



**UDCA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE CIENCIAS  
APLICADAS Y AMBIENTALES**



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
CORPOCA

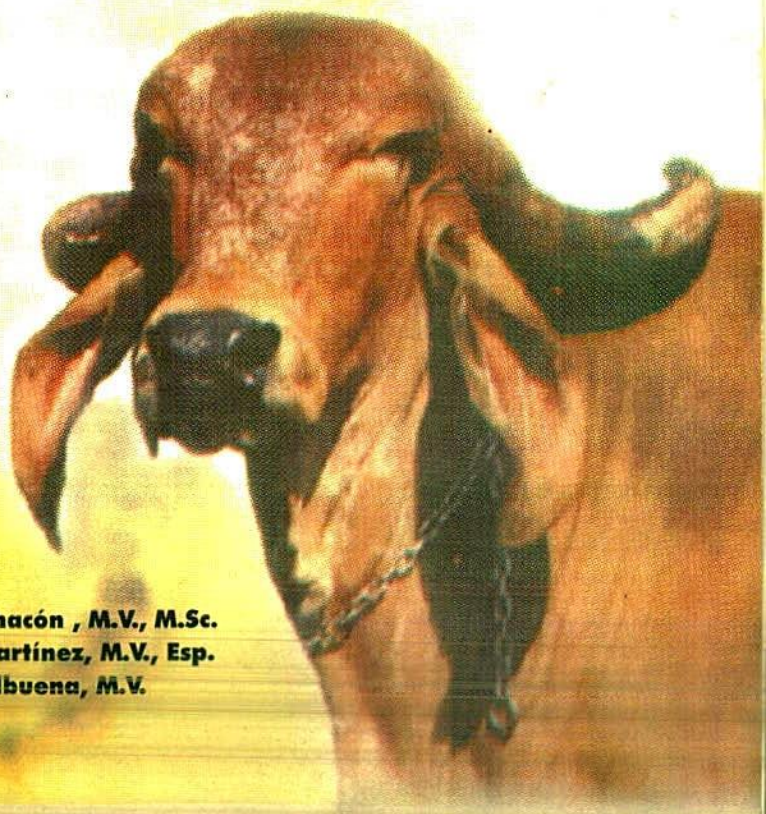
# **La Biotecnología Aplicada en la Reproducción Bovina**



CILCIENCIAS



**Liliana Chacón , M.V., M.Sc.  
Wilson Martínez, M.V., Esp.  
Diego Valbuena, M.V.**



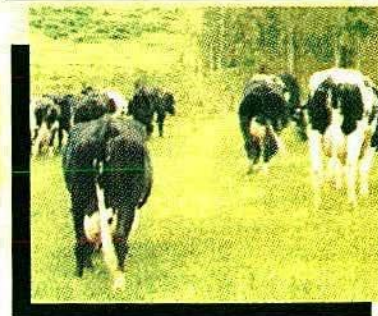
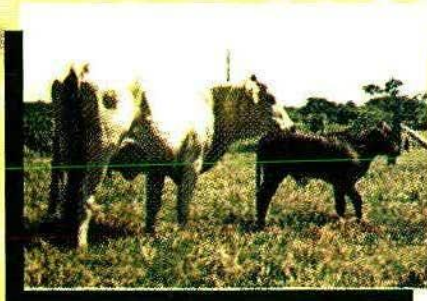
21565  
2409

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

Reg. 44.655

27 SET. 2013

# **La Biotecnología Aplicada en la Reproducción Bovina**



EDI  UDCA

Miembro de



ASEUC

Copyright © 2002

ISBN 958 - 97139 - 2 - 0

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA - BAC	
Compra <input type="checkbox"/>	Donación <input checked="" type="checkbox"/>
Canje <input type="checkbox"/>	Deposito <input type="checkbox"/>
Procedencia: <i>Corporica</i>	
Fecha: <i>27 SET. 2013</i> Costo:	

Corporación Universitaria  
de Ciencias Aplicadas y Ambientales

Primera Edición Octubre de 2002

Liliana Chacon

Edición

Gerardo López Jurado

Director de Ediudca

Calle 222 No. 54 - 37 Bogotá, D. C., Colombia

PBX 668 47 08

Diseño y Diagramación

Milena Barragán Castellanos

Auxiliar Oficina de Comunicación,

Publicidad y Marketing U.D.C.A.

