

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 59

21.1

FECHA	martes, 17 de enero de 2023
--------------	-----------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Zootecnia

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Lara Vargas	Natalia	1.000.220.201
Sanches Martínez	Derly Estefanía	1.069.768.131

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Montoya Andrade	Karen Patricia
Correa Rojas	Edwin Davier

TÍTULO DEL DOCUMENTO

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 2 de 59

Biotechnologías reproductivas utilizadas en países Latinoamericanos en desarrollo en la especie caprina (*Capra aegagrus hircus*)


SUBTÍTULO
(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN	
INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
16/01/2023	44

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Eficiencia reproductiva	Reproductive efficiency
2. Inseminación artificial	Artificial insemination
3. Mejoramiento	Breeding
4. Especie caprina	Goat species
5.	
6.	

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)
<p>Referencias bibliográficas</p> <ol style="list-style-type: none"> Amaya Rodríguez MM. Conservación De Semen Caprino Adicionando Gelatina Como Componente Alternativo Del Medio Extensor. 2020. Amoah EA, Gelaye S. Biotechnological advances in goat reproduction. J Anim Sci. 1997. Aragadvay G, Mercy M, et al. Efecto del acetato de medroxiprogesterona y benzoato de estradiol, sobre la emergencia folicular en cabras con baja condición corporal. 2019.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 3 de 59

4. Barragan Sanchez F. Manejo Reproductivo Del Proyecto Caprino De La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña. 2017.
5. Biradar V, Magnus P, Shibu S, Kurien M, Lali F and Gleeja V. Efficiency of three different protocols of oestrus synchronization in malabari goats. TPI. 2019.
6. Cadenas Villegas S, Cortez Romero C. Aplicación de Biotecnologías Reproductivas para El Mejoramiento Genético de Rebaños de Ovinos. Scribd. 2018.
7. Carrillo Lang Sonya Maria. Evaluación del efecto de tres protocolos de sincronización de estro sobre la tasa de preñez en cabras del trópico guatemalteco, inseminadas artificialmente con semen fresco. Universidad de San Carlos de Guatemala-Guatemala. 2020.
8. D.L.M. Gore, J.N. Mburu, T.O. Okeno, T.K. Muasya., Short-term oestrous synchronisation protocol following single fixed-time artificial insemination and natural mating as alternative to long-term protocol in dairy goats. Department of animal sciences, Egerton University. 2020.
9. Elizondo Tamez Eduardo. Uso de progesterona para sincronizar e inducir el estro y suplementación post inseminación en cabras. Universidad Autónoma de Nuevo León-Escobedo, México-Tesis. 2021.
10. Fernández Neto VP, Silva M, Costa AS, Kunkel D, Júnior AS, Feitosa L, et al. ACE inhibition in goats under fixed-time artificial insemination protocol increases the pregnancy rate and twin births. Reprod Domest Anim. 2018.
11. Folch Albareda JM. Características Y Aplicaciones De La Transgénesis En Animales Domésticos. Aida-itea.org. 2017.
12. Fonseca J, Oliveira M, Garcia A, et al. Transferencia de embriones no quirúrgica en cabras y ovejas: la experiencia brasileña. 2018.
13. García Agüero KM. Determinación de la tasa de presentación de celo y la tasa de concepción en cabras Saanen sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP), durante dos épocas del año. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2018.
14. García A, Yaoska Y. Manual de manejo y técnicas reproductivas de la especie caprina. Universidad Nacional Agraria. 2020.
15. García D.A.T. Criopreservación de semen caprino utilizando diferentes concentraciones de glicerol en el diluyente. Universidad de La Salle. 2017.
16. Gibbons A, Bevacqua RJ, Fernández-Martín R, Pereyra-Bonnet F, Cueto M, Bruno-Galarraga M, et al. Transgénesis: una moderna biotecnología reproductiva en animales de interés zootécnico. RIA Rev investig agropecu. 2014.
17. González A, Sánchez F, et al. Respuesta ovulatoria y embrionaria a la somatotropina bovina recombinante en cabras superovuladas con FSHp, Ecosistemas y recur. agropecuarios vol.6 no.16 Villahermosa ene./abr. 2019.
18. Grettel Jaily Avila Beltran y Ana Milena Montealegre Angarita. Aplicación e impacto de la transgénesis en animales. Universidad Cooperativa de Colombia; 2020.
19. Gupta A, Chaudhary M, Kumar R, Yadav V, Chandra S, Sinha S. Recent advances in reproductive biotechnologies in small ruminants. JEZS 2018.
20. Gutiérrez VA. Uso De La Oxitocina Como Dilatador Cervical Para Inseminación Transcervical En Cabras Jóvenes Durante El Inicio De La Época. 2021.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co

NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 4 de 59

21. Hernández Corredor L, Camargo Rodríguez O, Silva Torres A, Montoya Páez JD, Quintero Moreno A. Efectos de la criopreservación sobre las subpoblaciones espermáticas en caprinos. Rev Investig Vet Peru. 2018.
22. Hoyos-Patiño JF, Hernández-Villamizar DA, Velásquez-Carrascal BL. Medición del bienestar animal en el aprisco de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, usando el Protocolo Welfare Quality®. Aibi revista investig adm ing. 2021.
23. Jugsumrit J, Yuangklang C, Vasupen K, Saenmahayak B, Wongnen C. Effect of dietary protein level during estrus cycle: Nutrient digestibility, quality of embryo and pregnancy rate by embryo transfer in Thai crossbred goats during hot season. Walailak J Sci Technol. 2021.
24. Kalds P, Zhou S, Cai B, Liu J, Wang Y, Petersen B, Sonstegard T, Wang X, et al. Ingeniería del genoma ovino y caprino: de la transgénesis aleatoria a la era CRISPR. 2019.
25. Kenyi M, García A. Determinación de la tasa de presentación de celo y la tasa de concepción en cabras Saanen sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP), durante dos épocas del año. 2018.
26. Larráyo Pino L. Uso de los animales transgénicos como biorreactores. Universidad de Málaga. Biología Celular, Genética y Fisiología. 2019.
27. Luis Dickson, Ramón D'Aubeterre, Ángel E. Reverón, Alfredo Baldizán, Omar García B., Mercedes García, César Araque, Guillermo García, Gregoria Pérez, Gustavo Nouel, José Rincón, Silvio O. Nieto, Jaime Isakovich, Wilmer Armas, Gregoria Gómez, Gustavo López, Pedro Ballarales, Carlos González-Stagnaro, Gloria Muñoz Milano, Cecilia Sánchez y José A. Salas. Manual de Producción de Caprinos y Ovinos. 3era Edición. Complejo Editorial Alfredo Maneiro-Venezuela. 2017.
28. Luo J, Wang W, Sun S. Research advances in reproduction for dairy goats. Asian-australas J Anim Sci. 2019.
29. Majeed A, Al-Timimi I, AL-Saigh M. Effect of season on embryo production in Iraqi local black goat. Iraqi j vet sci. 2019.
30. Mao T, Meng P, Zhang Q, et al. Overexpression of Tet3 in donor cells enhances goat somatic cell nuclear transfer efficiency. 2018.
31. Marqués MM, Baro MF, Nicolás S, Bayón Y. Transgénesis en animales de granja. Ambiociencias. 2018.
32. Melo Quiroga M. Actualización En Los Diferentes Protocolos Utilizados En La Criopreservación Del Semen Caprino (Capra Aegagrus Hircus). Universidad de Cundinamarca. 2020.
33. Menchaca A, dos Santos-Neto PC, Cuadro F, Souza-Neves M, Crispo M. From reproductive technologies to genome editing in small ruminants: an embryo's journey. IRRS. 2018.
34. Miranda DA. Efecto De Esponjas Vaginales Sobre La Microbiota Vaginal E Impacto En La Eficiencia Reproductiva En Cabras. 2018.
35. Mobini, Seyedmehdi. Reproductive Technologies Used to Make Goats More Efficient. Professional Agricultural Workers Journal. 2019.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 5 de 59


36. Montes Quiroz Gabriela Lisset. Efecto de la raza y de eCG sobre la recolección de ovocitos y de embriones producidos in vitro en cabras jóvenes durante la estación reproductiva. Universidad Autónoma de Nuevo León-México; 2018.
37. Muasya T, Mburu N, et al. Protocolo de sincronización del estro a corto plazo después de una inseminación artificial de tiempo fijo único y apareamiento natural como alternativa al protocolo a largo plazo en cabras lecheras. 2020.
38. Neva JWL. Pasantía nacional CGR biotecnología reproductiva SAS. 2021.
39. Ngoma, L., Kambulu, L., & Mwanza, M. Factors Influencing Goat's Semen Fertility and Storage: A Literature Review. Journal of Human Ecology. 2016.
40. Nivia Osuna A. Evaluación reproductiva de machos caprinos criollos y su potencial productivo como recurso genético. Universidad Santo Tomas. 2019.
41. Nziku Z.C, Kifaro G.C, Eik L.O, Steine T, Msalya G and Adnoy T. Situation analysis and prospects for establishing a dairy goat breeding program in Tanzania. 2017.
42. Omontese BO. Estrus synchronization and artificial insemination in goats. In: Goat Science. InTech. 2018.
43. Quezada O, Soledad M. Estudio de antioxidantes como preservantes de semen caprino para mejorar los procesos reproductivos controlados. Universidad de las Fuerzas Armadas. 2021.
44. Redden R, Thorne JW. Reproductive management of sheep and goats. En: Animal Agriculture. Elsevier; 2020.
45. Roura S, Roura M, Paramio T, et al. Beneficial effects of melatonin on in vitro embryo production from juvenile goat oocytes. 2017.
46. Rubianes E. Avances En El Conocimiento De La Fisiología Ovárica De Los Pequeños Rumiantes Y Su Aplicación Para El Manejo Reproductivo. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 2005.
47. Salleh SM, Basri AMH, Yaakub H. Study of sexual behaviours with different types of estrus synchronization protocols in Boer goats. Anim Reprod. 2021.
48. Sepúlveda Pallares CA. Manejo reproductivo del proyecto caprino de la universidad francisco de paula Santander Ocaña. 2017.
49. Skrzyszowska M, Samiec M. Generating cloned goats by somatic cell nuclear transfer-molecular determinants and application to transgenics and biomedicine. Int J Mol Sci. 2021.
50. Suárez VH, Martínez GM, Nievas JD, Quiroga Roger J. Prácticas de manejo y producción en sistemas familiares de cría caprina en las quebradas áridas de Jujuy y Salta. RIA Rev investig agropecu. 2017.
51. Uffo Odalys. Producción Animal Y Biotecnologías Pecuarias: Nuevos Retos. Rev Salud Anim. v.33 n.1 La Habana. 2011.
52. Vázquez-Avendaño JR, Hernández-Martínez S, Hernández-Pichardo JE, Rivera-Rebolledo JA, Ambriz-García DA, Navarro-Maldonado MDC. Efecto del uso de medio secuencial humano en la producción de blastocistos de hembra Ovis canadensis mexicana por clonación manual Inter especies. Acta Zool Mex. 2017.
53. W.F.R. Estandarización de procedimientos para la producción in vitro de embriones ovinos en el laboratorio de reproducción animal en el centro académico Guatiguará – Piedecuesta. 2021.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co

NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 6 de 59

54. Wieczorek J, Koseniuk J, Skrzyszowska M, Cegła M. L-OPU in goat and sheep- different variants of the oocyte recovery method. *Animals (Basel)*. 2020.

Referencias de figuras

- Bosch Pablo, Blanch María S, Ferrero Susana, Díaz Hernán, Piccato Fernando y Bosch Ricardo A., (2006). Desarrollo de Embriones Caprinos In Vitro: Efecto del Co-Cultivo con Células Epiteliales de Oviducto. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006000300009
- Buffoni Andrés y Sala Livio., (2018). Superovulación, producción y transferencia embrionaria en ovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_curso_superovula_ovina_2018_0.jpg
- Gibbons Alejandro y Cueto Marcela., (2017). Manual de inseminación artificial en la especie ovina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bariloche Centro Regional Patagonia Norte. <https://docplayer.es/5373317-Manual-de-inseminacion-artificial-en-la-especie-ovina.html>
- González Murcia Pamela y Martínez Jairo Andrés., (2016). Evaluación del porcentaje de preñez en ovejas por inseminación con semen congelado y semen congelado diluido con TCM 199. Universidad de la SALLE, Programa de ciencias veterinarias. Bogotá D.C. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1177&context=medicina_veterinaria
- Skrzyszowska Maria and Samiec Marcin., (2021). Generating Cloned Goats by Somatic Cell Nuclear Transfer—Molecular Determinants and Application to Transgenics and Biomedicine. Department of Reproductive Biotechnology and Cryoconservation, National Research Institute of Animal. <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/14/7490>

Referencias de tablas

- Arilla JP, Casellas J, Prerequisitos V. Equipo docente. Universidad Autónoma de Barcelona.cat. 2021.
- Hernández Corredor L, Camargo Rodríguez O, Silva Torres A, Montoya Páez JD, Quintero Moreno A. Efectos de la criopreservación sobre las subpoblaciones espermáticas en caprinos. *Rev Investig Vet Peru*. 2018.
- H. William Vivanco, M. Daniel Ponce, E. Roberto Diaz, Yuliana Bocangel, Iván Mesía, Yacomo Vizarreta, Marlene Miguel & Gregory McCann. Influencia De La Raza Del Embrión Y El Ambiente Ecológico En La Supervivencia De Embriones Ovinos Congelados Por Transferencia Directa. *SPERMOVA*. 2018.
- Quintero García MJ, Santiago Bayona BD. Construcción De Una Camilla De Inseminación Artificial, Colecta Y Transferencia De Embriones En Caprinos Con Un Mecanismo De Elevación Neumática Para El Laboratorio De Reproducción De La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña. 2018.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 7 de 59

Sánchez Gutiérrez RA, Gutiérrez Luna R, Flores Nájera M de J. Caracterización morfológica de un rebaño de conservación de cabras criollas en Zacatecas, México. Arch Zootec. Editorial Universidad de Córdoba. 2017.

Vinculación Á. La UNCUYO desarrolla biotecnología para promover la producción caprina en Mendoza, San Juan y San Luis. Área de Vinculación. Universidad Nacional del Cuyo. 2021.

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS


(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Resumen

El artículo aborda la aplicación de biotecnologías en el manejo de la reproducción caprina, que permiten mejorar e intensificar las producciones aumentando la productividad y el beneficio económico de las ganaderías de pequeños rumiantes. Donde se mencionan las biotécnicas mayormente utilizadas por la industria ganadera en países como Colombia, México, Chile, Argentina, Perú y Brasil; entre estas se encuentran la sincronización de celo (SC) a través del uso de esponjas intravaginales acompañado de la inseminación artificial (IA), mediante la técnica transcervical o laparoscópica las cuales permiten mejorar los parámetros productivos y reproductivos de los animales, la transferencia de embriones (TE) y la fertilización in vitro (FIV) que permite la introducción masiva de genes superiores, y por último, las biotecnologías como la transgénesis y la clonación que son herramientas que aceleran el mejoramiento genético, sin embargo, los costos y la eficiencia de estas técnicas influyen en su aplicación y desarrollo investigativo.

Abstract

The article deals with the application of biotechnologies in the management of goat reproduction, which allow the improvement and intensification of production, increasing productivity and the economic benefit of small ruminant herds. The biotechniques mostly used by the livestock industry in countries such as Colombia, Mexico, Chile, Argentina, Peru and Brazil are mentioned; Among these are estrus synchronization (OS) through the use of intravaginal sponges accompanied by artificial insemination (AI), by means of the transcervical or laparoscopic technique, which allow improving the productive and reproductive parameters of the animals, embryo transfer (ET) and in vitro fertilization (IVF), which allow the massive introduction of superior genes, and finally, biotechnologies such as transgenesis and cloning, which are tools that accelerate genetic improvement; however, the costs and efficiency of these techniques influence their application and research development.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 8 de 59

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizamos a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre nuestra obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 9 de 59

autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI **NO**


En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 10 de 59

patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El (Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.


e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14 PAGINA: 11 de 59



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1.	
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Lara Vargas Natalia	
Sánchez Martínez Derly Estefanía	

21.1-51-20.

Biotechnologías reproductivas utilizadas en países Latinoamericanos en desarrollo en la especie caprina (*Capra aegagrus hircus*)

Reproductive biotechnologies used in Latin American developing countries in the goat species (*Capra aegagrus hircus*)

Derly Estefania Sanchez Martinez¹

Natalia Lara Vargas¹

¹ Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca, Fusagasugá

Resumen

El artículo aborda la aplicación de biotecnologías en el manejo de la reproducción caprina, que permiten mejorar e intensificar las producciones aumentando la productividad y el beneficio económico de las ganaderías de pequeños rumiantes. Donde se mencionan las biotécnicas mayormente utilizadas por la industria ganadera en países como Colombia, México, Chile, Argentina, Perú y Brasil; entre estas se encuentran la sincronización de celo (SC) a través del uso de esponjas intravaginales acompañado de la inseminación artificial (IA), mediante la técnica transcervical o laparoscópica las cuales permiten mejorar los parámetros productivos y reproductivos de los animales, la transferencia de embriones (TE) y la fertilización in vitro (FIV) que permite la introducción masiva de genes superiores, y por último, las

biotecnologías como la transgénesis y la clonación que son herramientas que aceleran el mejoramiento genético, sin embargo, los costos y la eficiencia de estas técnicas influyen en su aplicación y desarrollo investigativo.

Palabras claves

Eficiencia reproductiva, inseminación artificial, mejoramiento, especie caprina.

Abstract

The article deals with the application of biotechnologies in the management of goat reproduction, which allow the improvement and intensification of production, increasing productivity and the economic benefit of small ruminant herds. The biotechniques mostly used by the livestock industry in countries such as Colombia, Mexico, Chile, Argentina, Peru and Brazil are mentioned; Among these are estrus synchronization (OS) through the use of intravaginal sponges accompanied by artificial insemination (AI), by means of the transcervical or laparoscopic technique, which allow improving the productive and reproductive parameters of the animals, embryo transfer (ET) and in vitro fertilization (IVF), which allow the massive introduction of superior genes, and finally, biotechnologies such as transgenesis and cloning, which are tools that accelerate genetic improvement; however, the costs and efficiency of these techniques influence their application and research development.

Key words

Reproductive efficiency, artificial insemination, breeding, goat species.

Introducción

El manejo de técnicas (selección y difusión genética) para la manipulación de animales caprinos ante la reproducción se ha desempeñado de una forma activa, con la misma fuerza que se da en los sistemas de reproducción bovina. A nivel global las biotecnologías han servido como herramienta para promover la conservación y reproducción de los animales, entre ellas la caprina y su aplicación en países en vía de desarrollo (1) la reproducción asistida, se han desarrollado estudios a través de diferentes procesos fisiológicos y reproductivos relacionados en la obtención de embriones (ovocitos in vivo o post mortem), y ante las técnicas de maduración, fertilización y cultivo in vitro, así como lo son los diferentes sistemas de crío preservación de los embriones y de ovocitos con el propósito de aumentar la eficiencia reproductiva (2). En Colombia los ganaderos han contado con herramientas de biotecnología reproductiva, por ejemplo, la inseminación artificial (IA) es una de las técnicas más utilizadas en los diferentes países en desarrollo, de igual manera encontramos la obtención de embriones por los métodos de súper ovulación y

fertilización in vitro en hembras, y en machos por medio de una evaluación andrológica y seminal; permitiendo así un mejor uso del material genético aportado por el macho (3). Actualmente se ha dado a conocer de forma detallada varios métodos como la transferencia de núcleos de células somáticas (SCNT), por medio de la técnica de clonación, la cual requiere del uso de laboratorios y equipos especializados (4).

