



Manual de transferencia de embriones

PINV 15-23
AÑO 2020



Manual de transferencia de embriones

Manual de transferencia de embriones

Autores:

Aristides Britos Cano

Prof. Doctor en Ciencias Veterinarias, Máster en Producción Animal y Zootecnia, Universidad Nacional de Canindeyú, Paraguay.

Tomas Javier Acosta

Doctor en Ciencias Veterinarias, PhD en Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Canindeyú, Paraguay.

Rodrigo Daniel Román Álvarez

Prof. Doctor en Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Canindeyú, Paraguay.

Fernando Daniel Giménez Ferreira

Prof. Doctor en Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Canindeyú, Paraguay.

Ramón Alfredo Domínguez

Prof. Doctor en Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Canindeyú, Paraguay.

**Financiamiento: CONACYT
2020**



Contenido

1. Introducción	4
2. Transferencia de embriones	6
Selección de donantes	6
Procedimiento de la transferencia de embriones a campo	11
Fecundación In vitro en Laboratorio (FIV)	13
Selección de receptoras	15
Transferencia de embriones.....	18
Diagnóstico de preñez	19
3. Materiales.....	20
4. Definiciones	23
5. Referencias Bibliográficas	27



1. Introducción

Uno de los pilares fundamentales de la industria ganadera bovina lo constituye el componente reproductivo, cuyo principal objetivo es obtener un ternero por vaca al año para mantener una buena tasa de producción a través del tiempo. La tasa de procreo en el ganado bovino, es un indicador que mide la eficiencia de la producción ganadera y se refiere a la cantidad de terneros (desmamantes) producidos sobre la cantidad de vacas entoradas o inseminadas. La media general de la tasa de procreo de bovinos en Paraguay no supera el 50% y en los lugares con suelos pobres y praderas poco mejoradas los porcentajes de procreo están por debajo de los 40%. Esto significa que una vaca no llega a parir un ternero cada 2 años.

El bajo índice de procreo incrementa los costos productivos y representa pérdidas económicas importantes para los productores debido a que se mantienen en los establecimientos mayor número de vientres para obtener una cantidad determinada de terneros (desmamantes) que serán destinados al engorde (machos) o a reposición (hembras). Este proyecto se encuadra dentro del programa Aumento de la Tasa de Procreo en bovinos, programa implementado a nivel Nacional por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.



Manual de transferencia de embriones

Varios métodos para mejorar los índices de procreo se han implementado en los últimos años. Un grupo de investigadores de Japón y Estados Unidos de Norte América han descubierto y establecido una base de datos sólidos y consistentes que sirvió de base para este trabajo. Uno de los objetivos del presente proyecto fue probar a campo y establecer las técnicas apropiadas de manejo con el propósito de incrementar los índices reproductivos induciendo doble ovulaciones a través de procedimientos sumamente sencillos, prácticos y económicos con buen potencial para ser aplicado a la ganadería extensiva en el Paraguay.

Además de difundir la aplicación de dicha técnica y su aplicación para aumentar los índices de procreo en el ganado bovino, el presente proyecto PINV 15-23 deja instalada una capacidad local en cuanto a infraestructura, equipamientos y recursos humanos capacitados.

El presente documento es el resultado de la investigación realizada por un equipo multidisciplinario, financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), ejecutada por la Universidad Nacional de Canindeyú, en asociación con el Vice Ministerio de Ganadería, Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA) y la Asociación Rural del Paraguay (ARP).

El instructivo está dirigido a investigadores, académicos y productores, tiene la finalidad de orientar sobre la técnica de una nueva alternativa para mejorar el índice de procreo con transferencia de embriones como una herramienta innovadora que consiste en la doble ovulación por inducción en bovinos de carne.



2. Transferencia de embriones

La Transferencia de embriones es una biotecnología que permite recolectar embriones de una hembra donante y transferirlos a las receptoras con el fin de completar el período de gestación (24). Tiene gran importancia en el mejoramiento genético porque acelera y confiere mayor precisión en el proceso de selección animal, aparte de lograr animales genéticamente superiores impiden que el descarte de los mismos sea realizado de manera precoz (25).

Selección de donantes

La selección de las donadoras está regida por criterios de productividad, mejoramiento genético y valor agregado de las crías, ya que sus costos tienden a reducirse en la medida que aumentan estos aspectos.

