

Mayes, M.a. Sirard M.a. Effect of type 3 and type 4 Phosphodiesterase Inhibitors on the Maintenance of Bovine oocytes in Meiotic Arrest. En: Biol Reprod, Vol. 66, 180-184, 2002

Mcgee, E., y Hsueh, A. Initial and Cyclic Recruitment of Ovarian Follicles. En: Endocr Rev, Vol. 21, No. 2, 200-214, 2000.

Motlik, J., Paulok, A., Kubelka, M., Kalous, J., Kalab, P. Interplay between cdc2 Kinase and Map Kinase Pathway during Maturation of Mammalian Oocytes. En: Theriogenology, Vol. 49, 461-469, 1998.

Nashta, F., Waddington, D., y Campbell, K. Maintenance of Bovine Oocytes in Meiotic Arrest and subsequent Development in vitro: A Comparative Evaluation of Antral Follicle Culture with Other Methods. En: Biol Reprod, Vol. 59, 255-262, 1998.

Richard, F., Regulation of Meiotic Maturation. En: J. Anim Sci, Vol. 85, E4-E6, 2007.

Salomone, D., Damiani, P., Fissore, R., Robl, J, DUBY, R. Biochemical and Developmental Evidence that Ooplasmic Maturation of Prepubertal Bovine Oocytes is Compromised. En: Biol Reprod, Vol. 64, p 1761-1768, 2001.

Salustri, A., Yanagishita, M., Underhill, C., Laurent, T., y Hascall, V. Localization and Synthesis of Hyaluronic Acid in the Cumulus Cells and Mural Granulosa Cells of the

Preovulatory Follicle. En: Dev Biol, Vol. 151, 541-551, 1992.

Shamsuddin, M., Larsson, B., Rodriguez-Martinez, H. Maturation-Related Changes in Bovine Oocytes under Different Culture Conditions. En: Anim Reprod Sci, Vol. 31, 49-60, 1993.

Sirard, M., y First, N. In vitro Inhibition of Oocyte Nuclear Maturation in the Bovine. En: Biol Reprod, Vol. 39, No. 229-234, 1988.

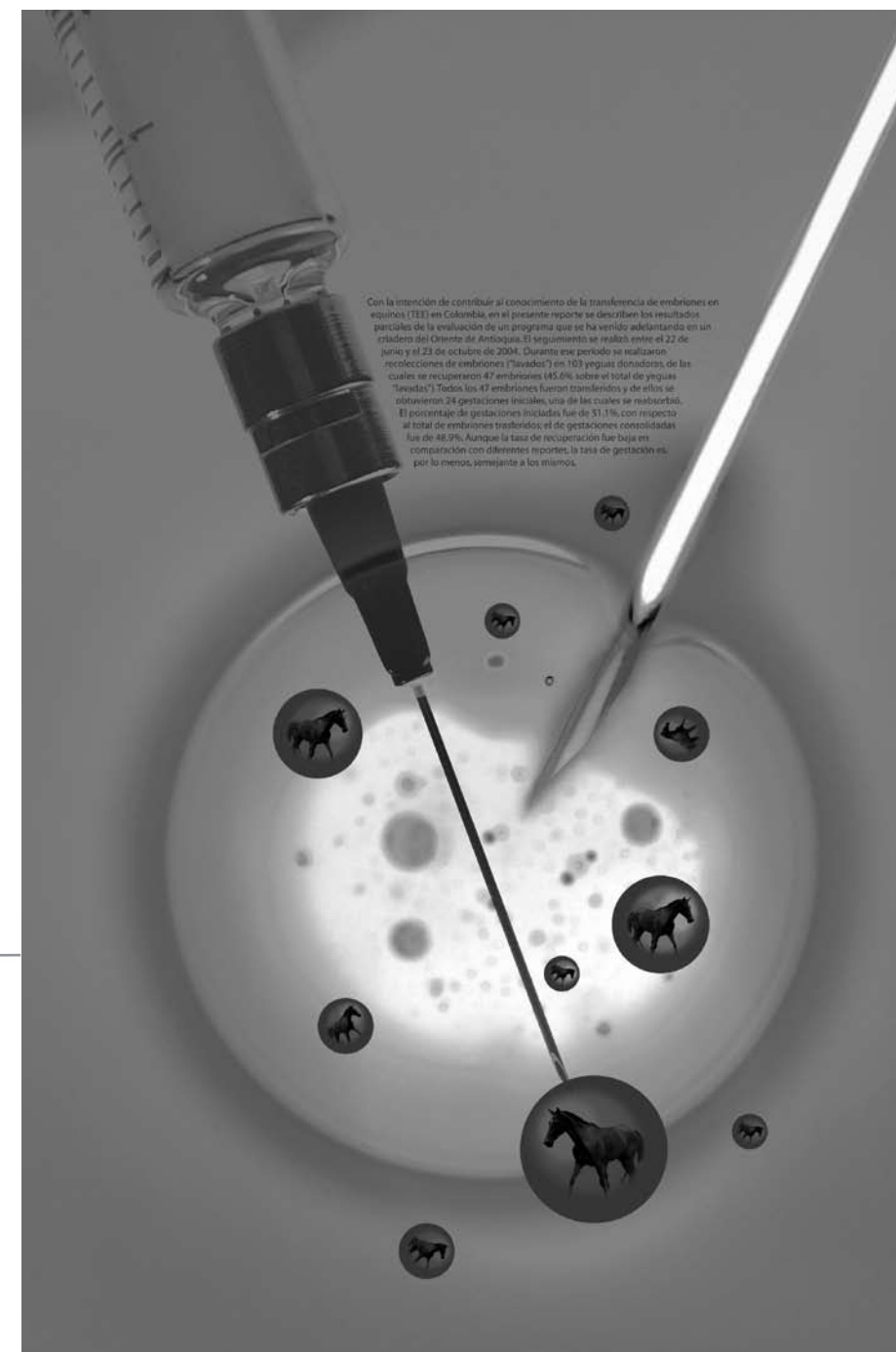
Sirard Ma. Temporary inhibition of in vitro meiotic resumption by adenylate cyclase stimulation in immature bovine oocytes. En: Theriogenology, Vol. 31, p. 257, 1989.

