Revisión corta: mejoramiento genético en especies de animales mediante la tecnología de transferencia de embriones (TTE)

María Morejón García¹; Deysi Guanga Chunata²;
Joscelito Solano Gaibor³; Angélica Tigre-León⁴

Resumen

El incremento sostenido de las demandas agroproductivas asociadas al crecimiento poblacional ha impulsado el desarrollo y aplicación de biotecnologías reproductivas en el ámbito pecuario. Entre estas, la mejora genética en especies animales constituye una estrategia fundamental, destacándose la transferencia de embriones como una de las técnicas más eficaces en bovinos, porcinos y ovinos. Esta biotecnología permite la multiplicación acelerada del mérito genético de hembras élite, optimizando la eficiencia reproductiva y acelerando el progreso genético en los rebaños. Como resultado, se incrementa la calidad fenotípica y productiva del hato, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad ganadera a nivel global. Para esta revisión, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica exhaustiva en bases de datos científicas como Science Direct, Google Académico y Redalyc, utilizando términos clave como genética animal, mejora genética, biología molecular, inseminación artificial y transferencia embrionaria. De un total de 38 fuentes revisadas, se seleccionaron 21 publicaciones científicamente relevantes y actualizadas. Los resultados evidencian que la transferencia de embriones ha transformado las estrategias reproductivas en la ganadería. Innovaciones recientes, como la vitrificación embrionaria y los procedimientos de transferencia no quirúrgica, han superado barreras técnicas previas, especialmente en la especie porcina, posicionando esta técnica como una herramienta clave para el desarrollo ganadero sostenible y tecnológicamente avanzado.

Palabras clave: Mejora genética, especies animales, TTE.

Short review: genetic improvement in animal species using embryo transfer technology (ETT)

Abstract

The sustained increase in agri-productive demands associated with population growth has driven the development and application of reproductive biotechnologies in the livestock sector. Among these, genetic improvement in animal species has become a fundamental strategy, with embryo transfer standing out as one of the most effective techniques in cattle, swine, and sheep. This biotechnology enables the accelerated multiplication of elite females' genetic merit, optimizing reproductive efficiency and expediting genetic progress within herds. As a result, the phenotypic and productive quality of livestock is enhanced, contributing to the strengthening of global livestock competitiveness.

For this review, an exhaustive literature search was conducted using scientific databases such as Science Direct, Google Scholar, and Redalyc, employing key terms such as animal genetics, genetic improvement, molecular biology, artificial insemination, and embryo transfer. Out of 38 sources reviewed, 21 scientifically relevant and up-to-date publications were selected. The findings demonstrate that embryo transfer has revolutionized reproductive strategies in animal husbandry. Recent innovations, such as embryo vitrification and non-surgical transfer procedures, have overcome previous technical limitations, particularly in swine, positioning this technique as a key tool for sustainable and technologically advanced livestock development.

Keywords: Genetic improvement, animal species, ETT.

Recibido: 19 de diciembre de 2024

Aceptado: 15 de agosto de 2025

¹ Universidad Estatal de Bolívar, Departamento de Posgrado y Educación Continua, Carrera de Medicina Veterinaria, CP:020150, Guaranda-Ecuador, mmorejon@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0009-2449-9647>

² Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF), dguanga@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-6548-5585>

³ Universidad Estatal de Bolívar, Departamento de Posgrado y Educación Continua, Carrera de Medicina Veterinaria, CP:020150, Guaranda-Ecuador, jsolano@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5109-2713>

⁴ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Investigación en Microbiología Aplicada, Biotecnología y Fitoquímica (CIMABIF), CP:020150, Guaranda-Ecuador, rtigre@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2984-9457>

I. INTRODUCCIÓN

Es importante recordar que la genética es una disciplina científica de la biología que estudia la herencia biológica y cómo se transmiten los rasgos o caracteres de una generación a la otra. Uno de los pioneros de esta ciencia, y de hecho considerado el padre de la genética fue Gregor Mendel, un monje y botánico austriaco que realizó experimentos con guisantes en el siglo XIX. Con sus descubrimientos, Mendel descubrió las leyes de la herencia y estableció los principios básicos de la genética, que asentaron base para el desarrollo de esta ciencia como hoy la conocemos (Falk, 2010).

Estos precedentes sirvieron para luego en años posteriores se descubra el estudio de los cromosomas con Walter Sutton y Theodor Boveri en 1902. Ellos establecieron que los genes se encuentran en los cromosomas y que la herencia se produce a través de la segregación y la recombinación de estos (Cruz-Coke, 2003).

Años más tarde, James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura de la molécula de ADN, conocida como la doble hélice. Descubrimiento importante que permitió conocer el mecanismo de la herencia (Salamanca Gómez, 2004).