Impresión Gráficas Atlantis

Hecho e Impreso en Colombia

Made and Printed in Colombia

Todos los derechos reservados. Bajo las sanciones establecidas en las leyes, queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita de los titulares del *Copyright*, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamos públicos.

# CONTENIDO

	Pág.
Presentación	4
Introducción	5
¿Cómo aumentar el número de animales de alta producción?	6
¿Qué es la Inseminación artificial y congelación de semen?	6
Transferencia de Embriones (TE)	8
Micromanipulación embrionaria	10
¿Y en qué consiste la Producción de Embriones in vitro?	12
¿Cómo se obtienen embriones producidos in vitro de vacas vivas?	13
Ventajas	17
Conclusiones	19
Referencias	20



## **PRESENTACIÓN**

Para la Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales - U.D.C.A.- es de significativa importancia entregar a la sociedad colombiana en general, y en particular al gremio ganadero, esta síntesis del desarrollo y aplicaciones comerciales, en el campo de la Biotecnología Aplicada en la Reproducción Bovina, reconociendo en ello, el apoyo brindado por Corpoica y Ctelca.

La U.D.C.A., ha fomentado y respaldado actividades investigativas en este campo teniendo como propósito producir conocimiento útil en la reproducción del ganado bovino, mediante la aplicación de técnicas modernas, una de ellas la Producción de Embriones in vitro.

El citado trabajo demuestra una vez más, cómo la actividad investigativa se constituye en un deber e inversión de la universidad en beneficio de la sociedad colombiana. Este principio lo ha consagrado nuestra universidad en su Proyecto Educativo Institucional - PEI.

Debo reconocer el trabajo desarrollado por el grupo de investigadores vinculados al proyecto : Dra. Liliana Chacón, Dr. Wilson Martínez y el Dr. Diego Valbuena y a Colciencias por el financiamiento otorgado al Proyecto.

**Germán Anzola Montero**  
**Rector U.D.C.A.**



# INTRODUCCIÓN

En los países en desarrollo el consumo medio de proteína animal per cápita es la mitad del consumo de los países desarrollados, donde el poder adquisitivo es mayor y la población bovina es altamente especializada en la producción de carne y leche (Ledic, 2000, Fedegan, 1997).

El método más duradero y seguro para estimular el aumento en la producción de carne y leche en un país, se logra expandiendo el número de bovinos, a su vez, aumentando la producción por animal (Ledic, 2000).

El sistema de producción en el trópico posee pasturas de baja calidad y bajos rendimientos, pero es en estas áreas donde se explotan la mayoría de animales de nuestra ganadería y de donde proviene el mayor porcentaje de la leche que se produce (60%). El 40% restante pertenece a la lechería especializada, que está representada en su mayoría por ganado de la raza Holstein, ubicada en el trópico alto, regiones en las que gradualmente se está desplazando la ganadería hacia el trópico medio y bajo, a causa del alto valor de la tierra, originado por el desarrollo de la industria y la vivienda.

El número de animales de razas especializadas para producir leche y carne en las condiciones de trópico bajo y medio hoy es muy limitado, la oferta genética no esta disponible para el pequeño productor y cuando está, es a precios muy altos. Adicionalmente, no existe un interés real por parte de los países desarrollados en aplicar estrategias de mejoramiento genético en estas razas.

Según informe de Fedegán (2001) existían en 1999 en el país 22 millones cabezas de ganado, representadas en un 59.1% en ganado para la producción de crías, 36.36% en ganado de doble propósito y 4.54% en ganado especializado en leche. De esta población nacional, el 80% tiene un alto mestizaje con Cebú comercial, no solo para la producción de carne, sino para las explotaciones de doble propósito en zonas cálidas.

Estos acontecimientos advierten, que en el futuro, en el trópico medio y bajo, se tendrá un mayor espacio para la explotación ganadera colombiana, implicando un incremento en el desarrollo tecnológico en estas áreas, con el propósito de mejorar la producción existente de carne y leche, para suplir los requerimientos de una población en constante e incontrolado aumento.