Los principales criterios a tener en cuenta en la selección de la donadora son:

Superioridad genética

Debe conocerse su pedigrí, índices propios de producción y de su progenie, así como poseer las mejores características fenotípicas de la raza o tipo de ganado a producir, cuyas crías deben ser superiores al promedio del hato, especialmente comparadas con las hermanas de la hembra, descendientes del mismo toro. Dentro de este aspecto debe trabajarse con toros probados de alta calidad genética y mejorantes.



Capacidad reproductiva

Este aspecto incluye la historia reproductiva del animal, número y facilidad de parto, habilidad materna, peso de las crías al nacimiento, destete y al año. La donadora debe encontrarse en su mejor edad reproductiva, un alto nivel de fertilidad con dos o menos servicios por concepción y un comportamiento regular en su ciclicidad durante los últimos períodos estrales.

Determinar la anatomía y funcionalidad del tracto reproductivo mediante la identificación de estructuras ováricas de buen tamaño, un cuello recto que permita el paso del catéter de forma fácil. Lo anterior se logra mediante palpación transrectal y/o ecografía, junto con la cateterización previa del tracto reproductivo. Si se selecciona hembras recién paridas, se recomienda que estén dentro del periodo de espera voluntario establecido en el manejo reproductivo del hato, con un mínimo de 60 días postparto, para que se garantice una involución completa del útero y el reinicio de la funcionalidad ovárica.

Se debe saber que comportamiento tiene en su ciclicidad, si es de una, dos o tres ondas foliculares, en especial si se va a trabajar con embriones frescos o si se realizará mediante inducción y sincronización de la donadora. Por muchos años se estableció como norma de selección de la donadora que esta debía dejar pasar dos ciclos estrales entre tratamientos de superovulación, con lo cual se podrían efectuar lavados a intervalos de 60 días o más.



Manual de transferencia de embriones

Sin embargo, HASLER y la central Genética de Holanda determinaron que es posible la superovulación de las donadoras a intervalos de 40 días por medio de la aplicación de implantes auriculares de progesterona, luego de la administración de prostaglandinas después de la recolección de los embriones, sin tener que esperar la presentación de los dos ciclos, estos cambios en los protocolos de supeovulación aumentaron en un 50% el número de embriones recolectados y congelados por unidad de tiempo, con fines de exportación.

En las vacas el ciclo estral es el lapso comprendido entre dos periodos de estro o calor consecutivos y tiene una duración normal de 18 a 24 días, con un promedio de 21 días. El periodo del celo es relativamente corto (6 a 18 horas), y es el único momento en el que la hembra (una vaca o vaquilla) se vuelve receptiva, acepta al macho y permite la monta, ya sea por otras vacas o por el toro para que ocurra la cópula (1).

Con fines didácticos, tradicionalmente el ciclo estral se divide en 4 fases, el proestro, período que precede a los signos del estro (periodo en que la hembra acepta el apareamiento; hay receptividad sexual) que normalmente se presenta en vaquillonas y vacas no preñadas. Si la hembra acepta al macho ocurre la monta y la fertilización del óvulo. Esta fase se caracteriza por una caída en las concentraciones plasmáticas de progesterona como consecuencia de la regresión del cuerpo lúteo acompañada de crecimiento del folículo ovulatorio que conlleva a un aumento en la concentración de estrógenos (2).



Manual de transferencia de embriones

En el estro, que corresponde al período que prosigue al proestro, el estradiol es la hormona dominante y es la principal responsable de los cambios de comportamiento que conllevan a la receptividad sexual y al apareamiento (1). El estro es seguido por el metaestro, fase en la cual los signos del celo desaparecen y la vaca ovula normalmente de 6 a 12 horas del final del estro. El diestro es caracterizado por el desarrollo del cuerpo lúteo con niveles elevados de progesterona en sangre y ausencia total de signos del celo.

El ciclo estral está regulado por las hormonas del hipotálamo (hormona liberadora de gonadotropina, GnRH), la porción anterior de la glándula pituitaria secreta la hormona folículo-estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), los ovarios (los folículos secretan estradiol; E2 e inhibinas y el cuerpo lúteo secreta progesterona; P4) y el útero (prostaglandina F2 α , PGF). Estas hormonas actúan a través de un sistema de retroalimentación positiva y negativa para gobernar el ciclo estral del bovino.