Las diversas investigaciones han implementado herramientas técnicas y de manejo reproductivo, que buscan fortalecer y mejorar los protocolos relacionados con el manejo para el aumento de la productividad, así como la inseminación artificial (IA), la cual ha tenido mayor relevancia en los últimos años permitiendo un avance genético especialmente en animales productores de leche, además de la implementación de pruebas de progenie en sementales con características productivas superiores (2). En caprinos la IA, puede presentar limitaciones de manejo, debido a que se requiere de técnicos y/o personal especializado que manipulen, interpreten y registren adecuadamente el material fisiológico (semen), debido a la dificultad para congelar y descongelar la muestra, presentando una disminución de la motilidad progresiva e incrementando el deterioro acrosomal de los espermatozoides (5).

El uso de la inseminación artificial en cabras permite cubrir más hembras comparado con el manejo tradicional por monta natural, debido a que el volumen de semen que se requiere para la inseminación se reduce (número

de espermatozoides por pajilla). Por otra parte, la inseminación intrauterina mediante el método endoscópico permite dar un diagnóstico evaluativo: del ovario y útero, logrando así la recuperación de ovocitos, al igual que se eleva el porcentaje de preñez, alcanzándose una fertilidad aceptable (6).

El presente artículo tiene como propósito explorar y analizar la importancia de las diferentes biotecnologías reproductivas utilizadas en países Latinoamericanos en desarrollo, y como estas herramientas tecnológicas presentan beneficios que favorecen y aumentan la eficiencia reproductiva y el mejoramiento genético en la especie caprina, buscando generar producciones más eficientes y sostenibles (4).

Revisión de literatura

La biotecnología es la producción y preservación de los animales domésticos y aquellos en vías de extinción o extintos en la que comprende técnicas que utiliza sistemas biológicos y orgánicos, los cuales han permitido el aumento de la eficiencia reproductiva de los animales, siendo materia de investigación, y lográndose un incremento en progreso genético de hatos tanto de producción de carne como de leche (7). Algunos países en vía de desarrollo han incorporado las biotecnologías reproductivas, fomentando la producción de calidad en la especie caprina, en los últimos cuatro años en países de Centro y Suramérica (**Figura 1**).

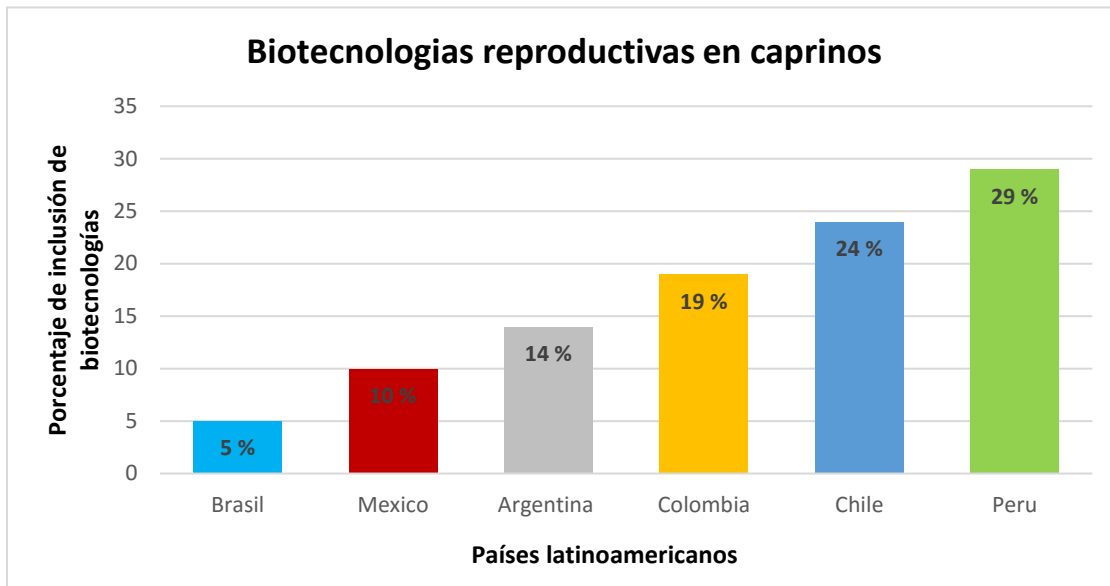


Figura 1. *Biotecnologías en países latinoamericanos sobre reproducción caprina*

Fuente: Elaboración propia (2022)

La **Figura 1**, muestra el porcentaje de avance en la aplicación de biotecnología que no han sido del todo favorables para el desarrollo de la producción caprina en materia de reproducción en países iberoamericanos. Sin embargo, el nivel de desarrollo científico y tecnológico de un país esta mediado por los recursos que se destinan a la investigación direccionados a las necesidades de las producciones, siendo factible la viabilidad practica a partir de la innovación de nuevas biotecnologías. En la actualidad Perú se encamino en la identificación de las problemáticas dentro de las producciones caprinas, y la aplicación de

técnicas de manera sistemática que permitan lograr resultados aceptables, por tal razón Perú lidera con el 29% en el desarrollo y utilización de herramientas biotecnológicas en la reproducción caprina seguido por Chile y Colombia con el 24% y 19% respectivamente, Brasil a pesar de ser un país con amplio avance en información y desarrollo de tecnologías caprinas sólo alcanza el 5%.

Tabla 1. *Biotechnologías reproductivas utilizadas en la especie caprina.*

BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS
Sincronización hormonal de celos
Inseminación artificial
Programas de generación de embriones
Producción de embriones in vitro
Transgénesis y Clonación
Transferencia de embriones
Crio preservación de semen

Fuente: Elaboración propia (2022)

La **Tabla 1**, nos indica las biotecnologías reproductivas que actualmente se encuentran disponibles en el mercado, que contribuyen al aumento de la eficiencia reproductiva de los animales, favoreciendo el desarrollo del sector pecuario aumentando la multiplicación y transporte del material genético disponibles.

La **Tabla 2**, nos muestra que en los últimos años se ha observado en los países Latinoamericanos, como Brasil, Argentina, México, Colombia, Chile y Perú la implementación de las biotecnologías reproductivas comprendiendo una serie de técnicas que están permitiendo aumentar la eficiencia reproductiva y las tasas de mejoramiento genético de los animales, contribuyendo de esta forma al desarrollo del sector caprino, e incrementando favorablemente la multiplicación y transporte de material genético así como, almacenar recursos genéticos únicos que se puedan disponer con facilidad para su futura utilización (2). Las biotecnologías representan una gran importancia, por lo cual se hace necesario impulsar el desarrollo de la inseminación artificial, la recolección de ovocitos, maduración y fecundación in vitro, la transferencia de embriones y la clonación como herramientas para el desarrollo sostenible de los sistemas de producción caprina (8).

Tabla 2. *Biotecnologías reproductivas más utilizadas en países latinoamericanos en desarrollo en los últimos años.*

PAISES	BIOTECNOLOGIA	CARACTERISTICA	Referencias
BRASIL	Técnicas de Inseminación artificial y efectos de la criopreservación sobre subpoblaciones espermáticas	Con técnicas de inseminación artificial del cual representa la primera línea de biotecnologías reproductivas y en el efecto de crio preservación llevado a cabo con una ANOVA de la viabilidad y con el estado acrosomal.	(Hernández <i>et al.</i> , 2018)
ARGENTINA	Inseminación artificial hasta la clonación.	Proyectos biotecnológicos apostándole a mejorar la calidad y el impacto directo en las bioeconomías regionales.	(La UNCUYO, 2021)
MEXICO	Marcadores moleculares	Para preservar los recursos genéticos caprinos y para selección de animales con buenos índices productivos y reproductivos. En el empleo de los marcadores moleculares ante la diferenciación de razas caprinas del estado de Zacatecas.	(Sánchez <i>et al.</i> , 2018)

COLOMBIA	Clonación de mamíferos adultos, Biotecnología, Cartografía genética, Organismos modificados genéticamente, Selección asistida por marcadores	Programas de mejora genética que usen los métodos clásicos eficientemente para lograr los objetivos particulares.	(Arilla <i>et al.</i> ,2021)
CHILE	Inseminación artificial y transferencia de embriones	Construcción de una camilla de inseminación artificial, recolecta y transferencia de embriones en caprinos teniendo en cuenta las pérdidas y problemática existente en la producción caprina.	(Quintero García, M. J., & Santiago Bayona, B. D. 2018)
PERÚ	Transferencia embrionaria	Introducción de razas vía transferencia embrionaria con embriones congelados (factibles) con resultados de sobrevivencia en caprinos.	(Vivanco <i>et al.</i> , 2018)

Fuente: Elaboración propia (2022)

Es de vital importancia las metodologías científicas biotecnológicas para la producción en países como Brasil, Argentina, México, Chile y Colombia; los sistemas familiares de producción caprina son artesanales, por ejemplo: las ovejas de las quebradas áridas de Jujuy y Salta (Argentina), donde la producción de leche y carne caprina por pequeños productores, quienes

manejan una economía de sustento a partir de quesos caseros y venta de cabritos los cuales son comercializados de manera informal presentando falencias en el manejo adecuado, por tal razón es necesaria la implementación de herramientas biotecnológicas, que fortalezca la genética y la producción de animales fomentando el desarrollo y progreso socioeconómico de la población (9).

Por otro lado, se tiene en cuenta que, en Estados Unidos, ha aumentado la potenciación de la producción caprina destinada a carne con razas Bóer y Kiko, donde se enfoca el manejo reproductivo con el fin de aumentar el número de crías nacidas y destetadas por año, favoreciendo el incremento de este mercado (10).

