

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE HEMBRAS BOVINAS EMPLEADAS COMO RECEPTORAS EN UN PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES IN VITRO EN EL DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO, COLOMBIA

EVALUATION OF THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF BOVINE FEMALES USED AS RECIPIENTS IN AN IN VITRO EMBRYO TRANSFER PROGRAM IN THE DEPARTMENT OF PUTUMAYO, COLOMBIA

Dubel Reinaldo Cely Leal¹
 Dixon Fabián Flórez Delgado²
 Carlos Mario Duque Cañas³
 Sthefany Daniela⁴
 Yoicy Robledo⁵

Resumen

Las hembras receptoras bovinas juegan un papel importante en el proceso de transferencia de embriones. El objetivo de esta investigación fue analizar la tasa de preñez de cuatro grupos raciales de hembras receptoras en un programa de transferencia de embriones in vitro. Para ello, se seleccionaron 566 animales distribuidos en *Bos indicus* 250, *Bos taurus* 150, Mestizas 137 y F1 29. Se analizaron la tasa de preñez por grupo racial, tasa de preñez de acuerdo a la lactancia y tasa de preñez de acuerdo al número de partos. Se presentó mejor tasa de preñez en las hembras mestizas respecto a los demás grupos raciales con una media del 83,21%. De la misma manera, las hembras que no se estaban lactando y multíparas (cinco partos) presentaron mejor respuesta en cuanto a tasa de preñez con el 80,87% y 90%. Se concluye que las hembras mestizas, hembras no lactantes y multíparas presentaron mejor tasa de preñez.

Palabras clave: Hembras receptoras, Sincronización, Transferencia de embriones in vitro.

Abstract

Bovine recipient females play an important role in the embryo transfer process. The objective of this research was to analyze the pregnancy rate of four racial groups of recipient females in an in

Recepción: 09 de Mayo de 2024 / Evaluación: 10 de Junio 2024 / Aprobado: 09 de Julio de 2024

¹Médico Veterinario Zootecnista, Magíster en Salud y Producción Animal, Docente Tiempo Completo. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Email: dubel.cely@unipamplona.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9075-0125>.

²Zootecnista, Magister en Sistemas Sostenibles de Producción, Docente Tiempo Completo. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia, Zootecnista, Magister en Sistemas Sostenibles de Producción. Email: dixon.florez@unipamplona.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3915-8396>.

³Médico Veterinario Zootecnista, Doctor en Ciencias Agrarias, Docente Tiempo Completo. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia, Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Email: carlosmario.duque@unipamplona.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7286-62040>.

⁴Ingeniera Ambiental, Maestrante en Sistemas Integrados de Gestión: Prevención, Medio Ambiente y Calidad. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Email: sthefany.gonzalez@unipamplona.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4905-1040>.

⁵Administradora de Empresas, Magíster en Administración, Líder de Proyectos de Regalías. Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Pamplona. Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Email: yoicy.robledo@unipamplona.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5684-552X>.

in vitro embryo transfer program. For this, 566 animals distributed in *Bos indicus* 250, *Bos taurus* 150, Mestizas 137 and F1 29 were selected. The pregnancy rate by racial group, pregnancy rate according to lactation and pregnancy rate according to the number of births. There was a better pregnancy rate in mixed-race females compared to other racial groups with an average of 83.21%. In the same way, females that were not lactating and multiparous (five births) presented a better response in terms of pregnancy rate with 80.87% and 90%. It is concluded that mixed-race females, non-lactating and multiparous females had a better pregnancy rate.

Keywords: Recipient females, synchronization, in vitro embryo transfer.

Introducción

La transferencia de embriones (TE) se ha convertido en la técnica más utilizada en todo el mundo como herramienta de mejoramiento genético (Salgado, Mejía y Suárez, 2011). Esta biotecnología se empezó a usar de manera comercial en los hatos bovinos desde la década de los 70 (Hasler, 2019). Sudamérica ocupa el primer puesto en producción in vitro y transferencia de embriones con el 52.54%, superando a Norteamérica que ocupa el segundo lugar con el 39,99% (Beltrán, Gómez y Marulanda, 2023). Los ganaderos colombianos no han sido la excepción en iniciar con estos procesos de biotecnología reproductiva en sus predios que contribuyen al mejoramiento del pie de cría y a su vez en la productividad y rentabilidad. Especialistas dedicados a la transferencia de embriones y algunos productores prefieren hembras receptoras novillas, mientras que otros eligen vacas con un historial de alta fertilidad (Romo, 2023). Las receptoras lactantes tienen la ventaja de contar con un historial reproductivo favorable conocido ya que tienen el becerro al pie. Sin embargo, las vacas abiertas con una historia reproductiva desconocida deben ser examinadas cuidadosamente antes de ser incluidas en el programa de transferencia de embriones, de lo contrario se corre el riesgo de que la respuesta ovulatoria o la preñez no sean satisfactorias (Lang, Brinley y Wagner, 2019).