En la actualidad, la genética abarca una amplia gama de disciplinas, incluyendo la genética clásica, la genética molecular, la genética de poblaciones, la genética del desarrollo y la genética médica. Estas áreas de estudio tienen aplicaciones en campos tan diversos como la agricultura, la medicina, la conservación de especies y la biotecnología (IHGSC, 2021).

Así surgen los procesos moleculares de mejora, con el fin de alcanzar altos rendimientos, e incluso la mejora de individuos, más sanos y productivos. Se le conoce comúnmente como mejora genética. La mejora genética se refiere al proceso de manipulación de los genes de organismos vivos para obtener características deseables o mejorar su rendimiento en áreas como la agricultura, la ganadería y la medicina (Whitelaw et al., 2015). En el caso de las especies animales, el mejoramiento genético permite prácticamente mejorar la productividad, la resistencia a enfermedades, así como también, la resistencia al medio ambiente, generando de esta manera una mejor adaptación de las especies (Wray-Cahen et al., 2022). Las experiencias de

distintos países han permitido concluir que los pasos de un plan de mejoramiento genético animal por lo general resultan similares en cualquier especie, independientemente del lugar donde se desarrolle y del sistema de producción (Pineira et al., 2009).

En la región latinoamericana, la mejora genética no está exenta de desafíos, y esta se ha centrado específicamente en mejora para la producción en ganado, bovino, porcino, caprino, ovino, y avicultura (Revidatti, & Pinto, 2017; Araújo, & Tonhati, 2016).

En este contexto, la técnica de producción in vitro y transferencia de embriones ha adquirido gran relevancia, ya que permite obtener embriones a bajo costo con fines comerciales (Mucci et al., 2006), lo que contribuye a satisfacer la demanda interna del país donde se implemente.

II. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la presente revisión, se tomaron en cuenta parámetros de búsqueda de información, siendo esta revisión bibliográfica de procesos previos experimentales, que reposan en los diferentes repositorios y bases de datos informáticos.

Las bases de datos utilizadas para la búsqueda de información fueron Science Direct, Google Académico y Redalyc. Para ello se utilizaron las siguientes palabras clave: Genética, mejora genética en especies animales, biología molecular, inseminación, transferencia de embriones, especies.

Se consultaron alrededor de 38 fuentes bibliográficas de entre artículos científicos y tesis, de los cuales 21 fueron utilizadas en esta revisión corta.

III. DESARROLLO

En muchos países, la mejora genética en animales se ha aplicado principalmente en especies ganaderas con el objetivo de obtener animales más productivos, resistentes a enfermedades y con características específicas. La mejora genética ha sido implementada con éxito en diversas especies animales, destacándose los bovinos, porcinos y ovinos por su relevancia en la producción agropecuaria (Marizancén Silva, & Artunduaga Pimentel, 2017).

En el ámbito de la ganadería bovina, se han implementado programas de mejora genética dirigidos a optimizar las razas predominantes en el país, tales como la Holstein, destinada a la producción

lechera, y las razas Cebú y sus cruzamientos, orientadas a la producción cárnica. Se han aplicado técnicas de selección artificial, inseminación artificial destacando la transferencia de embriones para obtener animales con características como mayor producción de leche, mejor conversión alimenticia, resistencia a enfermedades y adaptación a diferentes climas (**Lenis Sanin et al., 2017; Marizancén Silva, & Artunduaga Pimentel, 2017**).

La tecnología de transferencia de embriones fue introducida en la década de 1980, y a partir del año 2001 comenzó su expansión a nivel global. Es importante destacar que, bajo condiciones naturales e ideales de reproducción, una vaca en servicio puede producir una sola cría por año. Con la técnica de superovulación y transferencia de embriones se obtiene un promedio de 8 a 10 terneros por año, de 4 o 5 padres diferentes, con diferentes combinaciones genéticas (**Tocarruncho Cely, 2015**).

Transferencia de embriones en ganado bovino

La transferencia de embriones en ganado bovino, también denominada Tecnología de Transferencia de Embriones (TTE), constituye un procedimiento reproductivo avanzado orientado a generar descendencia de alto valor genético y acelerar el progreso genético en los rebaños, es un proceso utilizado en la reproducción bovina para generar una descendencia superior y acelerar el progreso genético en el ganado (**Barros-Delgado, & Castillo-Ruiz, 2017**).

