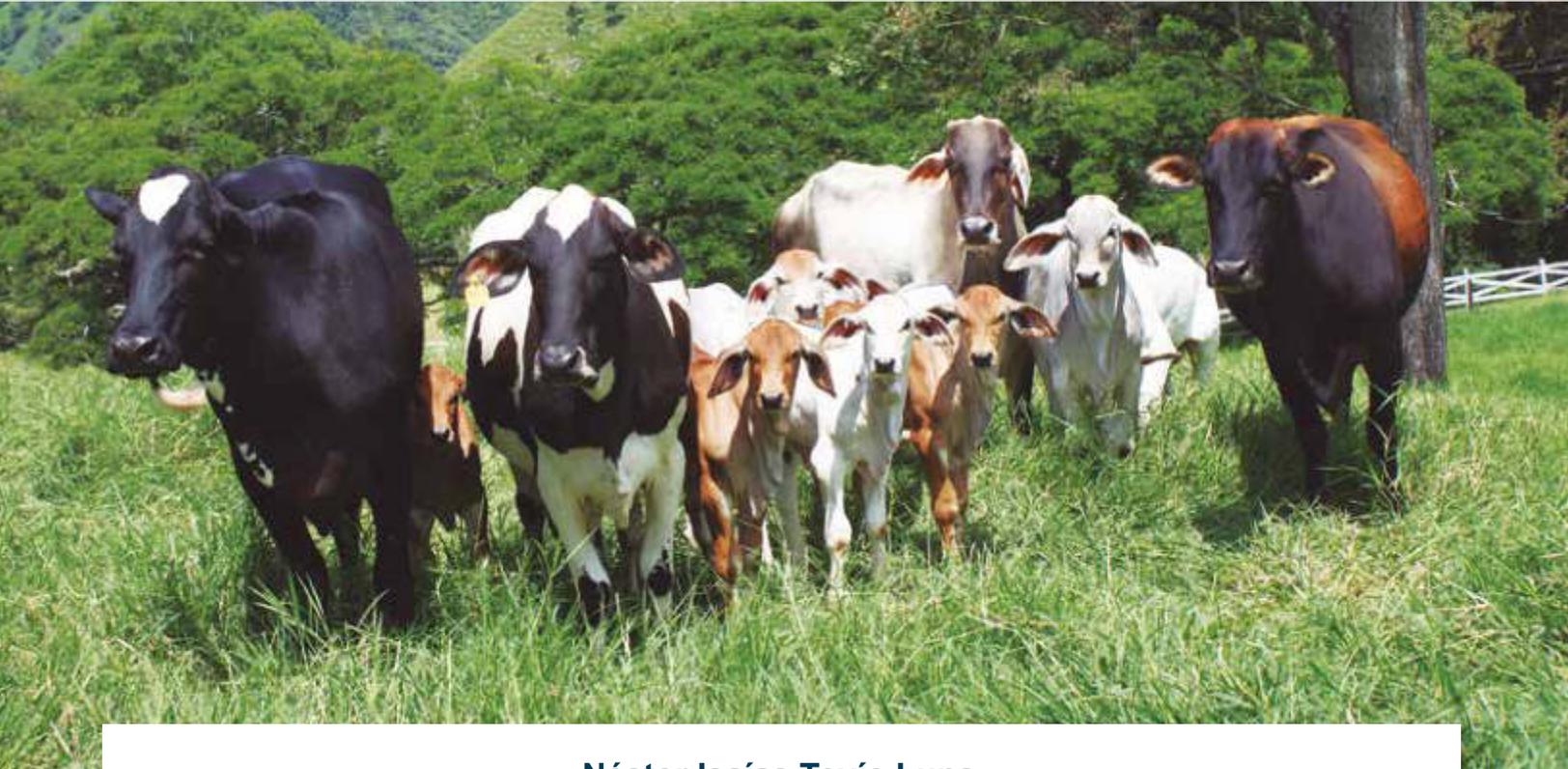


Desarrollo del embrión y estrategias hormonales en programas de trasplante de embriones bovinos



Néstor Isaías Tovío Luna

Zootecnista, MSc., PhD (e), Presidente 360AnimalZoo - Docente Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia – Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de la Salle – Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA. - Grupo de Investigación en Gestión Tecnológica e Innovación en Sistemas Pecuarios (SIGETEC) Universidad Nacional De Colombia.

nitoviol@unal.edu.co

La interacción entre varios factores en el proceso de desarrollo y de implantación embrionaria, es determinante. Desde el estadio de ovocito, se observa en el líquido oviductal sustancias como: piruvato, bicarbonato, aminoácidos libres, oxígeno, CO₂, carbohidratos, lípidos, esteroides y, factores de crecimiento, que son aportadas entre otros, por la mucosa del oviducto que en interacción con otras producidas

por el mismo ovocito participan en su mantenimiento.