Con respecto al nivel de práctica social, empresarial y solidaria en los laboratorios de biotecnología de reproducción animal, se han realizado investigaciones, en el Centro Académico Agropecuario de investigación, docencia y extensión de la Universidad Cooperativa de Colombia, ubicado en Guatiguará Santander Colombia, en la unidad de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en sus siete años se ha dedicado a promover nuevos conocimientos relacionados con el área de producción animal y biotecnologías desarrollando actividades académicas de investigación, contribuyendo al desarrollo del progreso no solo de la comunidad estudiantil sino también del sector agropecuario regional y nacional (8). Estos procesos evaluados a través de ensayos a nivel biotecnológico realizados en este centro, en la

estandarización de protocolos de maduración, fertilización y cultivo in vitro en ovinos y caprinos, conllevaron a la realización de un manual de procedimientos (11), cumpliendo con los objetivos propuestos.

se puede observar que los sistemas de gestión para la producción de caprinos deben trabajar estas biotecnologías, teniendo en cuenta que se estima que el 95% de las cabras del mundo se encuentran en países subdesarrollados, por eso la búsqueda de una gestión sostenible de los recursos genéticos de esta especie (12). Las limitaciones que presentan las pequeñas y medianas producciones caprinas, a partir de la disponibilidad de algunas biotecnologías útiles para la caracterización, conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos; a partir de la inclusión de programas, basados en la identificación de núcleos de selección para mejorar las características reproductivas y productivas (35) teniendo limitantes beneficio costo que implica la implementación de inseminación artificial (IA), para optimizar la diseminación de genes de hembras y machos de características superiores (13).

En los últimos años los avances y conocimiento de la fisiología ovárica de la oveja y la cabra, ha demostrado que el desarrollo de los folículos antrales que pueden llegar a más de 3 mm de diámetro puede ocurrir en ondas que emergen Aproximadamente cada 4 a 6 días. La emergencia de las ondas estaría determinada por incrementos de la FSH circulante, hormona de

reclutamiento folicular. A sí mismo, la concentración sérica de progesterona afecta la velocidad del recambio folicular (14).

La identificación de estos aspectos de la dinámica folicular ha permitido establecer técnicas de manejo reproductivo, así mismo el desarrollo progresivo de las biotecnologías en la inseminación artificial y la transferencia de embriones aplicados en los programas de mejoramiento reproductivo; mediante la tecnología in vitro para la maduración de ovocitos, fertilización y desarrollo de embriones, que abre la oportunidad para la mejora genética; mediante el desarrollo de biotecnologías (Inseminación artificial, Programas de generación de embriones, Producción de embriones in vitro, Transgénesis y Clonación, Transferencia de embriones y Crio preservación de semen) (15).

Es de gran importancia para los países en desarrollo estar a la vanguardia en procesos científicos en busca del progreso económico, industrial y social con relación a este tema tal es el caso de Colombia, donde el laboratorio de biotecnología de reproducción animal de la Universidad Cooperativa de Colombia se ha dedicado al estudio de nuevas biotecnologías aplicadas a la reproducción (Centro Académico Agropecuario Guatiguara Santander), contando en la actualidad con instalaciones modernas que facilitan estos procesos (16), aunque actualmente solo esta estandarizado el manual de procedimientos para la producción in vitro de la especie bovina, pese a la carencia de una guía técnica para realizar protocolos de maduración, fertilización y cultivo in vitro para la obtención de embriones en la especie

caprina, se han venido trabajando mediante los procesos consecutivos en las nuevas tecnologías de la reproducción a partir de la práctica social, empresarial y solidaria, con fines investigativos, académicos y reproductivos, llevándose a cabo la obtención de embriones a nivel de laboratorio y la evaluación de los procesos biotecnológicos (17).

La baja utilización de herramientas biotecnológicas genera una deficiente productividad caprina, que afecta la competitividad y la sustentabilidad del sistema productivo bajo parámetros económico, ya sea familiar o poblacional. Es por esta razón que se debe implementar capacitaciones, talleres, conferencias, manuales entre otras herramientas que permitan la adopción de conocimientos sobre el manejo de biotecnologías a caprino cultores, técnicos y estudiantes que se encuentran involucrados en los sistemas de producción caprina (18).

No obstante, las biotecnologías reproductivas aplicadas en la producción caprina se han visto reflejadas en la Unión Europea aproximadamente en los últimos diez años con mejoras en el rendimiento entre 10% al 12% para pequeños rumiantes con un grado de aceptación del 30% al 50%; en las tecnologías reproductivas, aplicadas en beneficio de mejorar la productividad, para así suplir la demanda alimenticia bajo estándares sostenibles.

Las biotecnologías reproductivas que utilizan métodos como la sincronización en cabras, siendo una herramienta de control y de gran utilidad en los servicios con empadre controlado en los programas de inseminación artificial, a su vez

permitiendo programar el periodo de partos orientados a épocas del año cuando los precios de los productos son altos, reduce el intervalo entre partos, optimiza la prolificidad para la obtención de lotes más homogéneos, mejorando los pesos al destete y aumento la velocidad en el mejoramiento genético (19). Por otro lado, se ha determinado que el microbiota vaginal (MV) en rumiantes varía de acuerdo con su estado fisiológico y/o reproductivo, ciclo estral y en menor medida por la raza (12). En ovinos y caprinos el análisis de la MV ha presentado relevancia en los últimos años, debido al uso de tecnologías reproductivas utilizadas como las hormonas de progesterona en dispositivo vaginal CIDR (Controlled Internal Drug Release), prostaglandina y gonadotropina coriónica equina, vía intramuscular ,principalmente en la ganadería intensiva; conociendo parcialmente la composición de la MV en cabras, que está compuesta por bacterias Gram positivas (GP) y en menor medida por Gram negativas (GN). En esta especie el cambio en la composición de la MV por el uso de dispositivos vaginales que contienen progestágenos se ha vinculado con vaginitis y con infertilidad (20).

Por otro lado, el aumento de la utilización de biotecnologías como la transferencia nuclear de células somáticas (TNCS) donde se obtiene embriones genéticamente similares al donador de las células (2), y la conservación de semen, adicionando gelatina como un componente alternativo del medio extensor, sin dejar de lado las actualizaciones de

diferentes protocolos que han sido utilizados en la crío preservación de semen caprino (21).

Se ha observado que el tipo de producción característica del noreste mexicano es un sistema extensivo dependiente de recursos naturales de la región, y a pesar de que las cabras son animales rústicos, adaptables a diferentes condiciones ambientales, los problemas en la fertilidad y concepción de las cabras son comunes en las producciones, es por esta razón que es importante el conocimiento de la MV en cabras criollas, ya que se pueden manifestar problemas bacterianos desencadenando vaginitis clínica y subclínica, generando problemas productivos en el sistema caprino, los autores propusieron realizar un seguimiento y tratamiento terapéutico para el control de la infección bacteriana (22).

La producción caprina involucra a caprino cultores, técnicos, estudiantes y zootecnistas, en el desarrollo y aplicación de conocimientos de la parte anatómica, y los aspectos patológicos del aparato reproductor tanto del macho como de la hembra y su funcionamiento en los procesos fisiológicos de la especie. En los sistemas de producción, el mejoramiento animal es básico para lograr una eficiencia productiva sobre la base genética del mismo, puesto que este sector (caprino) ha venido creciendo en muchos países (9). Mojapelo & Lehloenya (2019), destacan que es posible que la reproducción de los animales de granja se encuentre influenciada por la selección de estrategias

apropiadas, que mejoren el desempeño reproductivo como lo es la técnica de inseminación artificial (23)

En Latinoamérica el inventario de ganado caprino y los avances tecnológicos en la reproducción caprina no han sido los suficientes; por esta razón el enfoque en la biotecnología reproductiva en especies menores es una alternativa para el crecimiento económico. En donde se espera una adecuada adopción de herramientas biotecnológicas para fortalecer programas de mejoramiento a partir de investigaciones que podrían beneficiar los avances futuros (24).

Existen otros métodos como la sincronización del ciclo estral, el cual varía según su eficiencia y recursos disponibles necesarios para su realización. Estos se dividen en dos grandes categorías: métodos naturales y métodos farmacéuticos (12). La sincronización del celo en caprinos se realiza con la inserción de un dispositivo intravaginal con progestágenos (P_4) durante 12 a 14 días que ayuda a estimular la implantación embrionaria, lo que puede estar o no asociado a una dosis de prostaglandina ($F2\alpha$) para asegurar la luteólisis y una dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) al momento de retirar el dispositivo para sincronizar la ovulación y/o aumentar la tasa ovulatoria. Otro método es la clonación manual, la cual permite la producción de embriones en mamíferos como: bovinos, porcinos, caprinos, ovinos, entre otros. Sin embargo, la transferencia de núcleos y la obtención de blastocitos es baja, debido a que la mayoría de los embriones quedan en etapa de mórula o sufren

alteración durante la división celular (fragmentación), presentándose factores como la calidad del ovocito, el tipo de célula somática donada, el método de clonación empleado, la sincronización entre el cario plasto y el cito plasto, el medio de cultivo (simple o secuencial) y el sistema de cultivo para la producción de embriones in vitro (25).

La biotecnología reproductiva a partir de la aplicación de la IA permite multiplicar las características superiores de los animales mediante la cría selectiva, mejorando los rasgos productivos (26).

