

Guía de manejo del semen bovino durante su colecta y envío para la criopreservación de pajillas seminales



Autores

David Leonardo Gómez López
María de los Ángeles Cortés Escobar
Juan Felipe Martínez Rocha



Guía de manejo del semen bovino durante su colecta y envío para la criopreservación de pajillas seminales

Autores

David Leonardo Gómez López

María de los Ángeles Cortés Escobar

Juan Felipe Martínez Rocha



Gómez López, David Leonardo

Guía del manejo del semen bovino durante su colecta y envío para procesos de criopreservación de pajillas seminales. / David Leonardo Gómez López; María de los Ángeles Cortés Escobar y Juan Felipe Martínez Rocha. – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2023.

60 páginas (Colección Prácticas Agropecuarias)

Incluye referencias, gráficos y tablas.

ISBN e-Book: 978-958-740-643-6

1. Ganado bovino 2. Inseminación artificial 3. Recolección de semen 4. Criopreservación 5. Seguridad biológica en el laboratorio 6. Control de enfermedades. I. Cortés Escobar, María de los Ángeles II. Martínez Rocha, Juan Felipe.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA

Centro de Investigación Tibaitatá. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Esta publicación es el resultado del proyecto
“Vinculación OT ganadería pequeños y medianos
productores”.

Colección: Transformación del Agro

Tipología: Cartilla

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2022

Fecha de evaluación: 25 de noviembre de 2022

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2023

Publicado: Julio de 2023

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición: Liliana Gaona García

Adecuación pedagógica: Andrea Montoya C.

Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra Núñez N.

Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

Diagramación: María Paula Berón Ramírez



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Citación sugerida: Gómez López, D. L., Cortés Escobar, M. A., Martínez Rocha, J. F. (2023). *Guía de manejo del semen bovino durante su colecta y envío para la criopreservación de pajillas seminales*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7406436>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co

7	Introducción	
	Proceso de producción de pajillas criopreservadas	11
	La tecnología de la criopreservación	13
	Diluyente de semen para procesos de criopreservación	15
19	Condiciones generales	
	Examen de mérito reproductivo	19
	Control de enfermedades	21
23	Recomendaciones para el proceso de colecta de la muestra seminal	
	Higiene	23
	Estímulo del semental	23
	Registro de información de la muestra seminal	24
27	Proceso de colecta y obtención de muestra seminal	
	Evaluación macro y microscópica de la muestra seminal	31
	Dilución de la muestra seminal	32
	Enfriamiento de la muestra seminal diluida	33
35	Embalaje y envío de la muestra seminal	

41	Criterios de aceptación y rechazo del material recibido en el Laboratorio de Reproducción Animal (LRA)	
	Criterios de aceptación y/o rechazo durante la evaluación macroscópica	42
	Criterios de aceptación y/o rechazo durante la evaluación microscópica	43
45	Proceso de criopreservación de la muestra seminal	
	Criterios de aceptación o rechazo durante la evaluación de la prueba de las pajillas posdescongelación	47
51	Conclusión	
53	Agradecimientos	
55	Referencias	

Lista de figuras

Figura 1	Usos del semen bovino criopreservado	9
Figura 2	Pasos del proceso de producción de pajillas de semen bovino criopreservadas	12
Figura 3	Material seminal criopreservado en termo de nitrógeno líquido	13
Figura 4	Equipo de congelación de semen automatizado del Laboratorio de Reproducción Animal (LRA).	16
Figura 5	a) Toros seleccionados como donadores de material genético; b) Medición de la circunferencia escrotal como parte de la evaluación del mérito reproductivo.	20
Figura 6	Formato para captura de información en campo y laboratorio durante el proceso de colecta y congelación de semen bovino	25
Figura 7	Equipos para la toma de muestra del material seminal	27
Figura 8	Colecta con vagina artificial	28
Figura 9	Muestra de eyaculado del semen bovino tomada con vagina artificial	29
Figura 10	Colecta con electroeyaculador	30
Figura 11	Dilución de la muestra bovina de material seminal con diluyente sintético en proporción 1:1	32
Figura 12	Ejemplo de recipientes para iniciar descenso de temperatura con la muestra seminal	33
Figura 13	Ilustración de embalaje para muestras de material seminal colectadas	36
Figura 14	Formato o rótulo para el envío de las muestras de material seminal	37
Figura 15	Panorámica del Laboratorio de Reproducción Animal (LRA), ubicado en las instalaciones de AGROSAVIA, Centro de Investigación (CI) Tibaitatá, municipio de Mosquera, Cundinamarca	38
Figura 16	Ilustración del descenso de temperatura del semen bovino desde la toma de la muestra hasta su criopreservación	46
Figura 17	Calidad espermática posdescongelación	47

Lista de tablas

Tabla 1	Enfermedades reproductivas cuyo control sanitario es exigido por el ICA para colecta de bovinos donantes	21
Tabla 2	Evaluación macroscópica	31
Tabla 3	Evaluación microscópica	31
Tabla 4	Calificación descriptiva del movimiento en masa	43
Tabla 5	Evaluación descriptiva de la motilidad individual progresiva	43
Tabla 6	Evaluación microscópica del lote de posdescongelación	49



Introducción

La obtención de **material seminal bovino** se ha utilizado en programas de mejoramiento, con el fin de criopreservar los espermatozoides de animales de alto mérito genético y formar bancos de germoplasma para la preservación de razas criollas.

La presente cartilla tiene como objetivo principal dar una guía de manejo del material seminal bovino desde su colecta y envío hasta su llegada al laboratorio, dado que este manejo puede afectar su viabilidad y la emisión de un concepto favorable que permita su criopreservación.



Las pajillas criopreservadas pueden ser utilizadas en procesos de inseminación artificial o fertilización *in vitro*.



Las **biotecnologías reproductivas** son una herramienta de gran importancia en los hatos ganaderos ya que permiten acelerar las ganancias genéticas, mejorar las eficiencias productivas, tener un mayor control del estatus sanitario y manipular los ciclos de producción para maximizar los parámetros de desempeño. De forma particular, la **inseminación artificial (IA)** y la **criopreservación de espermatozoides** representan los **avances tecnológicos** que mayor impacto han tenido sobre la industria de mejoramiento genético en bovinos. La implementación de estas biotecnologías ha hecho posible la diseminación de material reproductivo de animales seleccionados alrededor del mundo, ya que permite escoger solo los mejores reproductores como parentales de la siguiente generación, lo que resulta en la obtención de un gran número de crías por toro.

La inseminación artificial (figura 1a) originalmente fue **desarrollada por razones sanitarias**; sin embargo, una vez las técnicas de criopreservación estuvieron disponibles, sus ventajas económicas se hicieron evidentes por sus mejoras en la fertilidad y por la aceleración del progreso genético. En la actualidad, con la producción *in vitro* de embriones (PIVE), la posibilidad de reducir el número de espermatozoides por dosis durante la fertilización *in vitro* (FIV) (figura 1b) sin comprometer la tasa de fertilidad, es un factor que permite aumentar el número de concepciones y crías obtenidas a partir de toros y vacas genéticamente superiores.



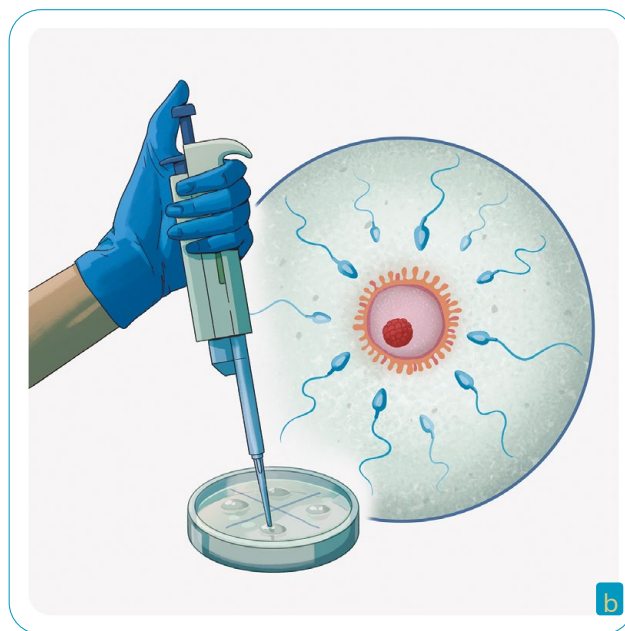
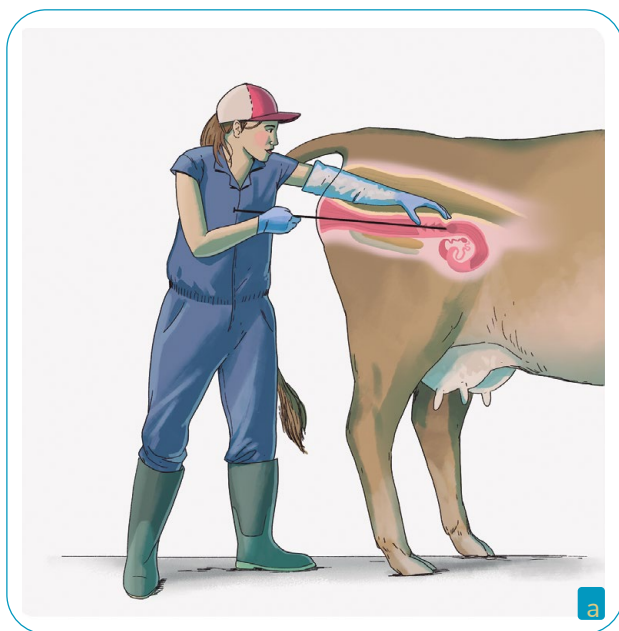


Figura 1. Usos del semen bovino criopreservado. a. Proceso de inseminación artificial en una vaca; b. Fertilización *in vitro* de oocitos bovinos.
Fuente: Elaboración propia

Para alcanzar altas **tasas de fertilidad** con las pajillas criopreservadas, se requiere un estricto manejo desde la colecta del semen y envío, así como durante los procesos en campo en la IA o los de laboratorio en la FIV.

