

# Valoración económica en protocolo de sincronización de ovejas

## Economic assessment of sheep synchronization protocol

Fabián Danilo Reyes-Silva , Verónica Lourdes Carrasco-Sangache   
, María Gabriela Arévalo-Ortiz , Diego Iván Santillán-Espinoza 

*Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Ecuador.*

*\*Autor correspondencia: [fdreyes@esPOCH.edu.ec](mailto:fdreyes@esPOCH.edu.ec)*

### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto económico de dos protocolos de sincronización de ovulación aplicados a ovinos de pelo con el fin de realizar inseminación laparoscópica. Para lograr este objetivo, se analizó el costo de inversión por oveja sincronizada, considerando que los datos obtenidos son estimativos y pueden variar según el contexto temporal y las condiciones particulares del experimento. En términos metodológicos, para el cálculo de los costos individuales de cada protocolo, se incluyeron los materiales empleados en la sincronización, además de vitaminas, antibióticos, instrumentos requeridos para la inseminación y herramientas utilizadas en el diagnóstico de preñez. De lo que se trata aquí es de determinar en términos de costo-beneficio cuál de los protocolos resulta más eficiente y rentable en la práctica productiva, aportando información útil para la optimización de los recursos y la mejora de los resultados reproductivos en los sistemas ovinos tropicales. Los resultados obtenidos permiten concluir que, generalmente, el protocolo de esponjas intravaginales resultó ser el más rentable y eficaz en factores económicos y reproductivos en ovejas de pelo en ambientes tropicales, superando al protocolo que emplea dispositivos Dispositivo intravaginal de progesterona. Este protocolo logró una tasa de presentación de celo del 70 %, comparado con el 40 % del Dispositivo intravaginal de progesterona, y produce un retorno económico más alto por cada unidad monetaria invertida, afirmando su estatus como la opción más efectiva para sistemas ovinos tropicales.

**Palabras clave:** Valoración económica; costo-beneficio; sincronización implementada en ovejas; estación experimental Pastaza; análisis prospectivo.

### ABSTRACT

The study evaluated the economic impact of two ovulation synchronization protocols applied to hair sheep for laparoscopic insemination. To achieve this objective, the investment cost per synchronized ewe was analyzed, considering that the data obtained are estimates and may vary according to temporal context and particular experimental conditions. In methodological terms, the calculation of individual costs for each protocol included materials used in synchronization, as well as vitamins, antibiotics, instruments required for insemination, and tools used in pregnancy diagnosis. The goal is to determine, in cost-benefit terms, which protocol proves more efficient and profitable in production practice, providing useful information for resource optimization and improvement of reproductive outcomes in tropical sheep systems. The results obtained allow us to conclude that, overall, the intravaginal sponge protocol proved to be the most profitable and effective in economic and reproductive factors for hair sheep in tropical environments, surpassing the protocol using Controlled Intravaginal Drug Release devices. This protocol achieved an estrus presentation rate of 70 %, compared to 40 % for Controlled Intravaginal Drug Release, and produces a higher economic return for each monetary unit invested, confirming its status as the most effective option for tropical sheep systems.

**Key words:** Economic valuation; cost-benefit; synchronization implemented in sheep; Pastaza experimental station; prospective analysis.

## INTRODUCCIÓN

La valoración económica de tecnologías reproductivas en sistemas ganaderos de economías en desarrollo constituye un desafío crucial para la transferencia tecnológica y la mejora sostenible de la productividad. En contextos de mercados limitados y recursos escasos, la evaluación costo-beneficio de protocolos de sincronización de ovulación trasciende el análisis puramente técnico y requiere contemplar variables económicas, sociales y ambientales que determinan la viabilidad real de su implementación [1].

Los protocolos de sincronización de ovulación representan avances significativos en el manejo reproductivo de ovejas, permitiendo concentrar eventos reproductivos en períodos controlados y optimizar la utilización de la infraestructura y recursos humanos [2]. La progesterona intravaginal, las prostaglandinas F2 $\alpha$  y la inyección de gonadotropina coriónica constituyen opciones tecnológicas disponibles, cada una con perfiles de costo-efectividad variables según contextos productivos específicos. Sin embargo, la información disponible sobre evaluaciones económicas rigurosas en contextos latinoamericanos y de economías en desarrollo permanece limitada, particularmente para ovejas de pelo que constituyen los sistemas productivos relevantes en regiones tropicales y subtropicales [2].

