

**Evaluación de la tasa de preñez en hembras bovinas repetidoras,  
mediante la aplicación de un protocolo de inseminación artificial  
a tiempo fijo con semen fresco**

**Evaluation of the pregnancy rate in repeat bovine females, through  
application of a fixed-time artificial insemination protocol with  
semen cool**

**Jhonatan Adrián Monteros-Pazmiño <sup>1</sup>**  
Universidad Estatal de Bolívar - Ecuador  
jhonatan.monteros@ueb.edu.ec

**Juan Alberto Vargas-Tipan <sup>2</sup>**  
Universidad Central del Ecuador - Ecuador  
javargas@uce.edu.ec

**Dany Tomás García-Herembás <sup>3</sup>**  
Universidad Central del Ecuador - Ecuador  
dtgarcia@uce.edu.ec

**Mario Paúl Parra-Matute <sup>4</sup>**  
Universidad Central del Ecuador - Ecuador  
mpparra@uce.edu.ec

**[doi.org/10.33386/593dp.2025.1.2902](https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1.2902)**

V10-N1 (ene-feb) 2025, pp 995-1008 | Recibido:13 de noviembre del 2024 - Aceptado: 15 de enero del 2024 (2 ronda rev.)

---

1 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9757-9757>

2 ORCID: <https://orcid.org/0000000263275875>

3 ORCID: <https://orcid.org/0009000973057730>

4 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3396-4228>

Monteros-Pazmiño, J, Vargas-Tipan, J., García-Herembás, D., & Parra-Matute, M., (2025). Evaluación de la tasa de preñez en hembras bovinas repetidoras, mediante la aplicación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con semen fresco. 593 Digital Publisher CEIT, 10(1), 995-1008, <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1.2902>

Descargar para Mendeley y Zotero

## RESUMEN

En los últimos 20 años, la producción lechera en ganado bovino ha aumentado significativamente debido a factores como el mejoramiento genético, una nutrición balanceada y un manejo sanitario adecuado. Sin embargo, este progreso ha venido acompañado de problemas reproductivos, destacándose la disminución en la tasa de preñez, que ha bajado del 60% al 42%. Un problema importante es la vaca repetidora, definida como aquella que, tras tres o más servicios, no logra gestar sin presentar patologías reproductivas evidentes. Para abordar estos desafíos, se han perfeccionado técnicas biotecnológicas, como la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) utilizando fármacos hormonales para sincronizar la ovulación. Estudios han demostrado que la sincronización con PGF2 alfa presenta limitaciones, mientras que la IATF muestra mejores resultados en general. La criopreservación del semen es común, pero el semen fresco, que no sufre estrés térmico, puede mejorar la concentración espermática y las tasas de preñez. En Ecuador, la eficiencia reproductiva se ve afectada por la detección inadecuada del celo, con el 50% de vacas sin ser detectadas en celo. Por ello, se recomienda el uso de métodos de sincronización de estro y IATF. Este estudio tiene como objetivo evaluar la tasa de preñez en vacas repetidoras sometidas a IATF con semen fresco y protocolos hormonales. Los resultados favorables podrían ofrecer una alternativa viable para mejorar la eficiencia reproductiva en ganaderías lecheras.

**Palabras claves:** inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), sincronización del celo, vaca repetidora, semen fresco, progestágenos y prostaglandinas.

## ABSTRACT

In the last 20 years, dairy production in cattle has increased significantly due to factors such as genetic improvement, balanced nutrition and adequate health management. However, this progress has been accompanied by reproductive problems, highlighting the decrease in the pregnancy rate, which has dropped from 60% to 42%. An important problem is the repeater cow, defined as one that, after three or more services, cannot conceive without presenting obvious reproductive pathologies. To address these challenges, biotechnological techniques have been refined, such as fixed-time artificial insemination (FTAI) using hormonal drugs to synchronize ovulation. Studies have shown that synchronization with PGF2 alpha has limitations, while IATF shows better results in general. Semen cryopreservation is common, but fresh semen, which is not subject to thermal stress, can improve sperm concentration and pregnancy rates. In Ecuador, reproductive efficiency is affected by inadequate heat detection, with 50% of cows not being detected in heat. Therefore, the use of estrus synchronization and IATF methods is recommended. This study aims to evaluate the pregnancy rate in repeater cows subjected to IATF with fresh semen and hormonal protocols. The favorable results could offer a viable alternative to improve reproductive efficiency in dairy farms.

**Keywords:** fixed-time artificial insemination (IATF), heat synchronization, repeater cow, fresh semen, progestogens and prostaglandins

## Introducción

En los últimos 20 años la producción lechera en el ganado bovino se ha ido acrecentando cada vez más, este crecimiento se debe a diversos factores, dentro de los más importantes tenemos: el mejoramiento genético con la ayuda de herramientas biotecnológicas como la inseminación artificial como base, una nutrición balanceada enfocada en los requerimientos específicos de los animales y un manejo sanitario acorde a las necesidades de cada establecimiento. Sin embargo, junto con esta gran mejora en el ámbito productivo también han aparecido problemas asociados a la salud de los animales, uno de los principales problemas es el reproductivo. En el pasado las empresas de producción contaban con una tasa de preñez sobre el 60%, en la actualidad se estima que el porcentaje de preñez bordea el 42%, siendo este resultado, según los investigadores bastante aceptable. Con el avance productivo se ha ido perdiendo en el ámbito reproductivo, es decir: las vacas se preñan menos que antes y el porcentaje de vacas que repiten celos (vaca repetidora) han aumentado significativamente.

