

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v9i17.0141>

## Protocolo de sincronización y su efecto de la eficiencia en la producción bovina

### Synchronization protocol and its effect on efficiency in bovine production

Mendieta-Casanova Edwin Javier <sup>1</sup>; Brito-Donoso Fernando Javier <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.  
Correo: mendietacasanovaedwinjavier@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9240-5314>.

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.  
Correo: fbrito@espm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2310-8383>.

#### Resumen

La eficiencia reproductiva es un factor clave para la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de producción bovina. El desarrollo de protocolos de sincronización del celo y la ovulación ha permitido optimizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), superando limitaciones asociadas a la detección de celo y al anestro posparto. El presente artículo tuvo como objetivo analizar, mediante una revisión sistemática de la literatura, el impacto de los principales protocolos de sincronización sobre la eficiencia reproductiva bovina, con énfasis en los porcentajes de preñez. La metodología se desarrolló conforme a la guía PRISMA, se consideraron estudios publicados en los últimos cinco años en bases de datos científicas indexadas. Los resultados evidencian que la eficacia reproductiva varía según el sistema productivo, el estado fisiológico del animal y el protocolo aplicado. En vacas lecheras de alta producción, el protocolo Double Ovsynch mostró mayores tasas de preñez, mientras que en sistemas de carne y doble propósito los esquemas basados en progesterona combinada con gonadotropina coriónica equina (eCG) y el protocolo J-Synch demostraron mayor capacidad para reactivar la ciclicidad ovárica y mejorar la fertilidad. Se concluye que la eficiencia reproductiva bovina depende de la selección estratégica del protocolo de sincronización acorde al contexto productivo y económico del hato.

**Palabras clave:** eficiencia reproductiva; sincronización del celo; inseminación artificial a tiempo fijo; protocolos hormonales; producción bovina.

#### Abstract

Reproductive efficiency is a key factor for the profitability and sustainability of bovine production systems. The development of estrus and ovulation synchronization protocols has optimized timed artificial insemination (TAI), overcoming limitations associated with estrus detection and postpartum anestrus. This article aimed to analyze, through a systematic literature review, the impact of the main synchronization protocols on bovine reproductive efficiency, with an emphasis on pregnancy rates. The methodology was developed according to the PRISMA guidelines, and studies published in the last five years in indexed scientific databases were considered. The results show that reproductive efficiency varies according to the production system, the animal's physiological state, and the protocol applied. In high-producing dairy cows, the Double Ovsynch protocol showed higher pregnancy rates, while in beef and dual-purpose systems, protocols based on progesterone combined with equine chorionic gonadotropin (eCG) and the J-Synch protocol demonstrated a greater capacity to reactivate ovarian cyclicity and improve fertility. It is concluded that bovine reproductive efficiency depends on the strategic selection of the synchronization protocol according to the herd's productive and economic context.

**Keywords:** reproductive efficiency; estrus synchronization; fixed-time artificial insemination; hormonal protocols; bovine production.

## 1. Introducción

La eficiencia reproductiva constituye uno de los principales determinantes de la productividad y rentabilidad en los sistemas de producción bovina. Su disminución suele reflejarse en bajos índices productivos, situación que se asocia a deficiencias en el manejo reproductivo, factores ambientales adversos, condiciones genéticas, presencia de enfermedades reproductivas y desequilibrios nutricionales. En este contexto, la reproducción desempeña un papel fundamental en el incremento de la rentabilidad de los sistemas ganaderos, al influir directamente en la eficiencia productiva y económica del hato bovino (Ríos, 2023), lo cual se sustenta en la fertilidad tanto de las hembras como de los machos (Bartolome, 2023).

En los sistemas modernos de producción bovina, la optimización de la reproducción se ha perfilado como una estrategia clave para incrementar la eficiencia productiva, lo que ha propiciado un aumento progresivo en la implementación de programas de inseminación artificial durante los últimos años. Esta tecnología reproductiva permite un manejo más

eficiente y controlado del material genético, favorece la mejora genética y la estandarización de los procesos reproductivos (Guevara y Buitrago, 2021).

La inseminación artificial constituye la biotecnología reproductiva más difundida a nivel mundial, debido a su contribución significativa en la mejora genética del ganado bovino y al control de enfermedades de transmisión venérea. Su aplicación ha demostrado efectos positivos tanto en la producción de leche como de carne, razón por la cual se han desarrollado diversos protocolos de sincronización del celo orientados a mejorar los índices de preñez y de partos, considerados indicadores fundamentales de la eficiencia reproductiva (García, 2024).

Los protocolos de sincronización del celo se fundamentan en el control de las fases lútea y folicular del ciclo estral, y pueden agruparse en cuatro categorías principales: aquellos basados en prostaglandina F<sub>2</sub>α (PGF<sub>2</sub>α), en la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), en progesterona y en protocolos combinados que integran GnRH, progestágenos y PGF<sub>2</sub>α (Salvador, 2021). Cada uno de estos esquemas

hormonales ha sido diseñado para responder a objetivos reproductivos específicos y adaptarse a diferentes condiciones fisiológicas y productivas de los animales.