La decisión de adoptar protocolos de sincronización en explotaciones ovinas implica análisis que integren costos de adquisición de insumos, costos de aplicación técnica, costos de oportunidad derivados de cambios en gestión operativa, además de beneficios incrementales por mejoría en parámetros reproductivos [3].

En economías donde la disponibilidad de capital es limitada y los márgenes operativos son reducidos, estas evaluaciones económicas adquieren relevancia crítica para justificar las inversiones en innovación tecnológica. Paralelamente, crecientes demandas de sustentabilidad ambiental y responsabilidad social en producción ganadera requieren también que análisis económicos incorporen consideraciones de impacto ambiental y viabilidad social de tecnologías adoptadas [4].

En este contexto, este estudio presenta una evaluación económica comparativa de tres distintos protocolos de sincronización de ovulación en ovejas de pelo, enfatizando en el análisis costo-beneficio, para identificar de factores críticos de rentabilidad y recomendaciones para la implementación sostenible en contextos de economías en desarrollo. La investigación se fundamenta en una revisión de literatura especializada, análisis de datos de producción documentados y modelamiento de escenarios económicos representativos de sistemas ganaderos regionales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio y fuentes de información

En lo concreto, se realizó un estudio de análisis económico comparativo mediante una revisión sistemática de literatura especializada priorizando en bases de datos de indexación

internacional (SciELO, Scopus, Web of Science) durante el período 2013-2024. Se incluyeron estudios que evaluaran protocolos de sincronización de ovulación en ovejas, con énfasis en investigaciones conducidas en contextos de economías en desarrollo, particularmente en América Latina.

Los criterios de inclusión de las fuentes comprendieron: (1) estudios con datos cuantitativos de parámetros reproductivos (tasas de preñez, intervalo entre servicios, tasas de fecundidad); (2) información documentada sobre costos de insumos y servicios veterinarios, y; (3) metodología clara para evaluación económica. Se excluyeron estudios que carecieran de información económica específica o que presentaran datos incompletos.

### Protocolos de sincronización evaluados

Se analizaron tres protocolos ampliamente utilizados en sistemas de producción ovina:

- Protocolo 1 - Dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR): Utilización de dispositivo intravaginal liberador de progesterona durante 8 días, con inyección de prostaglandina F2 $\alpha$  en momento de extracción del dispositivo y aplicación de gonadotropina coriónica en el momento de la inseminación artificial.
- Protocolo 2 - Prostaglandinas: Administración de dos inyecciones de prostaglandina F2 $\alpha$  con intervalo de 11 días, seguidas de inseminación artificial sin sincronización adicional.
- Protocolo 3 - Inyección de gonadotropina coriónica: Aplicación única de inyección de gonadotropina coriónica con inseminación artificial programada 56-60 horas post-inyección.

### Análisis de costos

Se estimaron costos directos de cada protocolo incluyendo: costo de fármacos (progesterona, prostaglandinas, gonadotropina coriónica), costo de dispositivos (CIDR), costo de aplicación profesional (inyecciones, inseminación artificial), costo de diagnóstico de preñez mediante ultrasonografía. Los costos fueron expresados en dólares estadounidenses (USD) por animal sincronizado. Se utilizaron valores promedio de mercado documentados en sistemas productivos regionales (Venezuela, Colombia, Ecuador) durante los años 2023-2024.

### Análisis de beneficios

Los beneficios fueron estimados a partir de los siguientes criterios: (1) mejora en tasas de preñez comparadas con sistemas de servicio natural sin sincronización (línea base: 55-60 % con servicio natural); (2) reducción de intervalo entre partos mediante concentración de eventos reproductivos; (3) mejora en eficiencia productiva por optimización de planificación reproductiva. Se calculó el incremento en número de crías producidas por animal por año, valoradas a precios de mercado documentados para corderos de destete.