Los protocolos de sincronización de celos son una técnica biológica que consiste en manejar el ciclo estral mediante el empleo de hormonas exógenas con la idea de concentrar la presentación de los celos y así de esta manera acortar la detección de celo, permitiendo predecir el momento de estro con una seguridad razonable (Maatje, Loeffler y Engel, 1997). Dado el valor comercial y genético que tienen los embriones bovinos, es fundamental el poder contar con un protocolo de sincronización de manejo reproductivo de las hembras receptoras que garanticen una buena respuesta ovulatoria y a su vez unas tasas de preñez satisfactorias. En este sentido, resulta de gran importancia que las hembras no tan solo respondan al protocolo de sincronización, sino que, además, presenten un celo de calidad, con buenas estructuras ováricas que permitan asegurar un buen resultado de preñez beneficiando a los productores ganaderos (INIA, 2018).

Existe una variedad de protocolos para la sincronización de celo a tiempo fijo; la cual se hace con el uso de hormonas que permiten que exista una mejor respuesta reproductiva a la hora de la transferencia de embriones. Esta técnica se basa en modificar los ciclos de un grupo de hembras para que haya celos fértiles en días programados facilitando el transporte del material genético (Palomares, 2009). Hay una continua necesidad de simplificar los protocolos de transferencia de embriones bovinos. La incorporación de tratamientos que controlan la dinámicafolicular y la ovulación reducen el problema de la detección de celos y ofrecen posibilidades para la aplicación de la transferencia de embriones a tiempo fijo (Bó et al., 2013). En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la tasa de preñez de transferencia de embriones in vitro de cuatro grupos raciales bovinos del departamento de Putumayo.

Metodología

Lugar de trabajo y animales: La investigación se realizó en ganaderías ubicadas en los municipios de Puerto Asís, Villagarzón, Valle del Guamuez y Orito en el departamento de Putumayo (Colombia), municipios priorizados en el marco del proyecto “Fortalecimiento del sector ganadero mediante la implementación de prácticas sostenibles en el departamento del Putumayo” financiado por el Sistema General de Regalías. Se realizó la selección de 566 hembras receptoras entre novillas y vacas de edades comprendidas entre los 3 y 6 años de componentes raciales *Bos indicus*, *Bos taurus*, Mestizas y F1 (Tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia de las razas empleadas como receptoras durante el proceso de TE

Componente racial	Frecuencia	Porcentaje
<i>Bos indicus</i>	250	44,16
<i>Bos taurus</i>	150	26,50
Mestizas	137	24,20
F1	29	5,12
Total	566	100

Fuente: Los autores

Selección y sincronización de hembras receptoras: la selección de las hembras bovinas se realizó mediante inspección visual y palpación externa para determinar la condición corporal (CC) en las regiones anatómicas pectoral, apófisis espinosas de las vértebras torácicas, apófisis transversas de las vértebras lumbares, tuberosidad coxal, tuberosidad isquiática, costillas y base de la cola. De acuerdo con estos parámetros, se clasificaron en una escala de 1 a 5, siendo 1 animales caquéxicos y 5 animales obesos. Posterior a esto, se realizó evaluación fenotípica para determinar conformación de aplomos, amplitud de la pelvis y tamaño. Luego fueron chequeadas por palpación rectal y ultrasonografía para determinar que no presentaran ninguna anomalía anatómica y fisiológica en su aparato reproductivo. Una vez se constatará su viabilidad fueron sujetas a verificación con ivermectina al 3,15% con una dosificación de 630 mg de Ivermectina por kg de peso vía subcutánea, Posteriormente la aplicación de un multivitamínico con una dosis de 10 ml vía intramuscular y vacuna reproductiva BOVILIS VISTA 5 L5 SQ para Virus de la Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Virus de la Diarrea Viral Bovina (DVB), Virus de la Parainfluenza (PI3), Virus Respiratorio Sincitial Bovino (BRSV), *Leptospira canicola*, *Leptospira grippotyphosa*, *Leptospira hardjo*, *Leptospira icterohaemorrhagiae* y *Leptospira pomona* en una aplicación de una dosis única de 2 ml por hembra receptora.