Entre los protocolos más utilizados se encuentran los basados en progesterona combinada con gonadotropina coriónica equina (eCG), Ovsynch, Cosynch, Pre-synch, J-synch, CIDR + inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) y los protocolos de múltiples inyecciones de GnRH, los cuales han demostrado resultados variables en función del sistema productivo, la condición corporal y el estado reproductivo del animal (Amaral, 2024).

Desde el punto de vista fisiológico, la acción hormonal en los protocolos de sincronización resulta determinante para alcanzar una adecuada eficiencia reproductiva. El protocolo basado en progesterona + eCG utiliza un dispositivo intravaginal de liberación controlada de progesterona (CIDR) durante un periodo de 7 a 9 días, con el objetivo de sincronizar el ciclo estral y suprimir la actividad luteal. Al finalizar el tratamiento, se administra eCG para estimular el crecimiento folicular y

favorecer la ovulación de folículos maduros (López, 2020).

El protocolo Ovsynch consiste en la administración secuencial de GnRH, prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) y una segunda dosis de GnRH en intervalos específicos. La primera aplicación de GnRH induce la ovulación o luteinización del folículo dominante, la PGF2 $\alpha$  provoca la regresión del cuerpo lúteo y la segunda dosis de GnRH sincroniza la ovulación de los folículos restantes, permitiendo realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (Mendoza, 2023).

Por su parte, el protocolo Cosynch es similar al Ovsynch, pero reduce la cantidad de aplicaciones de GnRH, combinándolas estratégicamente con PGF2 $\alpha$ . Este esquema busca sincronizar el celo y mejorar la eficiencia del servicio mediante inseminación artificial, reduciendo costos y manejo animal (Salgado, 2023).

El protocolo CIDR + IATF utiliza un dispositivo intravaginal de progesterona durante un periodo determinado para sincronizar el ciclo estral; posteriormente, al retirar el CIDR, se administra PGF2 $\alpha$  para inducir la luteólisis y se programa la inseminación

artificial a un tiempo previamente establecido, sin necesidad de detección de celo (Rodríguez et al., 2023). Los protocolos basados en múltiples inyecciones de GnRH involucran la administración repetida de esta hormona con el objetivo de inducir la ovulación de varios folículos dentro de un mismo ciclo estral, estrategia que puede mejorar la respuesta ovárica en determinados contextos productivos (Laverde y Rodríguez, 2022).

En este contexto, el presente artículo de revisión tiene como objetivo identificar el impacto de los protocolos de sincronización Ovsynch, Cosynch, Pre-synch y J-synch en la eficiencia reproductiva bovina, así como comparar la eficacia de los diferentes protocolos sobre los porcentajes de preñez en bovinos. A partir del análisis de la evidencia científica, se plantea la hipótesis de que el protocolo convencional basado en progesterona (P4) presenta mayores porcentajes de preñez en comparación con otros protocolos de sincronización, como Ovsynch, Cosynch, Pre-synch y J-synch.

## 2. Metodología (materiales y métodos)

Se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre los protocolos de sincronización del celo y su efecto en la eficiencia reproductiva en bovinos, reportada conforme a la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). El enfoque metodológico fue bibliográfico–documental, orientado a comparar resultados de eficiencia reproductiva entre protocolos (p. ej., basados en progesterona, GnRH, PGF<sub>2</sub>α y combinaciones), tal como se plantea en el manuscrito.

La búsqueda se efectuó en bases de datos y repositorios científicos: PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, SciELO, Redalyc, Dialnet, Publindex y eLibro, priorizando literatura revisada por pares. Se incluyeron publicaciones dentro de una ventana temporal de los últimos 5 años, para asegurar vigencia científica de los protocolos y resultados evaluados. Se combinaron descriptores en español e inglés mediante operadores booleanos “estrus synchronization” OR “ovulation synchronization” OR “fixed-time artificial insemination” OR FTAI OR IATF) AND (bovine OR cattle OR cows) AND

(pregnancy rate OR conception rate OR fertility) y (“sincronización de celo” OR “sincronización de ovulación” OR “inseminación artificial a tiempo fijo” OR IATF) AND (bovinos OR vacas) AND (“tasa de preñez” OR fertilidad). La búsqueda se ajustó por campo (título/resumen/palabras clave) y por filtros disponibles (periodo, tipo de documento, idioma).

Se utilizaron como criterios de elegibilidad para garantizar relevancia y comparabilidad:

#### Inclusión

- Estudios publicados en los últimos 5 años.
- Investigaciones en bovinos (carne, leche o doble propósito) que evalúen protocolos de sincronización (p. ej., CIDR/progesterona ± eCG, Ovsynch, CoSynch, Pre-synch, J-synch, combinaciones con PGF2 $\alpha$  y GnRH).
- Reporte de al menos un indicador de eficiencia reproductiva (p. ej., % preñez, tasa de concepción, P/IA, fertilidad).