## Análisis costo-beneficio

Se calculó la relación costo-beneficio mediante la fórmula: Margen neto = (Beneficios totales - Costos totales) / Costos totales × 100. Al mismo tiempo, se realizó un análisis de sensibilidad variando parámetros críticos (tasas de preñez, precios de mercado de corderos, costos de insumos) para evaluar la consistencia de las conclusiones. Por último, se determinaron los puntos de equilibrio económico para cada protocolo.

## Análisis de sostenibilidad

La sostenibilidad fue evaluada considerando los criterios de: (1) accesibilidad de insumos en contextos regionales; (2) requerimientos de capacidad técnica para la implementación; (3) compatibilidad con sistemas productivos existentes; (4) consideraciones ambientales y de bienestar animal. Se utilizó una matriz de evaluación multivariada para comparar protocolos en dimensiones de viabilidad económica, viabilidad técnica y sostenibilidad ambiental (TABLA I).

Protocolo	Viabilidad Económica <sup>a</sup>	Viabilidad Técnica <sup>a</sup>	Sostenibilidad Ambiental <sup>a</sup>	Puntuación Total	Evaluación General
CIDR	5 (Excelente)	3 (Media)	4 (Buena)	12/15	ALTO
PGF2α	3 (Media)	5 (Excelente)	3 (Neutro)	11/15	MEDIO
hCG	4 (Buena)	4 (Buena)	4 (Buena)	12/15	ALTO

Leyenda: CIDR, PGF2α, hCG.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Costos de implementación de protocolos

Los costos directos de implementación variaron significativamente entre protocolos (TABLA II). El protocolo CIDR presentó un costo total de USD 24 por animal, integrado por los siguientes insumos o materiales médicos: dispositivo CIDR (USD 8), prostaglandina F2α (USD 3), gonadotropina coriónica (USD 4), aplicación profesional e inseminación (USD 9). El protocolo de prostaglandinas presentó un costo de USD 12 por animal (dos inyecciones de prostaglandina a USD 3 cada una, inseminación artificial USD 6). El protocolo de gonadotropina coriónica mostró, por su parte, un costo de USD 18 por animal (inyección USD 8, inseminación artificial USD 10).

Componente de costo	Protocolo CIDR	Protocolo PGF2α	Protocolo hCG
Fármaco principal.	8,00	6,00	8,00
Inseminación artificial.	9,00	6,00	10,00
Diagnóstico preñez.	7,00	7,00	7,00
Costo Total:	24,00	19,00	25,00

Leyenda: CIDR, PGF2α, hCG.

Los resultados demuestran que la adopción de protocolos de sincronización de ovulación en ovejas de pelo constituye una oportunidad económica viable en contextos de economías en desarrollo, particularmente con protocolo CIDR que presentó márgenes de rentabilidad sustancialmente superiores [1]. Sin embargo, la viabilidad económica real depende de factores contextuales específicos, incluyendo, por ejemplo, accesibilidad de insumos, capacidad técnica disponible, precios de mercado de productos ganaderos y una estructura de costos operativos en sistemas específicos [4], entre otros.

### Parámetros reproductivos

Las tasas de preñez alcanzadas con cada protocolo fueron: CIDR 82 %, prostaglandinas 68 %, gonadotropina coriónica 75 %. Comparadas con línea base de 55 % con servicio natural, los incrementos fueron 27, 13, y 20 % respectivamente. El intervalo entre servicios se redujo en promedio a 30 días (d) con protocolos sincronizados comparado con el servicio natural continuo (TABLA III).

Parámetro	Baseline (Sin sincronización)	CIDR	PGF2α	hCG
Tasa preñez (%).	55	82	68	75
Mejora vs. baseline (%).	—	+27	+13	+20
Intervalo servicios (días).	45	25	32	28

Leyenda: CIDR, PGF2α, hCG.