Thomas, R, Armstrong, D., y Gilchrist, R. Differential Effects of Specific Phosphodiesterase Isoenzyme Inhibitors on Bovine Oocyte Meiotic Maturation. En: Developmental Biology, Vol. 244, 215-225, 2002.

Tsafiri, A., y Channing, C. Influence of Follicular Maturation and Culture Conditions on the Meiosis of Pig Oocytes in vitro. En: J Reprod Fertil, Vol. 43, 149-152, 1975.

Wassarman, P., y Albertini, D. The Mammalian Ovum. In: Knobil, E., y Neill, J.D. (Eds.). The Physiology of Reproduction, Vol. I. Second edition. Raven-Press, New York, 79-122, 1994.

Whitaker, M. Control of Meiotic Arrest. En: Rev Reprod, Vol. 1, 127-135, 1996.



Con la intención de contribuir al conocimiento de la transferencia de embriones en equinos (TEE) en Colombia, en el presente reporte se describen los resultados parciales de la evaluación de un programa que se ha venido adelantando en un criadero del Oriente de Antioquia. El seguimiento se realizó entre el 22 de junio y el 23 de octubre de 2004. Durante ese periodo se realizaron recolecciones de embriones ("lavados") en 103 yeguas donadoras, de las cuales se recuperaron 47 embriones (45.6% sobre el total de yeguas "lavadas"). Todos los 47 embriones fueron transferidos y de ellos se natiervieron 24 gestaciones iniciales, una de las cuales se reabsorbió. El porcentaje de gestaciones iniciadas fue de 51.1%, con respecto al total de embriones transferidos; el de gestaciones consolidadas fue de 46.8%. Aunque la tasa de recuperación fue baja en comparación con diferentes reportes, la tasa de gestación es por lo menos, semejante a los humanos.

Transferencia de embriones en equinos: evaluación de un programa

Daniel Fernando Castaño
Ramón Múnera
Jorge Enrique Gómez Oquendo
Hemeson Moncada Ángel

Autores

DANIEL FERNANDO CASTAÑO

Ingeniero Agropecuario.

RAMÓN MÚNERA

Médico Veterinario

JORGE ENRIQUE GÓMEZ OQUENDO

Médico Veterinario

HEMESON MONCADA ÁNGEL

Doctor en Medicina Veterinaria.