Sincronización hormonal de celo y ovulación

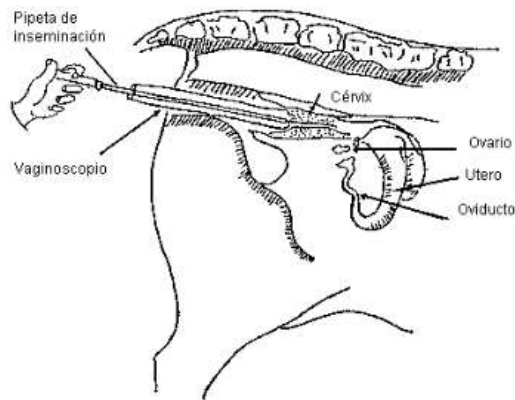
La sincronización de celo es un paso primordial para el éxito en la aplicación de biotecnologías de reproducción asistida (27), permitiendo el manejo del ciclo estral para que el celo se presente en un periodo determinado, a partir de la administración de hormonas exógenas (progestágenos y prostaglandinas) que alteran los eventos fisiológicos del ciclo reproductivo de los animales (19); en función de controlar la fase lútea mediante la aplicación de progesterona en protocolos largos que duran entre 10 a 14 días (28). La implementación de protocolos de corta duración se da mediante la exposición a progestágenos entre 5 a 7 días, mediante dispositivos intravaginales de liberación controlada (protocolo CIDR) o esponjas intravaginales; con la administración de una dosis de eCG y prostaglandina F_{2α} al momento de retirar el dispositivo (29).

Inseminación artificial (IA)

Es una técnica que permite la administración del semen en el tracto reproductivo de la hembra (30). Esta biotecnología tiene como objetivo la producción de progenie con características deseables, mediante la implementación de reproductores de alto valor genético en cualquier época del año (22). La IA es una biotecnología que se implementa en los programas de mejoramiento reproductivo, favoreciendo el desarrollo de estrategias para un manejo eficiente de la producción caprina (8). Sin embargo, la IA impulsa el intercambio de material genético con el fin de conservar una diversidad racial mediante la implementación de bancos de germoplasma (23). A continuación, se presentan algunos tipos de inseminación artificial empleados en los sistemas de producción caprina.

Inseminación artificial peri cervical: esta técnica consiste en la administración del semen en el primer pliegue del cérvix, mediante la utilización de una pistola de inseminación, con la ayuda de un espéculo y una fuente de luz Figura 2 (24).

Figura 2. Descripción gráfica del procedimiento empleado para llevar a cabo la técnica de inseminación artificial peri cervical.

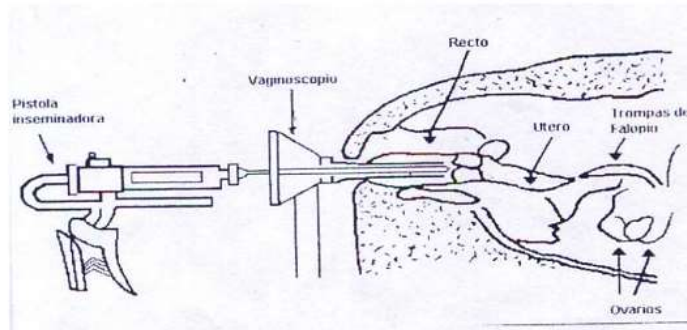


Fuente: Gibbons y Cueto (2017)

Figura 2, La aplicación de esta técnica es reciente, debido a la dificultad que se presenta en el cuello uterino para ser atravesado por la vaina de inseminación (vía vaginal), y la baja viabilidad espermática debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, impidiendo una alta tasa de preñez con un promedio que varía entre el 20 y el 25%.

Inseminación intrauterina vía transcervical: para esta técnica se emplea una pistola de inseminación exocervical, y mediante la utilización de unas pinzas fórceps se sujeta la entrada del cérvix para su retracción hacia la vagina; con el objetivo de facilitar la deposición del semen en el útero Figura 3 (23).

Figura 3. Descripción gráfica del procedimiento empleado para llevar a cabo la técnica de inseminación intrauterina vía transcervical.

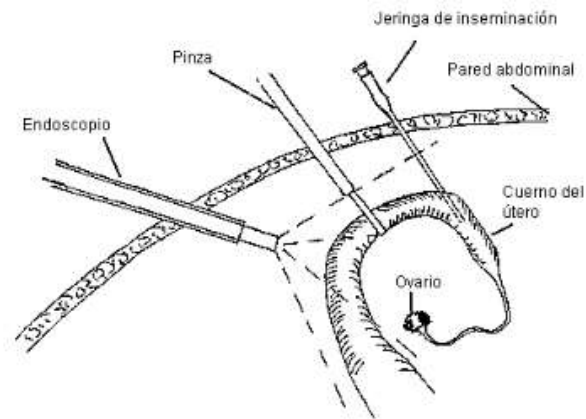


Fuente: González y Martínez (2016)

Figura 3, Se limpia la vulva con toalla de papel, aplicando una pequeña dosis de vaselina para que facilite el ingreso del vaginoscopio, este se introduce de tal forma que llegue hasta el fondo de la vagina, mediante suaves movimientos giratorios. Los porcentajes de preñes reflejados en IA cervical con semen fresco, pueden variar entre el 60 y 70%.

Inseminación artificial por laparoscopia: esta técnica se realiza mediante la penetración en la cavidad peritoneal, a partir de dos incisiones de cinco milímetros en el área de la línea media ventral, con la ayuda de un trocal y una cánula, los cuales permiten el paso del laparoscopio con la pistola de inseminación para el depósito del semen en el lumen uterino Figura 4 (21).

Figura 4. Descripción gráfica del procedimiento ejecutado para llevar a cabo la técnica de inseminación artificial por laparoscopia.



Fuente: Gibbons y Cueto (2017)

Figura 4, Después de haber colocado el semen, se retira la vaina de inseminación y el laparoscopio, lo que permite que el aire salga del interior de la cavidad abdominal, antes de retirar las cánulas. Es importante que después de la inseminación los animales permanezcan por 2-3 horas en un corral, antes de ser llevados a campo, los porcentajes obtenidos de tasas de preñez pueden variar entre el 50 al 60%.

Superovulación y Transferencia de embriones (TE)

Esta biotecnología permite el aumento de crías por año, articulado con el uso de transferencia de embriones mediante la descendencia de una hembra seleccionada; a partir de vientres sustitutos para la producción de prole con características bien definidas en menor tiempo, esto se logra mediante la superovulación hormonal de las hembras seleccionadas (31). Este

procedimiento se logra mediante la aplicación de un protocolo donde las cabras son expuestas a un tratamiento con progesterona de 14 a 17 días a partir de un implante intravaginal, y la aplicación de una dosis de FSH dos días antes de retirar el dispositivo de liberación de progesterona (25). Posteriormente se procede a realizar la inseminación artificial (IA) y después de 6 o 7 días de desarrollo del embrión (etapa de mórula/blastocito) se realiza un lavado intrauterino, donde son recolectados, clasificados y seleccionados los ovocitos más viables para su posterior fertilización y finaliza con la y transferencia a madres sustitutas Figura 5 (32). Los vientres sustitutos son preparados simultáneamente para la transferencia de embriones, este proceso se da a través de la sincronización de las hembras donde después de 6 o 7 días del estro; la transferencia de embriones se realiza mediante intervención quirúrgica (33). Esto permite aumentar el rendimiento reproductivo para generar especies genéticamente superiores (28).

Figura 5. Descripción gráfica del instante en que se implantan los embriones en un pequeño rumiante



Fuente: Buffoni y Sala (2018)

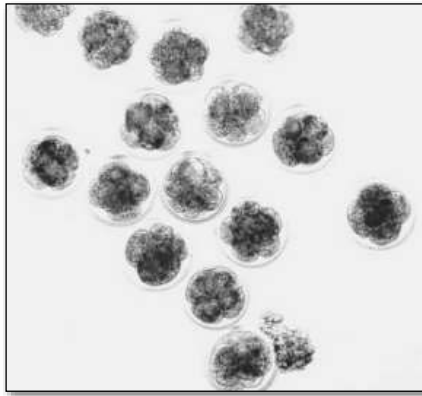
Figura 5, Para la transferencia se prepara un inyector estéril con una cánula rígida en la base y flexible en la punta donde son colocadas las pajuelas de embriones. Se debe considerar la presencia de cuerpos lúteos en los ovarios.

Producción de embriones in vitro Esta biotecnología establece nuevas estrategias dentro de un esquema productivo, bajo selección genética con base en características bien definidas de parámetros reproductivos (fertilidad, prolificidad y habilidad materna) (34), permitiendo la aplicación de técnicas tales como: la producción de embriones caprinos mediante técnicas de maduración, fecundación y cultivo embrionario in vitro (MIV-FIV-CIV) que proporcionan un elevado número de embriones utilizables a nivel científico y/o comercial, reduciendo el intervalo generacional mediante el uso de ovocitos derivado de animales prepúberes junto a la MIV-FIV-CIV, se podría incrementar la tasa de ganancia genética (35).

El procedimiento de producción de embriones in vitro se realiza de la siguiente manera: Como primer paso se efectúa una laparotomía, en donde los animales son sedados y posteriormente ubicados en una camilla en posición craneal a 45°, se realiza una incisión en la zona medio ventral aproximadamente de 5 cm para exteriorizar los ovarios y realizar la aspiración de los ovocitos por medio de una jeringa de 20 ml, con una aguja de 18 G (36). El contenido de la jeringa es pasado por filtros y posteriormente se realiza la identificación y

clasificación de los ovocitos bajo microscopio (estereoscopio) en cinco categorías según su homogeneidad, morfología del citoplasma y compactibilidad de las células del cúmulo. La maduración in vitro se da en grupos de ovocitos en microgotas de medio de maduración compuesto por medio de cultivo tisular (proceso donde las células pueden ser cultivadas en condiciones controladas), suero fetal (suplemento de crecimiento para los medios de cultivo celular promotores del crecimiento embrionario), piruvato de sodio (Es utilizado comúnmente para los medios de cultivo celular como fuente adicional de energía), amikacina (Es antibiótico que es usualmente utilizado en tratamiento de diferentes infecciones bacterianas), hormona folículo estimulante (FSH), gonadotropina, estradiol, factor de crecimiento epidérmico (Estimula el crecimiento de las células epiteliales para la reparación del tejido), cisteamina (Actúa sobre la cistina la cual impide su acumulación en leucocitos) y aceite mineral (37). Se incuban a 39 °C en una atmósfera húmeda con 5% de CO₂ en aire por un tiempo de 24 horas, pasado este tiempo los ovocitos son sometidos a fertilización in vitro en microgotas de medio de fertilización; donde los espermatozoides son seleccionados mediante el método de gradiente de Percoll y se adiciona al medio de cultivo una dosis de 10 µl de semen; este medio con presencia de espermatozoides y ovocitos es incubado de 16 a 20 horas con un rango de temperatura de 38 a 39 °C en atmósfera húmeda con 5% de CO₂ en aire (38).