Llevada a cabo la fertilización, se observa que las secreciones hormonales específicas interactúan con determinados factores para desencadenar el desarrollo del embrión. Especialmente se destaca la Progesterona (P₄), hormona secretada por el cuerpo lúteo (CL) el cual tiene una duración activa y prolongada; rasgo característico de la preñez en los mamíferos.

La P₄ actúa en el útero estimulando y manteniendo las funciones necesarias para el desarrollo embrionario temprano, esto con la finalidad de llevar a cabo la implantación, placentación y desarrollo fetal. De acuerdo a esto se ha afirmado que el control endocrino para la síntesis de proteínas uterinas durante el desarrollo embrionario temprano está influenciado principalmente por la acción de la P₄, la cual es la responsable

de los cambios cualitativos y cuantitativos en el medio ambiente uterino, controlando la síntesis y secreción de por lo menos diez mil proteínas.

Según esto se asume que deficiencias de P₄ podrían causar que el endometrio llegue a ser deficiente en cuanto a la nutrición histotrópica, fuente disponible para el crecimiento, mantenimiento y supervivencia del *conceptus* (*embrión con todas sus membranas asociadas*). Estas deficiencias de origen endocrino estarían contribuyendo a aumentar los niveles basales de *mortalidad embrionaria* (ME), niveles que probablemente se deban a una selección natural ineludible, la cual busca con este mecanismo la eliminación de genotipos poco competentes.

Se han podido detectar pérdidas embrionarias entre el 25 y 40% durante los primeros días de gestación en hembras receptoras de embriones bovinos. Se observa que la mayoría de estas hembras retornan a celo en la fecha prevista, a los 20 – 22 días, manifestando un ciclo sexual normal y completo (*vacas repetidoras*), por lo que se podría sugerir que la ME se originó, entre los días 7 y 17; es decir, el periodo comprendido entre el trasplante embrionario y el *reconocimiento materno de la preñez* (RMP). En cuanto a las pérdidas embrionarias que suceden entre el día 28 y 98 (*cuando ya ha ocurrido el RMP*) se han calculado porcentajes del 7 al 33 %.

De acuerdo con lo anterior se sugiere que durante el establecimiento de la preñez se presenta un “*periodo crítico*” muy definido entre los días 15 y 17. Se puede decir que la biología durante este periodo es multifactorial y compleja, en donde el endometrio podría recibir una señal antiluteolítica poco adecuada que no cause bloqueo en la producción de PGF_{2α} endometrial, lo que desencadena en la lisis del CL (*el mantenimiento de la preñez es dependiente de la funcionalidad del CL*). Esta señal es generada en las células del trofoblasto embrionario las cuales secretan el factor antiluteolítico conocido como interferón *tau* (IFN-τ).

Indudablemente existen otros factores endocrinológicos, celulares y moleculares que determinan el mantenimiento o no de la preñez, pero aún no han sido plenamente aclarados.

Conocida la influencia de la P₄ en determinados eventos relacionados con el mantenimiento de la preñez, desde estadios tempranos y la influencia de la PGF_{2α} para causar luteólisis, se han propuesto y

desarrollado una serie de estrategias hormonales con la finalidad de mantener la preñez. Estas se basan en hacer eficiente la capacidad secretora de P₄ por parte del CL, y que esta secreción ocurra en el momento oportuno, garantizando de esta manera un ambiente uterino adecuado para el embrión trasplantado a hembras receptoras de embriones bovinos; para así incrementar la tasa de preñez en los programas de trasplante embrionario.

El objetivo de esta revisión es identificar algunos de los factores relacionados con el desarrollo embrionario y el reconocimiento materno de la preñez en bovinos; asimismo, reconocer el uso de algunos mecanismos de apoyo hormonal principalmente con Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) que puedan determinar el desencadenamiento de señales luteotrópicas necesarias para el reconocimiento y mantenimiento de la preñez en hembras receptoras bovinas con embrión trasplantado.