## **¿Cómo aumentar el número de animales de alta producción?**

**Biotecnología:** Es la técnica aplicada a los organismos vivos para obtener productos que benefician al hombre.

En las últimas décadas se han desarrollado biotecnologías aplicadas a la reproducción bovina que han contribuido eficientemente en el aumento de la capacidad reproductiva y el mejoramiento genético de la ganadería bovina. Estas técnicas comprenden desde la inseminación artificial (IA) hasta la clonación, o conjunto de ellas. Cada una de estas tienen importancia por sí misma y pueden ser empleadas, además, como herramientas en la aplicación de otras más modernas. Este es el caso de la IA en los programas de superovulación y transferencia de embriones. Esta última, es a su vez la herramienta indispensable en la aplicación de la biotecnología de producción de embriones in vitro y la clonación animal (Palma, 2001).

## **¿Qué es la Inseminación Artificial y Congelación de Semen?**

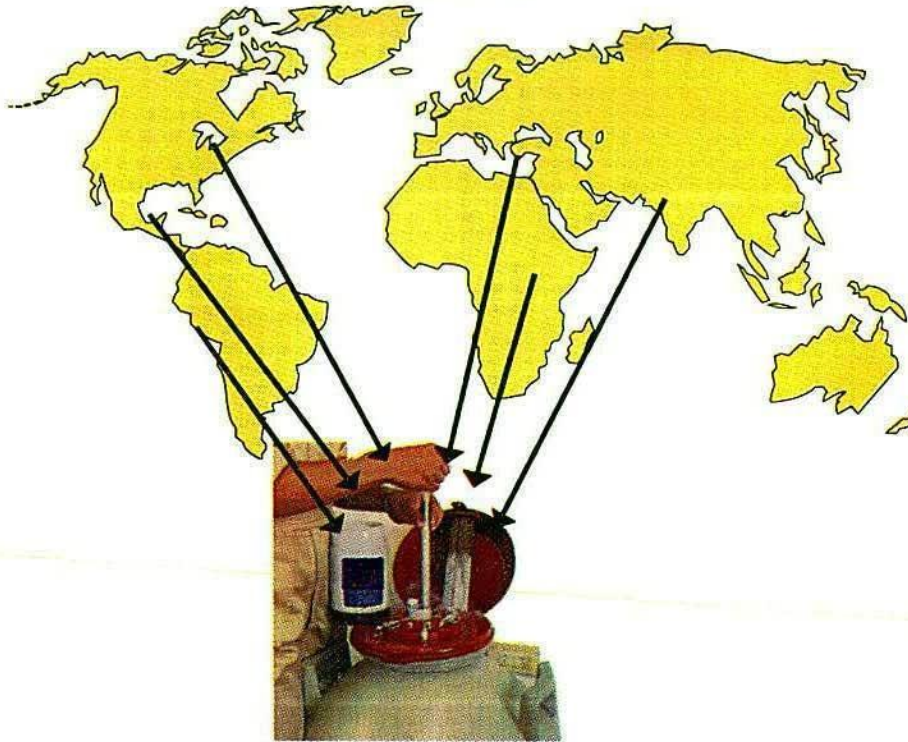
Es la técnica por la cual se coloca material seminal (criopreservado) en el tracto reproductivo de una hembra bovina en celo (estro).

Esta es una biotecnología que permite:

- El uso intensivo y masificación de un toro de alto valor genético.
- El aumento de la eficiencia de la estimación del valor genético (prueba de progenie).
- La eliminación y disminución de enfermedades de transmisión sexual.
- Mayor facilidad en el intercambio genético entre diferentes regiones y países



# I.A.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

Gráfico N°1. La Inseminación Artificial (IA) permite el intercambio mundial de semen de toros de diferentes razas.



## **Transferencia de Embriones (TE)**

El comportamiento reproductivo natural de una hembra bovina, permite en cada ciclo estral durante la ovulación obtener un oocito con posibilidades de ser fertilizado y su gestación tiene una duración aproximada de 283 días, por esta razón, en buenas condiciones, solamente se puede obtener un ternero por vaca cada año.