#### Exclusión

- Estudios no relacionados directamente con

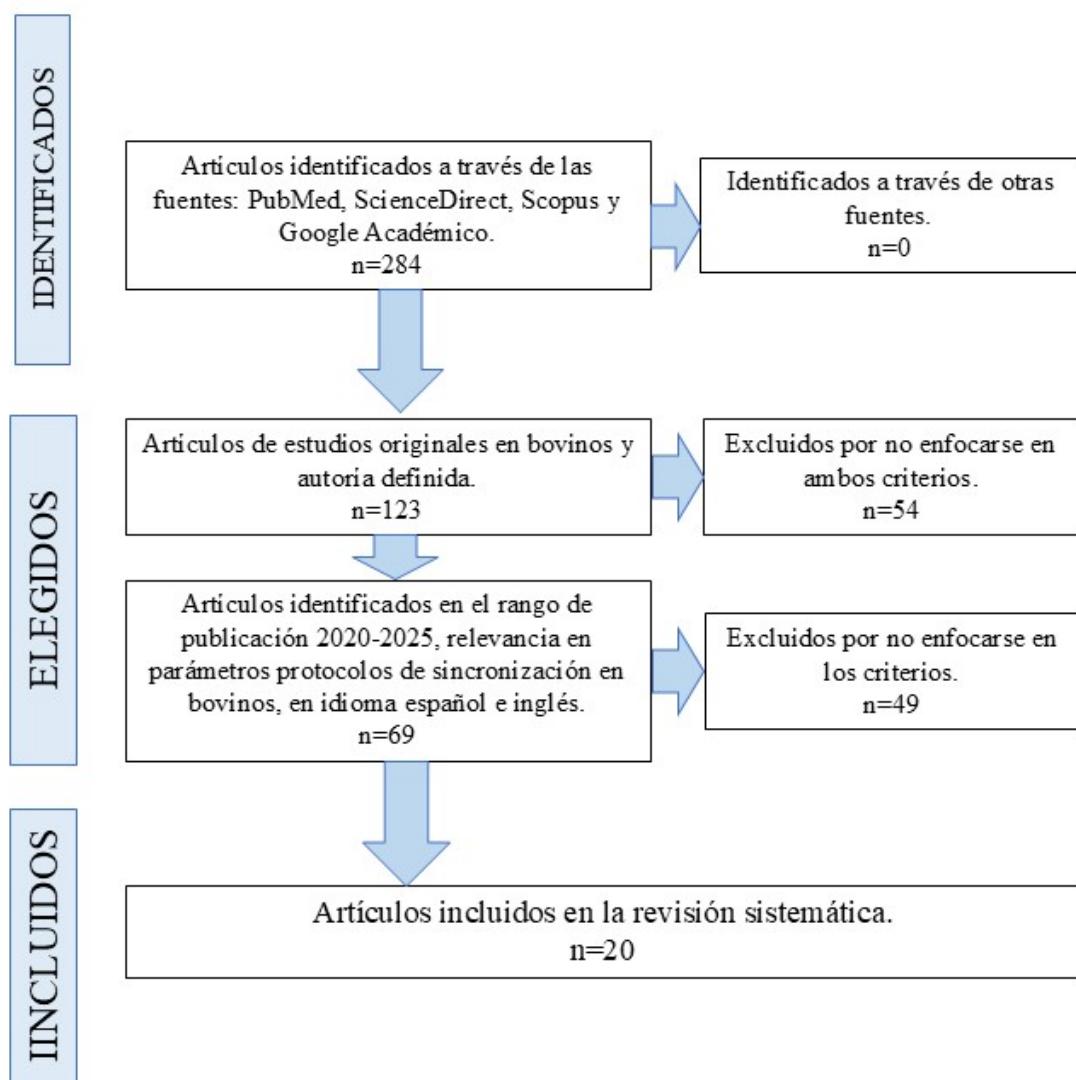
sincronización/eficiencia reproductiva en bovinos.

- Documentos sin datos de resultados reproductivos (solo descripción técnica sin resultados).
- Duplicados, resúmenes sin texto completo disponible o literatura no verificable.
- Metodologías que no permitan extraer resultados comparables (cuando aplique).

El proceso de selección de estudios se realizó en 4 fases:

- Identificación: recuperación de registros en todas las bases; exportación a un gestor bibliográfico.
- Depuración: eliminación de duplicados.
- Cribado: lectura de títulos y resúmenes según criterios de elegibilidad.
- Elegibilidad e inclusión: lectura de texto completo y decisión final de inclusión.

Figura 1. Flujograma de selección de estudios.



Se diseñó una matriz de extracción estandarizada para registrar:

- Autor/año/país, tipo de sistema (leche/carne/doble propósito)
- Tipo de animal (vacas/vaquillas), estado fisiológico (posparto, anestro, lactación)
- Protocolo aplicado (hormonas, dosis, días, uso de CIDR, eCG,

PGF2 $\alpha$ , GnRH; IATF o celo detectado)

- Indicadores de resultado: % preñez, tasa de concepción, P/IA, ovulación, diámetro folicular, tamaño de CL (cuando reportado)
- Condiciones del estudio: manejo, nutrición, ambiente, sanidad (si se reporta)

- Conclusiones principales y limitaciones

En coherencia con el manuscrito, las variables principales de interés fueron porcentaje de preñez y fertilidad.

