

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2025,  
Volumen 9, Número 3.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1)

## **MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN PARA LA SUPEROVULACIÓN EN BOVINOS REVIEW**

**SYNCHRONIZATION METHODS FOR SUPEROVULATION  
IN CATTLE REVIEW**

**Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade**

Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Edison Macgyver Barragán Taco**

Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Christian Andrés Quinteros Freire**

Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Joffre Javier Masaquiza Aragón**

Universidad Estatal Península de Santa Elena

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i3.17730](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.17730)

## Métodos de Sincronización para la Superovulación en bovinos Review

**Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade<sup>1</sup>**

[gabyordo@yahoo.es](mailto:gabyordo@yahoo.es)

[gordonez7546@upse.edu.ec](mailto:gordonez7546@upse.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3084-1997>

Universidad Estatal Península de Santa Elena  
Ecuador

**Edison Macgyver Barragán Taco**

[ebarragan1272@upse.edu.ec](mailto:ebarragan1272@upse.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0002-9665-8757>

Universidad Estatal Península de Santa Elena  
Ecuador

**Christian Andrés Quinteros Freire**

[cquinteros6220@upse.edu.ec](mailto:cquinteros6220@upse.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-4734-0304>

Universidad Estatal Península de Santa Elena  
Ecuador

**Joffre Javier Masaquiza Aragón**

[jmasaquiza@upse.edu.ec](mailto:jmasaquiza@upse.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-0119-253X>

Universidad Estatal Península de Santa Elena  
Ecuador

### RESUMEN

Mediante la utilización de sistemas de gestión bibliográfica, se ha realizado meticulosamente una búsqueda exhaustiva y sistemática de las diversas metodologías involucradas en la producción o adquisición de embriones, comenzando con un examen de los procesos hormonales que sirven de base fundamental para dichos esfuerzos, pasando posteriormente a un análisis de los métodos de sincronización que facilitan la alineación de los ciclos reproductivos y, finalmente, culminando con una exploración de las técnicas avanzadas de superovulación que se emplean para maximizar la rendimiento de embriones. El conjunto de conocimientos existente sobre este tema es extremadamente heterogéneo, ya que parece haber una ausencia evidente de documentos minuciosamente preparados que proporcionen un análisis coherente de todas las metodologías disponibles, por lo que es necesario emprender esta iniciativa de investigación en particular, que se ha desarrollado mediante la recopilación y síntesis exhaustivas de información derivada de una multitud de estudios de investigación, cada uno de los cuales utiliza protocolos distintos y separados, con la expectativa de que este trabajo académico sirva como un paso preliminar hacia una revisión más exhaustiva y completa de los intrincados procesos involucrados en la adquisición de embriones.

**Palabras clave:** bovinos, inducción de ovulación, estimulación hormonal, embriones

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [gabyordo@yahoo.es](mailto:gabyordo@yahoo.es)

## Synchronization Methods for Superovulation in Cattle Review

### ABSTRACT

Using bibliographic management systems, an exhaustive and systematic search has been meticulously conducted for the various methodologies involved in the production or acquisition of embryos, beginning with an examination of the hormonal processes that serve as the fundamental basis for such efforts, subsequently moving on to an analysis of synchronization methods that facilitate the alignment of reproductive cycles and, finally, culminating in an exploration of the advanced superovulation techniques used to maximize embryo yield. The existing body of knowledge on this topic is extremely heterogeneous, as there seems to be a conspicuous absence of carefully prepared documents that provide a coherent analysis of all available methodologies, which is why it is necessary to undertake this particular research initiative, which has been developed through the exhaustive collection and synthesis of information derived from a multitude of research studies, each using distinct and separate protocols, with the expectation that this scholarly work will serve as a preliminary step toward a more thorough and comprehensive review of the intricate processes involved in acquiring embryos.

**Keywords:** cattle, ovulation induction, hormonal stimulation, embryos

*Artículo recibido 07 abril 2025*

*Aceptado para publicación: 13 mayo 2025*



## INTRODUCCIÓN

Al rededor del mundo se han transferido más embriones congelados, producidos en vivo que los embriones frescos pero en américa del Sur el número es mayor en transferencia de frescos que congelados, debido al gran número de receptoras disponibles sobre todo en Brasil y Argentina

Durante los últimos treinta años, las investigaciones más sencillas se han basado en tecnologías embrionarias clásicas que son: superovulación; recuperación y transferencia no quirúrgica de embriones bovinos y las técnicas más avanzadas que son producción de embriones in vitro; clonación por transferencia nuclear de células somáticas las cuales han generado información muy valiosa sobre los ovocitos y sobre todo el desarrollo y calidad, fertilización y desarrollo del concepto.