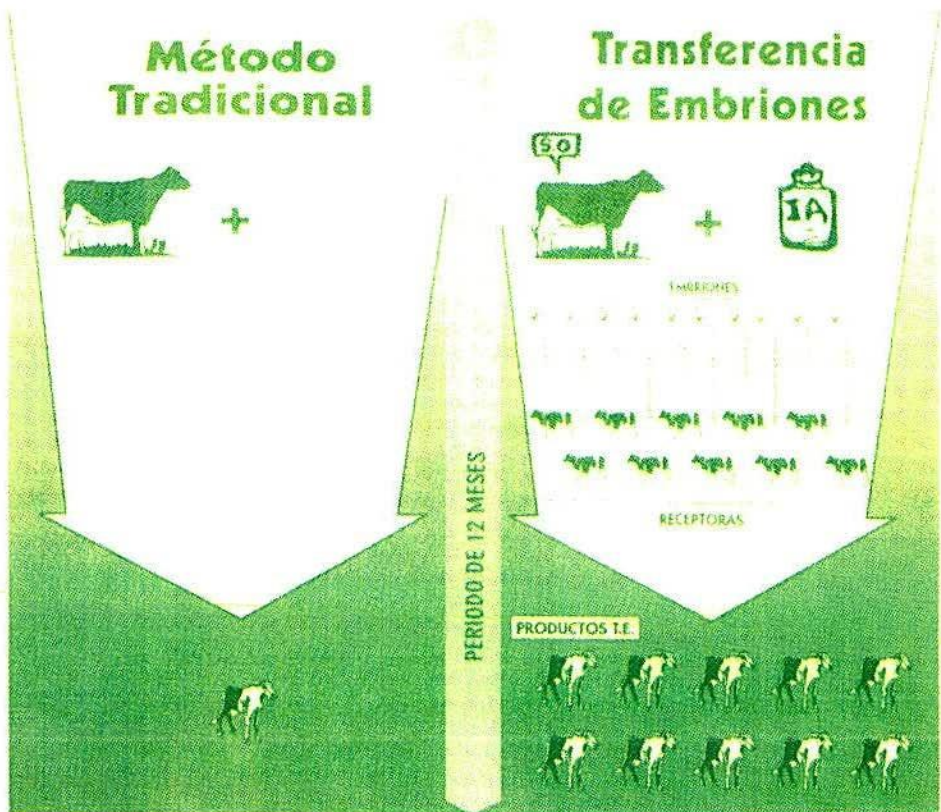
La transferencia de embriones es la biotecnología que permite la obtención de más de un ternero por vaca elite (donadora) en un año. En el mundo se ha reportado en promedio una producción de 3.6 terneros por año utilizando esta técnica (Palma, 2001), que comprende los siguientes pasos:

**Superovulación:** Es la estimulación hormonal (FSH y LH) que lleva a la maduración y ovulación de más de un oocito por donadora.

**Fertilización in vivo:** Es el proceso por el cual se fertilizan los oocitos ovulados mediante la inseminación artificial o con la monta natural.

**Colecta de embriones:** Los oocitos fecundados en su descenso por el tracto reproductivo se convierten en embriones, después de siete días llegan al útero. La recuperación de los embriones en la donadora se realiza mediante un sistema de conducción, que permite lavar el útero con una solución especial.

**Transferencia:** Una vez evaluados los embriones son transferidos al útero de hembras bovinas comerciales (receptoras).



Gráfica N°2. Demostración de las ventajas de la multiplicación de Bovinos de Alta Calidad Genética.

En la parte izquierda de la gráfica se muestra el método tradicional de monta natural como se obtiene un ternero al año. Por el contrario, con la transferencia de embriones en una sola vaca se logran obtener varias preñeces al año.



### La superovulación y transferencia de embriones permiten:

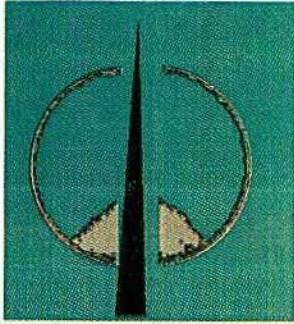
- El uso intensivo de la hembra bovina de alto valor genético (donadora).
- La recuperación de individuos exóticos y razas en extinción.
- La importación y exportación de material genético.
- La eliminación y disminución de enfermedades sexuales.
- La disminución del intervalo generacional.
- 

### **Micromanipulación embrionaria**

Los embriones de alta calidad pueden ser sometidos a procesos como la congelación, bipartición, biopsia, sexaje y clonación. El congelamiento de los embriones permite el almacenamiento de ellos durante varios años y su transporte a lugares distantes, asegurando su comercialización nacional o internacional.