La definición de vaca repetidora más aceptada por los especialistas actualmente es: una hembra con más de tres servicios que no ha logrado quedar gestante pero que carece de alguna patología reproductiva, es decir: son vacas que están ciclando normalmente, no presentan descargas anormales vaginales, y no se detecta ningún tipo de anormalidad en sus órganos reproductivos a la palpación rectal o mediante la ecografía transrectal. Después del anestro este es el segundo problema reproductivo que más afecta a las ganaderías lecheras con una incidencia del 18% aproximadamente. La necesidad de resolver este tipo de problemas reproductivos más el progreso en el conocimiento de la fisiología reproductiva ha llevado al continuo perfeccionamiento de las técnicas biotecnológicas, ya no solo quedándose en la inseminación artificial, sino manipulando la onda folicular de la vaca mediante la utilización de fármacos con el fin de lograr una inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), estudios han demostrado que la sincronización del celo

solo con el uso de PGF2 alfa presenta algunas limitaciones como la variación en los días del estro (2 a 6 días), además que necesita contar con una buena detección de celos y obligatoriamente requiere que los animales presenten cuerpo lúteo, es por eso que el uso de la IATF al parecer genera mejores resultados en general (Silva et al., 2021). 2 el semen bovino puede ser conservado de múltiples formas para su posterior uso en las biotecnologías reproductivas.

El método más común y utilizado a nivel mundial por su fácil manejo y comercialización es la crío preservación del semen, con este método la capacidad fecundante del semen congelado es mantenida por un tiempo indefinido sin ser alterada significativamente, sin embargo, al utilizar este método en el proceso de descongelado, se genera un choque térmico hacia los espermatozoides lo cual provocará una disminución en la concentración del semen (Chichipe, 2019). Otra técnica de preservación es mantener el eyaculado a temperatura ambiente o mediante refrigeración a 5 grados centígrados por un tiempo no mayor a las 72 horas, este proceso tampoco interviene en la capacidad fecundante de los espermatozoides. Cuando se trabaja con semen “fresco” los espermatozoides no sufren estrés térmico con lo cual se obtendría una mayor concentración espermática especulando así que los resultados del porcentaje de preñez podrían ser mayores (Chichipe, 2019). En Ecuador el porcentaje de fertilidad en hatos lecheros es del 58% en la primera inseminación. El mismo autor menciona que el problema más importante que repercute en la eficiencia reproductiva es la detección de celos, ya que el 50% de vacas pueden pasar sin ser detectadas celo.

Es por eso que recomienda utilizar los distintos métodos que existen para la sincronización del estro u ovulación, así como la IATF. En nuestro país existen pocas investigaciones en ganadería de producción lechera en altura, y mucho menos existen trabajos enfocados en tratar de desarrollar soluciones para mejorar la eficiencia reproductiva de nuestros hatos, es por eso que el objetivo de la presente investigación es evaluar los resultados del porcentaje de preñez en hembras bovinas repetidoras, que han

sido sometidas a un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con semen fresco, induciendo la sincronización de la ovulación baso en fármacos hormonales: estrógenos y progesterona (dispositivo intravaginal) (Silva et al., 2021). Si la investigación presenta resultados favorables, los ganaderos de nuestro país tendrían otra alternativa para mejorar el problema de las hembras repetidoras y así optimizar los resultados en sus empresas productivas.

## Método

En el presente trabajo de investigación estuvo constituido por varios procesos que siguieron un orden lógico, a continuación, se detallan cada uno de ellos:

Implementación de protocolo hormonal para IATF: para lograr una inseminación regular en los bovinos sin la necesidad de la detección de celos se realizó la sincronización de la ovulación utilizando fármacos hormonales, los cuales se fueron aplicando en forma sistematizada, este proceso es denominado “protocolos de reproducción programada”

El protocolo utilizado es el siguiente:

Día 0: Inserción DIB (dispositivo intravaginal con progesterona) + 2ml

Gonadiol IM (2mg BE)

Día 8: Retiro DIB + 2,5ml de Ciclase IM (PGF2alfa) + 2ml de Novormon IM

(400UI de eCG) + 2ml de Cipiosyn IM (1mg cipionato de estradiol)

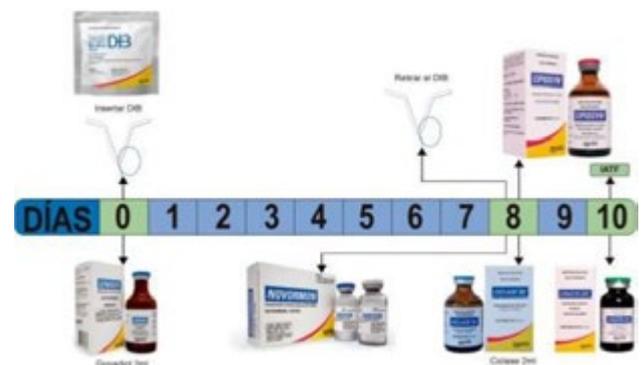
Día 10: IATF + 2ml de Gonasyn IM (GnRH)

Día 24: Reinserción DIB (resincronización)

Día 31: Retiro DIB

Día 42: Diagnóstico de gestación mediante ecografía transrectal

**Figura 1**  
*Protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo.*



Colecta y evaluación de semen bovino: en la actualidad existen dos técnicas que son las más utilizadas para la extracción del semen, el electro eyaculador y la vagina artificial, la segunda técnica fue la que se utilizó para esta investigación. Los machos elegidos para este estudio ya tenían exámenes andrológicos previos, evaluados por el sistema CASA, es por esto que la evaluación del semen en campo se basó principalmente en la motilidad, vigor y concentración espermática, además de la evaluación macroscópica. La extracción del semen se realizó horas antes de proceder a realizar la IATF en el día 10. El proceso que se siguió fue el siguiente:

Higienización pre – colecta

Armado del equipo de la vagina artificial

Estímulo sexual previo a la colecta

Colecta del semen

Evaluación del semen

## Evaluación macroscópica

Volumen del eyaculado

Color y aspecto del eyaculado

Olor del eyaculado

Movimiento en masa

## Evaluación microscópica

Motilidad individual

Vigor

Concentración espermática

Determinación del número de dosis por eyaculado bovino

$N = \text{Volumen} \times \text{Concentración/ml} \times \% \text{motilidad} \times \% \text{normales}$

número de espermatozoides por dosis

**Volumen:** cantidad (ml) de material seminal con el que se cuenta

después de haber realizado que quedan después de haber realizado

el examen andrológico.