Esas investigaciones no solo se han centrado en proporcionar nuevos conocimientos sobre las tecnologías sino también sobre los factores que interfieren en la fertilidad del ganado. Actualmente después de muchas fallas y problemas de funcionamiento se ha descubierto que los perfiles endocrinos periféricos y foliculares tienen una influencia marcada en el desarrollo posterior del embrión. Adicionalmente está bien demostrado que la manipulación sobre todo genética de los ovocitos o embriones puede afectar negativamente al desarrollo embrionario y fetal.

La sincronización de celos en los diferentes animales de granja no solo tienen importancia en la superovulación y transplante de embriones sino también es especialmente necesaria en bovinos, ovinos, caprinos y cerdos, se ha venido catalogando como una herramienta y práctica fundamentalmente en la reproducción animal moderna. Su importancia y los distintos protocolos disponibles tienen muchas implicaciones tanto biológicas como productivas como por ejemplo puedo mencionar: Mejorar la planificación reproductiva, eficiencia en el uso de inseminación artificial, mejor uso de los recursos humanos y económicos y sobre todo la uniformidad en la producción. De esta manera el trabajo en manejo de grupos grandes de animales se vuelve más eficiente y más planificable.

Por otro lado cuando se menciona los protocolos de sincronización en superovulación en la transferencia de embriones (TE) este es un componente crítico para el éxito de esta biotecnología reproductiva ya que es fundamental en la sincronización entre donadoras y receptoras, en el control del momento exacto de la ovulación; optimiza el tratamiento hormonal y por sobre todo facilita la logística del programa ya que se puede trabajar en lotes o grupos lo que hace más eficiente el uso de personal, recursos e instalaciones



Este review está enfocado en hacer un recuento de las técnicas de superovulación para la obtención de embriones bovinos por medio de buscadores bibliográficos sobre el estado del arte de las biotecnologías reproductivas en Bovinos.

Contribuciones del estudio

Este review está estructurado para ayudar al lector a entender como se obtienen ovocitos o embriones Bovinos y la metodología para que estos puedan ser obtenidos.

## **METODOLOGÍA**

Métodos

Por medio de buscadores y gestores bibliográficos se ha llevado a cabo una búsqueda de información sobre el estado del arte en cuanto a la superovulación y obtención de embriones bovinos que se ha desarrollado hasta el momento.

El hacer una búsqueda bibliográfica en internet mediante buscadores bibliográficos sobre este tema requiere seguir una metodología ordenada para obtener información científica, confiable y relevante.

En primera instancia se definió el tema ya que existen muchas variables que pueden inferir en los buscadores como por ejemplo la especie, que aspecto es el mas importante como son protocolos hormonales y resultados en las investigaciones ya que se deben identificar los protocolos con mejores resultados.

Se eligieron también los buscadores bibliográficos más usados y de mayor rapidez y efectividad que según mi criterio serían los adecuados para realizar la búsqueda de información.

Se debe construir una estrategia de búsqueda usando palabras clave, términos de búsqueda u operadores booleanos que permitan conectar palabras clave en búsquedas ampliando o restringiendo resultados, de esta manera me permitió encontrar información precisa y relevante como por ejemplo

Palabras clave:

Español: Superovulación, Inducción de ovulación, estimulación hormonal

Inglés: Superovulation induction, hormonal stimulation, cattle/sheep/ bovine FSH, eCG, GnRH,

Progesterone

Buscadores Booleanos:

(superovulation OR “ovarian stimulation”)AND (FSH OR eCG) AND (cattle OR bovine)



También se utilizó una búsqueda mediante filtros señalando artículos relevantes, año, tipo de estudio, revista y Autores; ya que hay buscadores como Research Rabbit que me permite ver conexiones entre los autores y títulos recomendados o similares.

Como nota adicional se puede trabajar con inteligencia artificial (IA) creando ecuaciones de búsqueda concretas en los buscadores principales, pero aclaro que en este documento la búsqueda fue manual y no se realizó por medio de IA más que la utilizada en los buscadores y gestores señalados.

Se han utilizado los siguientes gestores:

**Tabla 1.** Gestores bibliográficos utilizados para la búsqueda y resultados de Búsqueda

Gestor de Búsqueda	Términos de búsqueda	Número de documentos por búsqueda	Comentarios sobre la herramienta
Research Rabbit	Superovulación bovinos	en 1390	Permite revisar trabajos similares y diversos criterio de búsqueda permitidos
Google academic	Superovulación bovinos	en 2.060	Búsqueda de artículos simple no hay relaciones ni permite ver si hay artículos similares
Research Rabbit	Obtención embriones bovinos	de 1534	Permite revisar trabajos similares y diversos criterio de búsqueda permitidos
Google academic	producción embriones bovinos in vitro	de 7350	Búsqueda de artículos simple no hay relaciones ni permite ver si hay artículos similares

Elaborado Por Ordóñez, (2024)



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Estado del arte**

#### **Manejo hormonal**

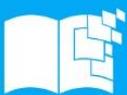
Gracias a las diversas herramientas como técnicas de biología molecular, ultrasonografía, radioinmunoanálisis, inmuno histoquímica y otras ha sido posible controlar, manipular y estudiar las variaciones que puede presentar un dinámica folicular en Bos Taurus y Bos indicus encontrándose diferencias muy marcadas entre y dentro las especies, ocasionadas por efectos genéticos y ambientales. (Restrepo. G, 2010)