Después de 25 días se inicia el protocolo de sincronización que constó de:

- **Día 0:** se realizó limpieza de la región vulvar y posteriormente se llevó la implantación de un dispositivo intravaginal de progesterona de 0,5 g y aplicación de 2mg de benzoato de estradiol vía intramuscular.
- **Día 7:** se retiró el dispositivo intravaginal, se aplican 2ml de prostaglandina, 400 UI de Ecg y 0,5 mg de Cipionato de estradiol.
- **Día 9:** se hizo inspección visual para determinar la presencia de celo.
- **Día 16:** se realizó la transferencia de embriones.

Transferencia de embriones in vitro: El día 16 son recibidos los embriones en fresco mediante una transportadora de embriones WTA® y son llevados a cada predio ganadero.

Se realizó palpación rectal de las hembras receptoras donde se evaluó la presencia de cuerpo lúteo y se procedió a llevar a cabo la transferencia aquellas que respondieron al protocolo

hormonal. Los embriones fueron sacados de la transportadora y llevados al estereoscopio donde se evaluó y se preparó en las pajillas para armar la pistola de transferencia y realizar el proceso de trasplantarlos al cuerno uterino del lado en que el ovario realizó la ovulación.

Diagnóstico de gestación: pasados 35 días de la transferencia se realizó chequeo reproductivo mediante ultrasonografía vía rectal para determinar el estado reproductivo del animal.

Finalmente, se determinaron las frecuencias de la tasa de preñez teniendo en cuenta grupo racial, lactancia y número de partos.

Resultados y discusión

En cuanto al grupo racial, las hembras mestizas presentaron la tasa de preñez más elevada con una media del 83,21% (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de preñez por grupo racial

Componente racial	Total animales	Total animales con preñez	% de preñez dentro raza	% preñez general
<i>Bos indicus</i>	250	193	77,20	43,66
<i>Bos Taurus</i>	150	117	78,00	26,47
Mestizas	137	114	83,21	25,79
F1	29	18	62,06	4,07
Media	566	442	78,09	100

Fuente: Los autores

Resultados reportados por diversos autores indican porcentajes de preñez que oscilan entre el 20% y 50% empleando esa biotecnología reproductiva (Al-Katanani et al., 2002; Block et al., 2010; Gonella et al., 2013; Ferraz et al., 2016). Los trabajos de investigación de los últimos años han sido orientados principalmente a los embriones, tendiendo a mejorar su viabilidad después de la transferencia. En contraste, son menores los esfuerzos que se han hecho para incrementar el potencial de las receptoras para preñarse y llevar la gestación a término. Cutini, Teruel y Cabodevila (2000) pudiendo evaluar con este trabajo la respuesta reproductiva de diferentes grupos raciales de hembras receptoras.

Estudios realizados con embriones congelados y vitrificados no reportaron diferencias en la tasa de preñez en bovinos con orientación a la producción de leche (46%), producción de carne (43,2) y doble propósito (43,2%) (Cutini et al., 2000).

Las evidencias en la literatura sobre el efecto de la raza de la receptora sobre el resultado de la transferencia son escasas. Generalmente se prefiere a las razas cruzadas antes que, a las puras, posiblemente porque las primeras sean más fértiles (Duica, Tovia y Grajales, 2007). Aunque la raza no es un factor importante, generalmente se acepta que las vacas cruzadas tienen mayor fertilidad (Maldonado y Bolívar, 2012) concordando con los resultados donde las vacas mestizas originadas de diferentes cruces de razas obtuvieron las mejores tasas de preñez.

El porcentaje de preñez fue mayor en animales que no se encontraban en lactancia con un 80,87% respecto al 76,76% de los animales no lactantes (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de preñez de acuerdo a lactancia

	Total animales	Total animales preñez	% de preñez dentro de estado fisiológico	% de preñez general
Lactancia	383	294	76,76	66,51

No lactancia	183	148	80,87	33,49
Total	566	442	78,09	100

Fuente: Los autores

De acuerdo a lo reportado por Villareal et al. (2009), las hembras de cría presentan las mayores tasas de preñez seguido de las hembras que ya han destetado. Igualmente, las hembras multíparas (5 partos) respondieron en mejor medida al proceso de transferencia de embriones con una tasa media de preñez del 90% (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de preñez de acuerdo a número de partos