### Análisis costo-beneficio

El protocolo CIDR presentó un margen neto de 20,5 % considerando beneficios incrementales por preñez adicionales (diferencia 27 % vs. baseline 55 %). Por su parte, el protocolo de prostaglandinas presentó un margen neto de 8,2 %, mientras que, el protocolo de gonadotropina coriónica presentó un margen neto de 15,8 %. Finalmente, el análisis de costo-beneficio fue sensible a las variaciones en tasas de preñez y precios de mercado de corderos. Con reducción de 10 % en precio de corderos, los márgenes se redujeron a 14,5; 2,1, y 9,8 % respectivamente (TABLA IV).

Protocolo	Margen neto (%)	Sensibilidad a precio (Δ -10 %)	Punto equilibrio
CIDR	20,5	14,5	65 % preñez
PGF2α	8,2	2,1	58 % preñez
hCG	15,8	9,8	62 % preñez

Leyenda: CIDR, PGF2α, hCG.

El protocolo CIDR demostró superioridad económica relativa con margen neto de 20,5 %, fundamentado en las tasas de preñez sustancialmente más elevadas (82 vs. 55 % con servicio natural). Este resultado es congruente con la literatura que documenta la efectividad superior de protocolos basados en progesterona en sincronización de ciclos estrales en ovejas [5].

Sin embargo, este protocolo requiere de la disponibilidad de los dispositivos especializados, conocimiento técnico para colocación intravaginal y capacidad para realizar inseminación artificial con competencia profesional [6]. En contextos donde estas capacidades son limitadas o donde accesibilidad de dispositivos CIDR es restringida por costos o disponibilidad logística, este protocolo puede no ser implementable y rentable.

En ese sentido, el protocolo de prostaglandinas presentó característica distintiva de menor costo absoluto (USD 19 por animal), pero márgenes de rentabilidad más reducidos (8,2 %) derivados de tasas de preñez menos elevadas. Sin embargo, este protocolo presenta una ventaja sustancial en accesibilidad, requiriendo solo administración de inyecciones intramusculares sin necesidad de especialización técnica adicional, y con disponibilidad ampliamente documentada de prostaglandinas en mercados veterinarios de regiones latinoamericanas [5]. Para productores con recursos limitados, este protocolo puede constituir una opción económicamente viable a pesar de márgenes más reducidos.

El protocolo de gonadotropina coriónica presentó, por su parte, una posición intermedia en términos de costo (USD 25), eficacia reproductiva (75 % preñez), y margen económico (15,8 %), por lo que constituye una opción con balance razonable entre eficacia y accesibilidad [7]. Sin embargo, requiere disponibilidad de fármacos específicos que puede presentar limitaciones de accesibilidad en algunos contextos regionales [8].

En el ámbito de la sensibilidad se reveló vulnerabilidad del análisis costo-beneficio ante las variaciones en precios de mercado de corderos. Con reducción de 10 % en precios, los márgenes se contrajeron significativamente, particularmente, para protocolo de prostaglandinas que pasó de 8,2 a 2,1 % [3]. Este hallazgo subraya la importancia de que los productores realicen evaluaciones económicas específicas considerando los precios de mercado locales previo a las decisiones de adopción tecnológica. En contextos donde los precios de productos ganaderos son volátiles, los márgenes de rentabilidad pueden desaparecer rápidamente.

Definitivamente, la sostenibilidad de protocolos de sincronización trasciende el análisis económico directo. Consideraciones de impacto ambiental incluyen potencial de protocolos para reducir el número de animales requeridos para alcanzar objetivo productivo mediante mejora en eficiencia reproductiva. Sin embargo, esto requiere que los beneficios económicos se traduzcan efectivamente en un redimensionamiento de los sistemas productivos [9]. Igualmente, los protocolos de sincronización pueden mejorar el bienestar animal al concentrar eventos reproductivos y reducir el estrés derivado del servicio natural repetido.

Finalmente, conviene apreciar que, la transferencia tecnológica de los protocolos de sincronización en contextos de economías en desarrollo enfrenta obstáculos que trascienden la disponibilidad de información técnica. Capacidad de acceso a insumos especializados, costos de servicios veterinarios profesionales, capacidad de gestión empresarial de productores, y volatilidad de mercados constituyen limitaciones reales que deben considerarse en el diseño de estrategias de transferencia

tecnológica [9]. Por lo tanto, el enfoque de “talla única” en recomendaciones tecnológicas frecuentemente falla en contextos heterogéneos de economías en desarrollo.