En un estudio realizado por Ayala, L.E. de 9 animales a los cuales se observaron nueve de sus ciclos estrales, y de estos cinco presentaron un patrón de tres ondas de crecimiento folicular (55,6%) y cuatro ondas (44,4%). En otras investigaciones citadas por el mismo autor menciona que esta variabilidad se determina por el tipo de manejo, características raciales y probablemente otros factores como la alimentación, condiciones ambientales, entre otros, influyen en la dinámica folicular. (Ayala. L, 2019)

#### **Dinámica hormonal**

La intrincada dinámica del desarrollo folicular ovárico en los bovinos ha sido objeto de una amplia investigación académica, empleando una amplia gama de metodologías, siendo las técnicas predominantes la utilización de la ecografía junto con el análisis de las concentraciones hormonales, que en conjunto revelan una gama de variaciones que están significativamente influenciadas por factores como las predisposiciones genéticas, el estado fisiológico de los animales, el clima ambiental, la ingesta nutricional y los sistemas de producción específicos empleados. El objetivo general de la investigación de la dinámica folicular es mejorar nuestra comprensión de los mecanismos fisiológicos fundamentales que regulan tanto la producción de ovocitos como la secreción de hormonas ováricas, al tiempo que examinamos cómo estos procesos biológicos se corresponden con los comportamientos reproductivos exhibidos por estos animales. A través de estudios tan exhaustivos, se prevé obtener una visión más profunda de la compleja interacción entre estos diversos elementos, lo que ayudaría a optimizar la eficiencia reproductiva en las poblaciones bovinas.. (Restrepo. G, 2010)

Las hembras domésticas a partir de que llegan a la pubertad, a lo largo de su vida reproductiva presentarán de manera periódica ciclos estrales, definido como el un periodo desde la aparición de un



celo hasta el comienzo del siguiente celo. (Lamb. GC, 2016)

Existen varios estudios que caracterizaron la dinámica de las ondas foliculares en ganado *B. indicus*. En general, Las características de crecimiento y dominancia folicular fueron similares a las de *B. taurus*, excepto que el ganado *B. indicus* parecía tener un diámetro máximo más pequeño del folículo dominante (10–12 mm) y el CL (17–21 mm) que el ganado *B. taurus* (14–20 mm y 20–30 mm, respectivamente). Estas diferencias tienen importantes consecuencias prácticas que implican el hecho de que es más complicado que el CL se pueda palpar en el ganado *B. indicus*. (Bó. G. A, 2003) (Rhodes. F.M., 1995) (Gambini. A.L.G., 1998) (Viana. J.H.M., 1986) (Alvarez. P., 2000)

Estudios anteriores también han demostrado que el contenido de progesterona del CL era menor en *B. indicus* que en vacas *B. taurus*. Por tanto, no es sorprendente que los niveles séricos de progesterona también sean más bajos. en *B. indicus* que en *B. Taurus*. (Segerson. E.C., 1984) Randel (1984) planteó la hipótesis de que el CL más pequeño en el ganado *B. indicus* fue el resultado de una menor respuesta al estrógeno, aumento preovulatorio de LH y un momento diferente de los eventos endocrinológicos que conducen a ovulación (Bó. G. A, 2003) (Randel. R.D., 1984)

Varios protocolos de sincronización de la ovulación utilizan GnRH en el momento de la inserción del CIDR para inducir la ovulación y restablecer las ondas foliculares para mejorar los resultados de la preñez. La ovulación inducida por GnRH depende de la etapa de madurez folicular cuando se inyecta la GnRH y la ovulación de folículos de menos de 11 mm de diámetro resultó en tasas de preñez comprometidas para IATF. Además, las novillas de reemplazo tenían más probabilidades de quedar preñadas cuando los folículos eran inducidos a ovular con La GnRH en un tamaño entre 10,7 y 15,7 mm de diámetro. (Perry. G, 2007) No obstante, estudios recientes que investigan los efectos de las diferentes edades de los folículos mediante la manipulación de la duración del proestro y comparar folículos maduros más grandes con folículos jóvenes más pequeños en vacas de carne y vaquillas determinaron que la edad y madurez del folículo ovulatorio no influyeron en la preñez hasta el resultado de la IATF . (Abreu. FM, 2014) (Abreu. FM G. T., 2014)

## **Métodos de sincronización**

### **Protocolos de sincronización temprana del estro**

Una única inyección de PGF para inducir la luteólisis seguida de la detección del estro y la IA en



vaquillas fue uno de los primeros intentos de sincronizar el estro. Las tasas de concepción no difieren entre novillas control (21 días de detección del estro) y tratadas.