**Concentración/ml:** número de espermatozoides por cada mililitro de eyaculado. [Ej.: 1300 millones]

**% Motilidad:** convertir el % en valor absoluto. [Ej.: 70% @ 0.70]

**% Normales:** se calcula al restar el % de anormales del 100% total.

[Ej: 100 - 5% de anormales = 95% normales = 0.95]

Número de espermatozoides por dosis: generalmente se utiliza

32' 000 000 de espermatozoides por pajueta.

Cálculo:

Germán:

$N =$

$4 \times 1100000000 \times 0.82 \times 0.93$

$32000000 = 104.85 \text{ dosis}$

Marcial:

$N =$

$5 \times 1200000000 \times 0.78 \times 0.92$

$32000000 = 187.5 \text{ dosis}$

Se utilizó las dosis necesarias para la inseminación de todos los animales y el material restante se refrigeró para uso de la hacienda en los próximos días.

## Cálculo de diluyente

$Vm:$  (Número de dosis x volumen necesario por dosis) - volumen total de eyaculado

Ej.:

17

**Número de dosis:** 104

**Volumen necesario por dosis:** 0.25; si necesito elaborar pajuelas de 0.25 ml. O si quisiera elaborar pajuelas de 0.5 ml, el volumen por dosis sería 0.5

**Volumen total de eyaculado:** 4 ml

Germán:

$Vm = (104 \times 0.5) - 4 = 52 \text{ ml de diluyente para semen fresco}$

Marcial:

$Vm = (187 \times 0.5) - 5 = 94 \text{ ml de diluyente para semen fresco}$

Total de diluyente necesario para semen fresco: 146ml.

## Cálculo de dilución

Semen diluido = volumen total de eyaculado + ml de diluyente para semen fresco

Germán:

**Semen diluido** = 4 + 52 = 56 ml

Marcial:

**Semen diluido** = 5 + 94 = 99ml

Total = 155ml

Envasado en pajillas de forma manual.

**Inseminación artificial:** se la realizó en el día 10 después de haber iniciado el tratamiento hormonal y según lo establecido en el protocolo. A continuación, se mencionan los pasos a ejecutados en la técnica:

Fijación del animal

Corte de la pajueta

Colocación de la pajueta en la pistola de inseminación

Limpieza de la zona vulvar del animal

Introducción del brazo por el recto y fijación del cérvix

Introducción de la pistola de inseminación artificial por la vagina y paso del cérvix

Depósito del semen en el cuerpo del útero

Retiro de la pistola de inseminación

Diagnóstico de gestación por ecografía: se realizó el diagnóstico de gestación por ecografía debido a que es una técnica relativamente fácil y precisa. A partir del día 26 se puede lograr una sensibilidad del 98% y una especificidad del 88% en el diagnóstico, es por esto que la detección de gestación para este estudio se realizó en el día 32 post inseminación. El procedimiento es el siguiente.

Retiro de la mayor cantidad posible de contenido fecal

Palpación rápida de manera manual para ubicar e identificar las estructuras

Introducir la sonda y colocarla contra la pared ventral del recto

Ubicar la vejiga para orientarse de una mejor manera y continuar con la ubicación del resto de estructuras reproductivas

Ubicar la sonda en el cuerpo del útero haciendo movimientos de desplazamiento hacia lateral conforme se avanza hacia los cuernos del **útero, con la finalidad de observar la presencia de líquido en alguno de los cuernos**, eso ya nos dará un indicio de una posible preñez, después se debe tratar de identificar la vesícula en la que se encuentra el embrión, el mismo que aparece en el ecógrafo de color ecogénico, finalmente se debe evidenciar la vitalidad del embrión mediante sus latidos cardíacos, los cuales se presentan de una forma titilante en medio del embrión y se puede apreciar claramente en la pantalla.

Localizar el ovario y de la misma manera realizar movimientos por encima de él con el fin de identificar la presencia de un cuerpo lúteo, el cual nos asegurará el aporte de P4 para el mantenimiento de la gestación.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El presente trabajo fue realizado de manera experimental, todos los datos obtenidos fueron registrados en el diario de campo para luego ser transcritos y organizados en una tabla de Excel, la misma que se utilizó para realizar el análisis estadístico de porcentajes.

## Resultados

### Aparato reproductor de la hembra bovina

Se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva de la literatura, mencionando algunos conceptos fundamentales del aparato reproductor femenino de los bovinos para contextualizar y comprender los procesos abordados en nuestro estudio de caso.

#### Ovarios

Los ovarios en los bovinos son órganos esenciales en la reproducción, responsables de la producción de óvulos y hormonas sexuales como el estrógeno y la progesterona. Estos órganos presentan una estructura compleja y están sujetos a cambios cíclicos durante el ciclo estral. Los folículos ováricos se desarrollan y maduran dentro de los ovarios, y su dinámica es crucial

para la fertilidad y la eficiencia reproductiva en el ganado bovino (Neira et al., 2023).