La GnRH es un decapeptido producido en las neuronas del área ventromedial y del área preóptica del hipotálamo (3). Los folículos ováricos en bovinos crecen en ondas, una onda folicular consiste en la emergencia sincrónica de un grupo de folículos antrales (tienen cavidad llena del líquido folicular) con un diámetro de 4-5 mm (4).



Buena condición corporal

La condición corporal es el reflejo de la alimentación suministrada. La donadora debe estar en un rango de CC de 3.0 a 4.0 no cebada. Las hembras donadoras deben incluirse en un programa de nutrición balanceada antes de efectuar el proceso de SOV, donde se debe procurar administrar forrajes que brinden al animal los nutrientes necesarios para que se cumplan las funciones reproductivas, además de la incorporación de productos que proporcionen al animal niveles energéticos adecuados en la dieta, así como suplementos vitamínicos y minerales (GOMEZ)

La donadora debe encontrarse en un estado sanitario óptimo, libre de enfermedades infecciosas reproductivas, por lo que antes de iniciar un programa de TE a nivel de finca, se recomienda determinar por medio de exámenes de laboratorio específicos, la incidencia de estas afecciones, cuyo costo se verá recompensados luego por un mayor porcentaje de embriones viables y el éxito del programa. Así mismo la donadora no debe haber presentado retención de placenta en su último parto o secreciones vaginales manifiestas previas al tratamiento.

Cantidad de vacas donadoras

Determinar el número de vacas donadoras, éstas dependen de la cantidad de oocitos recolectados en la Aspiración folicular, que debe estar relacionado con la cantidad de receptoras disponible. Considerando un 50 % de viabilidad de los oocitos, se debe aspirar el doble de la cantidad que se desea transferir.



Procedimiento de la transferencia de embriones a campo

La aspiración folicular de las vacas donantes, se realiza con la intención de obtener oocitos inmaduros pero viables, que consiste en la punción de los folículos y la extracción del líquido que contiene los oocitos, para el procesamiento de los mismos en el laboratorio.

Dicho procedimiento se debe realizar por lo menos 8 días antes de la fecha de transferencia de embriones. Se registra en una planilla de trabajo, de tal forma a tener trazado la combinación del oocito y el espermatozoide.





Procedimiento para la aspiración folicular

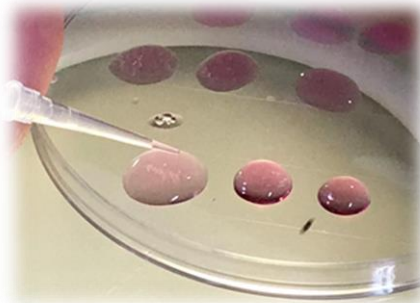
1. Contención de los animales, sujetándolos en un cepo.
2. Aplicación de anestesia Epidural baja con Lidocaína al 2% (6 ml en cebuínas y 8 ml en taurinas).
3. Limpieza y desinfección de la vulva, retirando todo posible material contaminante.
4. Palpación rectal con ecógrafo para localizar y evaluar las condiciones ováricas (Cantidad de folículos a ser aspirados).
Separación de los labios vulvares e introducción de la guía de aspiración folicular acoplado a un transductor transvaginal microconvexo y una aguja número 20 conectado a la bomba de aspiración y ecógrafo de buena resolución, asegurando éste al techo de la vagina en contacto con los ovarios.
5. Localización de los folículos y activación de la bomba de aspiración folicular procediendo a la punción de cada folículo y aspiración de los oocitos.
6. Aspiración de los folículos de mayor tamaño (5 mm de diámetro en adelante, dependiendo de la raza), para luego ser seleccionados.
7. Registro del numero o registro particular (RP) de la donante.

El manejo de criterios estrictos de selección asegurará la superioridad genética y un alto nivel de éxito, lo que hace que el procedimiento sea más económico.



Selección de los oocitos aspirados

Luego de la aspiración folicular se procede a la selección y recuento de los oocitos a ser enviados en el laboratorio, a través de una lupa estereoscópica, considerando el tamaño, la forma y viabilidad.



Los oocitos se condicionan en un medio especial y se colocan en un equipo térmico para su transporte al laboratorio.