Debido a la heterogeneidad esperable entre protocolos, poblaciones y condiciones productivas, los hallazgos se integraron mediante síntesis narrativa comparativa, destacando: desempeño reproductivo por tipo de protocolo, contextos donde se observan mejores resultados (p. ej., posparto, anestro, doble propósito) y patrones en los indicadores (especialmente % preñez)

Al tratarse de una revisión bibliográfica, no se trabajó con animales ni se recolectaron datos primarios; por tanto, no requirió aprobación de comité de ética.

### 3. Resultados y discusión

#### Dinámica de la Eficiencia Reproductiva en la Industria Bovina Contemporánea

La eficiencia reproductiva constituye el núcleo de la sostenibilidad económica en los sistemas de producción bovina, tanto de carne como de leche y doble propósito. En el contexto actual, la capacidad de una unidad productiva

para mantener intervalos entre partos óptimos y maximizar el progreso genético depende directamente de la implementación de biotecnologías reproductivas avanzadas, entre las cuales la sincronización de la ovulación y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) ocupan un lugar preponderante (Gudiño et al., 2025). El desafío de la detección de celo, exacerbado por el aumento del tamaño de los hatos, la disminución de la mano de obra calificada y la expresión reducida de estro en vacas de alta producción, ha impulsado la transición hacia protocolos farmacológicos que permiten prescindir de la observación visual del comportamiento sexual (Herrera et al., 2023).

La eficiencia no se mide exclusivamente por la tasa de preñez, sino por la integración de indicadores como la tasa de concepción, la tasa de servicio y los días abiertos, todos los cuales impactan la longevidad productiva del animal. Los avances en la última media década han permitido una comprensión más profunda de la variabilidad individual en la respuesta a los tratamientos hormonales, identificando que factores metabólicos, nutricionales y ambientales

modulan la eficacia de protocolos como Ovsynch, J-Synch y aquellos basados en dispositivos de progesterona (Rodríguez et al., 2023; Oosthuizen et al., 2025). En este sentido, la optimización de la eficiencia reproductiva se presenta como un rompecabezas multifactorial donde la fisiología ovárica debe alinearse con la gestión precisa de los recursos farmacológicos.

### **Bases Fisiológicas y Neuroendocrinas de la Sincronización**

El éxito de cualquier protocolo de sincronización reside en su capacidad para manipular el ciclo estral bovino, el cual tiene una duración promedio de 21 días y está regulado por una compleja interacción entre el hipotálamo, la hipófisis y los ovarios. El conocimiento de que el crecimiento folicular en bovinos ocurre en ondas, típicamente dos o tres por ciclo, es fundamental para el diseño de estrategias que aseguren la presencia de un folículo dominante con capacidad ovulatoria en un momento predecible (Colazo et al., 2025).

### **Protocolos Basados en GnRH y su Evolución en Sistemas Intensivos**

Los protocolos de la familia Ovsynch han sido los más estudiados en la industria

lechera global debido a su capacidad para sincronizar la ovulación sin necesidad de estrógenos, adaptándose a marcos regulatorios estrictos.

### **Del Ovsynch Estándar al CoSynch**

El protocolo Ovsynch original permitió por primera vez la inseminación programada con resultados aceptables. Sin embargo, su complejidad logística llevó al desarrollo del CoSynch, donde la inseminación se realiza simultáneamente con la segunda dosis de GnRH, simplificando el manejo a tres intervenciones. Aunque el CoSynch reduce el estrés por manejo, algunos estudios sugieren que la tasa de concepción puede verse ligeramente comprometida en comparación con el Ovsynch estándar si la ovulación ocurre demasiado tarde respecto a la deposición del semen (Ambarcioglu et al., 2023).

### **Estrategias de Presincronización: Presynch y Double Ovsynch**

La investigación reciente ha confirmado que la tasa de preñez al primer servicio mejora significativamente cuando se implementan estrategias de presincronización que aseguran que las vacas inicien el protocolo Ovsynch en el

momento ideal del ciclo estral (entre los días 5 y 12 (Ambarcioglu et al., 2023). El protocolo Double Ovsynch ( $\frac{1}{2}$ GnRH-7d-PGF $_{2\alpha}$ -3d-GnRH) seguido de un Ovsynch convencional) ha demostrado

ser superior en vacas Holstein de alta producción, contrarrestando los efectos negativos del estrés metabólico y el anestro posparto temprano (Berean et al., 2025).

**Tabla 1.** Incidencia de diferentes protocolos en la tasa de preñez

Protocolo	Población / Estudio	Tasa de Preñez (%)	Hallazgo Clave
Ovsynch	Vacas Lecheras	42,6%	Eficacia limitada en alta producción (Berean et al., 2025)
Double Ovsynch	Vacas Lecheras	64,8%	Máxima fertilidad y rentabilidad (Berean et al., 2025)
Presynch-Ovsynch	Meta-análisis	~43,0%	Superior al Ovsynch estándar (RR=1.21) (Ambarcioglu et al., 2023)
CoSynch	Carne / Leche	40,0% - 50,0%	Balance entre manejo y fertilidad (Rabiee et al., 2025).