## Útero

El útero en bovinos es un órgano esencial para la reproducción, desempeñando múltiples funciones, incluida la producción de hormonas como la progesterona y el estrógeno. Estas hormonas son cruciales para la preparación del útero para la implantación del embrión y el mantenimiento del embarazo. El ciclo estral de las vacas involucra una interacción compleja entre las hormonas del eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario y el útero, lo que permite la regulación del ciclo reproductivo y la fecundidad del animal.

Enfermedades como la endometritis pueden afectar la capacidad reproductiva del útero, siendo una inflamación bacteriana de la mucosa endometrial comúnmente causada por partos distócicos o malas prácticas de higiene durante el parto. Esta condición requiere un tratamiento adecuado para prevenir su impacto negativo en la productividad ganadera (Menéndez, 2019).

## Cérvix

El cérvix en hembras bovinas es una estructura crucial del aparato reproductor, actuando como una barrera y un canal durante la reproducción. Se encuentra entre el útero y la vagina y desempeña roles importantes en la protección contra infecciones y en el transporte de semen hacia el útero durante la inseminación.

Anatómicamente, el cérvix bovino está compuesto por varios anillos musculares que proporcionan una barrera física. Durante el ciclo estral, estos anillos se relajan para permitir el paso del semen, facilitando la inseminación y la fertilización. Además, el cérvix se cierra herméticamente durante la gestación para proteger el feto en desarrollo de posibles infecciones externas.

Patológicamente, las alteraciones en el cérvix pueden incluir condiciones como la piometra, que puede presentarse con el cérvix abierto o cerrado, afectando gravemente la

salud reproductiva de la vaca y requiriendo tratamiento especializado con anti prostagégenos o prostaglandinas (Dulcey, 2021).

## Vagina

La vagina en hembras bovinas es un órgano esencial del aparato reproductor, que se extiende desde el cérvix hasta la vulva, con una longitud de 15 a 30 cm. Sirve como el canal de cópula, facilitando la recepción del semen durante el apareamiento y es también parte del canal de parto durante el nacimiento. Además, la vagina contiene glándulas productoras de moco que lubrican y limpian el órgano, eliminando materiales extraños y protegiendo contra infecciones (Cañon & Hernandez, 2021).

Durante la gestación, la vagina puede aumentar su longitud para acomodar al feto en desarrollo. Además, la porción anterior de la vagina tiene una estructura conocida como “flor radicada” o “hocico de tenca”, que es la prolongación intravaginal del cuello uterino. En el piso de la parte posterior de la vagina se encuentra una bolsita llamada divertículo suburetral, justo antes de la desembocadura de la uretra (Gonzalez, 2016).

## Vulva

La vulva en hembras bovinas es la parte externa del aparato reproductor, compuesta por dos labios que forman la abertura sexual externa. Sus funciones principales incluyen permitir el paso de la orina, abrirse para permitir la cópula, y servir como parte del canal del parto. La vulva está conectada a la vagina y es crucial para la protección del sistema reproductor contra infecciones externas. Durante el celo, la vulva puede mostrar signos de hinchazón y enrojecimiento, lo cual es un indicador importante del estado reproductivo de la vaca (Cañon & Hernandez, 2021).

Además, la vulva puede ser propensa a varias patologías, como fibropapilomas y carcinomas escamocelulares, que pueden afectar su función y la salud reproductiva general del animal. La vulvovaginitis, una inflamación

de la vulva y la vagina, puede ser causada por infecciones bacterianas y virales, afectando la fertilidad si no se trata adecuadamente (Visgar, 2021).

### **Sincronización del celo y la ovulación**

La sincronización del celo y la ovulación en bovinos es una práctica comúnmente utilizada para mejorar la eficiencia reproductiva en las explotaciones ganaderas. Este proceso implica el uso de protocolos hormonales para controlar y sincronizar los ciclos estrales de un grupo de vacas, permitiendo la inseminación artificial en momentos óptimos. Entre las hormonas más utilizadas se encuentran las prostaglandinas, que inducen la regresión del cuerpo lúteo, y los análogos de GnRH, que promueven la ovulación. La sincronización del celo permite una mejor planificación de la inseminación, reduce la necesidad de detección del celo y puede aumentar las tasas de concepción al asegurar que la ovulación ocurra en un momento predecible (Visgar, 2021).

La sincronización de la ovulación no solo mejora la eficiencia de la reproducción, sino que también contribuye a la uniformidad de la producción ganadera. Al sincronizar los ciclos reproductivos, se puede obtener una mayor homogeneidad en los lotes de crías, lo que facilita la gestión y el manejo del rebaño. Además, la implementación de estos protocolos puede ayudar a identificar y tratar problemas reproductivos en vacas que no responden adecuadamente a la sincronización, lo cual es crucial para mantener la salud y productividad del rebaño. Diversos estudios han demostrado que el uso de protocolos de sincronización, como el Ovsynch y sus variantes, puede mejorar significativamente los resultados reproductivos en comparación con la detección de celo tradicional (Cañon & Hernandez, 2021).

### **Progestágenos**

Los progestágenos son hormonas sintéticas utilizadas ampliamente en la sincronización del celo y la ovulación en bovinos. Estos compuestos imitan la acción

de la progesterona natural, inhibiendo la liberación de gonadotrofinas y suprimen el desarrollo folicular y la ovulación durante su administración. Al retirar el dispositivo liberador de progestágenos, se desencadena un aumento en los niveles hormonales, promoviendo la ovulación y sincronizando el celo. Esto facilita la inseminación artificial y mejora la eficiencia reproductiva, especialmente en vacas lecheras de alta producción, que suelen tener niveles insuficientes de progesterona debido a su elevado metabolismo (1library, 2020).