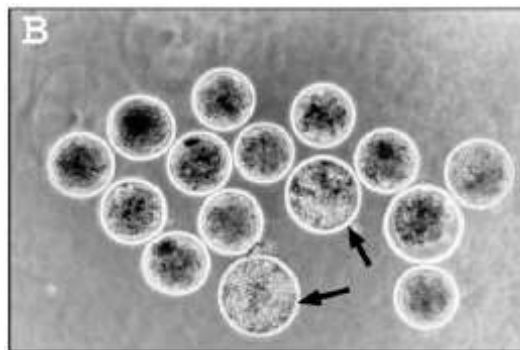
Figura 6. *Embriones caprinos después de ser colectados quirúrgicamente (100x).*



Fuente: Bosch *et al.*, (2006)

Figura 6, Embriones fertilizados y colectados, utilizados para el cultivo *in vitro*.

Figura 7. *Embriones caprinos con 4 días, las flechas indican los que se encuentran en fase de mórula.*



Fuente: Bosch *et al.*, (2006)

Figura 7, Morfología de los embriones generados en los diferentes sistemas de cultivo *in vitro*. Solo se transfirieron 4 blastocistos y 3 mórulas cultivados en

SOF al cuerno uterino izquierdo de una cabra receptora. Dicho animal presentaba 3 cuerpos lúteos (CL) en el ovario izquierdo y 2 en el derecho.

Transgénesis

Los adelantos en materia de biotecnología molecular brindan la oportunidad de manejar, alterar e introducir genes nuevos o existentes en el genoma de los animales (39), estas unidades físicas y funcionales de la herencia presentan la capacidad de transmitirse a través de las diferentes generaciones y mejorar características productivas en los animales. El método más empleado en esta biotecnología es la microinyección directa del ADN en el pronúcleo del ovocito o el empleo de vectores retrovirales (permite formar líneas (Razas) de animales que expresen el gen deseado, así mismo lograr mayor proporción de integración del transgén a la línea germinal. Sin embargo, esta técnica no poder ser utilizada para introducir genes en fases más avanzadas del desarrollo del embrión) (31). La microinyección está dada por la implantación del transgén mediante la inyección directa en el pronúcleo del cigoto; el cual es transferido a una hembra receptora. Sin embargo, se han empleado diversas herramientas como genomas virales modificados, transformados en vectores portadores del transgén; entre los más destacados se encuentran los lentivirus que se pueden inyectar en el espacio peri vitelino del cigoto o en el ovocito (32). Además, existen otras herramientas biotecnológicas dentro de la transgénesis, como la transferencia génica mediada por espermatozoides a partir de la inyección intracitoplasmática del

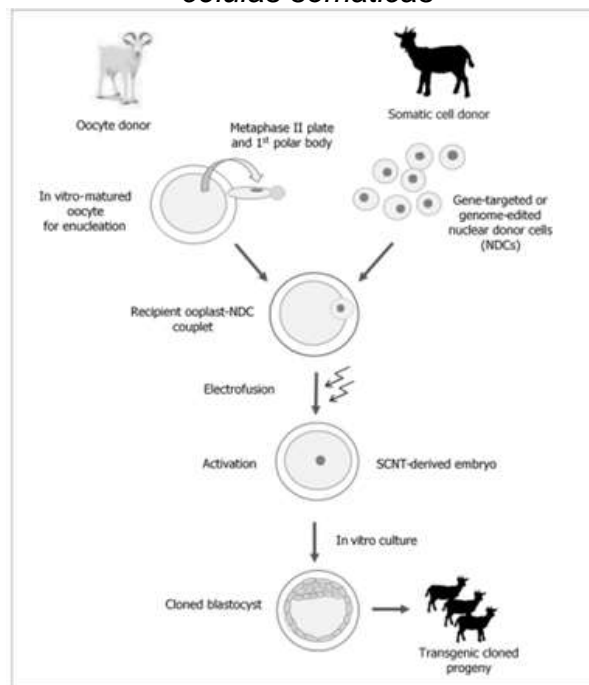
esperma, o la implementación de transposones de ADN que presentan la capacidad de moverse a lo largo del genoma (35).

Clonación

Biología que se desarrolla a partir de un conjunto de técnicas reproductivas, de la micro manipulación de los estadios tempranos del desarrollo embrionario provenientes de animales de alto valor genético (40). Las células somáticas presentan la misma información genética y su reproducción in vitro se da con gran facilidad, el cultivo de estas células se desarrolla en cajas de Petri; donde se multiplican formando una capa sobre la superficie del medio de cultivo. Cuando las células alcanzan un estado de confluencia estas se pueden separar unas de otras mediante la enzima tripsina para su distribución en un número mayor de cajas de cultivo (41). La obtención de ovocitos viables se da mediante aspiración folicular, las cuales deben de ser separadas de las células de cúmulos que los rodean, esto se realiza a partir de un equipo de Vórtex que produce vibraciones de alta frecuencia con una dilución enzimática de Hialuronidasa, la cual disuelve la sustancia intercelular que se encuentra entre estas células, además se realiza una tinción con Hoechst 33342 para la observación del núcleo del ovocito bajo microscopio (42). La manipulación de los ovocitos se da a partir de la utilización de micro manipuladores (dispositivos, mecánicos o electrónicos) acoplados a microscopios especializados que permiten la sujeción, aspiración e inyección;

para la extracción del núcleo del ovocito por medio de una micropipeta, posteriormente este será implantado en la zona pelúcida y su fusión se da por medio de un pulso eléctrico. Sin embargo, en la clonación la activación del ovocito se realiza de forma artificial a partir de la aplicación de Ionomycina (molécula soluble en grasa sintetizada por microorganismos) durante cuatro minutos, que permite la formación de poros para la entrada de calcio a la célula que promueve la reacción cortical (43).

Figura 8. *Generación de cabras clonadas mediante transferencia nuclear de células somáticas*



Fuente: Skrzyszowska and Samiec (2021)

Figura 8, Se observa el proceso amplio desde los donadores de ovocitos y células somáticas, inicia el proceso de metafase 1 y la introducción de la célula

dentro del ovocito donde se aplica electro fusión para su activación, el proceso es in vitro, luego el blastocito ya clonado sigue su formación normal dentro del cuerpo de la receptora.

Resultados obtenidos en la revisión de literatura

En la revisión de los artículos relacionados con biotecnologías reproductivas utilizadas en países Latinoamericanos en desarrollo en la especie caprina, se evidenció que en los últimos años la producción caprina aumento un 0.2% en países como Brasil, Perú y Colombia, de allí nace la necesidad de incrementar la aplicación de biotecnologías debido a que encontramos en la producción caprina, una población aproximada de 16.224.884 cabezas en Brasil, siendo este país el que lidera esta producción. En Colombia se observa una población aproximada de 1.2 millones de caprinos (50). Según estos datos la producción de carne proveniente de ovinos y caprinos en estos países ha incrementado progresivamente, la referencia en producción de leche caprina no ha sido estandarizada ni calculada bajo métodos estadísticos (44).

En cuanto a la inseminación evaluó el efecto de la aplicación de glicerol al 6%, 7% y 8% en diluyente para crio preservación de semen caprino sobre los porcentajes de recuperación de motilidad progresiva individual, vivos y anomalías espermáticas post descongelación (45). Se utilizó semen de 3 machos adultos de la raza Saanen en el trópico alto colombiano. En total se congelaron 27 pajillas para cada uno de los tratamientos (Glicerol al 6%, 7% y

8%); en total se congelaron 81 muestras (46). No se presentó efecto ($P \geq 0.05$) del glicerol sobre el porcentaje de anomalías primarias, pero este efecto si se evidenció en el porcentaje de recuperación de la motilidad progresiva individual ($P < 0.05$) en las anomalías secundarias y totales, observándose menores porcentajes de estas variables cuando el glicerol se utilizó al 7% frente al glicerol al 6% y 8%. De acuerdo con los resultados, el glicerol afectó el porcentaje de recuperación de la motilidad progresiva individual, el porcentaje de espermatozoides vivos, la presencia de anomalías secundarias y totales (47). Estas variaciones pueden ser atribuidas al estrés osmótico que sufre el espermatozoide cuando está en contacto con el glicerol, los daños se pueden presentar en su adición y eliminación, como también durante el proceso de congelación y descongelación, registrando un efecto adverso en la motilidad pos-descongelación (48).

Aunque se mencionan los estudios de cabras similares hechos en ovejas, donde se les realizó inseminación artificial vía intrauterina por laparoscopia de 96 ovejas de las cuales 70 de ellas resultaron aptas para la sincronización y sólo 51 fueron positivas a gestación pero por alta pérdida embrionaria sólo 38 llegaron al parto dando como producción 46 borregos sanos, lo positivo de este estudio fue que en comparación con la monta convencional los nacidos vivos tuvieron en promedio 1,1kg/PV por encima gracias a la Inseminación Artificial con peso promedio de 4,8kg, los autores mencionaron que la técnica

utilizada permitió una mejor elección de los machos reproductores que favoreció evaluar la calidad del semen y existió una mayor atención durante la gestación (49).