Factores relacionados con el desarrollo embrionario

Los factores que comprometen el desarrollo embrionario y el subsiguiente crecimiento fetal son complejos ya que involucra procesos como la proliferación celular, el desarrollo y mantenimiento del CL, las funciones del oviducto y del útero, la implantación y vascularización del embrión, entre otros.

Durante los primeros estadios de división celular desde una célula hasta el blastocisto temprano alrededor del día 7 - 8, el embrión se encuentra encerrado en la zona pelúcida, donde sus requerimientos para mantenimiento se basan en el piruvato y oxalacetato. En estas primeras etapas antes de la fertilización, se ha evidenciado la presencia de factores de crecimiento (FC) como el transformador alfa (TGF-α), el transformador beta (TGF-β) y el derivado de plaquetas (PDGF), lo cual sugiere que están involucrados en el proceso de desarrollo temprano del ovocito.

Entre 3 y 4 días posteriores a la fertilización (*fase de 8 a 16 células*), el embrión migra del oviducto hacia el cuerno uterino en donde la glucosa es utilizada como sustrato energético (9). El FC similar a la insulina tipo 1 (IGF-I) podría estar involucrado en este proceso de desarrollo embrionario, ya que el ARNm que codifica para IGF-I ha sido encontrado

en el oviducto bovino durante esta fase de migración.

A los 5 ó 6 días de vida embrionaria (*fase de 16 a 32 células*), se lleva a cabo el proceso de compactación celular, formándose contactos que desarrollan uniones firmes entre las células. En esta etapa el embrión comienza a funcionar como un organismo llamado *mórula*, el cual es relativamente independiente del ambiente uterino y su supervivencia parece depender de su programación genética. Durante este estadio se expresan las anomalías cromosómicas procedentes del padre, lo que podría desencadenar en ME.

El desarrollo de uniones intracelulares estrechas en el estadio de *mórula* durante la compactación, es seguido de la acumulación de líquido formando una cavidad central que recibe el nombre de *blastocelo*, la cual también acumula líquido proveniente del metabolismo mitocondrial.

La localización de la bomba sodio-potasio (Na⁺/K⁺) activa en la membrana basal del trofoblastodermo para transporte iónico activo, esto establece un gradiente que induce movimiento de líquido hacia adentro del *blastocelo*, provocando expansión que hace que las células de la *mórula* compactada se ubiquen hacia la zona externa o interna de las vesículas llenas de líquido, con lo cual se forma una capa celular externa que recibe el nombre de *trofoblasto* y una masa celular interna llamada *embrioblasto*, originándose de esta manera el estadio de *blastocisto*; el cual alrededor de los 8 días de vida posee aproximadamente 120 células asociadas con la masa celular interna (*embrioblasto*) (25%) y el *trofoblasto* (75%).

Aproximadamente al noveno o décimo día de vida (*fase de 160 células*) el *blastocisto* eclosiona de la zona pelúcida por combinación de acciones físicas y enzimáticas de la vesícula en expansión. Esta liberación podría estar involucrando síntesis de prostaglandinas por parte del embrión ya que la P₄ estaría evitando la expansión y liberación del *blastocisto*. Las enzimas *plasmina* y *tripsina* activan al *blastocisto* lo cual causa *reblandecimiento* de su zona matriz permitiendo la expansión y ruptura a lo largo del plano ecuatorial para la salida de la masa celular. Inmediatamente, se establece el primer contacto del embrión y el epitelio uterino materno, lo cual desencadena un intercambio de nutrientes y prepara el ambiente para un estado

de preimplantación embrionaria. Tras la liberación el embrión comienza a cubrir físicamente parte del endometrio para poder comenzar a regular la producción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ uterina la cual cumple funciones de luteólisis.

El estado de preimplantación embrionaria *in vivo*, estaría regulado por factores de crecimiento de origen materno y embrionario, como el $\text{TGF-}\alpha$, $\text{TGF-}\beta_1$, $\text{PDGF-}\alpha$, IGF-I , IGF- II , $\text{TGF-}\beta_2$, $\text{TGF-}\beta_3$, CSF-1 , Interleucina 3 (IL-3) e IL-6 ; además citoquinas como el factor inhibidor de la leucemia (LIF).