### **Prostaglandinas**

Las prostaglandinas, específicamente la prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>), juegan un papel fundamental en la regulación del ciclo estral y la sincronización del celo en bovinos. Estas sustancias son derivadas del ácido araquidónico y se sintetizan en las células endometriales durante la fase lútea del ciclo estral. Su principal función es inducir la regresión del cuerpo lúteo, lo cual disminuye los niveles de progesterona y permite la reanudación del crecimiento folicular y la ovulación. En la práctica ganadera, las prostaglandinas se utilizan para sincronizar el celo mediante la administración de dos dosis separadas por 11 a 14 días, logrando que un alto porcentaje de vacas entren en celo de manera simultánea (Forero & Roa, 2019).

Además de su uso en la sincronización del celo, las prostaglandinas tienen aplicaciones en el tratamiento de enfermedades reproductivas, como la piometra y la endometritis. La administración de PGF<sub>2α</sub> ayuda a evacuar el contenido uterino acumulado y a inducir el celo, facilitando la recuperación del animal. Los análogos sintéticos de PGF<sub>2α</sub>, como la cloprostenol y el del prostenato, son preferidos por su mayor efectividad y menores efectos secundarios en comparación con la prostaglandina natural. Estos tratamientos mejoran significativamente la fertilidad y la eficiencia reproductiva en los rebaños bovinos (BM Editores, 2021).

## **Aparato reproductor del macho**

El aparato reproductor del macho bovino incluye varios órganos esenciales para la producción y transporte de espermatozoides. Los testículos, localizados en el escroto, son los principales órganos donde se producen los espermatozoides y las hormonas sexuales. Cada testículo contiene numerosos túbulos seminíferos donde ocurre la espermatogénesis. El epidídimo, unido al borde de cada testículo, es responsable de la maduración, almacenamiento y transporte de los espermatozoides. Estos órganos trabajan conjuntamente para asegurar la fertilidad y el éxito reproductivo del toro (UNAM, 2021).

El pene y el prepucio son también componentes cruciales del aparato reproductor masculino. El pene del toro es un órgano tubular que se llena de sangre durante la excitación sexual para permitir la cópula y la eyaculación. Está compuesto por tejido eréctil que facilita la penetración durante el apareamiento. El prepucio, que recubre el pene, tiene una función protectora y se retrae durante la cópula para exponer el glande y permitir la transferencia del semen al tracto reproductivo de la hembra. Este proceso asegura que el semen se deposite en el lugar correcto para maximizar las probabilidades de fertilización (Gonzalez, 2017).

Además, el sistema reproductor del toro incluye glándulas accesorias como la próstata, las glándulas vesiculares y las glándulas bulbouretrales. Estas glándulas producen fluidos que forman parte del semen, proporcionando nutrientes y un medio adecuado para la movilidad y supervivencia de los espermatozoides. La combinación de todos estos órganos y estructuras asegura un sistema eficiente para la reproducción, crucial para la productividad y el éxito en las explotaciones ganaderas (Gonzalez, 2017).

## **Escroto**

El escroto en los bovinos es un saco cutáneo que alberga los testículos y la parte inferior del cordón espermático. Su principal función es mantener los testículos a una temperatura adecuada, ligeramente inferior a la temperatura

corporal, para asegurar la producción óptima de esperma. Esta termorregulación se logra a través de varios mecanismos, incluyendo la presencia de un plexo pampiniforme, glándulas sudoríparas en la piel escrotal y el músculo cremáster, que permite el ascenso y descenso del escroto según las condiciones ambientales.

La circunferencia escrotal es una medida importante que se utiliza para evaluar la capacidad reproductiva de los toros. Un mayor tamaño de la circunferencia escrotal está correlacionado positivamente con una mayor producción de espermatozoides y una mejor calidad del semen. Además, estudios han demostrado que existe una relación entre la circunferencia escrotal y la fertilidad de la descendencia, tanto en machos como en hembras. Por lo tanto, la medición de la circunferencia escrotal es un criterio clave en la selección de toros reproductores (Ramírez et al., 2019).

Además de su función en la termorregulación y como indicador de fertilidad, el escroto también juega un papel en la protección de los testículos. Está dividido en dos compartimentos por un septo medial, cada uno de los cuales contiene un testículo, el epidídimo y parte del cordón espermático. La estructura del escroto varía entre especies, y en el caso de los bovinos, es profundo y penduloso, lo que facilita su función termorreguladora. Cualquier alteración en estos mecanismos puede afectar negativamente la calidad espermática y, por ende, la fertilidad del animal

## **Testículos**

Los testículos en los bovinos son órganos esenciales en el sistema reproductor masculino, encargados de la producción de espermatozoides y la hormona testosterona. Están ubicados en el escroto y tienen una función dual: endocrina, mediante la producción de testosterona, y exocrina, al generar espermatozoides. La testosterona es crucial para el desarrollo y mantenimiento de las características sexuales secundarias masculinas y el comportamiento reproductivo.

La producción de espermatozoides en los testículos requiere una temperatura óptima de 32-35 °C, que es inferior a la temperatura corporal normal. Esto se logra gracias a la ubicación de los testículos en el escroto, fuera del cuerpo, lo que facilita la termorregulación. La vasculatura testicular, incluyendo el plexo pampiniforme, juega un papel clave en la regulación térmica, permitiendo el enfriamiento eficaz de los testículos para mantener la viabilidad y calidad del espermatozoide.

En términos de evaluación, el tamaño y la circunferencia escrotal son indicadores importantes de la capacidad reproductiva del toro. Un mayor tamaño testicular y una mayor circunferencia escrotal están correlacionados con una mayor producción de espermatozoides y una mejor calidad seminal. Esto hace que estas medidas sean esenciales en la selección de toros para la reproducción, asegurando la fertilidad y la eficiencia reproductiva del rebaño (Visgar, 2021).