Por otro lado, el autor y compañía del siguiente estudio sólo dio a conocer que la transgénesis nuclear de células somáticas sólo obtiene de eficacia un promedio del 2%, entre las mayores causas está la alta tasa de mortalidad de los fetos, adicional, mencionan que se han ejecutado por este método caprinos transgénicos que producen proteínas de humanos y obtienen producciones de cerca de 4L/día, además de disminución en los tiempos de gestación con cerca de 5 meses y el periodo de edad de desarrollo con 8 meses, en ello, la calidad láctea es mayor ya que se reduce la cantidad de alérgenos porque estaría enriquecida con leche humana (50).

Discusión

Las biotecnologías reflejan los avances científicos que ha traído la producción caprina a nivel mundial, las necesidades de producir animales más eficientes y con altos parámetros reproductivos positivos, son los indicadores que marcan los incentivos para ejecutar nuevas tecnologías a nivel genético y reproductivo, por ende, en el estudio de Villegas – Cadena (51), se resalta que aunque más del 65% de las unidades experimentales respondieron a la inseminación y sincronización se esperaban mayores resultados al tiempo del

parto donde no se superó el 38%, la técnica utilizada resulto apta pero las altas absorciones embrionarias no permitieron obtener los resultados que se deseaban, dicha posición la comparten otros autores (52) donde se destaca que la utilización de biotecnologías tiene alta mortalidad de los fetos.

Por otro lado, la transgénesis utilizando células somáticas es una de las biotecnologías más usadas para la clonación, un gran ejemplo es la oveja Dolly, aunque ha habido casos exitosos como el anterior y otros donde en 1998 donde se logró la clonación de cabras que dentro de su genoma tienen la capacidad de crear antitrombina humana en la leche, Márquez M y compañía (54), mencionaron que la expresión de los genes tiene la posibilidad de analizarse a través de otras pruebas moleculares y así poderse asegurar que los animales al final de la experimentación serían 100% transgénicos, además, la baja eficiencia que tiene la técnica para la aplicación en animales con potencial productivo es la transgénesis por microinyección (<5%) y se recomienda en su lugar la transgénesis a través de genomas virales convertidos en transgenes, de igual forma existe el poco control sobre el número de las copias que se podrían integrar al lugar de inoculación lo que incrementaría de forma notable las características no deseadas, por consiguiente, una ventaja notable es que se puede elegir el sexo del animal clonado, estas afirmaciones las comparte Gibbons y compañía (53), donde menciona que la SNCT tiene notables limitaciones por una mayor incidencia

en la aparición de anomalías embrionarias y fetales por lo que sería poco viable para aplicar en animales de granja, aunque se busca la forma de que se disminuya la aparición de enfermedades y aumente la posibilidad de cura, se mejore la calidad de los productos derivados de las producciones e incluso reducir el costo en alimentación y fármacos, muchas tecnologías no presentan la eficacia esperada para expandir su utilización (52), con ello, estas biotecnologías pueden tener la capacidad de identificar aquellos genes o fragmentos de ADN que se desean transmitir de generación en generación lo que es aumentar los índices de heredabilidad, por esto, la transgénesis requiere de más estudios y mejoras científicas para aumentar los porcentajes. No obstante, aunque las biotecnologías han ido en crecimiento, porque no solo brinda limitadas ventajas, sino que también permite crear rebaños de animales a partir de un solo individuo, estos rebaños transgénicos podrían reducir tiempo y costos en aplicaciones futuras, requieren de forma acelerada mejorar las técnicas para ejecutarlas correctamente y favorecer la disminución de los limitantes (54).

Conclusiones

Los resultados de las investigaciones han derivado en la aplicación e introducción de nuevas estrategias para potenciar, controlar y asistir la reproducción de los pequeños rumiantes. Implementar la tecnología en el

manejo de los rebaños permite mejorar la eficiencia de la producción, con el empleo de técnicas que acorten los intervalos entre partos, incrementen la fertilidad y prolificidad y que a su vez ayude con la disminución de la mortalidad de las crías. En la actualidad, los avances en materia de mejora productiva proceden del campo de la biotecnología, a través de la manipulación de gametos, embriones e ingeniería genética, al propagar rápidamente los genes superiores se ofrece la posibilidad de mejorar la estructura genética. Sin embargo, su adopción varía de acuerdo con los objetivos y posibilidades de las explotaciones, reconociendo el desarrollo, rendimiento y ubicación de los hatos caprinos.

La aplicación de técnicas en el control de la reproducción como la sincronización de celo (SC), inseminación artificial (IA), e incluso técnicas adecuadas de superovulación (SO) y la transferencia de embriones (TE) ayudarían a resolver problemas productivos, acelerando la selección y potenciando el desarrollo biotecnológico, al permitir la implementación de los mejores reproductores identificados por sus características productivas y reproductivas.

Las nuevas tecnologías reproductivas aplicadas a la producción de pequeños rumiantes, se espera que presenten una mejora en el rendimiento entre el 10 al 12% en los próximos diez años en el caso de países latinoamericanos, con un grado de aceptación del 30 al 50%. A parte, esta presenta amplias posibilidades para contribuir a suplir la demanda alimenticia a través de

sistemas pecuarios sostenibles, pero las estrategias de su aplicación aun requieren de un soporte de investigación científica.

Como conclusión puede afirmarse que las biotécnicas y su aplicación en la especie caprina han logrado avanzar, al punto de que estas puedan ser aplicadas con relativa facilidad y con porcentajes muy buenos de fertilidad, además su adopción dependerá del grado de desarrollo que tengan las unidades de producción y de las necesidades de acceder a material genético de alta calidad.

Recomendaciones

La baja utilización de herramientas biotecnológicas genera una deficiente productividad caprina, que afecta la competitividad y la sustentabilidad del sistema productivo bajo parámetros económico, ya sea familiar o poblacional. Es por esta razón que se debe implementar capacitaciones, talleres, conferencias, manuales entre otras herramientas que permitan la adopción de conocimientos sobre el manejo de biotecnologías a caprino cultores, técnicos y estudiantes que se encuentran involucrados en los sistemas de producción caprina, por otra parte se requiere la implementación de biotecnologías adecuadas que permitan el desarrollo de estrategias para la selección de animales con características superiores de la especie caprina. Finalmente, se recomienda incidir en investigaciones de línea similar al mejoramiento genético en caprinos, lo que podría lograr un avance significativo a nivel nacional y

mundial, ejecutar estrategias de participación en pequeños productores, facilitaría el acceso a la información de las alternativas que existen sobre cómo mejorar el sector agropecuario destinado a la explotación de caprinos.

Referencias bibliográficas

1. Uffo Odalys. Producción Animal Y Biotecnologías Pecuarias: Nuevos Retos. Rev Salud Anim. v.33 n.1 La Habana. 2011.
2. García D.A.T. Criopreservación de semen caprino utilizando diferentes concentraciones de glicerol en el diluyente. Universidad de La Salle. 2017.
3. Suárez VH, Martínez GM, Nievas JD, Quiroga Roger J. Prácticas de manejo y producción en sistemas familiares de cría caprina en las quebradas áridas de Jujuy y Salta. RIA Rev investig agropecu. 2017.
4. Fernández Neto VP, Silva M, Costa AS, Kunkel D, Júnior AS, Feitosa L, et al. ACE inhibition in goats under fixed-time artificial insemination protocol increases the pregnancy rate and twin births. Reprod Domest Anim. 2018.
5. Neva JWL. Pasantía nacional CGR biotecnología reproductiva SAS. 2021.

6. Vázquez-Avendaño JR, Hernández-Martínez S, Hernández-Pichardo JE, Rivera-Rebolledo JA, Ambriz-García DA, Navarro-Maldonado MDC. Efecto del uso de medio secuencial humano en la producción de blastocistos de hembra *Ovis canadensis mexicana* por clonación manual Inter especies. *Acta Zool Mex.* 2017.
7. W.F.R. Estandarización de procedimientos para la producción in vitro de embriones ovinos en el laboratorio de reproducción animal en el centro académico Guatiguará – Piedecuesta. 2021.
8. Wieczorek J, Koseniuk J, Skrzyszowska M, Cegła M. L-OPU in goat and sheep-different variants of the oocyte recovery method. *Animals (Basel).* 2020.
9. Melo Quiroga M. Actualización En Los Diferentes Protocolos Utilizados En La Criopreservación Del Semen Caprino (*Capra Aegagrus Hircus*). Universidad de Cundinamarca. 2020.
10. García A, Yaoska Y. Manual de manejo y técnicas reproductivas de la especie caprina. Universidad Nacional Agraria. 2020.
11. Nivia Osuna A. Evaluación reproductiva de machos caprinos criollos y su potencial productivo como recurso genético. Universidad Santo Tomas. 2019.

12. Hoyos-Patiño JF, Hernández-Villamizar DA, Velásquez-Carrascal BL. Medición del bienestar animal en el aprisco de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, usando el Protocolo Welfare Quality®. Aibi revista investig adm ing. 2021.
13. García Agüero KM. Determinación de la tasa de presentación de celo y la tasa de concepción en cabras Saanen sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP), durante dos épocas del año. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2018.
14. Rubianes E. Avances En El Conocimiento De La Fisiología Ovárica De Los Pequeños Rumiantes Y Su Aplicación Para El Manejo Reproductivo. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 2005.
15. Salleh SM, Basri AMH, Yaakub H. Study of sexual behaviours with different types of estrus synchronization protocols in Boer goats. Anim Reprod. 2021.
16. Amaya Rodríguez MM. Conservación De Semen Caprino Adicionando Gelatina Como Componente Alternativo Del Medio Extensor. 2020.
17. Hernández Corredor L, Camargo Rodríguez O, Silva Torres A, Montoya Páez JD, Quintero Moreno A. Efectos de la criopreservación sobre las subpoblaciones espermáticas en caprinos. Rev Investig Vet Peru. 2018.