La administración de GnRH a vacas aumentó con éxito las concentraciones de hormona luteinizante (LH) y la ovulación del folículo dominante se logró dentro de 24 a 32 horas después de la inyección de GnRH. Una combinación de una inyección de GnRH seguida la inyección de PGF, 7 días después para sincronizar la onda folicular e inducir luteolisis, respectivamente, permitiendo una concentración de la actividad del estro. Seguido por una inyección de GnRH 48 horas después de la inyección de PGF2 alpha con el fin de inducir la ovulación del FD, y por consiguiente realizar IATF (Inseminación artificial a tiempo fijo), excluyendo la necesidad de detección del estro. Este protocolo IATF se denomina "Ovsynch". En el protocolo denominado como Ovsynch, se inicia con una inyección de GnRH que es administrada para inducir la ovulación del FD, iniciando así la onda folicular. sin embargo, la respuesta de ovulación a la primera inyección de GnRH fue del 31% en vacas de carne en anestro y varía según el día del ciclo estral, el tamaño o diámetro de este folículo dominante, y etapa de desarrollo folicular. Cuando falla la ovulación de la primera GnRH, La segunda inyección de GnRH puede provocar que el folículo dominante ovule en momentos inesperados con intervalos antes de que la IA perjudique la fertilización y el éxito de la preñez. (Lamb. GC, 2016)

### **Protocolos actuales de sincronización estro**

La inclusión de P4, complementada con un sistema de liberación interna controlada de fármaco (CIDR) que es un dispositivo para prevenir la ovulación antes de la inyección de PGF es ampliamente investigado. (Lamb. GC, 2016)

Comparar las tasas de concepción entre protocolos con o sin fuentes exógenas de P4 provocan que la fertilidad mejore cuando se aplica el dispositivo (COSynch de 7 días y protocolo CIDR). Además, las tasas de preñez de vacas en anestro se sincronizan con el CIDR y se comportan de manera similar a las vacas cíclicas. Sin embargo, los folículos que no ovulan con la primera GnRH en el protocolo CIDR + CO-Synch después de 7 días puede convertirse en quistes foliculares durante el período de 1 semana (7 d) en el que el CIDR está siendo aplicado, reduciendo así fertilidad en la Inseminación. La fase de proestro en el protocolo CIDR +CO-Synch de 1 semana puede ser definido como el tiempo desde la administración de PGF hasta la segunda aplicación de GnRH, que puede tener una duración de 60 a 72



horas. Recientemente, en un intento para mejorar la fertilidad, la investigación se centró en aumentar la longitud del proestro en protocolos de sincronización estral desde 66 horas (CO-Synch + CIDR de 7 días) hasta 72 horas (CO-Synch + CIDR de 5 días). (Lamb. GC, 2016)

### **La superovulación**

La superovulación exitosa del ganado depende de la primera inyección(es) de gonadotropina durante un rango bastante estrecho de estado ovárico. La duración del ciclo estral en *B. Taurus* las hembras pueden variar de aproximadamente 17 a 24 días y pueden implicar ciclos foliculares de dos o tres ondas. No es necesario determinar si un individuo presenta ciclos de dos o tres ondas foliculares antes de un protocolo para superovulación. Existen tres protocolos con los que las ondas foliculares se pueden sincronizar para que el inicio del tratamiento de superovulación no depende de la etapa del ciclo estral.

Estos programas superovulatorios en bovinos son comenzados durante la fase luteal media, entre los días 8 y 12 después de identificación del estro. Este esquema para superovular vacas donantes derivó de experimentos y pruebas de campo realizados durante la década del 70 en que se concluyó que los tratamientos superestimuladores que se inician en el día 9 o 10 después de detectarse el celo registraban una mejor respuesta al tratamiento que aquellos iniciados antes (2 día a 6 día) o después (12 día a 13 día). Esto es debido a que durante el ciclo estral bovino hay 2 o 3 (a veces 4 en Cebú) ondas de desarrollo folicular y en la mayoría de las hembras bovinas la segunda onda folicular, en promedio comienza, entre los días 7 y 8 o 9 y 10. (Hasler. J.F., 1983) (Lerner. S.P., 1986)

Los tratamientos de superovulación tienen como fin que en la vaca se obtengan el máximo número de embriones fecundados y transferibles con alta probabilidad de producir una preñez a término (Armstrong. D.T., 1993). En varias revisiones de registros comerciales de transferencia de embriones se han detallado amplios rangos en la respuesta superovulatoria y la producción de embriones comerciales para transferencia. (Mapletoft. R, 2002) En un informe del 2018 en recolecciones de vacas de carne donantes, se recogió de cada vaca una media de 11,5 óvulos/embriones con 6,2 embriones transferibles. Sin embargo, la variabilidad fue tan grande tanto en la respuesta superovulatoria como en la calidad del embrión; el 24% de las colecciones no produjeron embriones viables, el 64% obtuvieron un número superior al promedio de embriones viables y el 30% produjo el 70% de los embriones. La recuperación de embriones de 987 vacas lecheras produjo una cantidad ligeramente menor de óvulos/embriones y



hubo una variabilidad similar en la respuesta entre los animales. El alto grado de imprevisibilidad en la respuesta superovulatoria crea problemas que afectan tanto la eficiencia como la rentabilidad de los programas de transferencia de embriones. (Hasler. J.F., 1983) (Lerner. S.P., 1986)