**Pene**

El pene en los bovinos es un órgano reproductor crucial que cumple una función importante durante el apareamiento y la inseminación artificial. Está compuesto por tejido eréctil que se llena de sangre durante la excitación sexual, permitiendo la erección. Esta estructura se divide en dos partes principales: el cuerpo del pene y el glande. Durante la cópula, el pene se introduce en la vagina de la hembra y deposita el semen en el tracto reproductivo femenino.

Las afecciones del pene, como los fibropapilomas y hematomas, pueden afectar la capacidad reproductiva del toro. Los fibropapilomas, que son tumores benignos de origen viral, suelen aparecer en toros jóvenes y pueden impedir la penetración y el apareamiento. Estos tumores pueden ser tratados mediante extirpación quirúrgica o vacunación autógena. Los hematomas del pene, que resultan de rupturas a nivel de los músculos retractores del pene, requieren atención médica para evitar

complicaciones mayores como el prolapso del prepucio.

El manejo y tratamiento de las enfermedades del pene son esenciales para mantener la salud reproductiva de los toros. Procedimientos como la incisión de anillos fibrosos, tratamiento de abscesos y corrección quirúrgica de deformidades congénitas son cruciales para asegurar que los toros mantengan su capacidad reproductiva. Además, una adecuada higiene y manejo del ganado pueden prevenir muchas de estas afecciones, asegurando la eficiencia en la reproducción y la productividad del rebaño (rumiNews, 2021).

**Tabla 1**  
*Análisis macroscópico de semen fresco de los reproductores.*

Análisis macroscópico				
Nombre	Volumen	Color	Olor	Movimiento en masa
Marcial	5ml	Blanco amarillento, cremoso	Suigéneris	4 (remolinos rápidos)
Germán	4ml	Blanco amarillento, cremoso	Suigéneris	5 (remolinos rápidos)

Al momento de evaluar los resultados del examen macroscópico (volumen, color, olor y movimiento en masa) de los reproductores, se pudo observar que las variaciones entre los dos animales fueron mínimas, ya que el volumen del eyaculado varió en solo 1ml, presentando un color similar, blanco amarillento cremoso, con un olor característico normal y con movimientos en masa de 4 a 5 (Tabla 1), dichos resultados coinciden con lo que menciona Oporta & Martínez (2021) en sus tablas de referencia para la evaluación de la calidad del semen fresco.

Los resultados obtenidos en el examen macroscópico también coinciden con lo que menciona Bases para la evaluación de la aptitud reproductiva del toro, en donde se dice que el promedio del volumen de eyaculado está alrededor de 5ml dependiendo de algunos factores como el método de colecta, la edad del animal, la frecuencia de recolección, entre otros. También menciona que un color normal

es el blanco amarillento cremoso, lo que va a influir en una buena concentración espermática, así también un movimiento en masa positivo significará que existe un buen vigor espermático por ende un buen porcentaje de espermatozoides vivos.

**Tabla 2**

*Análisis microscópico de semen fresco de los reproductores.*

Análisis microscópico			
Nombre	Motilidad individual	Vigor	Concentración espermática
Marcial	82% (rápido)	4	1200millones/ml
Germán	78% (rápido)	4	1100millones/ml

En el examen microscópico los resultados entre ambos reproductores también fueron muy similares, teniendo una diferencia de solo un 4% en lo referente a motilidad individual, con un mismo valor de vigor espermático y una diferencia de 100 millones de espermatozoides. Dichos valores estarían dentro del rango de calificación de: muy bueno, según las tablas de referencia que se menciona en la investigación realizada por Oport & Martínez (2021).

“Análisis del semen bovino” indican que uno de los valores más importantes para la utilización del semen es la motilidad, ya que con este dato podemos estimar el porcentaje de espermatozoides que poseen un movimiento rectilíneo, los que poseen movimiento, pero se quedan en su lugar, y los que definitivamente no se mueven, que serían los espermatozoides muertos.

En una investigación realizada por Andrade & Palma (2020), en condiciones similares de manejo y climatología a nuestro estudio, él evaluó el punto de equilibrio de la calidad espermática en toros de razas lecheras y los resultados que obtuvo fueron similares, con porcentajes de motilidad individual entre el 70 y 80% en semen fresco. Así también Andrade & Palma (2020), en su investigación para evaluar dos tipos de diluyente, encontró que el porcentaje de motilidad con semen fresco fue de entre el 80 y 90%.

**Tabla 3**

*Dilución y número de dosis.*

Dilución y número de dosis			
Nombre	Volumen diluyente utilizado	Volumen total diluido	Número de dosis obtenidas
Marcial	52ml	56ml	104
Germán	94ml	99ml	187

El número total de dosis para poder realizar la inseminación artificial a tiempo fijo con semen fresco fue de más de 250 pajuelas entre los dos reproductores y este número está directamente relacionado con la concentración y el volumen del eyaculado. Resultados similares de la investigación aplicando las mismas fórmulas y la misma metodología que la que se aplicó en este estudio.

**Tabla 4**

*Tasa de preñez de la población de estudio.*

Tasa de preñez		
	Animales	Porcentaje
Preñadas	66	47%
Vacias	75	53%
Total	141	100%

Los resultados obtenidos para la tasa de preñez en hembras bovinas repetidoras a las cuales se les aplicó un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo con semen fresco fueron del 47%. Un estudio similar realizado en Argentina, con la finalidad de comparar los resultados de la tasa de preñez mediante la utilización de semen fresco y semen congelado, menciona que después del diagnóstico de gestación se obtuvo un 57,3% de vacas preñadas al utilizar semen fresco contra un 48,6% con semen congelado, los autores mencionan que estos resultados no muestran una diferencia significativa estadísticamente hablando.