La biopsia embrionaria, es la técnica que permite obtener material genético del embrión, con el propósito de realizar su análisis para: detectar enfermedades hereditarias, conocer la paternidad y la determinar el sexo según el propósito de producción.

La bipartición de embriones: Es la técnica mediante la cual se logra la división microquirúrgica de los embriones para aumentar el número de terneros nacidos en un programa convencional de Transferencia de Embriones. Por cada embrión transferido en fresco es posible obtener entre 0.6-0.7 terneros; la bipartición de cada embrión aumenta las posibilidades de nacimientos al 0.9-1.2 por cada embrión dividido. También es posible, aumentar la exactitud de trabajos experimentales por los que los mellizos idénticos constituyen modelos adecuados para la investigación.



Representación de un Blastocisto Bovino que está siendo bipartido. Se utiliza una microcuchilla para cortarlo y un estereoscopio para visualizar el proceso.



Dos gemelos idénticos, producto de la bipartición y la madre receptora que mantuvo la gestación.



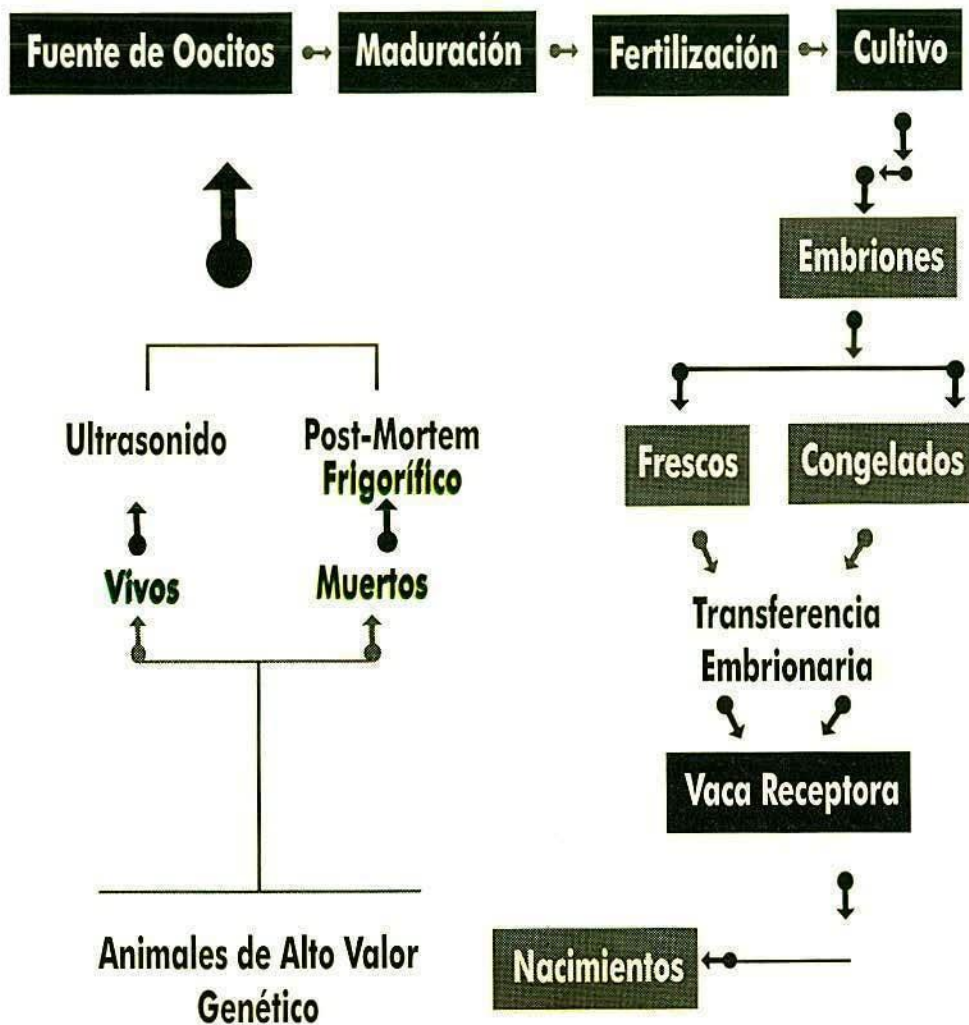


Gráfico N°3. Secuencia de los eventos en la producción de embriones in vitro (PIV).