La variabilidad en la respuesta ovárica se ha relacionado con diferencias en los tratamientos superovulatorios, como la preparación de gonadotrofina, el lote y la dosis total, la duración y el momento del tratamiento, y el uso de hormonas adicionales en el esquema superovulatorio. Otros factores adicionales, que pueden ser fuentes más importantes de variabilidad, son inherentes al animal y a su entorno. Estos factores pueden incluir el estado nutricional, la historia reproductiva, la edad, la estación, la raza, el estado ovárico en el momento del tratamiento y los efectos de la superovulación repetida. Aunque recientemente se han realizado progresos considerables en el campo de la fisiología reproductiva bovina, sólo se conocen parcialmente los factores inherentes al animal donante que afectan a la respuesta superovulatoria. (Mapletoft. R, 2002)

En el protocolo convencional de superestimulación, los tratamientos con gonadotropinas se inician durante la mitad del ciclo (8-12 días post-ovulación). Este enfoque presenta dificultades porque requiere la detección del celo antes de iniciar los tratamientos con gonadotropinas, y porque existe una gran variación individual en el día de aparición de la segunda onda folicular. Estas dificultades pueden afectar negativamente a las respuestas superovulatorias. (Baruselli. M, 2006)

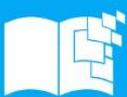
### **Procedimientos de Superovulación**

La transferencia de embriones bovinos se ha aplicado ampliamente en todo el mundo.

Esta tecnología aumenta el número de crías obtenidas de donantes con alto valor genético y se utiliza para diseminar la genética deseable en todo el mundo. En Brasil y en otros países tropicales, ha habido una demanda creciente para multiplicar la genética de hembras valiosas de *Bos indicus*. Sin embargo, existen diferencias importantes en la fisiología y el comportamiento reproductivo entre los bovinos *B. indicus* y *Bos taurus* que pueden afectar la eficiencia de los programas de superestimulación.

A continuación describo las limitaciones que tienen los protocolos tradicionales:

1. Necesidad de manipular y detectar el celo para establecer el "celo base",
2. Incapacidad de iniciar los tratamientos de superestimulación en el momento óptimo de desarrollo folicular,



3. El tener que detectar el celo para saber cuando se realiza la IA,
4. Alta variabilidad en la Producción de embriones por donante, y
5. 20-30% de donantes que no responden y no producen embriones. (Baruselli. M, 2006)

**Tabla 2. Esquema de superovulación de manera básica**

Día	Donante	Receptora
0	Detección de celo	
10	Tratamiento con gonadotrofinas	
11	Tratamiento con gonadotrofinas	PGF2a (mediodía)
12	Tratamiento con gonadotrofinas + PGF2a	
13	Tratamiento con gonadotrofinas	
14	AM: Detección de celos PM: 1ra. IA	AM: Detección de celos
15	AM: 2da. IA	
21	Recolección de embriones	Transferencia

Fuente: (Becaluba F, 2007)

Elaborado por Ordóñez G (2024)

### **Gonadotrofinas**

Los protocolos a base de gonadotropinas se realiza a base de tres tipos de compuesto gonadotrópico para inducir la superovulación en hembras bovinas: gonadotrofinas de extractos de pituitaria porcina o de otros animales domésticos, gonadotrofina coriónica equina (eCG) y gonadotrofina menopáusica humana (hMG). (Alkemade. S.J., 1993) (Murphy. B.D., 1984)

En primera instancia se debe realizar la aplicación de la prostaglandina (PGF) o sus análogos para la inducción de la luteólisis en un régimen superestimulador, para permitir una sincronización precisa del inicio del estro y la ovulación. Se ha estimado que la vida media biológica de la FSH en la vaca es de 5 h o menos, por lo que debe inyectarse dos veces al día para inducir con éxito la superovulación. (Monniaux D., 1983)

### **Gonadotrofinas de extractos de pituitaria porcina o de otros animales domésticos**

El régimen habitual es de 4 o 5 días, dos tratamientos diarios de FSH con una dosis total de 28 a 50 mg (nombre producto comercial: Armour) de un extracto pituitario crudo (FSH-P) o 400 mg NIH-FSH-PI



del extracto pituitario purificado ( nombre producto comercial: Folltropin®-V). Cuarenta y ocho o 72 horas al iniciar el tratamiento, se inyecta PGF 2 alpha para inducir la luteolisis. Y el celo deberá aparecer entre 36 y 48 h, y con la consiguiente ovulación entre 24 y 36 h posteriores (Mapletoft. R, 2002)