El Double Ovsynch mejora la respuesta ovulatoria a la primera dosis de GnRH del protocolo final, lo que garantiza una mayor sincronía y un mejor ambiente uterino para el embrión. En un estudio realizado en 2025 en Rumania con vacas Holstein, el Double Ovsynch con una sola inseminación superó todas las otras variantes, confirmando que la preparación del ovario antes de la sincronización final es el factor determinante en hatos de alto rendimiento (Berean et al., 2025).

#### Innovación con el Protocolo J-Synch: Proestro Prolongado

Uno de los avances más disruptivos de la última década en Latinoamérica y

Oceanía es el desarrollo del protocolo J-Synch. Este esquema busca maximizar la calidad del folículo preovulatorio y del cuerpo lúteo subsiguiente mediante la extensión del periodo de proestro.<sup>12</sup>

#### Mecanismo de Acción del J-Synch

El protocolo J-Synch convencional utiliza un dispositivo de progesterona por un periodo corto (6 días), retirándolo junto con una administración de Prostaglandina F2 alfa. A diferencia de los protocolos tradicionales que inducen la ovulación con estrógenos al retiro o 24 horas después, el J-Synch permite que el folículo crezca bajo la influencia de gonadotropinas endógenas durante un periodo prolongado, administrando

\$GnRH\$ e inseminando a las 72 horas del retiro.

Esta extensión del proestro (aproximadamente 28 horas adicionales respecto a protocolos con cipionato de estradiol) permite que el folículo dominante alcance un mayor diámetro y que el útero sea expuesto a niveles más altos de estradiol antes de la ovulación, lo que optimiza la receptividad uterina. En vacas y vaquillas, el J-Synch ha reportado diámetros foliculares superiores a 13 mm al momento de la IA, lo que se traduce en cuerpos lúteos más

grandes y con mayor capacidad de síntesis de progesterona para el mantenimiento de la preñez (López et al., 2024).

### Resultados en Carne y Doble Propósito

En la Amazonía ecuatoriana, el protocolo J-Synch ha sido evaluado en vacas de doble propósito, mostrando una notable adaptabilidad. Los resultados indican que la adición de gonadotropina coriónica equina al momento del retiro del dispositivo es fundamental para potenciar el desarrollo folicular en este contexto (Yáñez et al., 2021).

**Tabla 2.** Uso del protocolo J-Synch en vacas de doble propósito Pastaza, Ecuador

Tratamiento	Inseminación	eCG	Tasa de Preñez (%)
J-Synch T1	60h	Sí	55,0%
J-Synch T2	72h	Sí	49,0%
J-Synch T3	60h	No	51,0%
J-Synch T4	72h	No	50,0%

Aunque las diferencias estadísticas generales en la tasa de preñez pueden ser sutiles en muestras pequeñas, los modelos de probabilidad indican que la combinación de J-Synch con eCG e inseminación a las 60 horas ofrece la mayor probabilidad de éxito reproductivo en vacas de doble propósito. Esto sugiere que, en condiciones tropicales, el soporte extra de eCG compensa los efectos negativos

del estrés ambiental y nutricional sobre el crecimiento folicular.

### Sincronización en el Sistema de Doble Propósito (SDP)

El sistema de doble propósito, pilar de la ganadería en Latinoamérica, presenta el desafío adicional del amamantamiento. El estímulo de la succión y la presencia del ternero elevan los niveles de opioides endógenos que inhiben la

liberación de \$GnRH\$, manteniendo a la vaca en un anestro profundo (Gudiño et al., 2025).

### Efectividad de los Protocolos en Vacas de Cría

En vacas Nelore y cruces de doble propósito posparto, el uso de protocolos que incluyen dispositivos de

progesterona junto con eCG ha demostrado ser la estrategia más robusta. La eCG no solo estimula el crecimiento del folículo dominante en vacas anovulatorias, sino que también aumenta el tamaño del cuerpo lúteo y la concentración sérica de progesterona tras la IA (Bó et al., 2025).

*Tabla 3. Efectividad de protocolos*

Indicador Reproductivo	Hallazgo en Doble Propósito / Carne	Referencia
Preñez General IATF	56,9% (Rango 48,7% - 70,0%)	Carballo et al. (2023)
Preñez Acumulada (40 días)	82,1% (con dos rondas de IATF)	Espinoza et al. (2021)
Impacto del Protocolo	1,5 veces mayor probabilidad de preñez vs natural	Vásquez (2020)
Eficacia en Heifers	~60% de preñez en J-Synch	Mino et al. (2020)

La síntesis narrativa de los resultados en el sistema de doble propósito indica que la clave para la eficiencia reside en el reinicio del ciclo estral. Los protocolos de sincronización permiten romper el anestro posparto, logrando que una proporción significativa de las vacas se preñen al inicio de la temporada de monta, lo que a su vez optimiza el peso al destete de los terneros y la producción de leche por hectárea.