Fecundación In vitro en Laboratorio (FIV)

La FIV en el laboratorio se efectúa en varias etapas, ellas comprenden:

- 1) Recepción de las muestras seleccionadas a campo.
- 2) Maduración de los cúmulos de oocitos (COCs).
- 3) Fertilización con registro de los datos de la donante y el semen del toro utilizado.
- 4) Cultivo de desarrollo de los cigotos.



Cultivo y medios

En la producción in vitro de embriones, los elementos constitutivos de los medios, son de importancia capital. El mayor componente de los medios de cultivo es el agua, conteniendo también iones inorgánicos (con funciones catalíticas y fisiológicas), aminoácidos, implicados en la síntesis proteica y vitaminas, que juegan un papel importante como coenzimas en el metabolismo.

Diversos autores han estudiado el efecto de la adición de hormonas, tales como LH, FSH y 17β estradiol, en los medios de maduración y desarrollo. Como alternativa, se pueden emplear suero de vaca en celo (SVC) y/o licor folicular bovino (LFb), componentes biológicos, más económicos (5).

Se ha estudiado el efecto de adicionar LFb a diferentes concentraciones y proveniente de diferentes fuentes al medio de maduración y/o de desarrollo, encontrándose efectos positivos. El LFb contiene esteroides, glucosaminoglicanos y muchos otros metabolitos sintetizados por las células de la teca folicular

Una forma de suplementar proteínas a los embriones in vitro es mediante la adición al medio de suero fetal bovino (SFb) o de albúmina de suero bovino (BSA). El SFb y la BSA afectan al pH del medio y actúan como quelantes de iones metálicos, contienen factores de crecimiento y ciertas cantidades variables de hormonas que incide en la diferenciación y proliferación celular (6).



Manual de transferencia de embriones

Los medios de cultivo suelen ser complementados de forma estandarizada con antibióticos para suprimir el crecimiento de microorganismos contaminantes. Otros requerimientos de cultivo son la temperatura, el pH, dióxido de carbono y tensión de oxígeno, osmolaridad y humedad relativa. La osmolaridad óptima en medios de cultivo de embriones bovinos está en el rango de 275 a 285 mOsm.

El pH del medio de cultivo debe estar entre 7,2 y 7,4, mientras que en los medios de fecundación, se recomienda ligeramente superior (7,6-7,8). Las condiciones habituales de las distintas etapas de cultivo de embriones son 5% de CO₂ y 95% de aire. El dióxido de carbono resulta necesario para la regulación del pH intracelular. La temperatura de cultivo utilizada en general por los investigadores es de 38,5°C con 100% de humedad.

Selección de receptoras

La selección de receptoras a la hora de planificar y ejecutar un trabajo de transferencia de embriones es crucial para el éxito de dicha actividad. La cantidad de vacas a ser seleccionadas como futuras receptoras es por lo general superior a la cantidad de embriones a ser transferidas.

Los principales aspectos a ser considerados a la elección de una vaca futura receptora de embrión son:

- Tener en cuenta la raza a ser utilizada, con un sistema mamario apto para la producción de leche.
- Evaluar el canal del parto del animal, deberá ser ancho y nivelado, esto para la facilidad del parto.



Manual de transferencia de embriones

- En el caso de vacas receptoras, deben haber tenido 1 a 2 partos y estar dentro de un período postparto no menor de 90 días, con involución uterina completa y no estar en amamantamiento. (DUICA).
- Los animales deben pesar en promedio 400kg o más, con una condición corporal igual o mayor a 3, esto en una escala del 1 al 5.
- Ausencia de preñez, cíclicas y ausencia de enfermedades clínicas aparentes. Las evaluaciones ginecológicas de las vacas deben realizarse por ecografía.
- Si el rodeo a ser evaluado no cuenta con la certificación de libre de enfermedades reproductivas, es fundamental realizar la toma de muestras y remisión al laboratorio, para el diagnóstico de las principales enfermedades reproductivas del bovino.
- Las vacas deben ser identificadas a fuego, en el anca lado derecho, con caravanas numeradas de igual manera.
- También debemos tener presente que nuestras receptoras estén desparasitadas, además de considerar siempre la buena mineralización de las mismas con sales minerales o soluciones inyectables de compuestos a base de cobre, zinc, manganeso y selenio.