**Tabla 3.** Tipos de Gonadotropinas provenientes de extractos de Pituitaria de diferentes especies  
**Gonadotropinas utilizadas para inducir Superovulación**

<b>Tipo de Gonadotropina</b>	<b>de</b>	<b>Tipo de extracto</b>	<b>contenido</b>	<b>Estado actual/presentación</b>	<b>dosis</b>
Extracto pituitaria	de	FSH-P	Contenía cantidades variables de FSH y Lh	Ya no se encuentra en el mercado	variaba entre 28 y 50 mg Armour
		FOLLTROPIN-V	Extracto porcino extraído el 80 % de LH	Se sigue usando	1 ampolla con 400mg NIH-FSH-P1
		PLUSET	Extracto porcino con iguales cantidades de LH y FSH	2 frascos con cada uno= 1000U.I, liofilizado	Dosis total 500 a 750 UI de FSH y LH
		OVAGEN	Extracto ovino purificado com muy poca LH	Cada frasco de 20 ml contiene 17.6 mg NIADDK-oFSH-17 de FSHovina	La dosis total es de 14 a 20 ml y se recomienda hacer una administración en 8 dosis constantes cada 12 h.

Fuente: (Becaluba F, 2007)  
Elaborado por Ordóñez G (2024)

### **Gonadotropina coriónica equina**

La gonadotropina coriónica equina es una glicoproteína compleja con actividad tanto de FSH como de LH (Murphy B.D., 1991). Se ha demostrado que tiene una vida media de 40 h en la vaca y persiste hasta 10 días en la circulación bovina; por lo tanto, normalmente se inyecta por una sola vez seguida de un



dosis inyectable de PGF, 48 h después. La vida media que es muy larga de la eCG causa estimulación ovárica de larga acción, folículos no ovulados, perfil endocrino anormal y una calidad embrionaria reducida. Estos problemas se han superado en gran medida mediante la inyección intravenosa de anticuerpos contra la eCG en el momento de la primera inseminación, de 12 a 18 h después del inicio del celo. Dosis recomendadas de eCG oscilan entre 1500 y 3000 UI, siendo las 2500 UI por inyección intramuscular las más elegidas (Mapletoft. R, 2002).

### **Gonadotropina menopáusica humana (HMG)**

Este tipo de gonadotropina es más utilizada en humanos y actualmente por su alto costo muy poco en veterinaria. Esta hormona tiene la misma cantidad de FSH que de LH y los tratamientos consisten en aplicaciones intramuscular cada 12 h en dosis decrecientes por 4 a 5 días. (Becaluba F, 2007)

### **Factores que influyen en la respuesta superovulatoria**

La variabilidad en las respuestas superovulatorias tras los tratamientos con gonadotropinas sigue siendo el mayor problema para la transferencia comercial de embriones. También se ha observado variación individual en la respuesta superovulatoria en ganado Nelore utilizando un diseño experimental "cross-over". El número de CL, óvulos/embriones y embriones aptos para la congelación varió significativamente entre las donantes. En otro estudio reciente con vacas Holstein de alta producción en un diseño experimental "cruzado" en un entorno tropical también informó de una variación individual significativa en el número de folículos >8 mm de diámetro en el momento del celo y en el número de CL en el momento de la recogida de óvulos/embriones. (Baruselli. M, 2006)

En el protocolo convencional de superestimulación, los tratamientos con gonadotropinas se inician durante la mitad del ciclo (8-12 días post-ovulación). Este enfoque presenta dificultades porque requiere la detección del celo antes de iniciar los tratamientos con gonadotropinas, y porque existe una gran variación individual en el día de aparición de la segunda onda folicular. Estas dificultades pueden afectar negativamente a las respuestas superovulatorias. (Baruselli. M, 2006)

En algunos estudios se ha demostrado la importancia de iniciar el protocolo al momento de la aparición de la onda folicular. La ausencia de un folículo dominante al inicio del tratamiento aumentó la eficacia de los tratamientos superestimuladores. Algunas investigaciones mencionan que obtuvieron una mayor respuesta superestimuladora cuando los tratamientos con gonadotropinas se iniciaron el día de la



emergencia de la onda folicular que cuando los tratamientos se iniciaron 1 ó 2 días después. (Baruselli. M, 2006)

Por lo tanto, las alternativas para controlar la emergencia de la onda folicular en fases aleatorias del ciclo estral, sin necesidad de detectar el celo para establecer un "celo base", facilitarían el manejo de las donantes de *B. indicus*, y posiblemente aumentarían la eficiencia de los programas de transferencia de embriones en ganado de cría cebú. (Baruselli. M, 2006)

En las investigaciones realizadas por Ginther OJ (1996) Todos los folículos en crecimiento o viables son capaces de convertirse en dominantes, como lo indica lo siguiente (Ginther OJ, 1996)

