

# “Moet” y clonación para bovinos de élite

La transferencia de embriones ha entrado ya en muchos establos, pero el futuro nos depara diversas novedades al respecto. Estamos hablando de la posibilidad de aplicar la clonación en zootecnia y obtener así individuos homocigóticos.

Pero no hay que olvidar tampoco un empleo altamente especializado de la transferencia de embriones, el “Moet”.

W. Bruce Currie\*

**T**odos conocemos bien lo útil que es para el ganadero poder disponer en tiempos muy rápidos del semen de los toros probados de genética superior.

La mejora sistemática de calidad genética de los reproductores se trans-

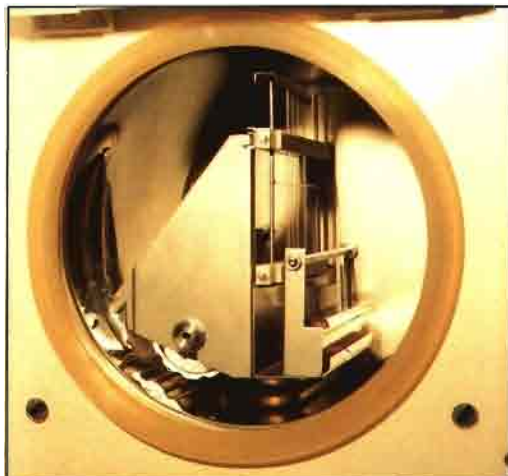
forma rápidamente, a nivel de granja, en una mayor eficiencia en términos de conversión de los recursos y de los factores de producción que son empleados para obtener bienes vendibles.

Los beneficios que proporciona al ganadero la adopción de decisiones racionales en materia de selección de los toros y de identificación de las ma-

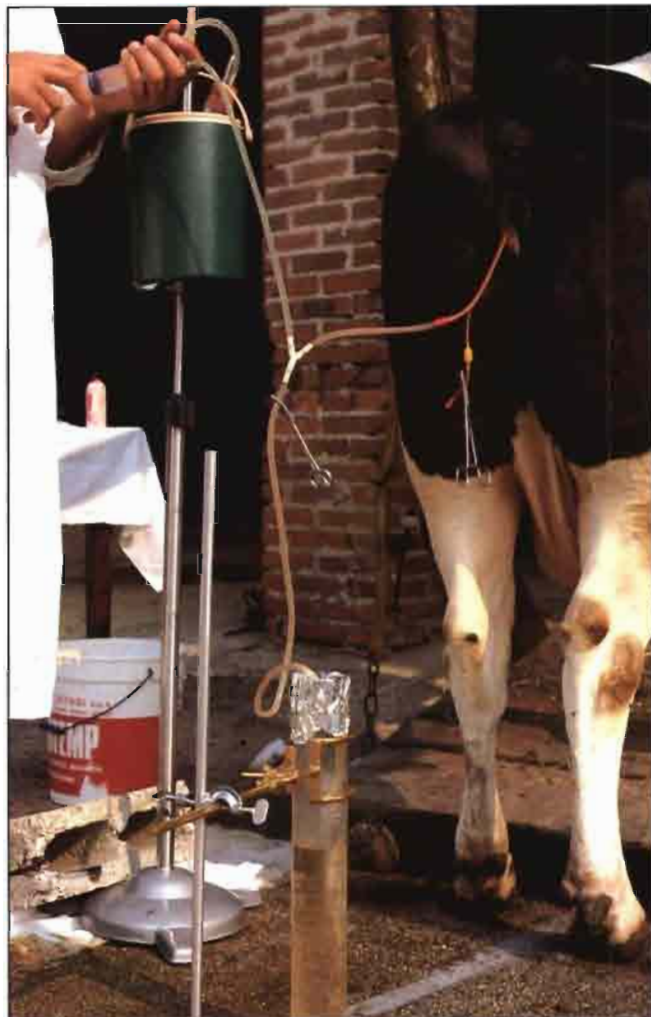
dres para disponer de mejores hembras de reposición y del futuro grupo de toros probados, son todos importantes para la mejora de la explotación y podemos esperar que aumenten en el futuro.