Al contrastar los resultados de la investigación argentina con nuestra investigación se puede observar que existe una diferencia del 10% en la tasa de preñez. Esto puede deberse a que las hembras bovinas utilizadas por Felice eran hembras sin ningún tipo de patologías vs las del presente trabajo, ya que las hembras elegidas fueron animales repetidores con más de tres servicios y no habían logrado gestar. Otra

investigación realizada por Robin (2020), para evaluar los resultados de la tasa de preñez al utilizar dos tipos de diluyente con semen fresco en vacas reproductivamente sanas se obtuvo en promedio un porcentaje de 56,5%.

Una investigación para evaluar si en verdad se producen mejores resultados al utilizar semen fresco versus semen congelado y en su investigación concluyó que, si bien es cierto, si existe un incremento en el porcentaje de preñez en vacas inseminadas con semen fresco aplicándoles un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo, este porcentaje no supera el 10% en relación a la utilización de semen congelado. Es por esto que antes de aplicar este tipo de protocolos se debe hacer un estudio previo y ver si realmente será efectivo y provechoso para la producción. Ibañez también presenta un cuadro en el cual se muestra diferentes investigaciones previas de comparación entre la utilización de semen refrigerado versus congelado.

**Figura 2**

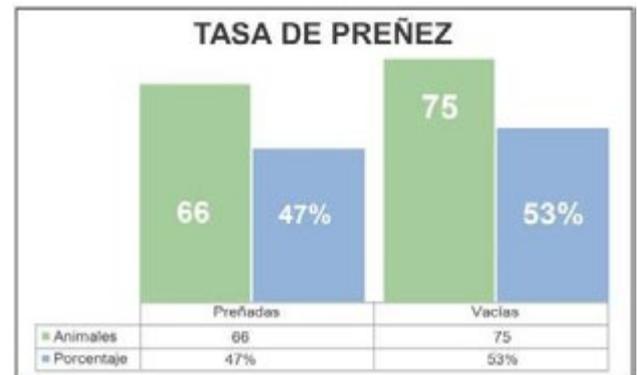
*Resultados de investigaciones pasadas con semen congelado.*

Referencia Bibliográfica	Semen refrigerado		Semen congelado/desc.		Total	
	%	(n)	%	(n)	%	(n)
Tribulo et al., 2005	54,1	(46/85)	43,9	(40/91)	48,9	(86/176)
Torquati et al., 2006	55,7	(34/61)	49,2	(30/61)	52,5	(64/122)
Vater et al., 2006	45,9	(28/61)	41,1	(23/56)	43,6	(51/117)
Bucher et al., 2009	51,5	(379/736)	50,4	(363/719)	50,9	(742/1455)
Felice et al., 2012	57,3	(39/68)	48,6	(34/70)	53,0	(73/138)
Crespilho et al., 2014*	25,3 <sup>a</sup> (59/233) 26,3 <sup>a</sup> (65/247) 33,3 <sup>ab</sup> (80/240)		39,9 <sup>b</sup>	(101/253)	31,3	(305/973)
Lopepe, 2015	66,1 <sup>a</sup>	(522/790)	55,2 <sup>b</sup>	(285/519)	61,6	(807/1309)
Papa et al., 2015*	51,1 <sup>a</sup> (141/278) 44,0 <sup>b</sup> (118/268)		41,2 <sup>b</sup>	(89/216)	45,7	(348/762)

<sup>ab</sup> Indican diferencias significativas (P<0,01).

**Figura 3**

*Tasa de preñez de la investigación.*



Las vacas repetidoras pueden llegar a ser un gran problema en cuanto a lo económico, ya que se generan pérdidas por desperdicio de material genético, días abiertos, costos del médico veterinario, tratamientos, entre muchos otros más. Los hatos de ganadería lechera existe entre un 10 a 24% de vacas repetidoras, se realizó una investigación en vacas con más de 3 servicios aparente mente sanas, para establecer diferencias en el porcentaje de preñez al aplicar dos tratamientos de IATF basados en dispositivos de liberación lenta de progesterona junto con inyecciones intra musculares de GnRH en el experimento 1 y BE en el experimento 2, evaluaron también la respuesta ovárica mediante la observación ecográfica de los folículos y los niveles de progesterona sanguínea. En la investigación se concluyó que hubo una respuesta positiva en los ovarios, mostrando ondas foliculares y ovulaciones sincrónicas, pero los resultados entre tratamientos fueron muy similares. En el porcentaje de preñez tampoco hubo diferencias significativas entre tratamientos, ya que fue 27,7% contra 34,7%.

El objetivo de evaluar si existe alguna diferencia en la tasa de preñez al aplicar un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo versus la inseminación artificial a celo detectado, utilizó un programa de sincronización de la ovulación Ovsynch y Headsynch. Los porcentajes de preñez en vacas repetidoras fueron de 30,1% para el celo detectado contra un 22,3% para la IATF.

Muchas investigaciones y tratamientos se han realizado con el fin de mejorar los porcentajes de preñez en hembras bovinas repetidoras, Nowicki (2021) menciona algunos estudios realizados: la aplicación de antibióticos intra uterinos después de realizar la inseminación artificial, aplicación de antiinflamatorios, aplicación de prostaglandinas para tratar posibles infecciones subclínicas a nivel del útero, distintos tipos de tratamientos hormonales, dobles inseminaciones, e inclusive la transferencia de embriones, algunas de éstas investigaciones con resultados aparentemente positivos y otros no tanto, pero aparentemente no existe ninguna investigación en la que se haya utilizado semen fresco como una posible solución al grave problema como en este estudio.