Lo anterior incluye la **colección del material seminal** por unidades de colecta certificadas ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y la posterior **evaluación y procesamiento** de las muestras en centrales o laboratorios certificados ante el ICA que cuenten con equipos, herramientas, técnicas y personal entrenado para obtener un producto final de calidad.

El principal objetivo del manejo de la muestra seminal es conservar su competencia de fertilidad, lo cual se consigue al minimizar la exposición de los espermatozoides a condiciones estresantes o perjudiciales. Esto incluye evitar daños al esperma durante su colecta, transporte, almacenamiento y descongelamiento, todo lo cual ocurre por choques térmicos, formación de cristales de hielo, estrés oxidativo, alteración de la membrana espermática, toxicidad del crioprotector y cambios osmóticos.



Por lo tanto, es necesario **tener un conocimiento adecuado del manejo de la muestra seminal**, desde el momento de la colecta y envío hasta que llega al laboratorio para su procesamiento. Posteriormente, cuando el material seminal ha sido congelado, es crucial realizar un óptimo manejo del termo criogénico que contiene las pajillas, hasta su utilización en programas de IA o FIV.

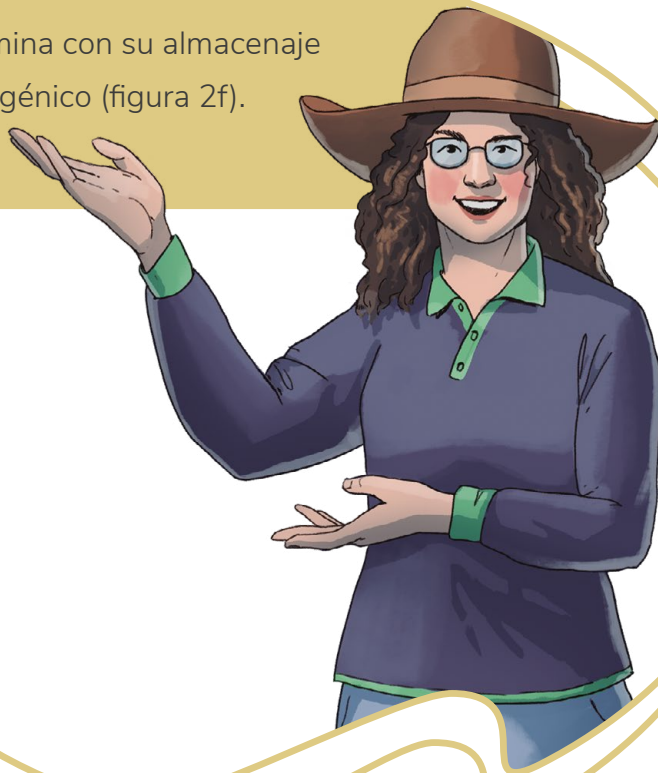


Proceso de producción de pajillas criopreservadas

El proceso inicia con la **colecta del material seminal** de un toro donante y la posterior evaluación macro y microscópica de la calidad espermática. Una vez aceptadas las muestras de acuerdo con las características espermáticas observadas, se procede a **realizar las diluciones necesarias del material seminal** para llegar a la concentración deseada. Después de esto, el material es **empacado en pajillas** previamente marcadas. Las pajillas se sellan y quedan listas para ser sometidas a la última fase de la **curva de congelación**, a fin de que sean criopreservadas y almacenadas en un termo criogénico.

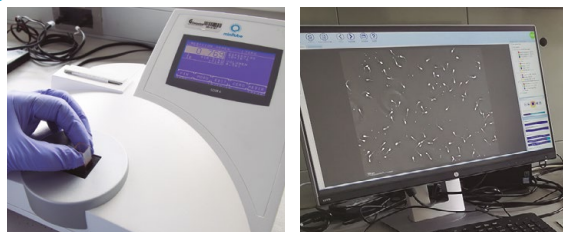
La figura 2 muestra los diferentes **pasos que se deben desarrollar** con equipos especializados para lograr la **criopreservación del material seminal bovino**.

El proceso inicia con la colecta del semen (figura 2a) y termina con su almacenaje en un termo criogénico (figura 2f).





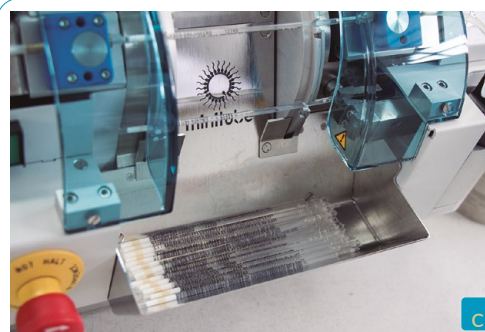
Colecta del material seminal bovino con vagina artificial



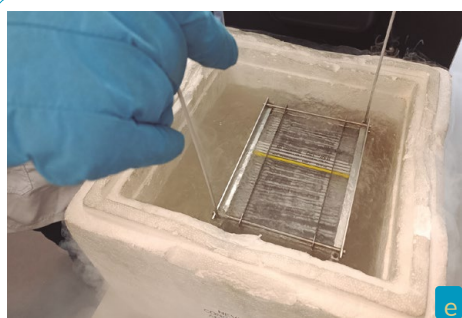
Espectrofotómetro, equipo que mide la concentración del eyaculado, y sistema computarizado de análisis espermático (CASA), el cual determina la cinética del eyaculado.



Congeladora con curva de congelación preprogramada para la criopreservación de pajillas de semen.



Llenadora y selladora de pajillas.



Inmersión de las pajillas en nitrógeno líquido para su criopreservación.



Termo criogénico, donde se almacenan las pajillas criopreservadas.

Figura 2. Pasos del proceso de producción de pajillas de semen bovino criopreservadas.

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Bancos de fotos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA y David Leonardo Gómez López



La tecnología de la criopreservación

La criopreservación de espermatozoides implica un descenso secuencial de la temperatura desde que la muestra es colectada a 32-34 °C hasta que se sumerge en nitrógeno líquido y alcanza los -195,8 °C —temperatura de criopreservación (figura 3)—. Esto tiene el objetivo de prolongar la longevidad de la célula espermática por disminución de su tasa metabólica y por la consecuente reducción de la utilización de substratos y producción de toxinas. Cabe resaltar que la detención completa de los procesos metabólicos se alcanza a los -130 °C.



Figura 3. Material seminal criopreservado en termo de nitrógeno líquido.
Foto: David Leonardo Gómez López

El enfriamiento rápido (de 30 a 0 °C), que ocurre desde la toma de la muestra seminal del toro hasta su procesamiento inicial en el laboratorio, resulta en daños espermáticos por choque térmico, con efectos perjudiciales sobre el citoesqueleto y las estructuras asociadas al genoma, y afectación de la permeabilidad de la membrana del citoplasma, la mitocondria y el acrosoma.

Cuando la temperatura desciende por debajo de los -5 °C, se forman cristales de hielo en el líquido extracelular. En este punto, la tasa de enfriamiento debe ser lenta para permitir cierta deshidratación, ya que una congelación muy rápida del líquido intracelular forma grandes cristales. Sin embargo, no debe ser demasiado lenta dado que esto lleva a una condición hiperosmótica por deshidratación severa, lo cual puede causar desnaturalización de macromoléculas, encogimiento excesivo y un irreversible colapso de la membrana celular. Además, el descenso de la temperatura tiene un efecto negativo sobre el espermatozoide a nivel ultraestructural, bioquímico y funcional. Las tecnologías de criopreservación disminuyen estos efectos negativos y permiten conservar espermatozoides viables a muy bajas temperaturas.

¡Importante!

Lo anterior señala la importancia de utilizar diluyentes de semen para realizar el envío de la muestra colectada en campo y continuar con el proceso de criopreservación después de su llegada al laboratorio.



Diluyente de semen para procesos de criopreservación

Los diluyentes de semen son necesarios en el proceso de criopreservación para proveer nutrientes y fuentes de energía, prevenir el crecimiento bacteriano, proteger los espermatozoides de los daños inducidos por choque térmico, asegurar una apropiada presión osmótica y concentración de electrolitos, y para que actúen como búfer contra cambios perjudiciales del pH. Es gracias a estos diluyentes y a la aplicación de una curva lenta y controlada de frío, que se maximiza la supervivencia y viabilidad del espermatozoide.

¡Importante!

En el mercado existen varios tipos de diluyentes caracterizados por tener entre sus componentes proteína de origen animal (yema de huevo o leche descremada) como fuente de energía. Sin embargo, también existen los diluyentes sintéticos, libres de proteínas de origen animal. La preparación de cada diluyente varía según la casa comercial, y se deben tener en cuenta sus recomendaciones específicas para la congelación.