La tecnología de imagen por ultrasonido proporciona un acceso rápido y no invasivo a los órganos reproductivos internos. Las estructuras dinámicas se pueden visualizar en el animal vivo, estructuras que antes solo eran detectables en el estado estático en la necropsia o la extirpación quirúrgica (11).



Manual de transferencia de embriones

La ultrasonografía transrectal es una valiosa herramienta para incrementar la eficiencia reproductiva en las hembras, a través del seguimiento y evaluación de cambios en el diámetro del folículo preovulatorio, volumen del cuerpo luteo, y diagnóstico de gestación, que permiten predecir respuestas y evaluar los resultados de sistemas de apareamiento en programas de monta natural, inseminación artificial (1).

Las patologías ováricas y uterinas que no se detectan con precisión a través de la palpación rectal se pueden visualizar fácilmente por ultrasonido, y se pueden implementar terapias apropiadas en el momento oportuno, el desarrollo de sistemas integrados de gestión reproductiva que combinan ultrasonido con nuevas tecnologías reproductivas existentes mejorará aún más las aplicaciones prácticas y nuevas tecnologías reproductivas como la ecografía (12).

Las receptoras deberán disponer de potreros con suficiente forraje, agua ad libitum y sombra para lo que dure el programa de tal forma que tengan confort y bienestar.

Estimulación de receptoras

Este procedimiento se realiza con la finalidad de inducir la producción de cuerpos lúteos de buen tamaño, por ende, buena producción de progesterona. Considerado los siguientes pasos:

1. Sincronización de celo: Con la aplicación de dispositivo intravaginal bovino (DIB) con 0,5 gr de progesterona (P4) y benzoato de estradiol (BE) 2 mg en el día 0.



Manual de transferencia de embriones

2. Retiro de dispositivo intravaginal bovino y aplicación de 150 μg D+cloprostenol sódico (PGF₂a) en el día 08.
3. Estimulación del desarrollo folicular con la aplicación de gonadotropina coriónica equina (ECG), con una dosis de 1000 UI en el día 08.

Transferencia de embriones

Las receptoras que fueron sincronizadas, son ingresadas para un chequeo de los ovarios con ecografía, a modo de evaluar la ubicación (ovario derecho o izquierdo), cantidad y tamaño de los cuerpos lúteos.

El cuerpo lúteo es una estructura funcional que se desarrolla a partir de la cavidad folicular después de la ovulación, su desarrollo es sumamente rápido, su producción de progesterona es máxima desde el día 10 hasta el 16 del ciclo estral, aunque su nivel es importante a partir del cuarto día del ciclo (18).

Para la transferencia se prepara un inyector estéril con una cánula rígida en la base y flexible en la punta donde son colocadas las pajuelas de embriones. Se debe considerar la presencia de cuerpos lúteos en los ovarios y se define si se depositan uno o dos embriones.

Es importante registrar en una planilla los datos de las receptoras, donantes y los toros utilizados.



Diagnóstico de preñez

Con este procedimiento se puede determinar el número de vacas receptoras que lograron preñar con éxito los embriones transferidos. El proceso de diagnóstico de preñez se realiza a los 30 días luego de la transferencia de embriones y la confirmación de la gestación a los 90 días del mismo. En ambos casos el diagnóstico de la preñez se debe realizar con ultrasonografía de tal manera a identificar los embriones implantados y demás estructuras del útero.

Esta actividad tiene que registrarse en la planilla correspondiente, para su posterior seguimiento en cuanto a registro de los animales que van a nacer.



3. Materiales

- 1) Aguja hipodérmica 18 G y 20 G para aspiración folicular
- 2) Bomba de vacío, para la aspiración de oocitos
- 3) Transportador de oocitos portátil
- 4) Camisa para FIV
- 5) Camisa sanitaria
- 6) Ecógrafos
- 7) Estabilizador de Corrientes
- 8) Estabilizador de medios para embriones (ADANZ)
- 9) Filtro para bomba de vacío
- 10) Filtros de embriones
- 11) Filtros de Oocitos
- 12) Filtros de papel para laboratorio
- 13) Fundas transferencia de embriones T E con punta plástica
- 14) Guantes para palpación
- 15) Guía de aspiración Folicular, material polímero
- 16) Heparina sódica
- 17) Incubadora de Bancada
- 18) Incubadora de Embrión