Recibido: 25 de enero de 2008

Aprobado: 25 de febrero de 2008

Resumen

Con la intención de contribuir al conocimiento de la transferencia de embriones en equinos (TEE) en Colombia, en el presente reporte se describen los resultados parciales de la evaluación de un programa que se ha venido adelantando en un criadero del Oriente de Antioquia. El seguimiento se realizó entre el 22 de junio y el 23 de octubre de 2004. Durante ese período se realizaron recolecciones de embriones ("lavados") en 103 yeguas donadoras, de las cuales se recuperaron 47 embriones (45.6% sobre el total de yeguas "lavadas"). Todos los 47 embriones fueron transferidos y de ellos se obtuvieron 24 gestaciones iniciales, una de las cuales se reabsorbió. El porcentaje de gestaciones iniciadas fue de 51.1%, con respecto al total de embriones transferidos; el de gestaciones consolidadas fue de 48.9%. Aunque la tasa de recuperación fue baja en comparación con diferentes reportes, la tasa de gestación es, por lo menos, semejante a los mismos.

Estos resultados, además de ser muy auspiciosos para el desarrollo de esta biotecnología y para el mejoramiento genético de la caballada nacional, demostraron una cierta influencia estacional en la reproducción de los caballos criollos colombianos, que ya había sido reportada en otra investigación (otálvaro, 1990)

Palabras clave

Desempeño reproductivo, equinos, estacionalidad, reproducción equina, transferencia de embriones.

Abstract

As a contribution to the knowledge of the progress of the Equine Embryo Transfer (EET) in Colombia, partial results of the evaluation of a program that's being on in a horsefarm in the East region of Antioquia are described. The follow was done between the 22th June and the 23rd October 2004. During this period, "washing" (embryo collection) was performed in 103 donor mares, from which 47 embryos were collected (that means collection in 45.6% of the washed mares). All 47 embryos collected were transferred and 24 initial pregnancies were achieved, but one of them got lost.

The proportion of pregnancies started over the total number of transferred embryos was 51.1%; the proportion of consolidated pregnancies was 48.9%. Although the proportion of recovered embryos was low, compared to different reports, the pregnancy rate is at least similar to that in those reports. This results are not only auspicious for the development of this biotechnology and for the genetic progress of the Colombian criollo horse industry; they also demonstrated a certain seasonal influence on the reproductive performance of the Colombian criollo horses, first reported by a previous research (Otálvaro, 1966).

Key Words

Embryo Transfer, Equine, Equine Reproduction, Reproductive Performance, Seasonality.

Transferencia de embriones en equinos: evaluación de un programa

Daniel Fernando Castaño

Ramón Múnera

Jorge Enrique Gómez Oquendo

Hemeson Moncada Ángel

POLITÉCNICA No. 6 | enero - junio de 2008, pp. 65 - 74

Introducción

La técnica de transferencia de embriones comenzó a utilizarse en Colombia desde finales de la década de los años 70, con unos primeros ensayos en conejas y en bovinos en la Universidad de Caldas. Allí mismo se realizó, por ese tiempo, y por primera vez en el mundo, la implantación de un embrión equino en una mula, de la cual nació finalmente un potrillo (Suárez, 2004). Después de altibajos la técnica volvió a utilizarse en equinos desde finales de los años 80 y comienzo de los 90, al punto que hoy constituye una práctica frecuente en criaderos de Cundinamarca, el Valle del Cauca, y muy especialmente de la región cafetera (Antioquia, Risaralda, Caldas y Quindío); los departamentos mencionados albergan la mayor población y buena parte de los ejemplares criollos colombianos de mejor calidad. Antioquia es el departamento caballista por excelencia de Colombia y es, además, el departamento donde mayor número de transferencias de embriones en

equinos se realiza en la actualidad. En esta región está ubicado un buen número de los profesionales más idóneos en esta técnica y los criadores han mostrado la mayor disposición a utilizarla, para permitir la reproducción de sus ejemplares sin perjudicar el desempeño de los mismos en las pistas. La transferencia de embriones en equinos (TEE) es una biotécnica especializada que va mejorando día a día, pero el conocimiento de sus técnicas y resultados permanece un poco desconocido de la opinión pública y aún de los públicos especializados, tal vez por falta de tiempo de los profesionales especializados para escribir los reportes de su trabajo, o por modestia de las mismas personas, que no consideran sus logros como suficientemente importantes para merecer un informe escrito. Eso es entonces lo que se pretende con esta publicación: describir los resultados parciales de un programa que se ha venido adelantando desde hace algunos años en un criadero del oriente de Antioquia.