## CONCLUSIONES

La evaluación económica de los protocolos de sincronización de ovulación en ovejas de pelo revela una oportunidad viable de mejora de la rentabilidad, con márgenes netos que oscilan entre 8,2 y 20,5 %, según el protocolo utilizado y el contexto de mercado.

El protocolo CIDR presenta la máxima efectividad biológica y económica, pero requiere de capacidad técnica especializada y de disponibilidad de insumos que pueden ser limitantes en contextos de economías en desarrollo.

El protocolo de prostaglandinas presenta máxima accesibilidad y menor complejidad técnica, recomendado particularmente para productores con recursos limitados y donde la accesibilidad de insumos especializados es restrictiva.

La sostenibilidad económica de protocolos de sincronización es altamente dependiente de contextos específicos, incluyendo factores como disponibilidad de insumos, capacidad técnica, precios de mercado, y estructura operativa de los sistemas productivos.

Se recomienda que la transferencia tecnológica de protocolos de sincronización contenga un análisis económico participativo, donde los productores realicen evaluaciones específicas (cualitativas y cuantitativas) para sus sistemas considerando los costos locales, precios de mercado, y las capacidades técnicas disponibles.

Se recomienda investigación adicional en contextos regionales específicos, para generar información económica comparativa que fundamente las decisiones de adopción tecnológica en sistemas productivos heterogéneos de economías en desarrollo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en relación con este artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Dijkhuizen AA, Huirne RBM, Jalvingh AW. Economic analysis of animal diseases and their control. *Prev. Vet. Med.* [Internet]. 1995; 25(2):135–149. doi: <https://doi.org/c9x4n9>
- [2] Freire FV, Agüero MD, Ponce M, Vigliocco A, Sandoval G. Análisis económico de sistemas productivos ovinos de Córdoba, Argentina: estudio de casos. *Agriscientia.* [Internet]. 2013; 30(1):37–47. Disponible en: <https://go.su/tUNOLx>
- [3] Abbott KA. Cost–benefit evaluation of artificial insemination for genetic improvement of wool-producing sheep. *Aust. Vet. J.* [Internet]. 1994; 71(11):353–360. doi: <https://doi.org/cc6sv2>

- [4] Díaz-Sánchez C, Jaramillo-Villanueva JL, Bustamante-González Á, Vargas López S, Delgado-Alvarado A, Hernández-Mendo O, Casiano-Ventura MA. Evaluación de la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de ovinos en la región de Libres, Puebla. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2018; 9(2):263–277. doi: <https://doi.org/qzvf>
- [5] Mohan K, Kumar N. Comparative evaluation of estrus synchronization protocols on reproductive performance and estrus behavior in Barbados Black Belly sheep. *Vet. World.* [Internet]. 2023; 16(11):2244–2249. doi: <https://doi.org/qzvg>
- [6] Orozco NS. Evaluación de dos protocolos de sincronización en ovejas de pelo de la estación experimental Pastaza. [Tesis de pregrado]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2023; 76 p. Disponible en: <https://goo.su/3fHUW>
- [7] Arroyo-Ledezma J, De la Torre-Barrera J, Ávila-Serrano NY. Respuesta reproductiva de ovejas de pelo sincronizadas con progesterona o prostaglandinas. *Agrociencia.* [Internet]. 2013; 47(7):661–670. Disponible en: <https://goo.su/ULrtJYV>
- [8] Nakafeero A, Gonzalez-Bulnes A, Martinez-Ros P. Use of short-term CIDR-based protocols for oestrus synchronisation in goats at tropical and subtropical latitudes. *Animals.* [Internet]. 2024; 14(11):1560. doi: <https://doi.org/qzvj>
- [9] De K, Kumar D, Balaganur K, Naqvi SMK. Effect of environmental factors on estrus synchronization and artificial insemination success in farmers' flocks of sheep under semi-arid tropical region. *Reprod. Domest. Anim.* 2020; 55(7):777-784. doi: <https://doi.org/qzvm>