La regulación de la receptividad del útero a la implantación del blastocisto, podría estar ejercida por una glucoproteína transmembranosa denominada Muc-1 . Esta es abundante en la fase no receptiva y se reduce notablemente o puede estar ausente para el momento de la implantación. Como la síntesis epitelial de Muc-1 está regulada por la P_4 , la pérdida de receptores nucleares para esta hormona del epitelio uterino (día 8 – 10) reduciría la producción de Muc-1 y se abriría un estado receptivo para la adhesión del embrión. Para el día 10 se reduce la producción de la P_4 , lo que conlleva igualmente a la reducción de la concentración de Muc-1 . Esta reducción permite la interacción y contacto entre factores adhesivos como las integrinas y sus receptores, acercando el embrión a la superficie uterina y formando un tipo de placentación epiteliochorial.

Algunos autores han reportado la expresión de integrinas en ruminantes, las cuales son secretadas por las glándulas endometriales y detectadas a lo largo de la superficie del lumen uterino hacia los días 19 a 21 de preñez (*periodo temprano de adhesión con puntos visibles entre carúnculas y cotiledones*).

Se sugiere que la $\alpha\text{v}\beta_3$ es una de las más versátiles integrinas capaz de vincular proteínas como la fibronectina, fibronectina oncofetal, vitronectina, tenascina y osteopontin de la cual se reporta que el epitelio glandular de ovejas preñadas expresa su mRNA. También se ha observado que la expresión endometrial de esta proteína es regulada por la P_4 y no por el $\text{IFN-}\tau$. En vacas se reporta específicamente la expresión de sub unidades de integrinas β_1 , α_3 , α_6 y $\alpha\text{v}\beta_3$.

Otra molécula vinculada a la adhesión embrionaria, es la 1-like (GlyCAM-1 like), la cual ha sido detectada en vacas preñadas, encontrado sus máximas concentraciones hacia el día 15 y 17 de gestación.

Se ha observado durante el fenómeno de adhesión del embrión bovino y ovino el desarrollo de microvellosidades, las cuales son proyectadas hacia el interior de la luz de las glándulas uterinas. Estas vellosidades proporcionan un anclaje transitorio y una estructura absorbente para el embrión mientras sigue completándose la implantación. Posteriormente estas microvellosidades se reducen en longitud lo que conlleva a un contacto más cercano entre estas y el epitelio uterino, el cual termina comprimiéndose hacia la superficie trofoblástica interbloqueándose con las proyecciones citoplásmicas en la superficie del trofoblasto hasta que sus microvellosidades vuelven a desarrollarse, de esta forma generando una adhesión compleja.

Para el día 42 de vida termina el período embrionario al completarse el período de diferenciación, evidenciándose el feto en el cual mayoría de los tejidos, sistemas y órganos se encuentran ya formados.

Aspectos relacionados con el reconocimiento materno de la preñez

El RMP se define como el período crítico en el cual el *conceptus* da señales de su presencia a la madre. Este reconocimiento requiere que el *conceptus* se transforme de esférico hacia una forma elongada para generar una mayor superficie de contacto (precontacto) con el epitelio uterino, con la finalidad de desencadenar la producción del factor antiluteolítico $\text{IFN}\tau$; podrían aumentar significativamente su secreción, lo que podría indicar un papel importante para los FC similares a la insulina en el RMP. Su localización en donde comienza a establecer efecto antiluteolítico es a nivel de la región intercaruncular, en donde las células responden más a concentraciones de oxitocina (OT).

De acuerdo con la clasificación de la Sociedad Internacional de Interferones, estos son glucoproteínas sintetizadas durante la respuesta inmunitaria, así como bajo influencia de múltiples estímulos antigénicos o mitógenos; igualmente poseen propiedades antivíricas y antiproliferativas. El $\text{IFN-}\tau$ se clasifica como una proteína ácida con peso molecular de 19 kDa, y es el primer interferón clasificado en la familia tipo I cuyas propiedades no solamente son antivíricas y es expresado por una familia de

genes que está restringida a especies de ruminantes como vacas, ovejas y cabras.