### Consideraciones Económicas y Costo-Efectividad

La elección de un protocolo de sincronización no puede basarse únicamente en la biología; debe ser una

decisión financiera informada. El análisis realizado por Berean et al. (2025) sobre protocolos Ovsynch y Double Ovsynch proporciona datos precisos sobre esta dimensión.

### Inversión por Animal vs. Costo por Preñez

Un protocolo más barato no siempre resulta en una preñez más económica. Por ejemplo, el Ovsynch estándar tiene un costo de tratamiento de EUR 31,00 por vaca, mientras que el Double Ovsynch asciende a EUR 78,00 debido al uso adicional de hormonas. Sin embargo, dada la mayor eficacia del Double Ovsynch (64,8% de preñez vs

42,6%), el costo por preñez confirmada es de EUR 89,51 en el grupo Double Ovsynch + 1 IA, frente a EUR 72,77 en el Ovsynch estándar. Aunque el Ovsynch estándar mantiene un costo por preñez absoluto menor, la diferencia en la tasa de preñez implica que en el grupo Ovsynch habrá significativamente más vacas vacías que requerirán resincronización, lo que aumenta los días abiertos y reduce la producción láctea total del hato. Por lo tanto, en unidades de alta producción, la inversión en Double Ovsynch se amortiza rápidamente mediante la reducción del intervalo entre partos y la mejora en la tasa de reemplazo.

### Impacto de la IA adicional

El uso de doble inseminación (DOV2) en protocolos de sincronización ha demostrado ser una estrategia ineficiente desde el punto de vista económico. En el estudio de Berean et al. (2025), la segunda IA aumentó el costo por preñez a EUR 127,65 sin proporcionar un aumento estadísticamente significativo en la fertilidad (61,1% vs 64,8% con una sola IA). Esto se debe a que un protocolo bien ejecutado sincroniza la ovulación de manera tan estrecha que una sola dosis

de semen de alta calidad, depositada en el momento correcto, es suficiente para saturar la capacidad de concepción del hato.

### Nuevas Fronteras: Recombinantes y Restricciones de Estrógenos

La industria bovina se enfrenta a un cambio de paradigma regulatorio, especialmente respecto al uso de estrógenos en la producción de alimentos.

### Protocolos Libres de Estradiol: El 7 & 7 Synch

Debido a las restricciones impuestas por la Unión Europea, países exportadores como Brasil y Argentina están adoptando protocolos basados exclusivamente en Hormona liberadora de gonadotropina y progesterona. El protocolo 7 & 7 Synch (utiliza hormonas (GnRH y Prostaglandina) y un dispositivo de progesterona (CIDR) para controlar el ciclo estral y permitir la inseminación artificial a tiempo fijo) ha surgido como una alternativa líder. Este protocolo proporciona una tasa de preñez superior al CO-Synch de 7 días tradicional en vacas de carne bajo pastoreo, alcanzando niveles de fertilidad

comparables a los protocolos con estrógenos (Ferré et al., 2023).

### El Futuro con Hormonas Recombinantes

La disponibilidad de eCG recombinante representa el siguiente paso en la estandarización de los protocolos. A diferencia de la eCG convencional extraída de yeguas preñadas, la versión recombinante ofrece una potencia más predecible y elimina las preocupaciones sobre el bienestar animal y la bioseguridad. Estudios recientes realizados por Bó et al. (2025), confirman que dosis bajas de \$eCG\$ recombinante (49 a 70 UI) son tan efectivas como las dosis tradicionales (300 - 400 UI) para estimular el crecimiento folicular y la tasa de preñez en vacas de carne y leche, reduciendo además el riesgo de partos múltiples.

La revisión exhaustiva de la literatura científica reciente consultada hasta aquí, permite plantear que la eficiencia en la producción bovina no es un producto del azar, sino de la selección meticulosa del protocolo de sincronización adaptado al contexto biológico y económico del hato.

El protocolo Double Ovsynch se establece como el estándar de

excelencia para vacas lecheras de alta producción, ofreciendo tasas de preñez superiores al 60% al mitigar los efectos del estrés metabólico. Por su parte, el protocolo J-Synch ha demostrado ser la herramienta más eficaz para optimizar el proestro y la calidad del cuerpo lúteo en novillas y sistemas de doble propósito, especialmente cuando se combina con el soporte gonadotrópico de la eCG.

La condición corporal emerge como el factor de manejo más crítico, con un rango óptimo de 2,6 a 3,4 para maximizar la respuesta hormonal. Asimismo, la transición hacia protocolos libres de estrógenos, como el 7 & 7 Synch, no solo responde a necesidades regulatorias, sino que ofrece una eficacia biológica robusta para sistemas extensivos.

La implementación de protocolos de sincronización debe ser vista como una inversión estratégica. La reducción de los días abiertos y la mejora en la tasa de concepción mediante la precisión farmacológica y el control ambiental garantizan la competitividad de la empresa ganadera en un mercado global cada vez más exigente en términos de eficiencia y sostenibilidad.