Los diluyentes son, de esta manera, utilizados desde la misma obtención del material seminal en campo, con el fin de conservar la viabilidad de los espermatozoides hasta su llegada al laboratorio.

Una vez recibida la muestra seminal en el laboratorio a temperatura de refrigeración de 2-8 °C, se procede a realizar evaluaciones macro y microscópicas para evaluar su calidad de llegada. Cuando las muestras son aceptadas por parte del personal del laboratorio de acuerdo con las características observadas, se procede a las siguientes acciones:



1. Seguir agregando diluyente hasta completar la concentración deseada por pajilla, y/o
2. Llenar y sellar las pajillas (figura 2c) para continuar con la curva de frío utilizando la congeladora de semen (figura 2d).

El **Laboratorio de Reproducción Animal (LRA)** de la **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA** cuenta con los equipos, el personal y el conocimiento necesarios para realizar estas curvas de enfriamiento de forma controlada y automatizada (figura 4), y con un sistema computarizado de análisis espermático (CASA) (figura 2b), que brinda robustez en los protocolos de trabajo y en la calidad del producto final criopreservado.



Figura 4. Equipo de congelación de semen automatizado del Laboratorio de Reproducción Animal (LRA).
Foto: David Leonardo Gómez López

La presente cartilla está dirigida a productores ganaderos, profesionales y técnicos pecuarios que acceden a los servicios de producción de pajillas de semen bovino. La cartilla describe de forma detallada conceptos, condiciones y criterios para tener en cuenta, con el propósito de dar un manejo adecuado a la muestra seminal colectada de toros donantes que es enviada al laboratorio para su evaluación, procesamiento y congelación.







Condiciones generales

Antes de la colecta del material seminal, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Examen de mérito reproductivo

Los toros seleccionados como [donantes de material seminal](#) deben someterse a un [examen clínico completo](#) realizado por un médico veterinario, que incluya el tracto reproductivo externo e interno, [para detectar posibles problemas en su conformación física](#). Este examen debe incluir la medición de la circunferencia escrotal (también llamada “circunferencia testicular”), así como una evaluación de la motilidad y la morfología espermáticas (figura 5).



Figura 5. a. Toros seleccionados como donadores de material genético; b. Medición de la circunferencia escrotal como parte de la evaluación del mérito reproductivo.

Foto: David Leonardo Gómez López



Control de enfermedades

Es importante tener en cuenta **las enfermedades** de la tabla 1, cuyo control sanitario es exigido por la Resolución ICA 00001577 de 2022 (o la que esté vigente), que establece los **requisitos sanitarios y de bioseguridad** para emitir registros de centrales de recolección y procesamiento de material genético en especies de interés zootécnico.

Tabla 1. Enfermedades reproductivas cuyo control sanitario es exigido por el ICA para colecta de bovinos donantes

N.º	Enfermedad reproductiva
1	Fiebre aftosa
2	Brucelosis*
3	Tuberculosis*
4	Diarrea viral bovina (DVB)
5	Rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR)
6	Leptospirosis
7	Tricomonosis
8	Campilobacteriosis

* Exento con certificado vigente de hato libre.

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, se debe contar con diagnósticos negativos de un laboratorio oficial del ICA o de un laboratorio particular registrado ante esta institución. Sin embargo, cuando los toros donadores proceden de un hato libre de tuberculosis y brucelosis, quedan exentos de realizar dichas pruebas.

Los profesionales encargados de realizar estas evaluaciones en campo deben consultar la reglamentación vigente al momento de preparar un toro para la colecta.





Recomendaciones para el proceso de colecta de la muestra seminal

Antes de coleccionar el material seminal, se deben tener en cuenta los siguientes **aspectos, importantes para este proceso**: 1) **la higiene**, que permite disminuir las posibilidades de contaminación, y 2) **el estímulo del semental**, el cual consiste en una preparación sexual que busca aumentar el número de células espermáticas del eyaculado.

Higiene

El toro donante debe someterse a una serie de **procesos de limpieza y desinfección** para obtener una muestra de semen de **excelente calidad higiénica**. La región ventroabdominal situada alrededor del prepucio se debe lavar y desinfectar con abundante agua y jabón; además, es importante estimular la micción para eliminar la mayor cantidad de detritos de la porción distal de la uretra y de la mucosa del prepucio.

¡Importante!

Es necesario realizar un **proceso de lavado interno del prepucio con una infusión de solución salina fisiológica estéril**, para disminuir las posibilidades de contaminación durante la colecta.

Estímulo del semental

La **preparación y estimulación sexual del toro** antes de la colecta de semen aumenta el número de células espermáticas, puesto que esta práctica incrementa su volumen y concentración.

Resulta efectivo exponer inicialmente al toro a una vaca en celo para producir una **estimulación visual y olfativa**. Asimismo, es útil permitir falsas montas varias veces o una excitación intensa por algunos minutos con falsa cobertura.

Además, la estimulación visual y olfativa **evalúa el comportamiento sexual del toro donador**, en aspectos como su libido y su capacidad de servicio individual. Igualmente, permite complementar al examen de mérito reproductivo mediante la detección de anomalías de tipo músculo-esquelético o del tracto reproductivo (principalmente en el pene) que puedan limitar la monta y el eyaculado. Estas evaluaciones **deben realizarse con tiempo suficiente**, desde que el toro es expuesto a la hembra bovina inmovilizada en el puesto de monta.

¡Importante!

Entre los parámetros importantes para registrar y tener en cuenta en el toro donador evaluado, se encuentran el olfateo, el reflejo de Flehmen, el topeteo, la micción, el cortejo, la protrusión del pene, la monta y la eyaculación.

Registro de información de la muestra seminal

Toda **la información de las muestras seminales colectadas** referente a recepción, entrega de resultados y disposición final **es diligenciada en los diferentes formatos del sistema de gestión de calidad** de AGROSAVIA, los cuales hacen parte del protocolo de colecta y congelación de semen (figura 6). Allí se relacionan los datos de la colecta en campo, así como las evaluaciones macro y microscópicas, las diluciones, el proceso de criopreservación y el número de pajillas. Con esto se asegura la integridad de las muestras y de los datos durante todo el proceso.



Fecha de colecta (aaaa/mm/dd)		Fecha de llegada al LRA (aaaa/mm/dd)	
*Laboratorio de Reproducción Animal (uso exclusivo del LRA)			
Hacienda	Municipio	Propietario	Edad del donador
Especie	Raza	Identificación del animal donador - Registro	
EXAMEN FÍSICO GENERAL DEL SEMENTAL			
Condición corporal	Presenta alguna falla o anomalía el semental*:		
Circunferencia escrotal (cm):			
*Especialmente en el sistema reproductor (pene; prepucio; vesículas seminales; próstata; anillo inguinal) y sistema locomotor. Colocar "NINGUNA" si no presenta fallas o anomalías.			
Forma de colecta	Vaginal artificial	Electroeyaculador	Otro ¿Cuál? _____
ESPERMOGRAMA			
Examen macroscópico en fresco		Examen microscópico en fresco	
Número de eyaculado	1 2 3	Número de eyaculado	1 2 3
Volumen eyaculado (mL)		Motilidad masal (%)	
Color		Motilidad individual progresiva (%)	
Aspecto		Vigor espermático (1-5)	
pH		Concentración espermática (x 10 ⁶ /mL)	
		Viabilidad espermática (%)	
		Morfología espermática normal (%)	
DILUYENTE		Prueba complementaria: _____	
Nombre del diluyente			
DILUCIÓN DE LOS EYACULADOS			
Número de eyaculado	1 2 3	MATERIAL SEMINAL RECIBIDO	
Dilución inicial (proporción) :	:	Temperatura _____	Hora de llegada _____
Diluyente inicial agregado (mL)			1 2 3
Diluyente final calculado (mL)		Motilidad individual progresiva (%)	
Diluyente final agregado (mL)		DATOS PRECONGELACIÓN	
Cantidad de pajillas estimadas (#)		Número de eyaculado	1 2 3
Volumen final real (mL)		Espermatozoides móviles (%)	
		Motilidad individual progresiva(%)	
CONGELACIÓN			
Prueba de congelación			
Número de eyaculado	1 2 3		
Concentración espermática por pajilla (x 10 ⁶)			
Espermatozoides móviles por pajilla (%)			
Motilidad individual progresiva por pajilla (%)			
Motilidad individual rápida progresiva por pajilla (%)			
Prueba complementaria: _____			
Fecha de congelación (aaaa/mm/dd)			
Cantidad de pajillas criopreservadas (#)			
Número de lote			
Termo (ubicación)			
Canister (ubicación)			
Observaciones:			
TÉCNICO DE COLECTA RESPONSABLE:		TÉCNICO DE LABORATORIO RESPONSABLE:	

Figura 6. Formato para captura de información en campo y laboratorio durante el proceso de colecta y congelación de semen bovino.

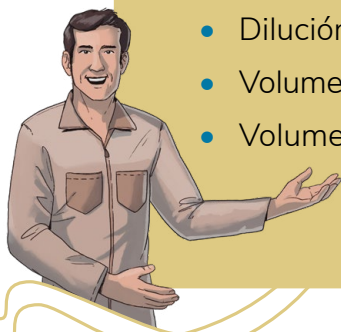
Fuente: Elaboración propia

¡Importante!