Esta técnica incluye varios procedimientos en el laboratorio que imitan las condiciones normales de la vaca, estos procesos se conducen en forma secuencial.

Los oocitos se obtienen de ovarios provenientes de vacas muertas o de vacas vivas; es en éstas, donde la técnica tiene su mayor aplicación, ya que se pueden realizar aspiraciones semanales. Luego, en el laboratorio se someten a un proceso conocido como maduración in vitro (MIV), pasadas 24 horas se fertilizan in vitro (FIV) con semen de un toro de alta calidad genética, posteriormente se llevan a otro cultivo (CIV) para que las células se dividan hasta que forman un embrión en estado de blastocisto.

Es en este estado de blastocisto cuando se transfieren al útero de una hembra bovina receptora, que no necesariamente tiene que ser de alto valor genético pero si estar en un excelente estado sanitario. Los mejores porcentajes de preñez de embriones in vitro se obtienen cuando se transfieren en fresco (sin congelar) en estado de blastocisto, la congelación de los embriones in vitro disminuye su calidad.

## **¿Cómo se obtienen embriones producidos in vitro de vacas vivas?**

Mediante la técnica de aspiración folicular guiada por ultrasonido, conocida internacionalmente como ovum pick-up (OPU), como se observa en la serie de fotografías que se presentan en las páginas siguientes por manipulación, transrectal, se fijan los ovarios y vía transvaginal se introduce un dispositivo de ultrasonido y una aguja que permiten visualizar los folículos antrales y aspirar el líquido folicular, en el cual se encuentran los oocitos.

Posteriormente, los oocitos se someten al proceso de producción de embriones in vitro (PIV), al final se obtienen los blastocistos que son luego transferidos a una vaca receptora.

Esta biotecnología, se está estableciendo en el país por medio de la alianza estratégica de tres instituciones la Corporación Colombiana de Investigación, Agropecuaria (Corpoica), la Central de Transferencia de Embriones y Núcleo de Mejoramiento Genético las Camelias (Ctelca) y la Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.). Con la primera fase del proyecto, se logró adquirir los equipos para realizar la aspiración folicular, implementar los protocolos de laboratorio para producir embriones in vitro y obtener los primeros terneros producto de la aplicación de esta técnica.



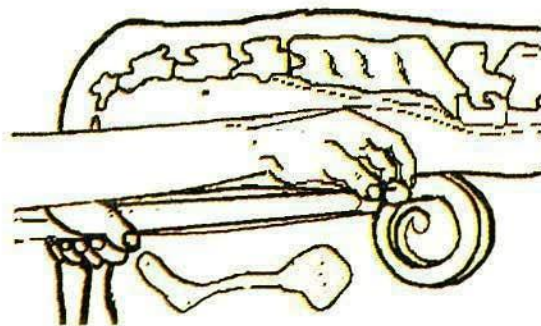


Diagrama representativo de la aspiración folicular. Con una mano vía transrectal se fija el ovario y con la otra se introduce el transductor y la aguja, vía transvaginal.



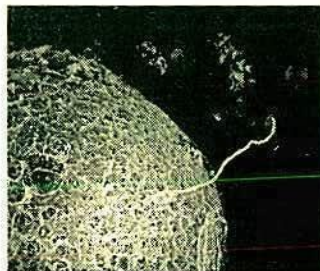
Los folículos son visualizados por medio del ecógrafo y con una bomba de vacío se genera la presión para aspirar los oocitos.



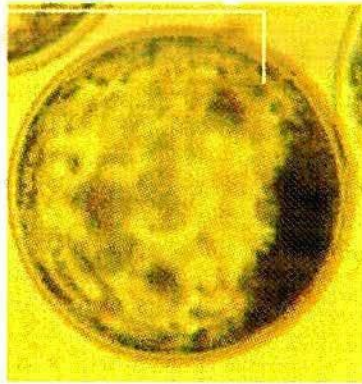
Imagen del ovario obtenida con el ecógrafo. Se observan los folículos de diferente diámetro en el ovario bovino, con la aguja se aspiran los que tienen un diámetro entre 2 y 8 mm.