Manual de transferencia de embriones

- 19) Inyector o aplicador universal
- 20) Jeringas medicas con aguja 50 cc x 25 un
- 21) Jeringas medicas con aguja 20 cc x 50 un
- 22) Jeringas medicas con aguja 5 cc x 100 un
- 23) Lacrador de pajuelas
- 24) Laparoscopio
- 25) Lidocaina al 2%
- 26) Línea para aspiración folicular
- 27) Lupas Estereoscoícas
- 28) Mesa aquecedora para embriones
- 29) Mesa calentadora padrón
- 30) Microscopio Digital
- 31) Microscopios compuestos ligeros binoculares y accesorios
- 32) Nitrógeno liquido por litro
- 33) Pinza anatómica de 30 cm
- 34) Pipetas serológicas
- 35) Pipetas volumétricas
- 36) Pistola de transferencia de embriones TE 0,25
- 37) Placas o cajas Petri de 100 mm
- 38) Placas o cajas Petri de 35 mm
- 39) Punta de mandril vía simple para aspiración folicular



Manual de transferencia de embriones

- 40) Puntas de pipeta de volumen variable (P10 - P200 - P1000)
- 41) Termómetro de alcohol -10°C A 100° C
- 42) Transductor lineal para ecografía
- 43) Transductor microconvexo para ecografía
- 44) Transportador de embriones
- 45) Tubo de vidrio de 10 cc para laboratorio
- 46) Tubos capilares o cartuchos
- 47) vaina para inseminación cajas x 50 un
- 48) Vainas con punta de acero inoxidable 0,25
- 49) Vitrificador para embriones
- 50) Xilazina 2% x 10 ml
- 51) Yohimbina frasco x 50 cc
- 52) Balón gasificador con gas con CO₂ 6% ; O₂ 5% y N₂ 89% para cultivo de embriones



4. Definiciones

CANAL DE PARTO: Cervix y vagina, atravesados por el feto durante el parto.

CICLO ESTRAL: Ciclo estral de 21 días en promedio durante el cual el ovario de la vaca libera un folículo y el útero se prepara a sí mismo para una posible preñez. El ciclo estral se encuentra controlado por hormonas.

CONDICION CORPORAL: Reserva corporal (principalmente en la forma de tejido graso) determinada por observación visual o palpación rectal (sinónimo: reserva corporal).

CUERPO LUTEO: Masa amarilla de células secretoras de hormonas que se desarrolla en la superficie del ovario desde los restos del folículo luego de que el óvulo ha sido liberado (ovulación). Un cuerpo lúteo activo secreta progesterona, lo que previene el desarrollo completo del folículo y mantiene la preñez (sinónimo: cuerpo amarillo).

EMBRIÓN: Óvulo fertilizado en sus estadíos tempranos de desarrollo.

ESPERMATOZOIDE: Gameto masculino (célula reproductora) que contiene la mitad del material genético de una célula normal. El espermatozoide posee una cola larga, fina y móvil utilizada para propulsión.



Manual de transferencia de embriones

ESTRO: Período de cerca de seis a 30 horas que cada vaca o novilla posee una vez cada 21 días durante el cual muestra signos de excitación sexual. Los signos típicos incluyen el montar o dejarse montar por otras vacas o el toro. Esta conducta es menos pronunciada en vacas *Bos indicus* (zebú) que en las *Bos taurus* (vacas europeas como Jersey). La liberación de un óvulo ocurre 10 a 14 horas luego de que los signos de celos finalizan (sinónimo: celo).

FETO: Es el ternero en gestación desde el momento que se implanta en el útero (45 días de preñez) hasta el nacimiento.

FOLÍCULO: Estructura vesicular que contiene un óvulo y crece hasta que el mismo madura. Un folículo maduro posee la forma de una ampolla en la superficie del ovario.

HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE (FSH): Hormona glucoproteica secretada por la pituitaria anterior que estimula el crecimiento de los folículos en el ovario y la producción de estrógenos por el folículo en la hembra; en el macho estimula la producción de espermatozoides.

HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS (GnRH): Hormona peptídica secretada por el hipotálamo que estimula la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) desde la hipófisis anterior. La GnRH puede inyectarse en pequeñas cantidades para causar la ovulación de óvulos maduros.