Los profesionales y técnicos pecuarios pueden recolectar la información del proceso de colecta y evaluación seminal en campo. El registro de la información lo pueden realizar en formatos propios que deben enviar al laboratorio junto con la muestra colectada.

La información mínima que deben tener estos formatos es la siguiente:

- Fecha y lugar de colecta
- Identificación y raza del toro donador
- Método de colecta
- Examen macroscópico por cada eyaculado:
 - ◊ Volumen
 - ◊ Color
 - ◊ Aspecto
 - ◊ pH
- Examen microscópico por cada eyaculado (opcional si se cuenta con los equipos para este tipo de análisis en campo):
 - ◊ Motilidad masal
 - ◊ Motilidad individual
 - ◊ Concentración
 - ◊ Viabilidad
 - ◊ Morfología
- Diluyente utilizado
- Dilución realizada en cada eyaculado
- Volumen de envío (semen + diluyente)
- Volumen final esperado por cada eyaculado



Para la **toma de muestra del material seminal** se pueden emplear dos equipos muy conocidos: i) vagina artificial (figura 7a) o ii) electroeyaculador (figura 7b). La elección entre estos dos métodos depende de la evaluación de varios aspectos, como edad, temperamento y experiencia del toro donador, utilización de vacas en celo, disponibilidad de los equipos e infraestructura, y nivel de entrenamiento del personal que lleva a cabo la colecta.



Figura 7. Equipos para la toma de muestra del material seminal. a. Vagina artificial; b. Electroeyaculador. Fotos: David Leonardo Gómez López

El método de colecta con vagina artificial permite al toro donador realizar una simulación del apareamiento natural (figura 8) y es utilizado en varias especies animales ya que requiere un equipamiento simple.



Figura 8. Colecta con vagina artificial.

Foto: Banco de fotos de AGROSAVIA

Se utiliza una vaca maniquí para que el toro donador experimente un apareamiento natural. Al realizar la monta, el animal se sostiene en sus miembros posteriores, y con los anteriores abraza el tren posterior de la hembra para luego dirigir el pene erecto hacia la abertura de la vagina artificial y de esta manera llevar a cabo el proceso de eyaculación.

Este método permite obtener muestras seminales (figura 9) con una alta motilidad y viabilidad espermática. Adicionalmente, el toro donante experimenta estrés mínimo con la vagina artificial, lo que contribuye a su bienestar y hace que este sea el método preferido por el LRA.

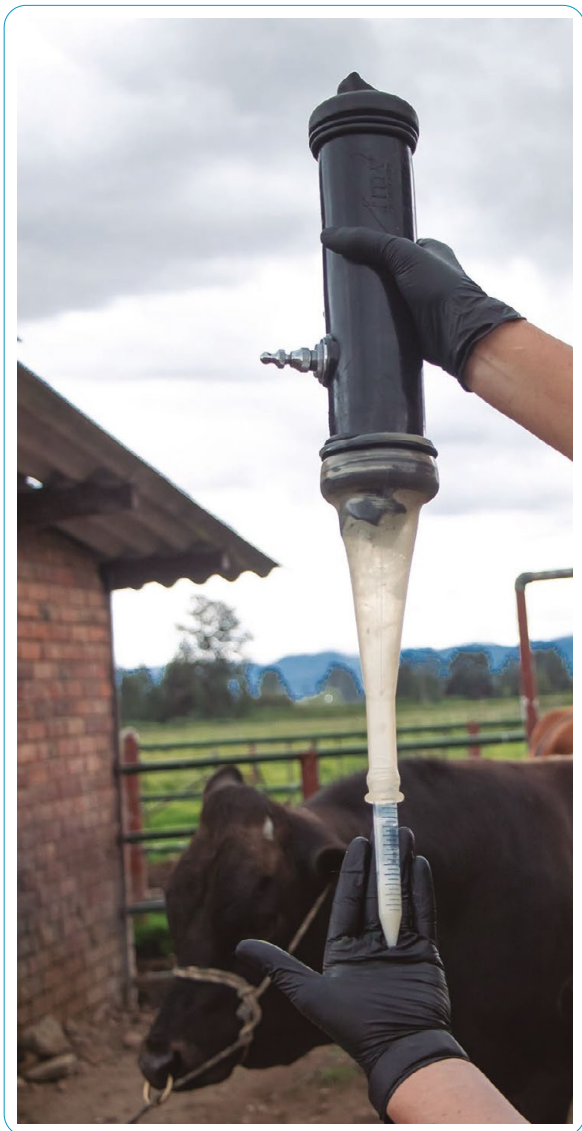


Figura 9. Muestra de eyaculado del semen bovino tomada con vagina artificial.

Foto: Banco de fotos de AGROSAVIA

Por otra parte, el método de electroeyaculación permite realizar colectas de semen en un menor tiempo y no requiere de hembras en celo ni puestos de monta para su implementación. Se utiliza sobre todo cuando los animales para colecta son poco dóciles o cuando presentan algún problema fisiológico o anatómico para realizar la monta (por ejemplo, toros difíciles de acostumbrar a la vagina artificial, que representan un riesgo para el personal que los maneja por su temperamento nervioso o que tienen baja libido).

El electroeyaculador cuenta con un transductor que estimula las glándulas seminales por medio de impulsos eléctricos provenientes de una fuente de energía (figura 10a). La eyaculación se da en un proceso bifásico: primero ocurre la emisión de impulsos eléctricos de bajo voltaje y amperaje, luego sigue la erección peneana, y finalmente se produce la eyaculación (figura 10b).

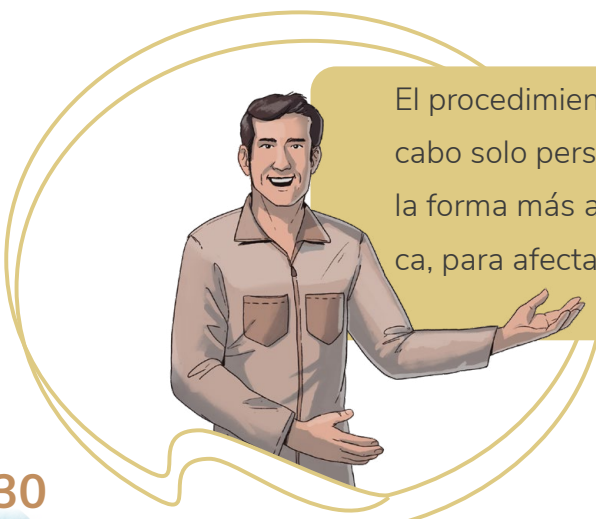




Figura 10. Colecta con electroeyaculador. a. Sonda rectal; b. Cono de colecta con la muestra seminal.
Fotos: David Leonardo Gómez López

Cuando se produce **la estimulación adecuada**, esta viaja vía nervio pudendo interno hacia los centros lumbosacros de la columna vertebral; desde allí parte la respuesta vía nervios simpáticos lumbares, lo cual **estimula la contracción de la musculatura lisa** (que recubre próstata, glándulas vesiculares y conductos deferentes) **y asegura la progresión de la masa espermática hacia la uretra pélvica**. Asimismo, la respuesta nerviosa viaja vía nervios parasimpáticos para provocar la contracción de la musculatura estriada del tracto uretral (músculo isquiocavernoso, bulbo esponjoso y uretral), lo cual resulta en la erección del pene y finalmente en la eyaculación.

La muestra obtenida siempre debe protegerse de la luz e inicialmente mantenerse a una temperatura de 32 a 34 °C para luego continuar con su evaluación macro y microscópica.



El procedimiento con el electroeyaculador debe llevarlo a cabo solo personal con entrenamiento adecuado, siempre en la forma más apropiada y con la menor estimulación eléctrica, para afectar lo menos posible el bienestar animal.

Evaluación macro y microscópica de la muestra seminal

Una vez obtenido el eyaculado, se recomienda tomar dos muestras de semen puro homogeneizado (<0,5 mL) en viales de microcentrífuga debidamente identificados para realizar los análisis microscópicos en fresco y en campo. En caso de no contar con un densímetro o cámara de Neubauer para medir la concentración espermática una vez colectada la muestra en campo, uno de los viales debe ser remitido al laboratorio con el fin de medir la concentración del eyaculado (figura 2b), mientras que el otro vial se puede utilizar para el análisis de motilidad masal e individual del semen fresco en campo.

A continuación, se detallan los **criterios de aceptación recomendados** durante la evaluación macro y microscópica de muestras de semen fresco bovino.

Tabla 2. Evaluación macroscópica

Parámetro de evaluación	Criterio de aceptación
Volumen	≥2 mL
Color	Blanco o marfil
Aspecto	Lechoso o cremoso
Olor	Sui géneris (característico)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Evaluación microscópica

Parámetro de evaluación	Criterio de aceptación
Motilidad masal (escala de 1 a 4)	≥3
Motilidad individual	≥60 %
Concentración	≥400 millones spz/mL
Morfología (normalidad)	≥70 %
Viabilidad espermática	≥70 %
Vigor (escala de 1 a 5)	≥3

Fuente: Elaboración propia

Dilución de la muestra seminal

Antes de colectar el material seminal, el diluyente debe estar preparado y ser llevado a temperatura de 32 a 34 °C.

¡Importante!

Todas las diluciones que se requieran deben hacerse a la misma temperatura.