Durante la fase lútea la P_4 tiene una doble función en la regulación de la expresión de receptores para la OT en el útero, induciendo la presencia de altos niveles de receptores para P_4 en el endometrio (modulación en alta), con lo cual se inhibe la expresión de los receptores para estrógenos (RE) y para oxitocina (ROT), fenómeno que se conoce como el "bloqueo de la P_4 ". No obstante, la misma P_4 comienza a ejercer gradualmente una regulación para la disminución de la expresión de sus propios receptores (*modulación baja*) en el epitelio luminal, perdiendo así su habilidad para suprimir la expresión endometrial de los RE y ROT , por lo cual en el caso de existir preñez el embrión debe extender el "bloqueo de la P_4 ", previniendo así la producción pulsátil de $\text{PGF}_{2\alpha}$ mediante la secreción de $\text{IFN-}\tau$ (*factor luteotrópico*). Este efecto antiluteolítico del $\text{IFN-}\tau$, resulta en el mantenimiento estructural y funcional del CL , por lo tanto se asegura la secreción de P_4 que es esencial para mantener un ambiente uterino que soporte los acontecimientos críticos para el desarrollo exitoso del *conceptus*.

Señal luteolítica

La vaca ovula espontáneamente, lo cual es dependiente del ciclo estral que es repetitivo de acuerdo a su duración hasta el establecimiento de la preñez. Por tal razón se podría decir que el ciclo estral es dependiente de la acción del endometrio (*epitelio luminal y glandular superficial*), si se tiene en cuenta que este es la fuente del factor antiluteal ($\text{PGF}_{2\alpha}$) cuando la vaca no se encuentra preñada o cuando no se reconoce su preñez.

Durante el diestro temprano, la síntesis de P_4 producida por el CL recién formado comienza a disponer el útero para el establecimiento de la preñez, pero igualmente activa mecanismos determinantes para la producción endometrial del factor luteolítico.

Hacia los días 10 y 15 del ciclo estral, cuando comienza a disminuir el número de receptores de P_4 en el útero (*modulación baja*), comienzan a aumentar los RE endometriales los cuales inducen la expresión de ROT . Los E_2 provienen de los folículos en crecimiento y estimulan el aumento de sus receptores alfa. La OT proviene de las células luteales grandes;

igualmente es producida en el hipotálamo y almacenada en la neurohipófisis.

En la célula endometrial la unión de la OT con su receptor estimula el clivaje de ácido araquidónico a partir de la fosfolipasa C (PLC), la cual activa la fosfolipasa A2 (PLA₂). Intervienen para este fin mensajeros como el inositol trifosfato (IP₃) y el diacilglicerol (DAG) (sistema de segundo mensajero fosfatidil – inositol – diacilglicerol – proteína quinasa C) (3). El IP₃ estimula la liberación de Ca⁺⁺ de las reservas intracelulares. El DAG activa la proteína Kinasa C (PKC) la cual estimula a la PLA₂ en presencia de Ca⁺⁺ para que posteriormente se induzca la liberación de ácido araquidónico de los depósitos fosfolípidicos en el epitelio endometrial (la P₄ en etapas tempranas de CE induce incremento en las reservas de fosfolípidos).

La transformación del ácido araquidónico en PGF_{2α} es regulada por la isoforma cox 2 de la prostaglandina sintetasa, enzima identificada en el epitelio luminal de vacas preñadas. La actividad de esta enzima se incrementa durante el diestro temprano por acción de la P₄ la cual es inducida por el estradiol, factores de crecimiento e interleuquinas. La concentración de cox 2 se reduce cuando el IFN-τ comienza a ser secretado por parte de las células del trofoblasto embrionario.

Al final de cada ciclo estral hacia el día 16 - 17 el CL sufre luteólisis por la acción de la PGF_{2α}, la cual es producida por el epitelio endometrial y vertida a la vena uterina, de donde por difusión pasa a la arteria ovárica y por contracorriente alcanza al cuerpo lúteo en donde se une a receptores ubicados en las células

luteales. Allí por eventos intracelulares se desencadena la muerte de las células por apoptosis.

Se sugiere que para que se produzca luteólisis, el cuerpo lúteo debe ser expuesto aproximadamente de 5 a 8 pulsos de PGF_{2α} con intervalos de 6 a 8 horas. Esta pulsatilidad ocurre en respuesta a la unión de la OT con su receptor en las células del endometrio uterino.

Señal luteotrópica

La formación del CL activa la síntesis y secreción de P₄ por parte de esta glándula endocrina transitoria, con ello se incrementan sus receptores en el útero hacia los primeros días del diestro (*regulación en alta*), lo que desencadena el bloqueo de la expresión del gen para RE, asimismo se previene que los estrógenos incrementen la expresión de genes para ROT.