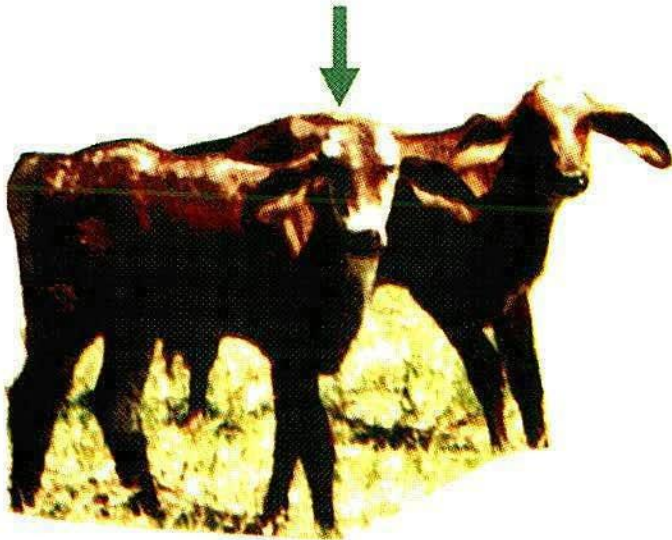
Oocito inmaduro de excelente calidad, es llevado al laboratorio para ser madurado in vitro.



Un espermatozoide penetrando un oocito  
En el momento de la fertilización in vitro.



Blastocisto bovino obtenido por procesos in vitro listo para ser transferido a una vaca receptora.



Terneros producto de la aplicación de la técnica in vitro, durante la primera fase del proyecto.

En esta fase se utilizaron como donadoras de oocitos vacas de las razas Gir, Guzerá y Girholando. El semen usado de estas razas fue previamente caracterizado, analizado y evaluado para ser aplicado a la fertilización in vitro de los oocitos obtenidos por aspiración folicular.

Como dato interesante de este proyecto, los oocitos obtenidos se transportaron en promedio 10 horas al laboratorio. Allí se realizaron los procesos in vitro, durante siete días, hasta que se obtuvieron los blastocistos, que luego nuevamente se enviaron (10 horas) a la central de embriones, en donde se transfirieron a las receptoras. Las gestaciones se confirmaron a los 120 días de transferidos.

La siguiente fase de este proyecto permitirá establecer los protocolos confiables para aplicar la aspiración en por lo menos las razas Gir y Guzerá, para aumentar el número de nacimientos de estas razas y luego se realizará en otras razas, entre las cuales se considera de importancia aplicarla en las diferentes razas criollas que se tienen en Colombia.

## **Ventajas**

VIVANCO (1999) cree que en el futuro inmediato el sistema de OPU-IVP eventualmente tendrá niveles más eficientes que el sistema de ovulación múltiple y transferencia de embriones. Afirma, que prontamente en animales adultos y jóvenes, deberán recolectarse en promedio nueve oocitos por sesión de aspiración, de estos el 30% llegarán a ser embriones transferibles, eso sería 2.5 a 3 embriones y con una tasa de nacimientos del 40%, se producirá al menos un ternero por sesión de aspiración, con el cual se lograría por cada vaca donadora de oocitos obtener más de 30 terneros en un año, de tal manera ayudaría en los planes de mejoramiento genético, ya que aumenta el número de terneros por vaca en un año y logra reducir el intervalo generacional.

Esta biotecnología puede ser aplicada en animales sanos: vacas vacías, en anestro de postparto y de preñez.

Permite que se logre reducir el número de donantes de central de TE.

También es una herramienta clave cuando ya no es posible realizar la TE, como cuando se tienen problemas reproductivos específicos como el transporte de los cigotos a través de los oviductos falla, no hay habilidad para capacitar el semen, existen enfermedades reproductivas o degeneración del útero y cuando las hormonas para estimular las vacas no responden o son alérgicas a estas.

Adicionalmente es la última opción cuando el animal debe ser sacrificado o está en peligro de extinción, como es el caso del ganado criollo colombiano.

## CONCLUSIONES

La técnica de Producción de Embriones in vitro se ha incrementado significativamente durante los últimos años en la ganadería bovina, donde esta técnica ha avanzado más, ya que el número de embriones producidos in vitro y transferidos a receptoras sobrepasó los 30.000, en 1998.