Inicialmente, **después de obtenida la muestra**, se debe realizar una dilución 1:1 (figura 11). Transcurridos cinco minutos, dependiendo de la concentración espermática del eyaculado medida o estimada, se puede agregar una o dos porciones más del medio diluyente, de tal forma que la dilución final de envío sea de 1:2 o 1:3, es decir, una parte de semen por dos o tres del medio diluyente.

¡Importante!

El recipiente de la muestra seminal diluida debe estar debidamente rotulado con la identificación del toro donador y número del eyaculado. Una vez marcado, se debe iniciar con el descenso de temperatura.



Figura 11. Dilución de la muestra bovina de material seminal con diluyente sintético en proporción 1:1.
Foto: David Leonardo Gómez López



Enfriamiento de la muestra seminal diluida

Para realizar el **descenso de la temperatura**, se puede utilizar uno de los siguientes elementos: i) una nevera en el compartimento de refrigeración o ii) una cava de icopor de transporte con bolsas de gel congeladas.

Se pone el recipiente con la muestra seminal diluida dentro de un vaso con agua a la misma temperatura (32 a 34°C) y se guarda en el refrigerador (figura 12a) o en la cava de icopor (figura 12b) tapada. Al cabo de una hora y media, la temperatura deberá descender al rango de refrigeración, es decir, de 2 a 8 °C. El recipiente debe mantenerse a esta temperatura por un tiempo máximo de 16 horas, hasta su procesamiento en laboratorio.



Figura 12. Ejemplo de recipientes para iniciar descenso de temperatura con la muestra seminal. a. Nevera en el compartimento de refrigeración; b. Cava de icopor de transporte con geles refrigerantes.
Fotos: David Leonardo Gómez López



LRA BON 13-149 LOT. 02 - 10/10/2018

LRA BON 13-149 LOT. 02 - 10/10/2018



Embalaje y envío de la muestra seminal

Para realizar [el envío](#) se utiliza una nevera de icopor con bolsas de gel refrigerante congeladas. [Los recipientes](#) que contienen el semen diluido se envuelven en servilletas secas; de esta manera se forma una capa protectora entre el recipiente con el semen y el gel refrigerante y se evita un choque térmico que pueda afectar la viabilidad del material seminal. Luego se rellena [la cava de icopor](#) con papel servilleta para evitar golpes durante el transporte. Finalmente, la nevera se cubre con su tapa y se sella con cinta y vinipel (opcional) antes de enviarla al laboratorio (figura 13).

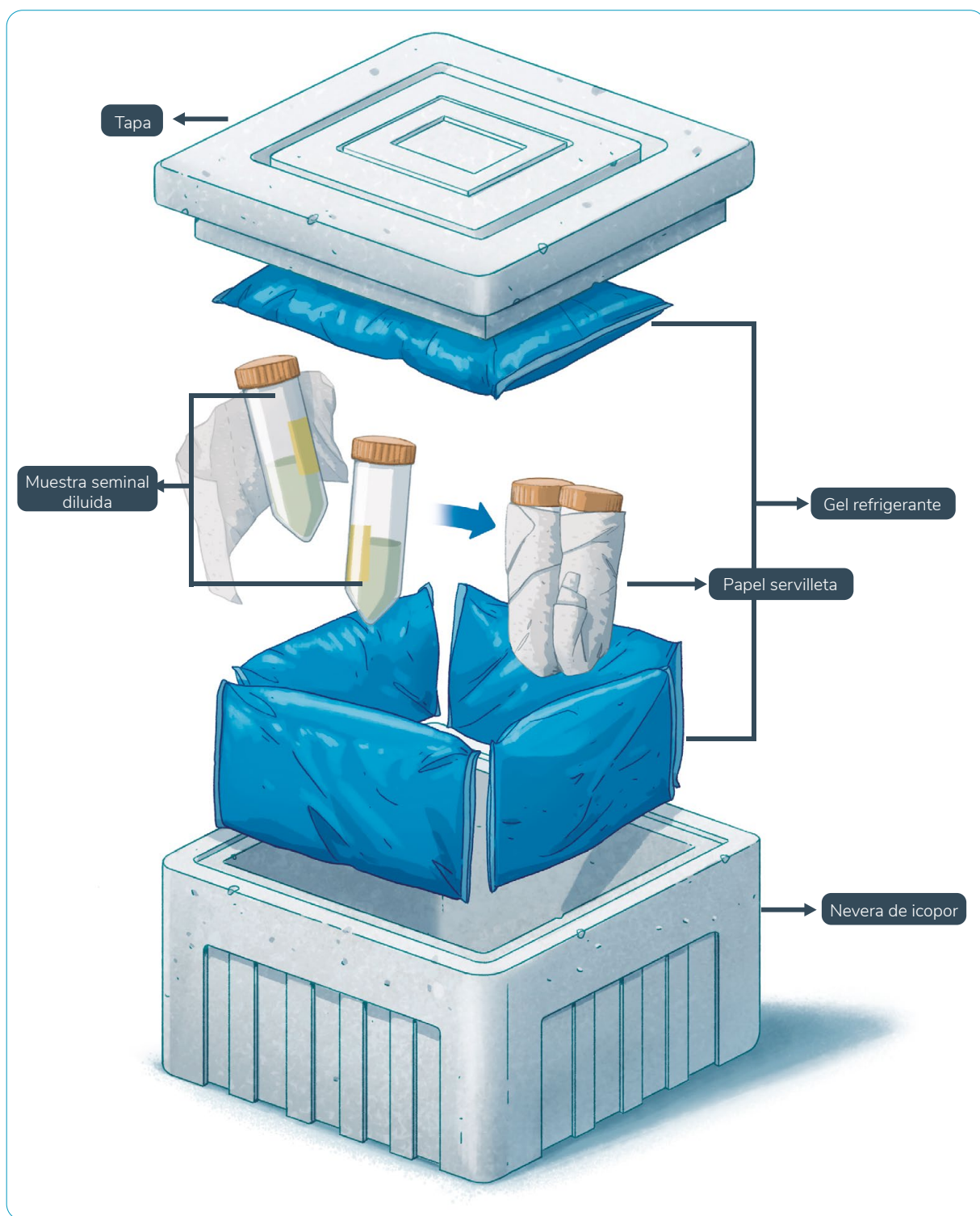


Figura 13. Ilustración de embalaje para muestras de material seminal colectadas.

Fuente: Elaboración propia

La nevera de icopor debe rotularse (figura 14) con la información del remitente y el destinatario. Este último corresponde al Laboratorio de Reproducción Animal de AGROSAVIA, cuya dirección es el Centro de Investigación Tibaitatá, km 14 vía Bogotá-Mosquera, Cundinamarca (figura 15).

DESTINO
Centro de Investigación Tibaitatá, AGROSAVIA Km 14 vía Bogotá - Mosquera Teléfono: 4227300 exts. 1485 - 1486
REMITENTE
Nombre: _____
Identificación: _____
Teléfono: _____

Figura 14. Formato o rótulo para el envío de las muestras de material seminal.
Fuente: Elaboración propia