El proceso genético que hemos alcanzado hoy es el resultado de la acción concurrente de varios factores: la fecundación artificial y la tecnología

\* Comunicación presentada en la IX Convención Semenitaly. El autor pertenece a la Universidad de Cornell, Ithaca, USA.



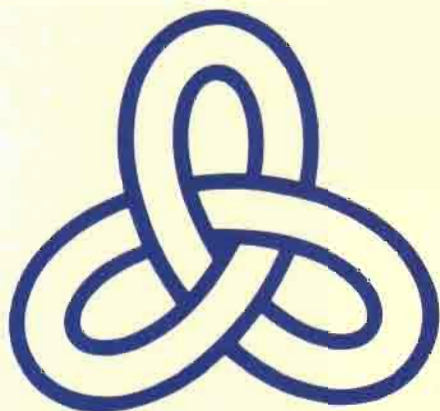
Dos sistemas para la congelación de los embriones.



Vista de conjunto del “flushing” uterino efectuado sobre una donante.



*Si usted desea conocer el futuro, nosotros se lo presentamos.*



**ESABE**  
**AGROPECUARIA**

*Presente en el futuro.*



*Venta de semen*



*Cursos de Formación*



*Pruebas de fertilidad*



*Extracción y congelación de semen*



*Transferencia de embriones*



*Transferencia de embriones*



*Venta de animales*

Gaztambide, 24 - 4H

Tl. 544 67 39

28015 - Madrid

de la congelación del semen, unidas a la utilización de sistemas muy eficientes y estadísticamente dignos de consideración capaces de identificar con seguridad a los individuos de superior valor genético.

Los expertos en genética animal miran atentamente al futuro, y nuestro horizonte está continuamente en expansión, de suerte que nuevos y estimulantes conocimientos procedentes de otros muchos campos de la ciencia se dirigen hacia la biología reproductiva.

Lo que podía ser tomado sencillamente, hace sólo una generación, por un sueño (quizá inútil), se ha convertido hoy en una realidad y ha encontrado ya aplicación a nivel de explotación.

Hace veinte años, cuando los primeros embriones fueron difundidos por primera vez a nivel internacional, soñamos con la posibilidad de conservar embriones a través de la congelación y de utilizarlos en sujetos receptores por medio de un sistema de implantación con procedimiento quirúrgico.

Hoy efectuamos sin problemas la congelación de los embriones y los implantamos en las receptoras utilizando un sencillo sistema no quirúrgico, no mucho más complicado que la fecundación artificial.

Muchos ganaderos almacenan hoy en sus granjas embriones congelados, que están disponibles al instante para la transferencia a receptoras de la explotación, o bien para la venta a otros ganaderos, lo que representa una interesante fuente de ingresos.

En el pasado soñábamos con la posibilidad de manipular los embriones, con el fin de producir gemelos idénticos, y ésto con un uso muy limitado dentro de programas de investigación.

Hoy, por el contrario, el splitting embrionario, si bien hay que perfeccionarlo aún, es usado comúnmente y ha abierto el camino para programas de manipulación de embriones a escala más amplia que describiré a continuación.

Estos ejemplos nos demuestran que si miramos hacia adelante, enfocamos los problemas de modo correcto y aplicamos nuestros conocimientos básicos, es posible obtener cualquier cosa.

La descripción que sigue se centra en dos únicas tecnologías: un empleo altamente especializado de la transferencia de embriones (Moet, es decir, superovulación y Embryo Transfer) y la clonación (o sea la producción de individuos genéticamente idénticos).

El primero es utilizable hoy día y encuentra su justificación en el aumento de la velocidad de la mejora genética.

La clonación, por el contrario, se está haciendo disponible desde hace poco tiempo a escala todavía reducida, pero podemos esperar su rápida evolución en el futuro; si es así, representará una revolución en la esfera reproductiva de los bovinos de leche.

Muchas de las cosas que diré son hoy realizables en el plano técnico, o están ya funcionando.