18. Quezada O, Soledad M. Estudio de antioxidantes como preservantes de semen caprino para mejorar los procesos reproductivos controlados. Universidad de las Fuerzas Armadas. 2021.
19. Luo J, Wang W, Sun S. Research advances in reproduction for dairy goats. *Asian-australas J Anim Sci*. 2019.
20. Barragan Sanchez F. Manejo Reproductivo Del Proyecto Caprino De La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña. 2017.
21. Elizondo Tamez Eduardo. Uso de progesterona para sincronizar e inducir el estro y suplementación post inseminación en cabras. Universidad Autónoma de Nuevo León-Escobedo, México-Tesis. 2021.
22. Carrillo Lang Sonya Maria. Evaluación del efecto de tres protocolos de sincronización de estro sobre la tasa de preñez en cabras del trópico guatemalteco, inseminadas artificialmente con semen fresco. Universidad de San Carlos de Guatemala-Guatemala. 2020.
23. Amoah EA, Gelaye S. Biotechnological advances in goat reproduction. *J Anim Sci*. 1997.
24. Luis Dickson, Ramón D'Aubeterre, Ángel E. Reverón, Alfredo Baldizán, Omar García B., Mercedes García, César Araque, Guillermo García, Gregoria Pérez, Gustavo Nouel, José Rincón, Silvio O. Nieto, Jaime Isakovich, Wilmer Armas, Gregoria Gómez, Gustavo López, Pedro

Ballarales, Carlos González-Stagnaro, Gloria Muñoz Milano, Cecilia Sánchez y José A. Salas. Manual de Producción de Caprinos y Ovinos. 3era Edición. Complejo Editorial Alfredo Maneiro-Venezuela. 2017.

25. Mobini, Seyedmehdi. Reproductive Technologies Used to Make Goats More Efficient. Professional Agricultural Workers Journal. 2019.
26. Ngoma, L., Kambulu, L., & Mwanza, M. Factors Influencing Goat's Semen Fertility and Storage: A Literature Review. Journal of Human Ecology. 2016.
27. Gupta A, Chaudhary M, Kumar R, Yadav V, Chandra S, Sinha S. Recent advances in reproductive biotechnologies in small ruminants. JEZS 2018.
28. Omontese BO. Estrus synchronization and artificial insemination in goats. In: Goat Science. InTech. 2018.
29. Nziku Z.C, Kifaro G.C, Eik L.O, Steine T, Msalya G and Adnoy T. Situation analysis and prospects for establishing a dairy goat breeding program in Tanzania. 2017.
30. Jugsumrit J, Yuangklang C, Vasupen K, Saenmahayak B, Wongnen C. Effect of dietary protein level during estrus cycle: Nutrient digestibility, quality of embryo and pregnancy rate by embryo transfer in Thai crossbred goats during hot season. Walailak J Sci Technol. 2021.

31. Montes Quiroz Gabriela Lisset. Efecto de la raza y de eCG sobre la recolección de ovocitos y de embriones producidos in vitro en cabras jóvenes durante la estación reproductiva. Universidad Autónoma de Nuevo León-México; 2018.
32. Redden R, Thorne JW. Reproductive management of sheep and goats. En: Animal Agriculture. Elsevier; 2020.
33. Grettel Jaily Avila Beltran y Ana Milena Montealegre Angarita. Aplicación e impacto de la transgénesis en animales. Universidad Cooperativa de Colombia; 2020.
34. Skrzyszowska M, Samiec M. Generating cloned goats by somatic cell nuclear transfer-molecular determinants and application to transgenics and biomedicine. Int J Mol Sci. 2021.
35. Kalds P, Zhou S, Cai B, Liu J, Wang Y, Petersen B, et al. Sheep and goat genome engineering: From random transgenesis to the CRISPR era. Front Genet. 2019.
36. Majeed A, Al-Timimi I, AL-Saigh M. Effect of season on embryo production in Iraqi local black goat. Iraqi j vet sci. 2019.
37. Menchaca A, dos Santos-Neto PC, Cuadro F, Souza-Neves M, Crispo M. From reproductive technologies to genome editing in small ruminants: an embryo's journey. IRRS. 2018.

38. Biradar V, Magnus P, Shibu S, Kurien M, Lali F and Gleeja V. Efficiency of three different protocols of oestrus synchronization in malabari goats. TPI. 2019.
39. Sepúlveda Pallares CA. Manejo reproductivo del proyecto caprino de la universidad francisco de paula Santander Ocaña. 2017.
40. González A, Sánchez F, et al. Respuesta ovulatoria y embrionaria a la somatotropina bovina recombinante en cabras superovuladas con FSHp, Ecosistemas y recur. agropecuarios vol.6 no.16 Villahermosa ene./abr. 2019.
41. Kenyi M, García A. Determinación de la tasa de presentación de celo y la tasa de concepción en cabras Saanen sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP), durante dos épocas del año. 2018.
42. Aragadvay G, Mercy M, et al. Efecto del acetato de medroxiprogesterona y benzoato de estradiol, sobre la emergencia folicular en cabras con baja condición corporal. 2019.
43. Miranda DA. Efecto De Esponjas Vaginales Sobre La Microbiota Vaginal E Impacto En La Eficiencia Reproductiva En Cabras. 2018.
44. Gutiérrez VA. Uso De La Oxitocina Como Dilatador Cervical Para Inseminación Transcervical En Cabras Jóvenes Durante El Inicio De La Época. 2021.

45. Fonseca J, Oliveira M, Garcia A, et al. Transferencia de embriones no quirúrgica en cabras y ovejas: la experiencia brasileña. 2018.
46. Roura S, Roura M, Paramio T, et al. Beneficial effects of melatonin on in vitro embryo production from juvenile goat oocytes. 2017.
47. Mao T, Meng P, Zhang Q, et al. Overexpression of Tet3 in donor cells enhances goat somatic cell nuclear transfer efficiency. 2018.
48. Muasya T, Mburu N, et al. Protocolo de sincronización del estro a corto plazo después de una inseminación artificial de tiempo fijo único y apareamiento natural como alternativa al protocolo a largo plazo en cabras lecheras. 2020.
49. D.L.M. Gore, J.N. Mburu, T.O. Okeno, T.K. Muasya., Short-term oestrous synchronisation protocol following single fixed-time artificial insemination and natural mating as alternative to long-term protocol in dairy goats. Department of animal sciences, Egerton University. 2020.
50. Gibbons A, Bevacqua RJ, Fernández-Martín R, Pereyra-Bonnet F, Cueto M, Bruno-Galarraga M, et al. Transgénesis: una moderna biotecnología reproductiva en animales de interés zootécnico. RIA Rev investig agropecu. 2014.

51. Cadenas Villegas S, Cortez Romero C. Aplicación de Biotecnologías Reproductivas para El Mejoramiento Genético de Rebaños de Ovinos. Scribd. 2018.
52. Folch Albareda JM. Características Y Aplicaciones De La Transgénesis En Animales Domésticos. Aida-itea.org. 2017.
53. Marqués MM, Baro MF, Nicolás S, Bayón Y. Transgénesis en animales de granja. Ambiociencias. 2018.
54. Larráyo Pino L. Uso de los animales transgénicos como biorreactores. Universidad de Málaga. Biología Celular, Genética y Fisiología. 2019.

Referencias de figuras

González Murcia Pamela y Martínez Jairo Andrés., (2016). Evaluación del porcentaje de preñez en ovejas por inseminación con semen congelado y semen congelado diluido con TCM 199. Universidad de la SALLE, Programa de ciencias veterinarias. Bogotá D.C.

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1177&context=medicina_veterinaria

Gibbons Alejandro y Cueto Marcela., (2017). Manual de inseminación artificial en la especie ovina. Instituto Nacional de Tecnología

Agropecuaria, Bariloche Centro Regional Patagonia Norte.

<https://docplayer.es/5373317-Manual-de-inseminacion-artificial-en-la-especie-ovina.html>

Buffoni Andrés y Sala Livio., (2018). Superovulación, producción y transferencia embrionaria en ovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_curso_superovula_ovina_2018_0.jpg

Bosch Pablo, Blanch María S, Ferrero Susana, Díaz Hernán, Piccato Fernando y Bosch Ricardo A., (2006). Desarrollo de Embriones Caprinos In Vitro: Efecto del Co-Cultivo con Células Epiteliales de Oviducto. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006000300009

Skrzyszowska Maria and Samiec Marcin., (2021). Generating Cloned Goats by Somatic Cell Nuclear Transfer—Molecular Determinants and Application to Transgenics and Biomedicine. Department of Reproductive Biotechnology and Cryoconservation, National Research Institute of Animal. <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/14/7490>

Referencias de tablas

Arilla JP, Casellas J, Prerequisitos V. Equipo docente. Universidad Autónoma de Barcelona.cat. 2021.

Vinculación Á. La UNCUYO desarrolla biotecnología para promover la producción caprina en Mendoza, San Juan y San Luis. Área de Vinculación. Universidad Nacional del Cuyo. 2021.

Hernández Corredor L, Camargo Rodríguez O, Silva Torres A, Montoya Páez JD, Quintero Moreno A. Efectos de la criopreservación sobre las subpoblaciones espermáticas en caprinos. Rev Investig Vet Peru. 2018.

Quintero García MJ, Santiago Bayona BD. Construcción De Una Camilla De Inseminación Artificial, Colecta Y Transferencia De Embriones En Caprinos Con Un Mecanismo De Elevación Neumática Para El Laboratorio De Reproducción De La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña. 2018.

Sánchez Gutiérrez RA, Gutiérrez Luna R, Flores Nájera M de J. Caracterización morfológica de un rebaño de conservación de cabras criollas en Zacatecas, México. Arch Zootec. Editorial Universidad de Córdoba. 2017.

H. William Vivanco, M. Daniel Ponce, E. Roberto Diaz, Yuliana Bocangel, Iván Mesía, Yacomo Vizarrata, Marlene Miguel & Gregory McCann.

Influencia De La Raza Del Embrión Y El Ambiente Ecológico En La
Sobrevivencia De Embriones Ovinos Congelados Por Transferencia
Directa. SPERMOVA. 2018.