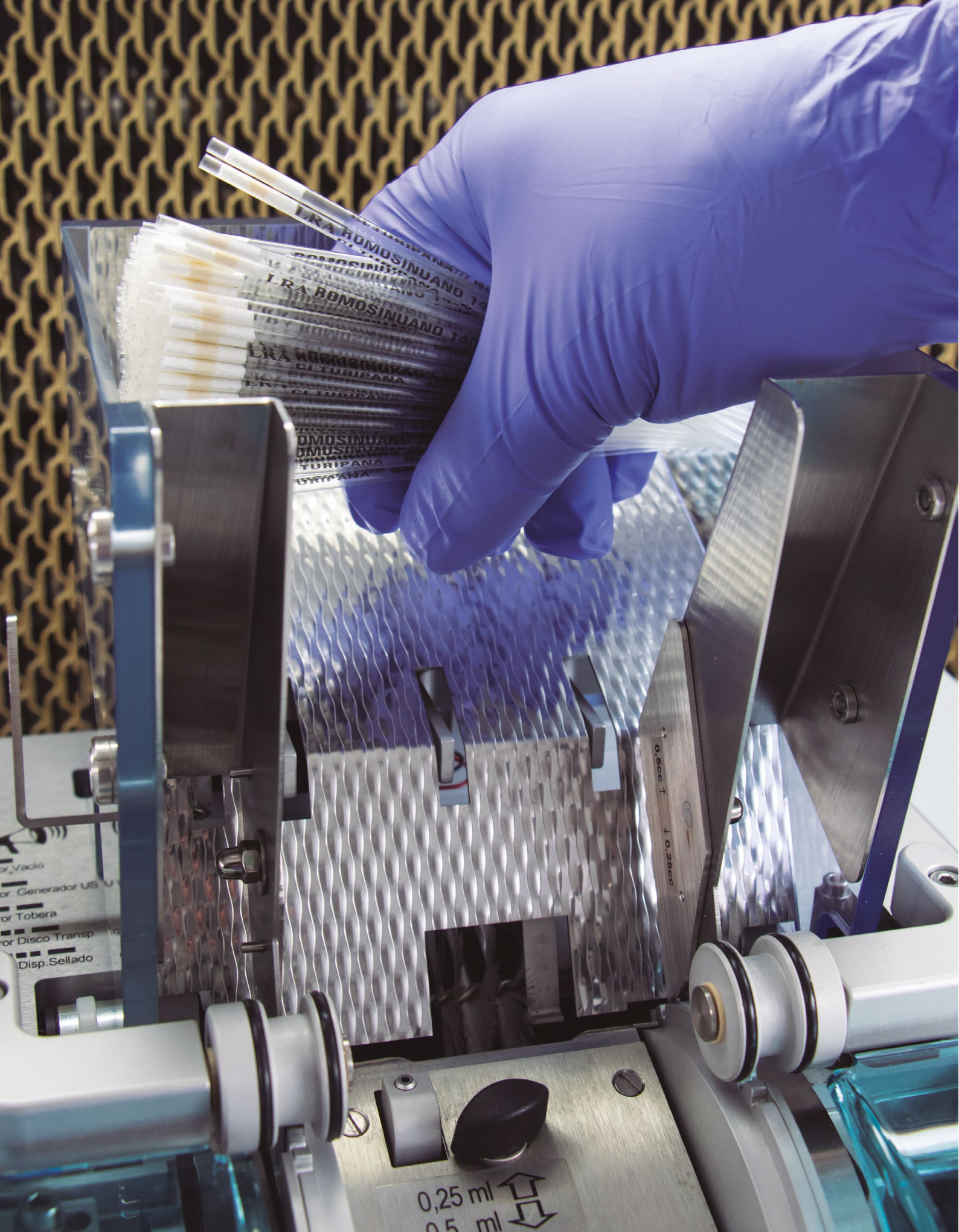


Figura 15. Panorámica del Laboratorio de Reproducción Animal (LRA), ubicado en las instalaciones de AGROSAVIA, Centro de Investigación (CI) Tibaitatá, municipio de Mosquera, Cundinamarca.
Foto: Rodrigo Rolando Rocha Sanabria

Las recomendaciones que se detallan en la presente cartilla deben repasarse en conjunto con el personal del LRA, a fin de aclarar dudas, confirmar fechas y temas logísticos de envío y recepción de las muestras.

Una vez embalado correctamente y listo, el material seminal bovino se debe enviar por la ruta más directa y/o rápida al LRA del CI Tibaitatá.





Criterios de aceptación y rechazo del material recibido en el Laboratorio de Reproducción Animal (LRA)

Para continuar con el proceso de análisis microscópico y criopreservación del material seminal, las muestras recibidas en el LRA deben cumplir con los siguientes [criterios de aceptación](#):

- Una temperatura de llegada al laboratorio mínima de 2 °C y máxima de 8 °C.
- Llegada máximo 16 horas después de tomado el primer eyaculado.
- Embaladas y rotuladas adecuadamente en tubos de centrífuga o bolsas sellables.
- Llegada sin evidencia de contaminación.
- Llegada con el formato de colecta.

El [principal criterio de aceptación o rechazo](#) de una muestra seminal bovina para su criopreservación durante el análisis microscópico en el LRA es la motilidad espermática individual progresiva. Otros parámetros que pueden ser decisivos según disponibilidad y aplicación del material seminal son morfología espermática, vigor espermático, vitalidad y fragmentación del ADN.

¡Importante!

Estos criterios varían entre laboratorios de andrología, centrales genéticas y médicos veterinarios de campo, por lo cual, la decisión de congelar el material seminal cambia según el caso.

De otra manera, se aplican los criterios que se explican a continuación, los cuales se basan en guías establecidas por sociedades y paneles de teriogenología y andrología veterinaria a nivel mundial.

Criterios de aceptación y/o rechazo durante la evaluación macroscópica

- I. **Volumen:** Es deseable un volumen de semen ≥ 2 mL por colecta (tabla 2). No es criterio primario de rechazo, pero contribuye al examen general ante una posible baja de calidad espermática.
- II. **Apariencia/aspecto:** Es deseable que el material seminal sea lechoso o cremoso (tabla 2). Un semen acuoso no es criterio primario de rechazo, pero tiene alta probabilidad de baja concentración espermática. En caso de detectar anomalías en el líquido seminal (como flóculos o solidificaciones), en conjunto con un color y un olor anormales (indicativos de procesos de infección o contaminación), la muestra debe ser rechazada.
- III. **Color:** Es deseable un color de semen blanco o marfil (tabla 2). Muestras de colores oscuros, rojizos o amarillentos indican sangre, pus o contaminación, y deben ser rechazadas.
- IV. **Olor:** El material seminal bovino tiene un olor sui géneris, semejante al del cloro (tabla 2). Muestras con olor fuerte o putrefacto, junto con anomalías de apariencia y color (indicativas de procesos de infección o contaminación), deben rechazarse.



Criterios de aceptación y/o rechazo durante la evaluación microscópica

- I. **Motilidad masal:** Se evalúa en una escala de 1 a 4 (tabla 4) e indica movimiento de cardumen y su fortaleza. Este movimiento no debe situarse por debajo de 3, es decir, se acepta con una escala ≥ 3 (tabla 3).

Tabla 4. Calificación descriptiva del movimiento en masa

Escala	Indicación	Observación
1	Pobre (p)	Poco o nulo movimiento celular individual
2	Regular (r)	Sin remolinos, pero movimiento visible de células individuales
3	Bueno (b)	Remolinos lentos
4	Muy bueno (mb)	Remolinos oscuros y rápidos

Fuente: Elaboración propia

Los factores que influyen en el movimiento en masa de los espermatozoides son la concentración, el porcentaje de células con movimiento progresivo y la velocidad/vigor de los espermatozoides. Si uno o más de estos factores se encuentran comprometidos, el movimiento en masa se reduce.

- II. **Motilidad individual:** Se evalúa en una escala porcentual (tabla 5) y se trata de indicar el movimiento individual de cada espermatozoide. Lo aceptado es un porcentaje ≥ 60 % (tabla 3).

Tabla 5. Evaluación descriptiva de la motilidad individual progresiva

Escala	Indicación
<40 %	Pobre (p)
40-59 %	Regular (r)
60-79 %	Bueno (b)
80-100 %	Muy bueno (mb)

Fuente: Elaboración propia

III. Concentración espermática: Es la estimación de cuántos millones de espermatozoides tiene la muestra seminal por mL. Entre más cantidad de espermatozoides móviles posea el eyaculado, se debe diluir más la muestra y por lo tanto se obtienen cientos de pajillas. Sin embargo, si la muestra no tiene una concentración adecuada, es decir, si está por debajo de $400 \times 10^6/\text{mL}$, es posible que, al añadir el diluyente, la muestra seminal se diluya tanto que la concentración final de espermatozoides móviles por pajilla sea menor de la dosis requerida, o que el número de pajillas para criopreservar no justifique el gasto de los materiales utilizados para este proceso.

No obstante, este parámetro no es criterio primario de rechazo, debido a que va ligado al volumen del eyaculado, el cual puede compensar la baja concentración de espermatozoides y sobre todo los móviles.





Proceso de criopreservación de la muestra seminal

¡Importante!

Es necesario entender que la curva de frío inicia cuando la muestra se obtiene del toro donante, a una temperatura aproximada de 34 °C; por lo tanto, se debe tener el diluyente en baño maría a la misma temperatura para evitar un choque térmico.

Si se siguen las [recomendaciones de embalaje](#) explicadas anteriormente (figura 13), la temperatura de las muestras seminales durante su transporte al laboratorio desciende hasta alcanzar los 2-8 °C. Una vez recibidas, las muestras se mantienen a la misma temperatura de refrigeración para continuar con los análisis microscópicos (tabla 3). Las muestras aceptadas se someten entonces al proceso de dilución, empaque y sellado dentro de pajillas previamente marcadas con la información del toro donador.

Una vez [el lote de pajillas está listo para criopreservación](#), el descenso secuencial de la temperatura se realiza con equipos de congelación especializados que permiten reducir la temperatura en cuestión de minutos, desde los 5 °C hasta los -158 °C (figura 2d). En este punto, las pajillas están listas para ser sumergidas en nitrógeno líquido (figura 2e) y conservarse en termos criogénicos a una temperatura de -195.8 °C (figura 2f).

A continuación, se detalla el [descenso secuencial de la temperatura de la muestra seminal](#) desde que es colectada hasta su criopreservación (figura 16).