Antecedentes

Mientras el nacimiento de un potrillo como resultado de transferencia de embriones en equinos (TEE) fue reportado por primera vez en el mundo por Otsumi y Oguri, en 1972 (Arenas, 2001), el primer reporte en Colombia se dió en 1981, en la Universidad de Caldas, con una particularidad histórica: fue la primera gestación provocada por transferencia de embriones en una mula (Suárez, 2004). Diez años más tarde se supo del nacimiento de otro potrillo por TEE en el criadero "Las Guacas", en cercanías de Popayán, con el cual aparentemente comenzó el primer programa consistente de esta biotécnica en el país (Ramos, 2002). De allí en adelante comenzaron a conocerse otros programas, como uno en el criadero "La Virginia" y otro en el criadero "La Luisa", ambos en el Departamento del Valle del Cauca, este último con la

inclusión de 110 donadoras y 400 receptoras entre mayo de 1999 y agosto de 2002 (Ramos, 2002). En el Departamento de Antioquia han sido conocidos un programa en el criadero "La Loma" y otro en el criadero "Santamaría".

Algunos resultados destacables

En nuestro país son bien conocidos los resultados de un prestigioso especialista colombiano que trabaja en Norteamérica desde hace más de veinticinco años, el Dr. J.C. Samper, un resumen de cuyos logros durante el período 1990 -1998 se presenta a continuación (Tabla No. 1):

Tabla No. 1. Resumen de los resultados obtenidos por J. C. Samper en Transferencia de Embriones en Equinos (TEE) en diferentes localidades de Norteamérica entre 1990 y 1998. (Ssmper, 2000).

Período	No. de Lavados	No. y % de embriones recuperados	No. y % de gestaciones día 14 a 21	No. y % de gestaciones día 45 a 60
1990 -91	120	73 (59.8)	13 (17.8)	11 (15.1)
1991-92	207	166 (80.1)	72 (43.4)	56 (33.7)
1992-93	258	170 (75.1)	75 (44.0)	38 (38.0)
1993-94	283	233 (82.3)	132 (56.6)	122 (52.4)
1994-95	173	160 (92.4)	99 (61.1)	90 (56.2)
1995-96	794	156 (80.4)	103 (66.0)	94 (60.0)
1996-97	61	44 (72.0)	22 (50.0)	20 (45.4)
1997-98	236	163 (69.0)	91 (55.8)	74 (45.3)
Primavera 1998	282	71 (25.2)	51 (71.8)	-
1998	-	-	-	-
Total	1616	1236 (76.4)	685 (53.2)	505 (45.4)

Llama la atención en la tabla anterior el progreso observado en cuanto a número y porcentaje de embriones recuperados entre 1990 y 1995, y como resultado de éste, el número y porcentaje de gestaciones diagnosticadas como establecidas entre los días 14 y 21 y entre los días 45 y 60 postinseminación.

A las gestaciones que no se volvieron a establecer en el segundo período de diagnóstico se las consideró como reabsorción embrionaria. Si se tiene en cuenta que en cada yegua y en cada ciclo de lavado habrá uno o máximo dos embriones, la tasa total de embriones recuperados es bastante alta (76.4%), pero la cifra más importante es la tasa de preñeces diagnosticadas entre los 45 y 60 días (45.4%), que revela que casi

la mitad de los embriones transferidos dieron lugar a una gestación. Ahora, si se toma en cuenta el número total de intentos de recuperación de embriones (denominados como "lavados" en la tabla) y se lo compara con la tasa de preñez entre 45 y 60 días, se observa que el éxito final es del 31.25%, o sea que se obtiene una gestación por cada tres donadoras "lavadas". Ya en el ámbito nacional, en el año 2002 se conocieron los resultados de una evaluación realizada al programa del criadero "La Luisa", en Jamundí (Valle del Cauca; Ramos, 2002). Los datos analizados cubrieron el período comprendido entre mayo de 1999 y agosto de 2002; un resumen de las cifras más importantes de este estudio nos muestra que:

El número de intentos de recuperación de embriones fue	2226
El número de embriones recuperados fue	1186 (53.27%)
El número de gestaciones obtenidas fue	671 (58.21%)
El porcentaje de gestaciones perdidas fue	10.4%