Hacia el final de la mitad de la fase luteal del CE los receptores de P₄ en el útero comienzan a disminuir (*regulación en baja*), desencadenando un incremento en la expresión de RE y ROT, con lo cual se desencadenan los factores necesarios para causar luteólisis, evidenciándose un nuevo ciclo estral en el caso de no existir preñez.

El IFN-τ producido por las células mononucleares del trofoblasto embrionario, actúa de forma parácrina ligándose a sus receptores en las células endometriales, lo que desencadena el bloqueo de la expresión de ARNm que codifica para la expresión del gen de receptores alfa de E2 (RE) y la expresión del gen para ROT, impidiendo de esta forma el desencadenamiento del mecanismo

endometrial luteolítico. Sin embargo el interferón no inhibe la producción basal de la PGF_{2α}.

Algunos autores sugieren que al ligarse el IFN-τ a su receptor de membrana, induce la vía de transcripción citoplasmática (STAT), proteína que fosforilada forma un complejo que migra al núcleo, allí se une a la región reguladora de los genes inductores del interferón que podrían estar bloqueando uno o más pasos de la vía de síntesis de la prostaglandina. Igualmente se ha propuesto que el IFN-τ también ejerce un efecto antiluteolítico incrementando los niveles de ácido linoléico, el cual inhibe por competencia de cox 2 al ácido araquidónico, con lo cual la síntesis de PGF_{2α} se ve afectada.

En el mecanismo antiluteolítico se sugiere que participan además del IFN-τ la prostaglandina E₂ la cual ejercería protección del CL, el factor activador de las plaquetas (FAP), este último posiblemente en sinergismo con el interferón y quizás otras proteínas de origen trofoblástico entre otros.

Básicamente el RMP está regulado por la capacidad del endometrio en responder a las señales generadas por el embrión, lo que desencadena el bloqueo en la producción de PGF_{2α}. Este bloqueo depende básicamente de la elongación del *conceptus* el cual debe cubrir una adecuada cantidad del cuerno uterino para comenzar a generar la síntesis de IFN-τ. Teniendo en cuenta lo anterior se ha evidenciado que el *conceptus* bovino varía de tamaño que va de 15 a 250 mm para el día 17, con lo cual se resalta la importancia del desarrollo embrionario que es regulado en gran parte por interacciones guiadas por la P₄.



Estrategias antiluteolíticas

La naturaleza crítica alrededor del periodo de reconocimiento, aposición y adhesión del embrión al endometrio uterino durante la implantación, determina la necesidad de un estricto sincronismo entre el embrión trasplantado y su receptora, enfatizando la importancia tanto del medio uterino como de las señales del *conceptus* que dan lugar al RMP, señales que deben ser emitidas en el momento y concentración precisa, de tal manera que se garantice el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del CL, que genere una continua producción de P_4 para el mantenimiento un ambiente uterino que apoye el normal desarrollo del *conceptus*.

La hembra debe ajustar sus propiedades fisiológicas dependiendo de si está o no preñada; si lo está, debe generarse un bloqueo efectivo antiluteolítico el cual depende de la habilidad del *conceptus* en enviar señales para que el endometrio uterino responda a ese bloqueo en la producción de $PGF_{2\alpha}$.

La comunicación entre el *conceptus* y el útero, no siempre tiene éxito, lo que desencadena grandes pérdidas embrionarias. Por eso mismo se plantean estrategias que buscan minimizar el efecto luteolítico, el cual desencadena la pérdida temprana del embrión, acontecimiento más fácilmente evidenciado en los programas de trasplante embrionario, ya que con estos se asegura la presencia del embrión vivo y de buena calidad desde el día 6 a 8 momentos en el cual este es trasplantado.

La relación entre la tasa de preñez y la concentración plasmática de P_4 de acuerdo al tamaño del CL en receptoras de embriones bovinos, ha sido objeto de controversia en varios estudios realizados. Algunos investigadores han verificado la correlación positiva entre estas variables, encontrando que a mayor área del CL mayor es la concentración de P_4 plasmática, y consecuentemente mayor es la tasa de preñez. Con estos resultados se podría evidenciar que los incrementos en la concentración de P_4 durante el "periodo crítico" estimula la secreción de los agentes antiluteolíticos con lo cual se hace eficiente el RMP.