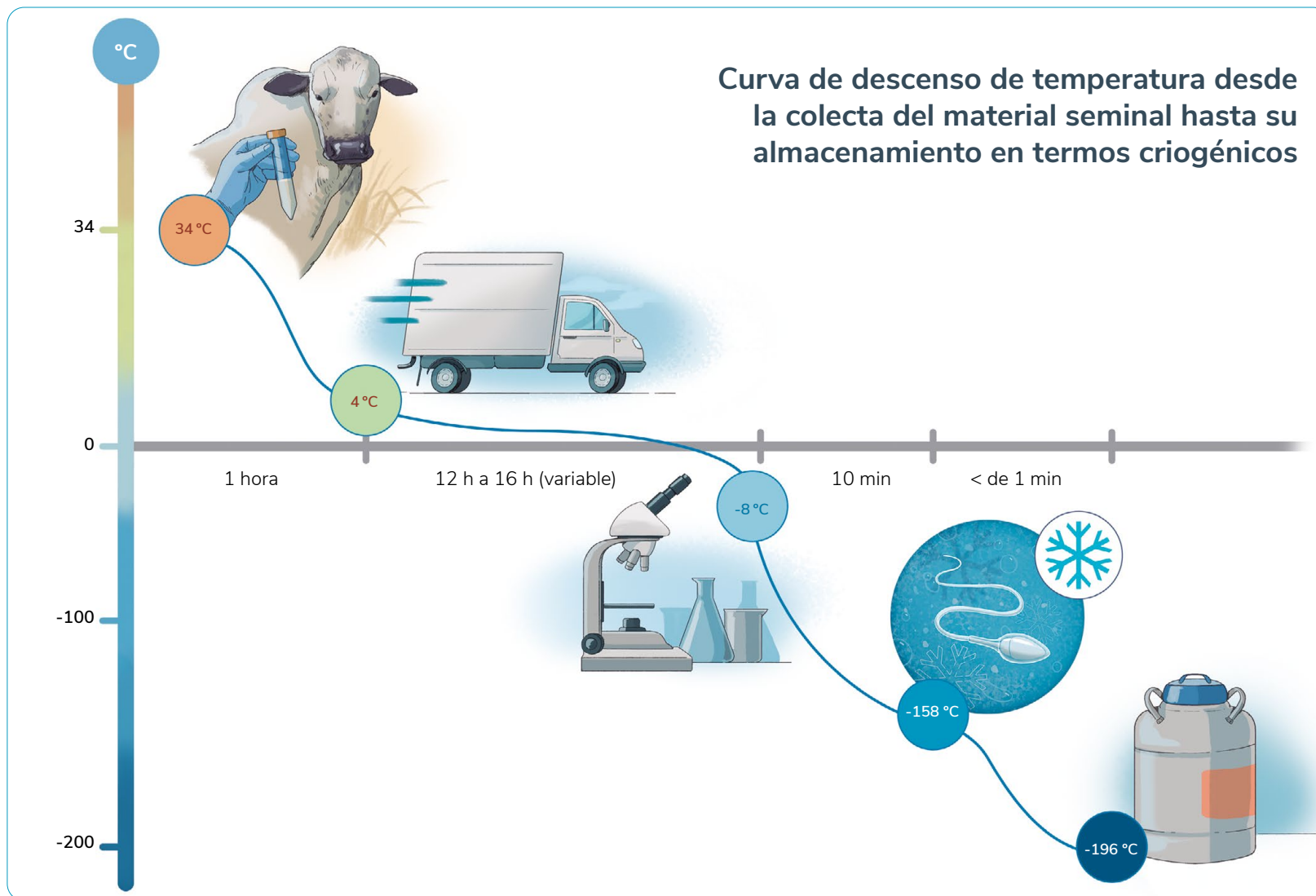


Figura 16. Ilustración del descenso de temperatura del semen bovino desde la toma de la muestra hasta su criopreservación.
Fuente: Elaboración propia

Criterios de aceptación o rechazo durante la evaluación de la prueba de las pajillas posdescongelación

Antes de llenar, sellar y congelar todo el lote de pajillas, se debe llevar a cabo una **prueba de criopreservación y posdescongelación con una o dos pajillas**. Estas últimas constituyen una muestra representativa del lote y se evalúan de acuerdo con los siguientes criterios de aceptación:

- I. **Motilidad espermática individual progresiva (figura 17a):** En etapa de posdescongelación, se esperan valores ≥ 30 %.
- II. **Morfología espermática (figura 17b):** Se esperan valores de normalidad morfológica ≥ 70 %.
- III. **Vitalidad espermática (figura 17b):** Se esperan valores de integridad de membrana ≥ 30 %.
- IV. **Concentración espermática por pajilla:** Se esperan valores superiores a 35×10^6 de espermatozoides por pajilla de 0,5 mL. Sin embargo, este parámetro puede variar si su valor es concertado previamente (figura 17a).

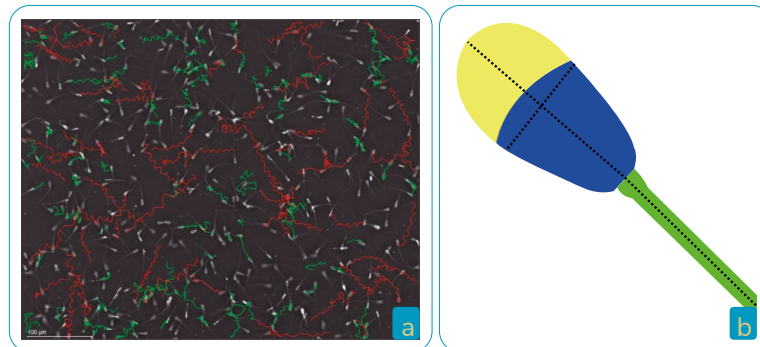
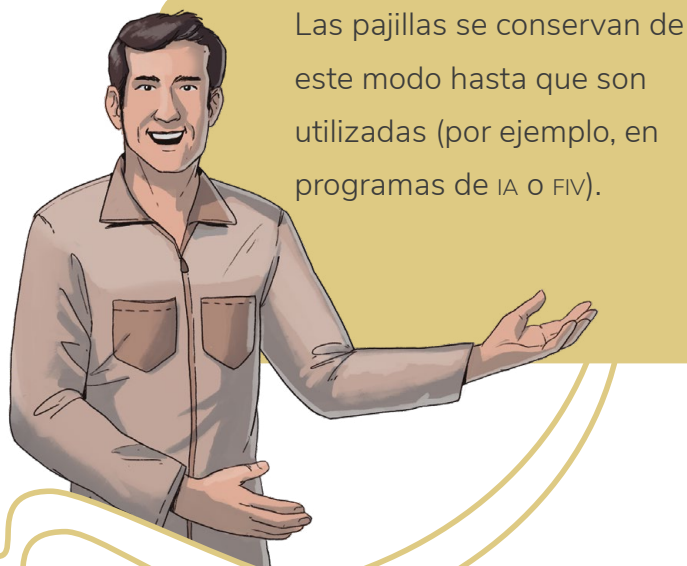


Figura 17. Calidad espermática posdescongelación.
a. Evaluación de motilidad individual progresiva y concentración espermática;
b. Morfología espermática.
Foto: David Leonardo Gómez López

¡Importante!

Si la concentración espermática sigue siendo muy alta en la prueba posdescongelación con respecto a lo concertado o esperado, el profesional de laboratorio puede agregar diluyente hasta llegar al valor deseado, siempre y cuando no se afecten otros parámetros de calidad.

Una vez evaluados y aceptados estos criterios, se procede a llenar, sellar y congelar todo el lote de pajillas. Estas se almacenan en termos criogénicos con nitrógeno líquido y se entregan al usuario del servicio.



Las pajillas se conservan de este modo hasta que son utilizadas (por ejemplo, en programas de IA o FIV).



Luego de la criopreservación de todo el lote, se puede llevar a cabo una **prueba aleatoria de las pajillas congeladas**, a fin de confirmar que los mismos parámetros evaluados en la prueba posdescongelación se cumplen para todo el lote de pajillas criopreservadas, tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Evaluación microscópica del lote de posdescongelación

Evaluación microscópica	
Parámetro de evaluación	Criterio de aceptación
Motilidad individual progresiva	≥30 %
Morfología espermática (normalidad)	≥70 %
Vitalidad espermática	≥30 %
Concentración por pajilla	≥35 × 106 espermatozoides

Fuente: Elaboración propia

¡Importante!

La fertilidad y viabilidad del semen criopreservado se puede mantener por un tiempo indefinido, siempre y cuando se conserve el material en termos criogénicos y en todo momento las pajillas estén sumergidas en nitrógeno líquido.





COMPUTER CONTROLLED RATE FREEZ



Conclusión

La producción de pajillas de semen criopreservadas implica una serie de pasos coordinados que van desde la obtención de la muestra seminal hasta el envío, dilución, empajillado, congelación y almacenamiento. Si una de estas etapas no se realiza de manera óptima, se compromete la fertilidad y/o no habrá producción de pajillas criopreservadas. Por el contrario, si todos los anteriores pasos se llevan a cabo de forma adecuada, el material seminal congelado puede preservarse por muchos años, con garantía de viabilidad y fertilidad para futuros programas de inseminación artificial o para procesos de producción de embriones *in vitro*.