Estas cifras nos permiten deducir, además, que la proporción de gestaciones obtenidas con respecto al número total de yeguas lavadas fue del 30.21%, una cifra que está muy próxima a la reportada por Samper. La transferencia de embriones en equinos fue propuesta inicialmente como un método promisorio para obtener potrillos de yeguas viejas subfértiles; sin embargo, en algunos experimentos se ha demostrado que muchos de los oocitos producidos por estas yeguas son defectuosos y tienen un bajo porcentaje de supervivencia cuando se transfieren a las receptoras. La mayor dificultad en la TEE hasta el momento, cuando se la compara con la transferencia de embriones en bovinos, radica en la dificultad de inducir procesos de superovulación en las yeguas. El obstáculo inicial, representado por la necesidad de mantener un numeroso grupo de yeguas receptoras en el mismo lugar

donde se tenía la donadora o la necesidad de transportar las donantes a centros de transferencia de embriones, fue superado gracias al desarrollo de procedimientos exitosos de transporte de embriones refrigerados o, incluso, de congelación de embriones. Esto ha permitido la posibilidad de ofrecer a los criadores un servicio mejor y más amplio. La transferencia embrionaria propiamente dicha puede ser realizada de forma quirúrgica o no quirúrgica, sin importar si el embrión es transferido inmediatamente después de ser recuperado o después de ser refrigerado. Históricamente, la transferencia embrionaria quirúrgica ha dado los mejores y más consistentes resultados de preñez; sin embargo en comunicaciones recientes acerca del uso de la técnica no quirúrgica se reportan porcentajes de éxito iguales a los de la técnica quirúrgica (Vanderwall, 2004).

Materiales y métodos.

El criadero "Santamaría" está localizado en el municipio de Rionegro (Antioquia), cuyas coordenadas corresponden a los 4° latitud norte y 75° longitud oeste, a una altura de 2125 m sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 17°C, una precipitación promedio anual de 1714 mm y una humedad relativa que fluctúa alrededor del 80%. El criadero es una organización dedicada a la cría, levante, preparación, selección y multiplicación de caballos criollos colombianos de los diferentes andares (trocha, trote, galope y paso fino colombiano). Los criterios de selección que se utilizan en el criadero son muy exigentes y los ejemplares que se manejan se encuentran entre los de mejor desempeño en las pistas colombianas. Por tal razón, el criadero ha optado por tener su propio programa reproductivo, que incluye un estrecho monitoreo del comportamiento reproductivo de las yeguas, colección y procesamiento de semen y colección y transferencia de embriones. De igual manera se realizan diagnósticos de gestación y exámenes reproductivos a yeguas problema, los cuales se complementan con procedimientos bacteriológicos y farmacológicos. Estos servicios se prestan también a otros criaderos. La selección y manejo, tanto de las donadoras como de las receptoras, corrió a cargo del profesional que conduce todo el programa reproductivo del criadero, de acuerdo con los criterios para la raza, y los establecidos por él y por los propietarios. De la misma manera se mantuvieron los cuidados nutricionales y sanitarios que se tienen implementados en el centro desde hace varios años. El programa de transferencia de embriones se lleva a cabo en el mismo criadero: allí se mantienen las donadoras y las receptoras, allí se hacen las recolecciones ("lavados") de embriones, se los evalúa y se los transfiere.

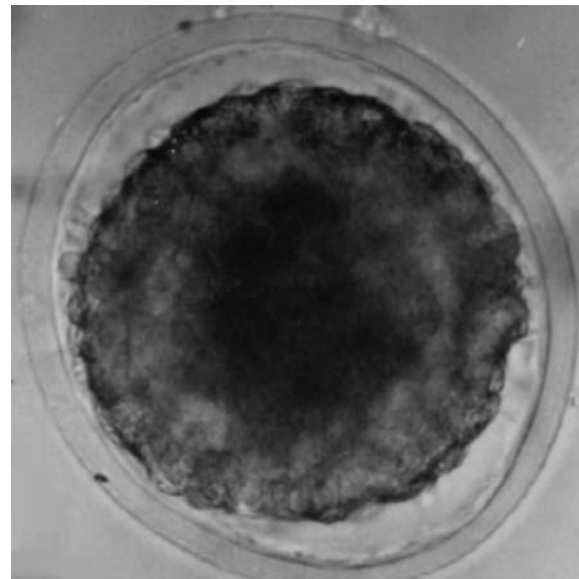


Imagen 1. Embrión equino en estado de blastocisto. Fuente: Betteridge (2007).