En varios estudios realizados el aumento en concentraciones plasmáticas de P_4 durante el diestro ha sido correlacionado con la capacidad del embrión en secretar $IFN-\tau$, provocando así aumento en las tasas de preñez, pero en otros

reportes no se ha observado esta relación y efecto.

Investigadores han encontrado una correlación positiva entre la concentración de P_4 plasmática y la síntesis de $IFN-\tau$ producido por embriones de 18 días de edad, en donde se halló la concentración de interferón utilizando la prueba antiviral con virus de estomatitis vesicular. Según estos resultados se podría sugerir que a mayor concentración de P_4 plasmática en hembras preñadas mejor será el ambiente uterino para el *conceptus* en vías de desarrollo. Esto se entiende si se tiene en cuenta que la P_4 es la precursora de los diferentes componentes que conforman este ambiente. Cualquier variación en la concentración de P_4 es determinante en la modulación de la expresión y secreción de factores de crecimiento, citoquinas y proteínas, que condicionan el medio uterino para los procesos de receptividad endometrial y de viabilidad embrionaria.

De acuerdo con lo anterior se podría sugerir que al brindar fuentes directas o indirectas de P_4 a hembras durante los primeros días de preñez el porcentaje de pérdidas embrionarias disminuiría, ya que se mejoraría el ambiente uterino en donde el *conceptus* tendrá un desarrollo adecuado, evidenciando mejor síntesis y secreción de $IFN-\tau$, pues esta secreción está influenciada por el estado de desarrollo embrionario.

Con la finalidad de aumentar la tasa de preñez se han utilizado terapias de apoyo hormonal en hembras receptoras de embriones bovinos, utilizado Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) en protocolos de trasplante de embriones a tiempo fijo (TETF).

La eCG es una hormona con promedio de vida de 3 días, producida por los cálices endometriales en la yegua preñada entre los días 40 a 130. Esta hormona se vincula a los receptores foliculares de FSH y de LH, y a los receptores de LH del CL, creando de esta forma condiciones de crecimiento folicular, ovulación y luteinización.

La aplicación de eCG en el momento esperado de una nueva onda de crecimiento folicular, ha demostrado eficiencia en cuanto a superovulación y/o desarrollo de un folículo dominante de mayor diámetro, determinando de esta forma un mayor número de cuerpos lúteos o un CL de buen tamaño. Esto va acompañado de mayores concentraciones plasmáticas de P_4 y mejores tasas de

aprovechamiento, concepción y de preñez frente a tratamientos sin aplicación de esta hormona.

Algunas investigaciones, no reportan diferencia entre la concentración plasmática de P_4 y la cantidad de cuerpos lúteos presentes en hembras preñadas, por el contrario encontraron mayor pérdida de preñeces en las hembras con doble ovulación, lo que sugiere que demasiada P_4 plasmática podría estar alterando el balance hormonal uterino perjudicando el ambiente para el embrión en desarrollo.

En Brasil, han verificado que con la aplicación de eCG el día 8 de sincronización, determina apenas un 2% de doble ovulación en receptoras de embriones, pero evidenciaron que con la aplicación de esta hormona se consiguen cuerpos lúteos únicos de mayor tamaño, incrementando así la tasa de preñez.

Adicionalmente se han realizado estudios utilizando eCG en donde se ha observado el incremento en las tasas de preñez en programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en hembras en estado de anestro.

Igualmente la hCG se ha aplicado en tratamientos de sincronización el día 6, obteniéndose tasas de preñez más altas frente a grupos sin la aplicación de esta hormona. Estos resultados sugieren que la hCG dependiendo del día de su aplicación induce la ovulación y la formación de cuerpos lúteos accesorios, los cuales incrementan la concentración de P_4 plasmática y la tasa de preñez en hembras receptoras de embriones bovinos.

Comentario final

La interrelación activa y adecuada de varios factores son los que determinan el establecimiento y desarrollo embrionario, con lo cual se establecen mecanismos bioquímicos que desencadenan una señal antiluteolítica basada en el reconocimiento materno de la preñez (RMP). Cualquier falla en los factores determinantes desencadena la muerte del embrión. Con respecto a lo anterior, se han desarrollado terapias específicas con las cuales se mejora el ambiente uterino con la finalidad de incrementar los porcentajes de preñez con embriones trasplantados a receptoras bovinas, siendo la terapia con la utilización de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) la más investigada en los últimos años. ■

Referencias disponible en:
nitoviol@unal.edu.co