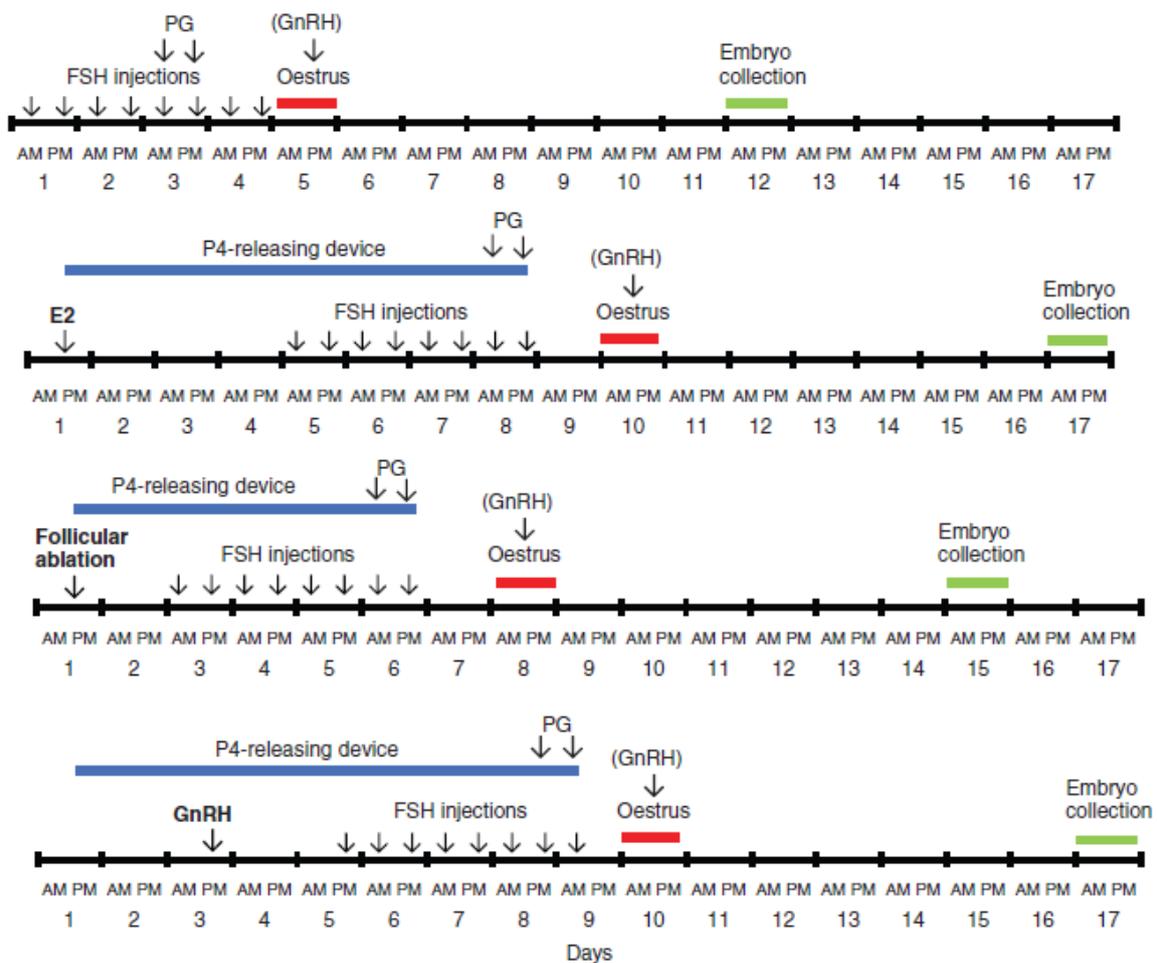
- 1) cuando se inicia el protocolo con FSH al principio de la onda esto ayuda a que muchos folículos alcancen el diámetro de un folículo dominante funcional
- 2) un folículo seleccionado al azar de un grupo de folículos de 5 mm al principio de una onda puede ser dirigido hacia la dominancia destruyendo todos los demás folículos de 5 mm; y
- 3) incluso después de la desviación en las tasas de crecimiento entre los dos folículos más grandes, el folículo subordinado puede permanecer viable durante uno o dos días y puede asumir la dominancia, si el folículo dominante original es destruido (Ginther OJ, 1996)

Esto quiere decir que realizando un buen protocolo de Superovulación la tasa de éxito fisiológicamente hablando puede ser un éxito

A continuación en la Figura 1 se presentan los diferentes protocolos de Superovulación en bovinos resumidos



**Fig 1** Protocolos de Superovulación en Bovinos



Fuente: (Mikkola M, 2020)

## CONCLUSIONES

La sincronización de celos en superovulación en animales de granja, especialmente en producción de bovinos, representa una herramienta clave en la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia específicamente en la especialidad de reproducción de embriones y biotecnologías reproductivas.

Esta técnica permite controlar de manera precisa el ciclo estral, resultando de manera eficiente la reproducción, mejora las tasas de preñez y optimiza al máximo los recursos genéticos de alto valor.