Tanto las recolecciones como las transferencias se realizaron utilizando métodos no quirúrgicos. El semen utilizado para la inseminación de las donadoras provino de los reproductores del mismo centro. Para la evaluación del programa se realizó la recuperación de embriones ("lavado") en 103 yeguas donadoras, durante el período comprendido entre el 22 de junio y el 23 de octubre de 2004. Algunas yeguas donadoras fueron seguidas y "lavadas" en más de un ciclo; sin embargo, para efectos de la evaluación, cada "lavado" se consideró como una yegua diferente. Durante el procedimiento se trataba de ser muy exactos en la cuenta de los días transcurridos para realizar la recuperación (7 a 8 días después de la ovulación, dependiendo de la yegua), con la intención de recuperar siempre un blastocisto temprano. El diagnóstico de gestación por ultrasonido se practicó entre los 13 y los 15 días después de la ovulación de la donadora o 6 a 8 días después de la transferencia del embrión.

Resultados.

Los trabajos realizados durante el período mencionado permitieron la recuperación de 47 embriones, seis de ellos recuperados de tres yeguas como resultado de ovulaciones dobles. El resultado final del proceso fue el siguiente:

Procedimientos de recuperación ("lavados"):	103
Número de embriones recuperados:	47
Porcentaje de embriones recuperados/"lavados":	45.63%
Número de embriones implantados:	24
Porcentaje de embriones implantados:	51.06%
Número de gestaciones obtenidas:	23
Porcentaje de gestaciones obtenidas/embriones transferidos:	48.93%
Porcentaje de gestaciones obtenidas/"lavados":	22.33%

Todos los embriones colectados fueron transferidos; la calidad de ellos fue buena, excepto tres de baja calidad, que presentaban problemas en la zona pelúcida. Se recuperaron también dos oocitos no fertilizados que, obvia-

mente, no fueron transferidos. La recolección de los datos se realizó por períodos mensuales, con el objeto de hacer un seguimiento más estrecho de la información; los resultados de ese seguimiento se presentan en la tabla No. 2.

Tabla No. 2. Distribución mensual de los eventos durante el período de evaluación.

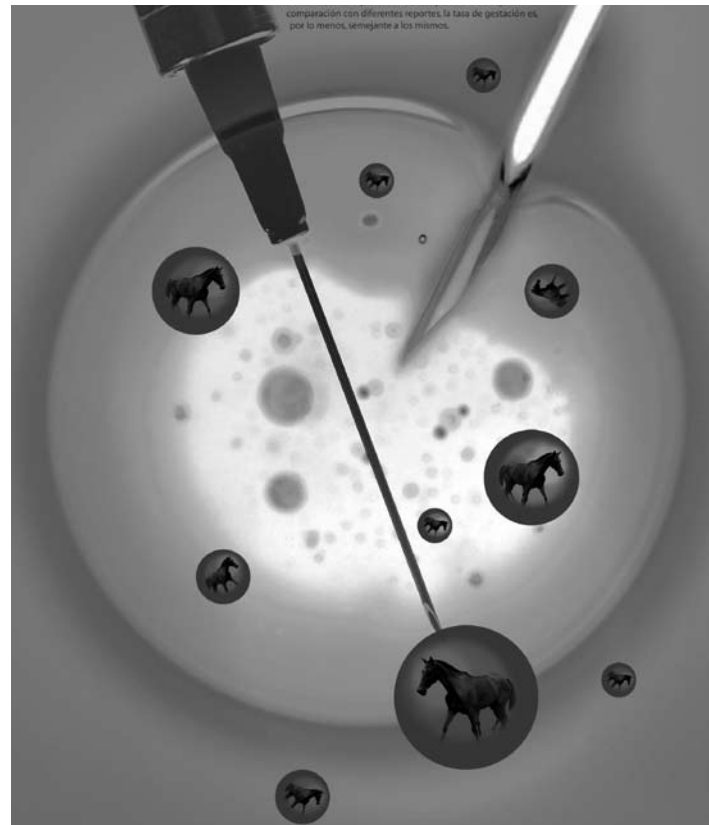
Período	No. de yeguas "lavadas"	No. (%) de embriones recuperados	No. (%) de embriones implantados
22 de junio a 21 de julio	38	17 (44.7)	9 (52.9)
27 de julio a 21 de agosto	22	6 (27.3)	3 (50.0)
25 de agosto a 25 de septiembre	15	8 (53.3)	4 (50.0)
27 de septiembre a 23 de octubre	28	16 (57.1)	8 (50.0)
Total	103	47 (45.6)	24 (51.1)

Análisis y discusión de los resultados.

