 24. **Ungerfeld R, González-Pensado S, Dago AL, Vilariño M, Menchaca A. 2007.** Social dominance of female dairy goats and response to oestrous synchronisation and superovulatory treatments. *Appl Anim Behav Sci* 105: 115-121. doi: 10.1016/j.applanim.2006.-06.008
 25. **Velásquez G 2015.** Caracterización de los primeros cien días de lactancia y determinación del índice de persistencia en cabras Saanen y mestizas. Locumba - Tacna 2015. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Arequipa, Perú; Universidad Católica de Santa María. 82 p.
 26. **Villanueva E. 2008.** Los sistemas de producción de caprinos de leche en el Perú: situación actual y perspectivas. Tesis de Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 151 p.