Como ya se ha mencionado anteriormente investigaciones con semen fresco han mostrado que se puede incrementar hasta un 10% la tasa de preñez en bovinos, al contrastar dichos resultados con los porcentajes de preñez al efectuarse protocolos de inseminación a tiempo fijo en vacas repetidoras no superan el 35%. En el presente estudio se logró un 47% de porcentaje de preñez, lo que aparentemente parece ser un buen resultado al contrastar con la información proporcionada en otros estudios.

## Conclusiones

Para poder establecer y definir el protocolo de sincronización de la ovulación que se va a utilizar en la empresa ganadera, se debe conocer a fondo las necesidades específicas de cada establecimiento, ya que todas las empresas productivas tienen diferentes formas de manejo, planes sanitarios, planes nutricionales, disponibilidad de personal y objetivos por alcanzar. El emplear una buena técnica al momento de realizar la extracción del semen mediante el uso de la vagina artificial más una correcta evaluación tanto macroscópica como microscópica garantizará excelentes resultados al momento de su utilización en fresco, así mismo se podrá aplicar en cualquier protocolo de sincronización de la ovulación que el especialista haya definido para la empresa. La detección de gestación realizada a los 32 días

post inseminación mediante ecografía transrectal dio como resultado una tasa de preñez del 47% en vacas repetidoras con un promedio de más de 3 servicios, lo cual es un resultado favorable al contrastarlo con la literatura revisada. Esta investigación puede ser una guía para mejorar los parámetros reproductivos en empresas ganaderas que tengan problemas similares, así también este trabajo puede ser una base para futuras investigaciones, ya que existe mucho por investigar en cuanto a posibles soluciones para mejorar el sector productivo ganadero de nuestro país.

## Referencias bibliográficas

- Allende, R. (2021). Fisiología espermática, producción de semen y evaluación de la calidad seminal [Artículos técnicos]. Taurus. <https://www.revistataurus.com.ar/entrada/suplemento-de-espermatologia-bovina45525>
- 1library. (2020). *Métodos de sincronización de celo en bovinos*. <https://1library.co/article/m%C3%A9todos-de-sincronizaci%C3%B3n-de-celo-en-bovinos.zwvo0l0q>
- BM Editores. (2021, noviembre 8). *Las prostaglandinas en bovinos—BM Editores*. <https://bmeditores.mx/ganaderia/las-prostaglandinas-en-bovinos/>
- Cañon, H., & Hernandez, J. (2021). *Fisiología del aparato reproductor de la hembra bovina*. <https://1library.co/article/fisiolog%C3%ADa-del-aparato-reproductor-de-la-hembra-bovina.z3m1ggmy>
- Dulcey, S. (2021). *Morfología Y Fisiología Del Cérvix De La Hembra Bovina [pon270p3pj40]*. <https://idoc.pub/documents/idocpub-pon270p3pj40>
- Forero, R., & Roa, J. P. (2019). Comparación de análogos de prostaglandina F2 alfa sobre las concentraciones de progesterona sérica en vacas holstein en el municipio de Zipaquirá, Colombia. *Medicina Veterinaria*. [https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina\\_veterinaria/445](https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/445)

- Gonzalez, K. (2016, marzo 1). Anatomía y fisiología reproductiva de la vaca (Completo). *Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión*. <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/anatomia-fisiologia-reproductiva-de-la-vaca>
- Gonzalez, K. (2017, febrero 28). Anatomía del Aparato Reproductor del Toro. *Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión*. <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/anatomia-del-aparato-reproductor-masculino-bovino>
- Herrera Pulla, P. G. (2021). Evaluación de dos curvas de congelación programables, para el proceso de crioconservación de semen canino en el Centro Experimental Uyumbicho [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23355/1/UCE-FMVZHERRERA%20PAOLA.pdf> 28
- Menéndez, J. A. (2019). *Resolución de prolapso uterino en hembra bovina adulta*.
- Neira, E., Velásquez, J. G., Cardozo, J. A., Velásquez, J. H., Gutiérrez, S. L., & Herrera, R. F. (2023). Morfometría de ovarios, folículos y su relación con la calidad oocitaria en bovinos. *Agronomía Mesoamericana*, 34(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43772368011>
- Lombana Portes, H. E., & Molano Villamil, D. A. (2021). Fundamentos y métodos para la dilución y congelación de semen en Bovinos.
- Ramírez, C., Rugeles, C., Guimaraes, J. D., & Vergara, O. (2016). Relación Entre Biometría Testicular Y Circunferencia Escrotal En Toretas De La Raza Nelore En Brasil. *Revista Científica*, XXVI(1), 49-54.
- rumiNews. (2021, febrero 18). Afecciones adquiridas en el aparato genital masculino bovino. *Rumiantes el portal de rumiNews*. <https://rumiantes.com/afecciones-adquiridas-en-el-aparato-genital-masculino-bovino/>
- Torres de Souza, J. A., Oliveira Paula, N. R., Costa Júnior, S. H., & Morais Pacheco, W. B. (2020). New focuses on andrological evaluation of cattle and its contribution in the genetic improvement of the flock. *Ciência Animal*, 30(4), 44-56.
- UNAM. (2021). 2.2 *Aparato reproductor del macho | Reproducción de los animales domésticos*. <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo2/aparato-reproductor-del-macho.html>
- Visgar. (2021). *La Guía Visual de Reproducción Bovina: Sistema Reproductivo de la Hembra*. [https://visgar.vetmed.ufl.edu/sp\\_bovrep/vulva/vulva.html](https://visgar.vetmed.ufl.edu/sp_bovrep/vulva/vulva.html)