El número de procedimientos de recuperación realizado durante el período de evaluación

del programa (103) es relativamente amplio e indica que en el centro se están realizando unos 300 "lavados" por año, una cifra muy respetable, inclusive para centros semejantes en los países desarrollados. El porcentaje de embriones recuperados sobre el total de "lavados" realizados

(45.63%) es más bajo que el reportado por Ramos en 2007 y aún más que el reportado por Samper, en 2000, en parte – tal vez - como consecuencia de la caída en la fertilidad que se observa en las yeguas criollas colombianas en el segundo semestre del año. No tuvimos elementos suficientes para ponderar el peso que hayan podido tener ese factor u otros, tales como la fertilidad potencial del semental, la presencia de infecciones en las donadoras o en las receptoras en los períodos previos al procedimiento, la condición corporal, la procedencia y el tiempo de aclimatación de las receptoras en el criadero, etc. Por el contrario, las tasas de embriones implantados (51.06%) y la de gestaciones obtenidas sobre el número total de embriones transferidos (48.93%) fueron muy parecidas a las de Ramos y Samper. Estos datos, más la ocurrencia de una sola reabsorción embrionaria (3.13%), sugieren que el grado de eficiencia técnica de los encargados del programa es, por lo menos, comparable al de los otros investigadores, y que las causas para el más bajo porcentaje de embriones recuperados están por fuera de esa esfera. Las cifras presentadas en la tabla No. 2 podrían apoyar la ya mencionada relativa estacionalidad reproductiva de las yeguas criollas colombianas, que fue reportada en 1996 por Otálvaro: el 64% de las yeguas “lavadas” se trabajó en el primero y en el cuarto meses de observación, lo cual puede ser indicio de mayor actividad reproductiva en ese momento; sin embargo, la tasa de gestación obtenida en cada uno de los cuatro meses fue prácticamente idéntica, aun cuando el número de embriones fuera dos o tres veces mayor. Todo esto podría indicar que, a pesar de que la actividad reproductiva aparente fuera mayor en julio y octubre, la fertilidad real sigue siendo igual en todos los meses (por lo menos en cuanto a transferencia de embriones se refiere).



Conclusiones y recomendaciones.

La transferencia de embriones es una biotécnica que ha irrumpido con fuerza en la industria equina colombiana. El éxito de algunos programas, como el que se evalúa en el presente reporte, indican no sólo la buena aptitud de los caballos criollos colombianos para este propósito sino también la alta capacidad técnica de los profesionales de este país. Éstos son excelentes presupuestos para utilizar esta tecnología en la multiplicación acelerada de la genética de que disponemos. Algunos autores reportan que la tasa de recuperación de embriones en equinos se encuentra alrededor de 60% y que ello va de la mano del buen seguimiento que se haga del comportamiento reproductivo de las donadoras, del buen estado reproductivo de las mismas y de las inseminaciones bien hechas. La relativa baja tasa de recuperación que se logró en esta explotación durante el período evaluado pudo estar influenciada por la presencia en el grupo de donadoras de varias yeguas viejas, subfértiles, con transtornos uterinos. Por tal razón sería recomendable

no incluir tales ejemplares como donadoras, o hacerlo pero sólo como parte de una muestra muy grande, para evitar sesgos en los resultados. Las observaciones realizadas permiten intuir que la relativa estacionalidad reproductiva de las yeguas criollas colombianas, que se ha mencionado ya en programas de inseminación artificial, afecta también la proporción de donadoras que ciclan adecuadamente y la tasa de recuperación de embriones. Un estudio más amplio, más prolongado y con mayor número de ejemplares involucrados arrojaría resultados más consistentes y podría ofrecer indicaciones que permitieran mejorar aún el desempeño reproductivo de la caballada nacional. La transferencia de embriones es una técnica en proceso que permitirá un gran desarrollo genético a nuestra caballada, incrementando su importancia mundial, aunque para ello es necesario establecer parámetros que permitan mejorar los índices de concepción. Los esfuerzos que se han hecho en esta dirección son loables y deben continuar.