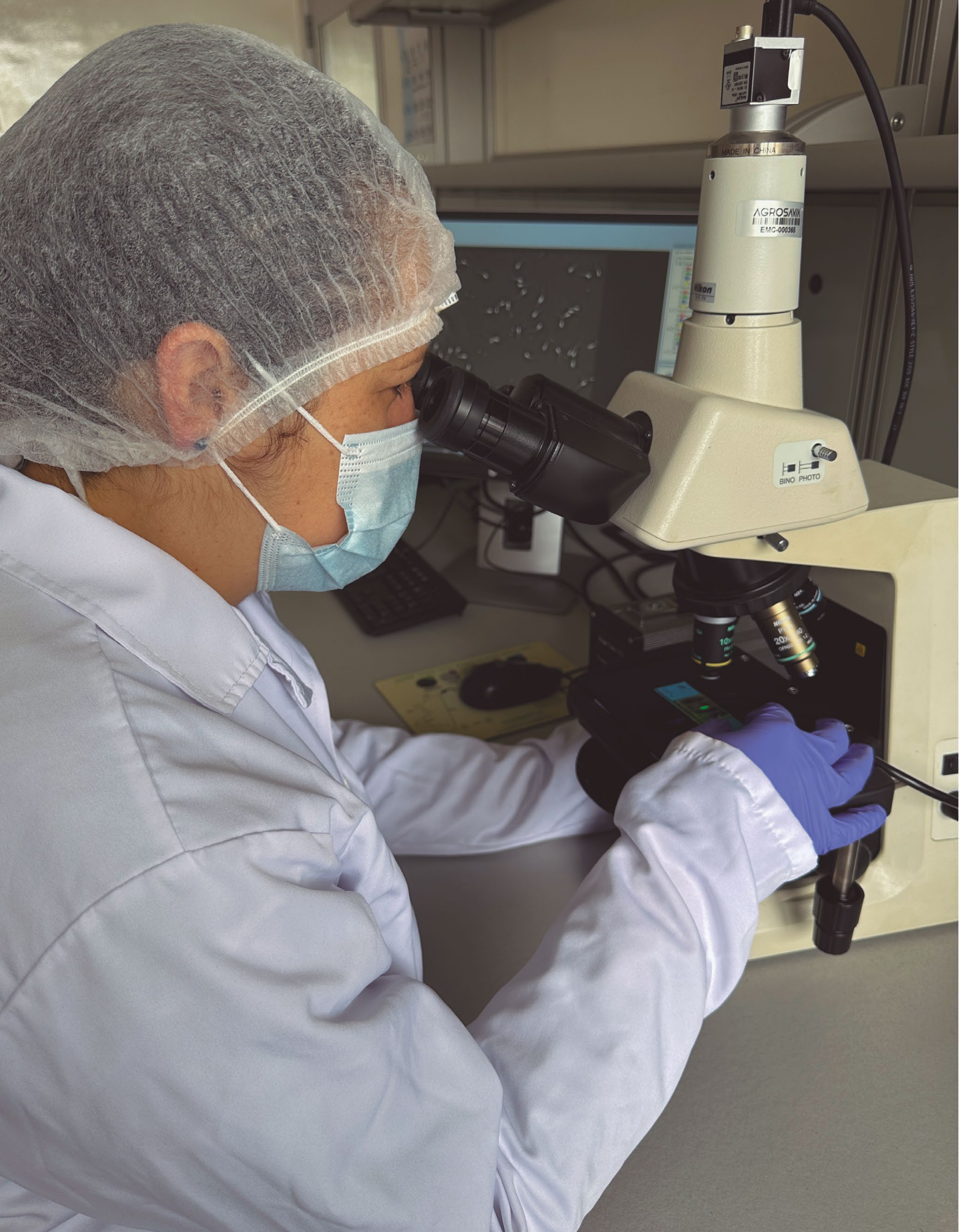


CO
SINIGAN
MADR
00118
79242



Agradecimientos

La presente publicación se elaboró como parte del proyecto “Vinculación de oferta tecnológica en ganaderías de pequeños y medianos productores a través de la transferencia de embriones *in vitro* producidos a partir de parentales seleccionados” (ID 1002365), desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA y financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).





Referencias

- Allende, R., & Arisnabarreta, E. (2021). *Fisiología espermática, producción de semen y evaluación de la calidad seminal*.
- Arieta Román, R. J., Fernández Figueroa, J. A., & Menchaca Peña, J. (2014). Métodos de extracción de semen bovino. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(5), 1-8. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/225-extraccion_semen.pdf
- Barth, A. D., Arteaga, A. A., Brito, L. F. C., & Palmer, C. W. (2004). Use of internal artificial vaginas for breeding soundness evaluation in range bulls: An alternative for electroejaculation allowing observation of sex drive and mating ability. *Animal Reproduction Science*, 84(3-4), 315-325. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.02.010>
- Brito Tene, D. M., & Reinoso Chacón, N. Y. (2017). *Evaluación cuali-cuantitativa de semen colectado con electroeyaculador (ee) de toros tratados con y sin tranquilizante* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca, Ecuador]. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27044/1/TESIS_FINAL_BRITO-REINOSO.pdf.pdf
- Chenoweth, P. J. (1981). Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology*, 16(2), 155-177. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(81\)90098-4](https://doi.org/10.1016/0093-691X(81)90098-4)
- Chenoweth, P. J., Hopkins, F. M., Spitzer, J. C., & Larsen, R. E. (1994). New guidelines for breeding soundness evaluation (BSE) of bulls. *The Bovine Proceedings*, 26, 105-107.

- Curbelo Curbelo, M., & Rodríguez Rodríguez, Z. (2013). *Relevamiento de laboratorios de procesamiento de semen bovino en Uruguay* [Tesis de doctorado, Universidad de la República, Uruguay].
- Devincenzi Boggio, J. C. (2007). *Evaluación de la aptitud reproductiva potencial y funcional del toro*. Universidad Austral de Chile. http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca_virtual/libros/2007/636.20824BOG.pdf
- Hopper, R. M. (ed.). (2021). Cryopreservation of semen. En *Bovine reproduction* (pp. 986-999). Wiley-Blackwell.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2022). Resolución 00001577. “Por la cual se establecen los requisitos sanitarios y de bioseguridad para el registro de empresas como centrales de recolección y procesamiento, unidades de procesamiento, unidades de recolección e importadores de material genético de especies de interés zootécnico”. <https://www.ica.gov.co/getattachment/be459c02-d772-45a5-984a-218b924ec763/2022R00001577.aspx>
- Mancheno Durán, M. S., & Díaz Castillo, A. (2018). Efecto del método de extracción del semen en la calidad espermática de toros Sahiwal. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(1), 47-54. <https://www.redalyc.org/journal/837/83757609005/>
- Md Khair, M. F., Yusoff, R., Omar, M., & Haron, A. W. (2011). Stress levels in bulls during and after electroejaculation. In *6th Seminar on Veterinary Sciences, 11-14 January* (pp. 37-40). Universiti Putra Malaysia. <http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/26592/>
- Moncayo Picerno, S. A. (2016). *Evaluación de la calidad seminal de reproductores bovinos antes y después del proceso de criopreservación* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11654>
- Morillo, M., Salazar, S., & Castillo, E. (2012). *Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). <https://es.calameo.com/read/004500310f999b934c680>



- Páez-Barón, E. M., & Corredor-Camargo, E. S. (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. *Ciencia y Agricultura*, 11(2), 49. <https://doi.org/10.19053/01228420.3837>
- Palmer, C. W. (2005). Welfare aspects of theriogenology: Investigating alternatives to electroejaculation of bulls. *Theriogenology*, 64(3), 469-479. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.05.032>
- Penny, C. D. (2018). Examination of bucks for breeding soundness. Teagasc. <https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2018/Examination-of-Bulls-for-breeding.pdf>
- Phillips, N.J., Evans, G., & McGowan, M. R. (2004). Measures used to assess frozenthawed semen in Australian livestock semen processing centres. *Australian Veterinary Journal*, 82(5), 309-310. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2004.tb12714.x>
- Pineda, S., Donato, R., & Cedeño, D. (2000). *Andrología y trastornos digestivos en el bovino* [Tesis de grado, Universidad de Nariño, Colombia].
- Soto Cañón, F. A. (2012). *Rediseño y evaluación de un electroeyaculador para pequeños rumiantes* [Tesis de pregrado, Fundación Universitaria Juan de Castellanos]. https://issuu.com/medicinaveterinariajdc/docs/redise_o_y_evaluacion_de_un_electr
- Tamargo de Miguel, C., Hidalgo Ordóñez, C. O., Fernández García, Á., & Merino Hernantes, M. J. (2022). Obtención y evaluación del semen bovino. Una puesta al día. *Albéiter*, (253), 20–25. https://www.portalveterinaria.com/pdfjs/web/viewer.php?file=%2Fupload%2Ffriviste%2FAlbeitar253_MR.pdf
- Villamizar Guerrero, G. D. (2014). *Manual de procedimientos para la colecta y criopreservación de semen bovino para la empresa Santa Clara Genética, estado Paraná-Brasil*. [Práctica profesional, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/63>



Terminó de diseñarse
en julio de 2023. Bogotá, D. C., Colombia



La producción de pajillas de semen bovino congelado inicia con la colección de la muestra seminal del toro donador e incluye una serie de pasos coordinados hasta lograr su conservación en termos criogénicos. Esta cartilla ha sido diseñada con el objetivo de brindar orientación a productores ganaderos, profesionales y técnicos agropecuarios, sobre el adecuado manejo de las muestras seminales bovinas recolectadas en campo y su transporte hasta la central de procesamiento.

Se incluyen instrucciones detalladas y gráficos ilustrativos que explican el proceso de envío de las muestras, así como su posterior evaluación y procesamiento en el laboratorio de reproducción animal de AGROSAVIA, donde se llevará a cabo la criopreservación. La finalidad es ofrecer conceptos y recomendaciones prácticas al asistente técnico para obtener un material seminal bovino criopreservado que cumpla con los requisitos mínimos para ser utilizado en futuros programas de inseminación artificial y producción de embriones bovinos *in vitro*.



correo: bac@agrosavia.co
teléfono: (57 1) 422 73 00 ext. 1257 o 1274
skype: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/name/biblioteca.agropecuaria)

Distribución gratuita
Prohibida su venta

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Centro de Investigación Tibaitatá.
Km 14 vía Mosquera-Bogotá, Cundinamarca.
Código postal 250047, Colombia.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co