Esta tecnología consta de etapas como:

1. Selección de la hembra donante (Se elegirá una hembra bovina con características genéticas deseables, como alta producción de leche, calidad de carne, resistencia a enfermedades)
2. Superovulación (la hembra donante se somete a un tratamiento hormonal para estimular el desarrollo y liberación de múltiples óvulos).
3. Inseminación artificial (Se insemina a la hembra donante con semen de toros de alta calidad genética “colocación de semen previamente seleccionado en el útero de la hembra”).

4. Recolección de embriones (En un aproximado de siete días después de la inseminación)
5. Evaluación y selección de embriones (Observación microscópica de los embriones recolectados, esto con el fin de evaluar su calidad y viabilidad).
6. Transferencia de embriones (Los embriones seleccionados se transfieren a hembras receptoras “esto mediante la colocación directa de los embriones en el útero de las receptoras”).
7. Gestación y nacimiento (Si el proceso de transferencia de embriones es exitoso, las hembras receptoras llevan a término la gestación y dan a luz a los terneros de alquiler) (**Sanoja Breña, 2016**).

Transferencia de embriones en ganado porcino

La transferencia de embriones (TE) en cerdos es una tecnología con aplicaciones significativas en la producción ganadera. Sin embargo, su uso ha estado limitado debido a desafíos como la dificultad para crioconservar los embriones porcinos y la necesidad de métodos quirúrgicos para su transferencia en las receptoras (**Yoon et al., 2020; Grupen, 2014**).

En los últimos años, se han producido avances significativos que han mejorado la viabilidad de la transferencia de embriones en cerdos. Uno de estos avances es la técnica de vitrificación, que permite la criopreservación eficiente de embriones porcinos, superando así la dificultad previa en este aspecto (**Urbán Duarte et al., 2020**).

Además, se ha desarrollado un procedimiento innovador llamado transferencia no quirúrgica (TnQ), que ha cambiado drásticamente el panorama. Mediante la TnQ, los embriones se transfieren en la profundidad del útero de las receptoras sin necesidad de cirugía. Esto ha simplificado el proceso y reducido los riesgos asociados con la transferencia quirúrgica de embriones en cerdos (**Mancias Andrade, 2020**).

Estos avances en la crioconservación embrionaria y las técnicas de transferencia no quirúrgica han permitido superar las limitaciones previas en el uso de la TE en cerdos. Como resultado, se espera que esta tecnología juegue un papel crucial en el sector porcino, brindando beneficios en términos de mejora

genética, eficiencia reproductiva y producción ganadera (Urbán Duarte et al., 2020; Grupen, 2014).

Transferencia de embriones en ganado ovino

La transferencia de embriones en ovinos es una técnica utilizada en la reproducción animal que permite la multiplicación de animales genéticamente superiores y acelerar el mejoramiento de los rebaños ovinos. En este proceso, al igual que en los casos ya descritos en bovinos y porcinos, los embriones se recolectan de ovejas donantes con características genéticas deseables y se transfieren a ovejas receptoras para su gestación y posterior nacimiento (Bruno-Galarraga et al., 2014; Martínez-Rojero et al., 2017).

En definitiva, la transferencia de embriones en ovinos es una herramienta valiosa para los productores que desean acelerar el progreso genético en sus rebaños y mantener y multiplicar la genética de ovejas con características superiores. Esta técnica puede ayudar a mejorar la productividad, la calidad de la carne y la lana, y fortalecer la resistencia a enfermedades en los rebaños ovinos (Martínez-Rojero et al., 2017).

IV. CONCLUSIÓN

En la actualidad se han desarrollado programas de mejora genética en animales, donde la transferencia de embriones permite multiplicar el potencial genético de las mejores hembras bovinas y acelerar el mejoramiento genético en un rebaño. Esto significa que se pueden producir más descendientes de calidad superior en menos tiempo, en comparación con la reproducción natural. Es una herramienta valiosa para los productores de ganado que desean mejorar rápidamente sus rebaños y conservar la genética valiosa de ciertas líneas de ganado.