HORMONA LUTEINIZANTE (LH): Hormona Glucoproteica secretada por la glándula pituitaria anterior. En la hembra, la LH induce la ovulación, el desarrollo del cuerpo lúteo y la producción de progesterona. En el macho la LH estimula la producción de espermatozoides y de la hormona testosterona.



Manual de transferencia de embriones

HORMONA: Sustancia (ya sea proteína, péptido o esteroide) que se secreta en pequeñas cantidades en un órgano, y es transportada por la sangre y es capaz de estimular la función de otro órgano por medio de actividad química.

IMPLANTACIÓN: Adherencia del embrión a la pared uterina, proceso que comienza el día 18 de la preñez y se completa el día 45.

INVOLUCIÓN: Proceso por medio del cual el tracto reproductivo, en particular el útero, retorna a su tamaño normal luego de parir el ternero. La involución se completa generalmente 40 a 60 días luego del parto.

LUTEINIZACIÓN: Formación del cuerpo lúteo.

LUTEÓLISIS: Degeneración del cuerpo lúteo.

OVULACIÓN: La liberación de un óvulo (desde un folículo) en uno de los dos ovarios 10 a 14 horas luego del final del estro.

PALPACIÓN RECTAL: Manipulación de varias partes de los órganos reproductivos con una mano insertada en el recto de la vaca, generalmente, para detectar la presencia de un feto en crecimiento o estructura (cuerpo lúteo) en la superficie del ovario.

PREÑADA: Vaca que lleva un feto en desarrollo dentro del útero.

PROGESTERONA: Hormona esteroidea secretada por el cuerpo lúteo y que prepara al útero para la preñez, previene la recurrencia de ciclos estrales deprimiendo la liberación de FSH y LH por la pituitaria.



Manual de transferencia de embriones

PROSTAGLANDINA: Hormona secretada por el útero que provoca la regresión del cuerpo lúteo al final de un ciclo estral o la preñez.

PUNTAJE DE CONDICION CORPORAL: Puntaje generalmente que varía de 1 (emaciación) a 5 (obesidad) basado en la observación visual o palpación manual de las caderas, base de la cola y tuberosidad isquiática de la vaca para estimar la condición corporal.

VACA CÍCLICA: Vaca que ha sido observada en celo.

VACA MULTÍPARA: Vaca que ha dado a luz más de una vez.



5. Referencias Bibliográficas

1. Gutiérrez Lizarazo D, Báez Sandoval G. La ultrasonografía en bovinos. Respuestas [Internet]. 2014;19(1):99–106. Available from: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/12/10>
2. Acosta TJ. Studies of follicular vascularity associated with follicle. J Reprod Dev [Internet]. 2007;53(1):39–44. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrd/53/1/53_1_39/_pdf/-char/en
3. Hayashi KG, Matsui M, Shimizu T, Sudo N, Sato A, Shirasuna K, et al. The absence of corpus luteum formation alters the endocrine profile and affects follicular development during the first follicular wave in cattle. Reproduction [Internet]. 2008;136(6):787–97. Available from: <https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/136/6/787.xml>
4. Wiltbank MC, Fricke PM, Sangsritavong S, Sartori R, Ginther OJ. Mechanisms that prevent and produce double ovulations in dairy cattle. J Dairy Sci [Internet]. 2000;83(12):2998–3007. Available from: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75201-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75201-5)
5. Miyamoto A, Shirasuna K, Hayashi KG, Kamada D, Kawashima C, Kaneko E, et al. A potential use of color ultrasound as a tool for reproductive management: New observations using color ultrasound scanning that were not possible with imaging only in black and white. J Reprod Dev. 2006;52(1):153–60.