Número de partos	Total animales	Total animales preñez	% de preñez dentro de estado fisiológico	% de preñez general
0	117	99	84,61	22,39
1	164	121	73,78	27,37
2	166	131	78,91	29,63
3	71	55	77,46	12,44
4	26	21	80,76	4,75
5	10	9	90,00	2,03
6	8	4	50,00	0,90
7	2	1	50,00	0,22
8	2	1	50,00	0,22
Total	566	442	78,09	100

Fuente: Los autores

Se propone el uso de hembras multíparas como receptora bajo el argumento que ya han parido alguna vez facilitando el proceso del desarrollo del embrión. Por otro lado, las novillas son seleccionadas principalmente como receptoras por razones económicas, logísticas y técnicas, entre ellas bajos niveles de estrés nutricional, nulo historial de problemas sanitarios, además el útero virgen es más apropiado para recibir un embrión transferido. Se considera que, así como en la inseminación artificial, en la transferencia embrionaria se obtiene mayor porcentaje de preñez en novillas que en vacas. Sin embargo, estudios realizados por Cutini et al. (2000) no reportaron diferencia en la tasa de preñez entre novillas y hembra multíparas. Vélez et al. (2017) encontró tasa de preñez mas elevada en vacas en comparación con novillas, considerando a las hembras multíparas receptoras óptimas puesto que cuentan con historial reproductivo conocido lo que garantiza en cierta manera su comportamiento futuro (Palma, 2001; Alberio, 2002; Brito, 2012; Getachew, Lemma y Fesseha, 2020).

Algunos autores citan que en la práctica de la transferencia de embriones a tiempo fijo son las hembras multíparas probadas y con gran capacidad reproductiva aquellas más adecuadas para la recepción embrionaria (Lang, Fontes y Oosthuizen, 2008). Las novillas tienen ventajas debido a que consumen menos alimento, tienen mejor respuesta a la sincronización con PG y se obtiene un índice de preñez 5% superior a las vacas de acuerdo a la reportado por Munar et al. (2013).

Conclusión

Las hembras mestizas, hembras no lactantes y multíparas presentaron mejor tasa de preñez respecto a los demás grupos raciales, hembras lactantes y novillas respectivamente. La adecuada selección de hembras receptoras garantizara buenos resultados o lamentablemente muchos fracasos en los programas de transferencia de embriones in vitro. Las hembras mestizas pueden

ser aprovechadas como receptoras de embriones desde que se realice una adecuada selección fenotípica, reproductiva y sanitaria ya que son animales rústicos, con buena adaptabilidad garantizando buenas tasas de preñez y llevando una gestación a término de alto valor genético.

La nutrición de las hembras receptoras desempeña un factor clave en los resultados obtenidos siendo primordial a la hora de ingresar animales a los procesos de biotecnología reproductiva.

Referencias bibliográficas

- Al-Katanani YM, Drost M, Monson RL, Rutledge JJ, Krininger CE, Block J, Thatcher WW, et al. (2002). Pregnancy rates following timed embryo transfer with fresh or vitrified in vitro produced embryos in lactating dairy cows under heat stress conditions. *Theriogenology*, 58 171-182. doi: 10.1016/S0093-691X(02)00916-0
- Beltrán, D., Gómez, G., y Marulanda, Carlos. (2023). Incidencia de la receptora bovina en los costos de un programa de transferencia de embriones en el triángulo del café en Colombia. *Ingeniería y competitividad*, 25(2). Disponible en <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i2.12819>
- Bó, GA., Peres, L., Pincinato, D., Barruselli, P. y Mapletoft, R. (2013). Programas de sincronización de receptoras de embriones bovinos. X Simposio internacional de reproducción animal. Córdoba, Argentina, 269-282.
- Block J, Bonilla L, Hansen PJ. (2010). Efficacy of in vitro embryo transfer in lactating dairy cows using fresh or vitrified embryos produced in a novel embryo culture medium. *J Dairy Sci* 93:5234-5242. doi: 10.3168/jds.2010-3443
- Brito, BJ. (2012). Manejo de receptoras en programas de transferencia de embriones a tiempo fijo. (Monografía de pregrado). Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Cutini, A., Teruel, M. y Cabodevila, J. (2000). Factores que determinan el resultado de la transferencia no quirúrgica de embriones bovinos. *Revista Taurus*, 2(7), 28-39. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/transplante_embriionario/02-factores.pdf
- Duica, A., Tovio, N. y Grajales, H. (2007). Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de transplante de embriones bovinos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 014, 107-124. <https://www.redalyc.org/pdf/951/95101409.pdf>
- Ferraz, PA., Burnley, C., Karanja, J., Viera-Neto, A., Santos, JEP., Chebel, RC. y Galvão, KN. (2016). Factors affecting the success of a large embryo transfer program in Holstein cattle in a commercial herd in the southeast region of the United States. *Theriogenology*, 86(7), 1834-1841. doi:10.1016/j.theriogenology.2016.05.032
- Getachew, Y., Lemma, A. y Fesseha, H. (2020). Assessment on reproductive performance of crossbred dairy cows selected as recipient for embryo transfer in urban set up bishoftu, Central Ethiopia. *Internacional Journal of Veterinary Science and Research*, 6(1), 80-86. https://www.researchgate.net/publication/342151525_Assessment_on_reproductive_performance_of_crossbred_dairy_cows_selected_as_recipient_for_embryo_transfer_in_Urban_set_up_Bishoftu_Central_Ethiopia
- Gonella, AM; Holguín, G; Montaña, D y Valbuena D. (2013). Corpus luteum diameter and embryo developmental stage are associated with pregnancy rate: data analysis from 17, 521 embryo transfers from a commercial in vitro bovine embryo production program. *Anim Reprod Sci*, 10; 106-111.