En el contexto ecuatoriano y latinoamericano, esta tecnología representa una oportunidad estratégica para fortalecer la competitividad del sector pecuario, mejorar la calidad genética del hato nacional y responder a las demandas del mercado interno y externo. Su aplicación contribuye además a la seguridad alimentaria, al desarrollo sostenible del agro y a la valorización de razas adaptadas a las condiciones locales.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Araújo, F. R., & Tonhati, H. (2016). Genetic improvement in pigs in Latin America. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(12): 835-843. DOI: 10.1590/S1806-92902016001200007.
- Barros-Delgadillo, JC, & Castillo-Ruiz, AK. (2017). Resultados de los ciclos con transferencia de embriones desvitrificados: experiencia institucional de seis años. *Ginecología y obstetricia de México*, 85(7), 421-432. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0300-90412017000700421&lng=es&tlng=es.
- Bruno-Galarraga, M.M., Cueto, M., Gibbons, A.E., Peireyra-Bonnet, F., Catalano, R., González, B. (2014). Repeatability of superovulatory response to successive FSH treatments in Merino sheep. *Small Ruminant Research*. 120 (1), 84-89. DOI: 10.106/j.smallrumres.2014.04.002.
- Cruz-Coke, M.R. (2003). Valoración de trabajos clásicos en la historia de la genética. *Revista médica de Chile*, 131(2): 220-224. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872003000200014>
- Falk, R. (2010). Mendel's legacy: The origins of classical genetics. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(4): a000374. DOI: 10.1101/cshperspect.a000374.
- Grupen, C.G. (2014). The evolution of porcine embryo *in vitro* production. *Theriogenology* 2014;(81): 24-37. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24274407/>.
- IHGSC (2021). International Human Genome Sequencing Consortium. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 409 (6822): 860-921. DOI: 10.1038/35057062.
- Lenis Sanin, Y., Carrillo González, D.F., Barrios, D. Rincón, J.C. (2021). Inseminación artificial y liderazgo rural. *Editorial, Universidad Nacional de Colombia*. Colecciones Sede Palmira. pp 76. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81417>.
- Mancias Andrade, O.V. (2020). Producción *in vitro* y transferencia de embriones porcinos: Revisión de Li-

- teratura. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras*, 1.28. <https://bdigital.zamorano.edu/items/1fae2e9c-e28e-446b-b8ab-bd402707efd6>
- Marizancén Silva, M. A., & Artunduaga Pimentel, L. (2017). Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 8(2), 247–259. <https://doi.org/10.22490/21456453.2050>.
- Martínez-Rojero, R., Mejía-Villanueva, O., Zarco-Quintero, L., Mastache-Lagunas, A., Reyna-Santamaría, L. (2017). Evaluación de un protocolo de superovulación para transferencia de embriones en ovejas Criollas de la Montaña de Guerrero. *Abanico veterinario*, 7(3): 30-36. <https://doi.org/10.21929/abanivet2017.73.3>
- Mucci, N., Aller, J.F., Kaiser, G.G., Hozbor, F., Alberio, R.H. (2006). Producción in vitro de embriones bovinos: suplementación de los medios de cultivo con suero. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 38(2): 97-104. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2006000200002&script=sci_arttext
- Piñeira, J., Riveros, J.L., Felmer, R. (2009). Herramientas de última generación para mejoramiento genético animal, INIA Tierra Adentro, mayo junio: 42-45. <https://inia.uy/proyectos/herramientas-para-incrementar-el-mejoramiento-genetico-animal>.
- Revidatti, M. A., & Pinto, L. F. B. (2017). Animal breeding in Latin America: Current status and future perspectives. *Frontiers in Genetics*, 8, 196. DOI: 10.3389/fgene.2017.00196.
- Salamanca Gómez, F. (2004). III. Nature, 25 de abril de 1953. *Gaceta médica de México*, 140 (2), 246-250. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132004000200029&lng=es&tlng=es.
- Sanoja Breña, A. (2016). Doble transferencia embrionaria consecutiva D3/D5-6: una alternativa para mejorar las tasas de embarazo en pacientes sometidas a fertilización in vitro/transferencia embrionaria (FIV/TE). *Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela*, 76(4), 266-276. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322016000400006&lng=es&tlng=es.
- Tocarruncho Cely, F. A. (2015). Superovulación y transferencia de embriones en bovinos. pp 34. https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/372
- Urbán Duarte, D., Álvarez Gallardo, H., Pérez Reynoso, S., & Torre Sánchez, J. F. (2020). Producción in vitro de embriones porcinos con el uso de un sistema de medios de cultivo químicamente semi-definidos. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1): 102-115. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4757>
- Whitelaw, C. B., Sheets, T. P., & Lillico, S. G. (2015). Engineering animal genomes: Progress and prospects. *Journal of Animal Science*, 93(1), 28-35. DOI: 10.2527/jas.2014-8527.
- Wray-Cahen, D., Bodnar, A., Rexroad, C. et al. (2022) Advancing genome editing to improve the sustainability and resiliency of animal agriculture. *CABI Agric Biosci* 3, 21. <https://doi.org/10.1186/s43170-022-00091-w>.
- Yoon KW, Shin TY, Park JI, Roh S, Lim J, Lee BC, Hwang WS, Lee ES. 2000. Development of porcine oocytes from preovulatory follicles of different sizes after maturation in media supplemented with follicular fluids. *Reproduction, Fertility and Development*, 12:133–139. doi: 10.1071/rd00027.