Manual de transferencia de embriones

6. Guáqueta H. Ciclo estral: fisiología básica y estrategias para mejorar la detección de celos. *Rev med vet zoot* [Internet]. 2009;56(3):163–83. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639221003.pdf>
7. Atuesta JE. Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Spei Domus*. 2011;7(14):15–25.
8. Colazo MG, Maplettoff RJ. Fisiología del Ciclo Estral Bovino. *Rev Ciencias Vet* [Internet]. 2014;16(2):31–46. Available from: <http://170.210.120.129/index.php/veterinaria/article/viewFile/1702/1689>
9. Colazo M, Maplettoff R, Martinez M, Kastelic J. El uso de tratamientos hormonales para sincronizar el celo y la ovulación en vaquillonas. *Cienc Vet* [Internet]. 2007;9(1):4–20. Available from: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f63f527f-66c2-4920-9b74-cc88a43b5acc%40sessionmgr103>
10. Restrepo G. Biotecnologías Reproductivas aplicables a la producción bovina en Colombia [Internet]. Medellín: Libro y arte; 2008. p. 1–140. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>
11. Pierson RA, Kastelic JP, Ginther OJ. Basic principles and techniques for transrectal ultrasonography in cattle and horses. *Theriogenology* [Internet]. 1988;29(1):3–20. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0093691X88900283>
12. Fricke P. Scanning the future--ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. *Dairy Sci* [Internet]. 2002;85(8):1918–26. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12214984>



Manual de transferencia de embriones

13. Motta P, Ramos N, González C, Castro E. Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina Follicular dynamics in the reproductive life of ... Dinámica folicular en la vida reproductiva Follicular dynamics in the reproductive life of female livestock. *Vet.zootec* [Internet]. 2011;5(2):88–99. Available from: https://www.researchgate.net/publication/311487357_Dinamica_folicular_en_la_vida_reproductiva_de_la_hembra_bovina_Follicular_dynamics_in_the_reproductive_life_of_female_livestock
14. Henao Restrepo G. Reactivación ovárica postparto en bovinos. *Rev FacNalAgrMedellin* [Internet]. 2001;54(1):1285–302. Available from: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24399/24998>
15. Henao G, Trujillo LE. Dinámica folicular y función lútea durante la gestación temprana. Estudio de un caso en *Bos indicus*. *RevFacNalAgrMedellín* [Internet]. 2003;56(1):1779–88. Available from: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24399/24998>
16. Gigli I, Russo A, Agüero A. Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. *InVet* [Internet]. 2006;8(1):183–204. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1791/179114159018.pdf>
17. Meza G. Protocolos de sincronización del estro y ovulación en bovinos en Colombia [Internet]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2017. Available from: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/23128/gmezac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Pérez M. Regulación neuroendocrina del ciclo estral en la hembra bovina. *Respuestas*. 2004;9(1):10–21.



Manual de transferencia de embriones

19. Franco J, Uribe L. Hormonas reproductivas de importancia veterinaria en hembras domésticas en rumiantes. *Biosalud* [Internet]. 2012;11(1):41–56. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v11n1/v11n1a06.pdf>
20. Jairo J, Giraldo G. Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. 2007;4(1):51–7. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v16n1/1794-4449-rlsi-16-01-244.pdf>
21. Marizancén M, Artunduaga L. Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo. *Rev Investig Agrar y Ambient* [Internet]. 2017;8(2):247–59. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285365>
22. Bisinotto RS, Ribeiro ES, Martins LT, Marsola RS, Greco LF, Favoreto MG, et al. Effect of interval between induction of ovulation and artificial insemination (AI) and supplemental progesterone for resynchronization on fertility of dairy cows subjected to a 5-d timed AI program. *J Dairy Sci* [Internet]. 2010;93(12):5798–808. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3516>
23. Raso M. Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). *Ganadería* [Internet]. 2012;46:4. Available from: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia46_inseminacion_ovina.pdf
24. Pasa C. Transferencia de embriões em bovinos. *Biodiversidade* [Internet]. 2008;7(1):66–74. Available from: <http://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/49/42>
25. Serapião RV, Sá WF de, Ferreira A de M, Camargo LS de A, Gilardi SGT, Viana JHM, et al. Criopreservação de embriões bovinos produzidos in vitro. *Rev*



Manual de transferencia de embriones

Bras Ciência Veterinária [Internet]. 2005;12(1-3):58-61. Available from:

[http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n2/pag145-150 \(RB453\).pdf](http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v37n2/pag145-150%20(RB453).pdf)

26. Ariza L, Camacho W, Serrano C. Evaluación retrospectiva de la tasa de preñez obtenida por transferencia de embriones en diferentes cruces bovinos.

Rev Electrónica Vet [Internet]. 2006;VII(4):1-7. Available from:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617138011>