Desde el punto de vista de un Médico Veterinario, el hacer una sincronización de celos de manera adecuada, garantiza que las donadoras y receptoras se encuentren en un estado fisiológico compatible, ya que es indispensable para asegurar el éxito de la implantación del embrión.

Además, la sincronización nos va a permitir coordinar con precisión el tratamiento hormonal, la



inseminación artificial y la recolección embrionaria, de esta manera se mejora la calidad y viabilidad de los embriones producidos.

Para que se logre un buen proceso de superovulación se debe conocer muy bien la fisiología animal para evitar inconvenientes al momento de la aplicación de fármacos. Estos deben ser manejados con suma responsabilidad ya que el mal uso de estos puede con llevar a daños irreparables en el sistema de la hembra bovina y esto solo se logra con un conocimiento profundo de protocolos y necesidades fisiológicas del animal.

Como conclusión final, la sincronización del celo en programas de superovulación no solo es una herramienta práctica y esencial para el éxito técnico, sino que también representa una práctica estratégica para la mejora de la eficiencia reproductiva en los sistemas ganaderos del mundo. Su correcta implementación posiciona al Médico Veterinario como un profesional clave cuando se desea implementar las biotecnologías avanzadas, reforzando su papel en la innovación, productividad y sostenibilidad de la producción animal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu. FM, C. L. (2014). Effect of follicle age on conception rate in beef heifers. *Journal Animal Science*;92, 1022–1028.
- Abreu. FM, G. T. (2014). The effect of follicle age on pregnancy rate in beef cows. *Journal Animal Science* ;92, 1015–21.
- Alkemade. S.J., M. B. (1993). Superovulation in the cow: Effects of biological activity of gonadotropins,. *Proc 12th Ann. Conv.AETA*, s/n.
- Alvarez. P., S. L. (2000). Ovarian and endocrine characteristics during the estrous cycle in Angus, Brahman a subtropical environment. *Journal. Animal. Science.* 78, 1291–1302.
- Armstrong. D.T. (1993). Recent advances in superovulation of cattle. *Theriogenology* 39, 7–24.
- Ayala. L, P. J. (2019). Dinámica folicular de vaquillas Criollas al pastoreo en el altiplano ecuatoriano. *Archivos de Zootecnia*; 68 (262), 184-190.
- Baruselli. M, S. F. (2006). Superovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology* 65, 77–88.



- Becaluba F. (2007). FACTORES QUE AFECTAN LA SUPEROVULACIÓN EN BOVINO. *Sitio Argentino de Producción Animal*, s/P.
- Bó. G. A, B. P. (2003). Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 78(3-4), 307–326.
- Gambini. A.L.G., M. M. (1998). Desenvolvimento folicular e sincronização da ovulação em vacas da raça Gir. *Revista. Brasil. Reprodução. Animal*. 199822, 210.
- Ginther OJ, W. M. (1996). Selection of the Dominant Follicle in Cattle. *Animal Health and Biomedical Sciences 3 BIOLOGY OF REPRODUCTION* 55, 1187-1194.
- Hasler. J.F., M. A. (1983). Superovulatory responses of Holstein cows. *Theriogenology* 19, 83–99.
- Lamb. GC, D. C. (2016). Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: a review. *Journal of Animal Science*. 88:E, 181-192.
- Lerner. S.P., T. W. (1986). Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in Holstein cows. *Journal. Animal. Science*. 63, 176–183.
- Mapletoft. R, B. S. (2002). Recent advances in the superovulation in cattle . *Reproduction. Nutrition Devised*. 42, 601–611.
- Mikkola M. (2020). Factors affecting embryo production in superovulated *Bos taurus* cattle Reproduction. *Fertility and Development*, 32, 104–124.
- Monniaux D., C. D. (1983). Superovulatory responses of cattle. *Theriogenology*19, 55–82.
- Murphy B.D., M. S. (1991). Equine chorionic gonadotropin. *Endocrine Reviews, Volume 12, Issue 1*, 27–44.
- Murphy. B.D., M. R. (1984). Variability in gonadotrophin preparations as a factor in the superovulatory response. *Theriogenology* 21, 117-125.
- Perry. G, S. M. (2007). Relationship between size of ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers. *Journal Animal Science* ;85, 684–689.
- Randel. R.D. (1984). Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). *Theriogenology* 21,, 170–185.
- Restrepo. G. (2010). Algunos Factores Relacionados con la Dinámica Folicular en *Bos indicus*. *Revista Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín* 63(2):, 5577-5586.



- Rhodes. F.M., D. G. (1995). Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Animal Reproduction Science*. 38,, 265–277.
- Segerson. E.C., H. T. (1984). Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows. *Journal Animal. Science* 59, 1026–1046.
- Viana. J.H.M., F. A. (1986). Follicular Dynamics in Gyr Cattle. *Arq. Fac. Vet. UFRGS, Porto Alegre, Brazil*. 26 (Suppl.),, 379.