Bibliografía

Arenas, Jenny Patricia. Transferencias de embriones en el Criadero "La Luisa": Influencia de la calidad y desarrollo del embrión y del sincronismo Donante – Receptora en las tasas de preñez. Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Trabajo de grado de medicina veterinaria, 2001.

Betteridge KJ. Equine embryology: An inventory of unanswered questions. Theriogenology, No. 68S, pp. S9-S21, 2007.

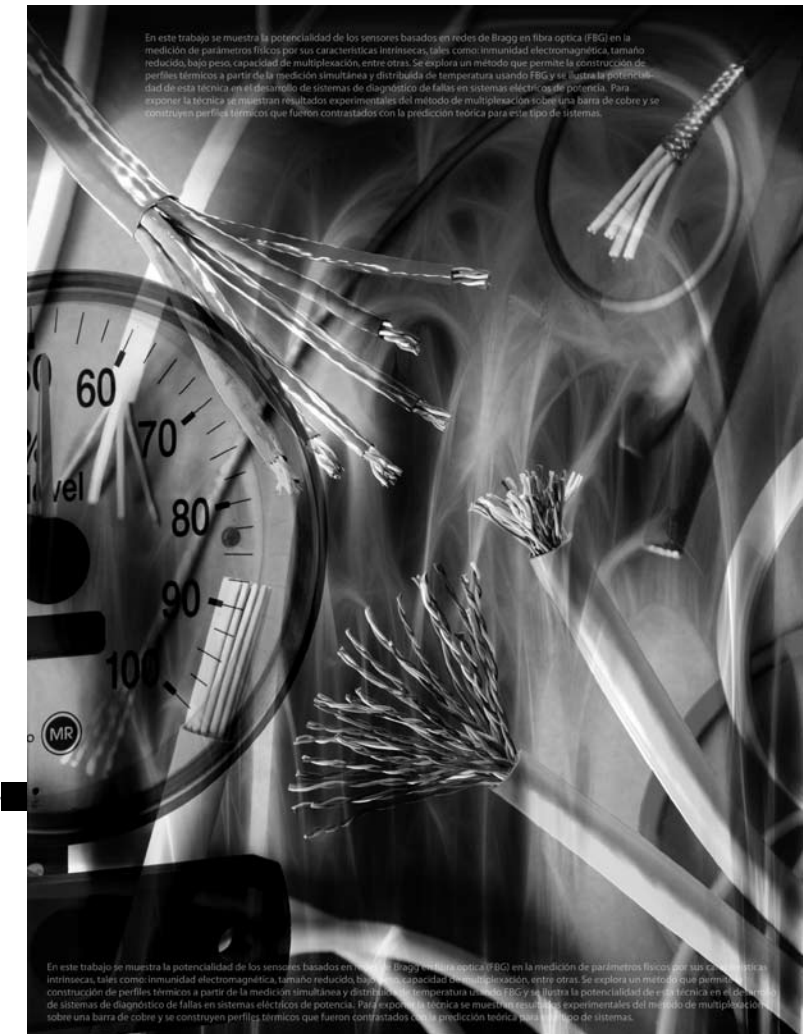
Otálvaro, Francisco Javier. Evaluación de un programa de inseminación artificial en equinos con semen fresco. Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Trabajo de grado de medicina veterinaria. 1996.

Ramos, José Hernando. Técnicas actuales de la transferencia embrionaria en el equino. En: Revista FEDEQUINAS, Bogotá, No. 25, pp. 84 – 87, septiembre - octubre de 2002.

Samper, Juan Carlos. Equine Breeding Management and Artificial Insemination. Toronto, W.b. Saunders, 2000.

Suárez, José Bolívar. Algunas condiciones que afectan la fertilidad de las yeguas de paso colombiano. En: Revista FEDEQUINAS, Bogotá, No. 34, pp 112 – 114, julio - agosto de 2004.

7. Vanderwall, D. Técnicas Actuales de Transferencia Equina. En: www.ivis.org/advances/reproduction_ball/embryo_transfer_vanderwall_es/chapter_frm.asp, 2008.



Multiplexación de sensores ópticos de fibra: Una oportunidad en la medición de parámetros de interés al sector eléctrico colombiano.

Jorge A. Gómez
Francisco J. Vélez
Rodrigo Acuña