#### 4. Conclusiones

La evidencia recopilada pone de manifiesto que la eficiencia reproductiva bovina depende de la selección del protocolo de sincronización en función del contexto fisiológico y productivo del hato, por lo que su implementación debe asumirse como una decisión técnica y estratégica, no estandarizada.

En vacas lecheras de alta producción, el protocolo Double Ovsynch se consolida como la alternativa de mayor desempeño reproductivo, al superar al Ovsynch estándar en tasa de preñez (64,8% vs. 42,6%) y mejorar la sincronía ovulatoria. Su empleo es de alto valor cuando se busca mitigar los efectos del estrés metabólico y del anestro posparto temprano.

En sistemas de carne y en doble propósito, los protocolos que incorporan progesterona + eCG muestran mayor robustez para reactivar la ciclicidad y romper el anestro asociado al amamantamiento, se incrementa la probabilidad de preñez y se mejoran indicadores productivos.

El protocolo J-Synch representa una innovación eficaz por su enfoque en el proestro prolongado, lo que favorece folículos preovulatorios de mayor

calidad y cuerpos lúteos con mejor capacidad de síntesis de progesterona.

La elección del protocolo debe incorporar un análisis costo-efectividad: aunque el Ovsynch estándar puede tener menor costo por preñez inmediata, en hatos de alta producción la mayor tasa de vacas vacías eleva los días abiertos; en cambio, Double Ovsynch incrementa la tasa de preñez y puede amortizarse por su impacto en el intervalo entre partos. Adicionalmente, la doble inseminación no se justifica económicamente al aumentar el costo por preñez sin mejora significativa en fertilidad.

#### Bibliografía

Amaral, T. B. (2024). Diferentes tipos de protocolos de IATF usados a campo. *Revista GeTeC*, 14, 19 – 28.

Ambacioglu, P., Mavridis, D., Yazlik, M. U. R. A. T., Vural, R., Ok, M., & Gurcan, S. (2023). Comparison of synchronisation protocols on pregnancy rate in dairy cows and heifers: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(2). DOI: 10.12681/jhvms.29829

- Bartolomé, J. A. (2023). Control farmacológico del ciclo estral: impacto sobre la eficiencia reproductiva de los rodeos bovinos. *Anales de la ANAV*, 73. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/164000>
- Berean, D. I., Bogdan, L. M., & Cimpean, R. (2025). Comparative Evaluation of Ovsynch and Double Ovsynch Protocols with Single and Double Insemination in Holstein Dairy Cows: Reproductive Performance and Cost Analysis. *Animals: an open access journal from MDPI*, 15(16), 2380. <https://doi.org/10.3390/ani15162380>
- Bó, G. A., Macagno, A., De la Mata, J., Cedeño, A. V., Tschopp, J. C., Huguenine, E., & Menchaca, A. (2025). State of the art in Bovine Reproduction Control and Artificial Insemination. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 49(1), 14-25. <http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v49/n1/p.13-25.pdf>
- Carballo Guerrero, D., Carballo Cruz, G., & Bó, G. A. (2023). Efecto de los días postparto sobre la tasa de preñez en vacas de cría de carne con ternero al pie tratadas para IATF. *Nutrición Animal Tropical*, 17(2), 1-23. <https://doi.org/10.15517/nat.v17i2.56046>
- Colazo, M. G., Martinez, M. F., Mapletoft, R. J., Kastelic, J. P. (2025). The Bovine Estrous Cycle. In: Simões, J. (eds) *Encyclopedia of Livestock Medicine for Large Animal and Poultry Production*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-52133-1\\_75-1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-52133-1_75-1)
- Espinosa Villavicencio, J. L., Palacios Espinosa, A., Ortega Pérez, R., Guillén Trujillo, A., & Manríquez Hirales, E. (2021). Inseminación artificial a tiempo fijo y reinseminación de vacas para carne tratadas con y sin gonadotropina coriónica equina. *Nova scientia*, 13(27), 00009. <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2747>
- Ferré, L. B., Jaeschke, J., Gatti, J., Baladón, G., Bellocq, E., Fernández, G., Rearte, R., Kjelland, M. E., Colazo, M. G., & Thomas, J. M. (2023). Comparison of Gonadotropin-Releasing Hormone versus Estrogen-Based Fixed-Time Artificial Insemination Protocols in Grazing Bos taurus Suckled Beef Cows. *Animals: an open access journal from MDPI*, 13(17), 2803. <https://doi.org/10.3390/ani13172803>
- García, A. R. (2024). Eficiencia reproductiva de los protocolos de sincronización del celo para inseminación artificial a tiempo