Un incremento en estas transferencias ha sido atribuido a los embriones producidos a partir de oocitos colectados de animales vivos, utilizando la aspiración folicular guiada por ultrasonido.

Con este procedimiento se pueden obtener oocitos de una manera repetida en animales de alto valor genético o en animales con problemas reproductivos.

Se pueden recolectar en promedio de ocho a diez oocitos y estos producen dos embriones transferibles por sesión (Galli y Col., 2001). De tal manera, que se puede obtener un ternero por cada vaca aspirada en un día.

En Colombia, se ha acompañado tímidamente el desarrollo de estas tecnologías y sólo en la última década, se establecieron programas con fines comerciales en la inseminación artificial y la transferencia de embriones. La más reciente, la aspiración folicular guiada por ultrasonido y la producción de embriones in vitro, se introdujo hace tres años con el fin de optimizar la multiplicación de los núcleos puros de razas especializadas, cuyos resultados promisorios a corto plazo servirán para masificar los nacimientos de animales de genética superior, que harán mas eficientes los diversos sistemas productivos para satisfacer las necesidades nutricionales y económicas de la población.

## REFERENCIAS

FEDEGAN - FNG. Boletín de Estadísticas Ganaderas, Bogotá, Colombia, 2001.

FEDEGAN.2001. La Ganadería Bovina en Colombia 1999 - 2000. Bogotá, Colombia, 2001.

GALLI., CROTTI, C., NOTARI, C., TURINI, P. DUDAI, R. y LAZZARI G. 2001. Embryo production by ovum pick up from live donors. Theriogenology, 55: 1341-1357, 2001.

LEDIC, I.L. 2000. Gir O grande trunfo da nossa pecuária Leiteira. Peirópolis, Sao Paulo, 91 p.

PALMA, G.A. Biotecnología de la Reproducción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina, pág. 693, 2001.

VIVANCO, HW, Development and application of ovum pick up (OPU) and in vitro embryo production in the bovine. A view to arTech experiences. AgResearch, Dairy and beef division, Ruakura, Hamilton, New Zealand, 1999.

Biblioteca Agropecuaria  
de Colombia - BAC



010100031210





**UDCA**

## **PROGRAMAS DE PREGRADO**

### **Facultad de Ingenierías**

Ingeniería Comercial  
Ingeniería Geográfica y Ambiental  
Ingeniería Agronómica

### **Facultad de Ciencias y Tecnologías**

Química Industrial  
Farmacia Industrial  
Tecnología en Química Industrial  
Tecnología en Regencia de Farmacia  
Tecnología en Administración Industrial  
Programa de Formación Universitaria en Ciencias

### **Facultad de Ciencias de la Salud**

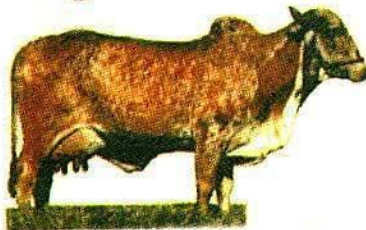
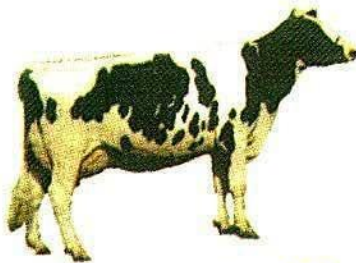
Medicina  
Enfermería  
Medicina Veterinaria  
Ciencias del Deporte

### **Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Medicina Veterinaria - Zootecnia  
Zootecnia  
Tecnología en Industria de Alimentos

## **PROGRAMAS DE POSGRADO**

Sanidad Animal  
Laboratorio Clínico Veterinario  
Reproducción Bovina Tropical y  
Transferencia de Embriones  
Producción Animal  
Genética y Mejoramiento Animal  
Nutrición Animal Aplicada  
Uso y Manejo de Suelos de las Regiones  
Naturales de Colombia



## **INFORMES E INSCRIPCIONES**

Campus Universitario. Calle 222 N° 54 - 37 Tels: 6684700 - 676 1432 Fax: 6761132  
Sede Teusaquillo. Avenida Calle 39 N° 18-18 Tels: 245 7551 - 2451708 Fax: 3380313