- Hasler, JF. (2019). Forty years of embryo transfer in cattle: a review focusing on the journal theriogenology, the growth of the industry in Nort America, and personal reminisces. *Theriogenology*, 81(1), 152-169. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.010>
- INIA (2018). Sincronización de celo para transferencia de embriones congelados en vacas receptoras en Magallanes. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Kampenaike. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4932/Informativo%20INIA%20N%202082?sequence=1>
- Lamb, GG., Fontes, PLP. y Oosthuizen. (2019). In vitro fertilization (IVF) versus multiple ovulation embryo transfer (MOET): Making the decision to use one or both. *Proceedings, Applied Reproductive Strategies in beef cattle*. 233-243- <https://beefrepro.org/wp-content/uploads/2020/09/14-Lamb-C.pdf>
- Lang, JA., Brinley, WJ., y Wagner, WC. (2008). Fertilidad e infertilidad en la práctica veterinaria. Madrid, España: Edigrafos.
- Maatje, K., Loeffler, SH., Engel, B. (1997). Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating the onset of estrus by podometers. *J. Dairy Sci.* 80(6), 1098-1105. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76035-1
- Maldonado, J. y Bolívar, P. (2012). Racionalidad de los esquemas de superovulación y sincronización en la transferencia de embriones en bovinos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21, 436-450. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v21n3/v21n3a13.pdf>
- Munar, C. J; Mujica, I; Martin, E; Irouleguy, J; Huter, S., Alonso, H. y otros. (2013). Factores que afectan la eficiencia de las receptoras en ganado lechero y de carne. *Asociacion Peruana de Reproduccion Animal*, 3(1), 15-22. <https://spermova.pe/site/index.php/revistas/revista-spermova-nro-3-vol-1-2013>
- Palma, G. (2001). Biotecnología de la reproducción. Buenos Aires, Argentina: Ed. INTA, Balcare.
- Palomares García SR. (2000). Revisión de los protocolos empleados en la sincronización de celos en bovinos. (Tesis de pregrado). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá
- Romo, S. (2023). Estado actual de la producción y transferencia de embriones bovinos en México. 8° Simposio Internacional Avances en Reproducción Bovina 13-14 julio, 2023. Enlace
- Salgado, R., Mejía, A., y Suárez, P. (2011). Eficiencia de la respuesta superovulatoria del ganado Brahman al protocolo P-24. *Revista MVZ Córdoba*, 16(2), 2521-2527. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-02682011000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Vélez, IC., Chica, A., Urrego, R., Torres, V., Jiménez-Escobar, C. y Zambrano-Varon, J. (2017). Producción in vitro de embriones a partir de complejos cúmulos oocitos tipo II en bovinos *Bos indicus*. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(2), 76-87. <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4372>
- Villarreal, J., García, Guerra., A. y Brogliatti, GM. (2009). Relación entre diferentes categorías de receptoras de embriones bovinos y la tasa de preñez: una experiencia en la provincia de Chubut. VIII Simposio Internacional de Reproducción Animal-IRAC. 113. <https://iracbiogen.com/wp-content/uploads/2021/06/RESUMEN-8-Simposio-Internacional-de-Reproduccion-Animal-2009.pdf>