- fijo en vacas cruzadas. Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Yurimaguas, Perú.  
<https://repositorio.unaaa.edu.pe/items/b9214c94-60a4-4f93-8eb5-3dd31e52e88f>
- Gudiño E., R. S., Palacios M., J., Vega M., V., & Mexicano S., A. (2025). Efecto del tratamiento con GnRH en protocolo de sincronización de celo con progestágenos e inseminación artificial a tiempo fijo en vacas en sistema doble propósito. *Universitas Agri*, 4(1), 48-57.  
<https://doi.org/10.59741/c9pg2j07>
- Guevara García, C. A., & Buitrago Toro, D. F. (2021). Actualización en los protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (iatf) en bovinos. Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
- Herrera Sánchez, D. J., Veliz Ibarra, K. M., & Jaramillo Veliz, J. J. (2023). Progresos en la gestión reproductiva del ganado bovino mediante una revisión bibliográfica. *Innova Science Journal*, 1(4), 37-47.  
<https://doi.org/10.63618/omd/isj/v1/n4/26>
- Laverde Cano, S. D. J., & Rodríguez Peña, M. A. (2022). Efecto de la GnRH sobre el porcentaje de preñez en vacas Bos Indicus sometidas a IATF sin expresión de celo. Universidad de Los Llanos. Colombia.  
<https://repositorio.unillanos.edu.co/items/81acecd4-96fb-4648-bc32-c7926d135078>
- López Parra, J. C., Marini, P. R., Macagno, A., & Bó, G. A. (2024). Effect of three different fixed-time AI protocols on follicular dynamics and pregnancy rates in suckled, dual-purpose cows in the Ecuadorian Amazon. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias NCuyo*, 56(1), 138–148.  
<https://doi.org/10.48162/rev.39.130>
- López V., S. E. (2020). Efecto de la gonadotropina coriónica equina (eCG) en la tasa de preñez en vacas Brahman con protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en condiciones de altitud (Bachelor's thesis). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19468>
- Mendoza Casas, F. M. (2023). Fertilidad de vacas Holstein posparto a diferentes dosis de GnRH bajo un protocolo Doble–Ovsynch. Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Yurimaguas, Perú.  
<http://repositorio.aaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/49169>

- Mion, B., Bonotto, R. M., Farias, C. O., Rosa, F. S., Pradiee, J., Rovani, M. T., ... & Schneider, A. (2020). J-Synch protocol associated with estrus detection in beef heifers and non-lactating cows. *Medicina Veterinária*, 13(2), 269-274.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/ac31/bec1d7fe3d64ffabf35c38f4e87779ab7b31.pdf>
- Oosthuizen, N., Goncalves, L. M., Burato, S., Smith, M. S., Harvey, K. M., Lamb, G. C., & Fontes, P. L. (2025). Comparison of different GnRH compounds on fertility outcomes in ovulation synchronized and presynchronized beef cows. *Frontiers in Animal Science*, 6, 1502984.  
<https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2025.1502984/full>
- Rabiee, A. R., Lean, I. J., & Stevenson, M. A. (2025). Efficacy of Ovsynch Program on reproductive Performance in Dairy Cattle: A Meta-Analysis. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2754-2770., [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72955-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72955-6)
- Ríos Esteban, M. Y. (2023). Factores que afectan la eficiencia reproductiva de hembras bovinas (*Bos Taurus Indicus*) como receptoras de embriones. Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia.
- Roa, N., Linares, T., Marín, C., & Martínez, N. (2012). Sincronización del ciclo estral con GnRH y PGF2alfa en vacas con tres tipos morfométricos diferente, en el Llano Venezolano. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(11), 1-8. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624842013.pdf>
- Rodríguez, AM, Maresca, S., López-Valiente, S., Bilbao, MG, Moran, KD, Bartolome, JA, ... y Long, NM (2023). Comparación de los protocolos CO-Synch de 7 días y estradiol de 8 días para la sincronización del estro y la inseminación artificial programada en vacas Bos taurus amamantadas. *Theriogenology*, 200, 70-76. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.02.003>
- Rodríguez, J. L. F., Trejo, F. J., Reyes, H. D. Á., Hilario, J. R., Torres, L. I. P., García, H. B. B., & Reyna, A. G. (2023). Inseminación artificial y transferencia de embriones a tiempo fijo en bovinos de carne bajo condiciones de trópico seco. XXVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), XLVII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C. (AMPA).

Palacio de Convenciones.  
Zacatecas, Zac., México. Abril 26-  
28.  
<http://www.doi.org/10.53588/allpa.310510>

Salgado Otero, R. D., Vergara Garay, O. D., Sehuanes Hoyos, J. E., & Vergara Avilez, M. A. (2023). Comparación del protocolo CoSynch con y sin adición de progesterona y eCG sobre la tasa de preñez y el diámetro folicular en novillas Bos indicus. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(2), e2715.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol24\\_num2\\_art:2715](https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num2_art:2715)

Vásquez L., S. (2020). Evaluación de dos protocolos de sincronización del estro y ovulación en ganado de carne de raza Nelore. *Ganadería*.  
<https://www.ganaderia.com/articulos/evaluacion-de-dos-protocolos-de-sincronizacion-del-estro-y-ovulacion-en-ganado-de-carne-de-raza-nelore>

Yáñez Avalos, D. O., Barbona, I., López Parra, C., & Roberto Marini, P. (2021). Protocolo J-Synch con y sin ecg en vacas brown swiss y sus cruzas con Bos indicus en la Amazonía ecuatoriana. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1), 8-20.  
<https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.01>