Ahora no nos queda más que escrutar nuestra esfera de cristal para descubrir en qué medida la nueva generación de tecnologías reproductivas ejercerá su influencia en nuestras explotaciones de leche.

### EL PROGRAMA "MOET"

La superovulación es inducida a través de la utilización cuidadosa de la hormona FSH (hormona folicular estimulante) y de la prostaglandina F<sub>2a</sub> (PG F<sub>2a</sub>) para desencadenar el estro.

La superovulación nos ofrece la posibilidad de obtener también 20 embriones de un sujeto seleccionado para el empleo en la transferencia de embriones.

Este sistema no es una ciencia exacta y de hecho hemos sorprendido con frecuencia a los ganaderos que, en espera de los resultados, cruzaban supersticiosamente los dedos.

Transcurridos 7-8 días del celo, los embriones son recogidos del útero por medio de un sencillo procedimiento no quirúrgico.

Dado que no se puede estar nunca completamente seguro de haber obtenido todos los embriones, la mayor parte de las donantes son tratadas con PG F<sub>2a</sub> para prevenir la eventual implantación de fetos que podría suceder a causa de embriones no extraídos.

Después de haber efectuado la evaluación microscópica de la calidad de

los embriones, éstos se pueden utilizar de tres modos:

1) Transferencia inmediata a las vacas receptoras.

2) Congelación en previsión de una utilización posterior.

3) Recurso a la micromanipulación embrionaria.

En el primer caso, es necesario disponer de receptoras no gestantes cuyos celos hayan sido sincronizados con los de la donante.

Su material genético no tiene ninguna importancia; la única cuestión verdaderamente importante es que estas receptoras sean capaces de responder a las exigencias requeridas por la gestación, que debe permitir el desarrollo óptimo del ternero. Naturalmente las receptoras deben estar libres de cualquier enfermedad que pueda ser transmitida al feto.

En el segundo caso, por el contrario, es necesario el apoyo de un laboratorio que esté en condiciones de tratar a los embriones frescos en función de su congelación. Asimismo, el almacenamiento de los embriones en nitrógeno líquido se puede también realizar en la granja, con una modesta inversión en equipos.

Los equipos indispensables para el tratamiento de los embriones están disponibles únicamente en laboratorios centralizados (en industria, gobierno, cooperativas o universidades), de modo que es importantísimo que el "flushing" sobre las donantes tenga lugar en las proximidades de uno de estos centros.

Las exigencias de carácter técnico para la micromanipulación son aún más sofisticadas y requieren la disponibilidad de personal y tecnología extremadamente especializadas. Por ello, esta última opción está hoy muy poco difundida.

Los programas "Moet" aplicados a vacas de élite son mucho más importantes por el hecho de que estas bovinas llevan a término sus propias gestaciones.

Desgraciadamente el éxito de una superovulación no es siempre automático, a causa de la variabilidad encontrada entre las diversas donantes en términos de dosificación de los componentes utilizados para los tratamien-

tos. Estos problemas crecen a medida que procedemos con sucesivas superovulaciones, debido a las impurezas presentes en la mayor parte de los preparados a base de FSH, que causan formaciones de anticuerpos en los sujetos tratados, así como la disminución de la eficacia del tratamiento posterior.

Estos problemas provocan casos de fracaso a nivel de granja, dado que para cada una de las donantes hay que sincronizar un número suficiente de receptoras y que no hay modo de evitar las eventuales necesidades de ulteriores receptoras, a menos que nuestro "Moet" sea facilitado por la disponibilidad de poder congelar los embriones.

Se han sugerido diversos esquemas operativos de superovulación, teniendo presentes las limitaciones indicadas antes.

Hemos encontrado que la administración de PGF 2a por medio de una o dos inyecciones de rutina (2 inyecciones cada 11 días) es efectivamente capaz de sincronizar a las receptoras.

Los ganaderos son buenos conocedores del hecho de que la tasa de concepción alcanza los valores máximos si se ha respetado la mayor atención posible a los celos y si la inseminación se ha efectuado en el momento más indicado después de su manifestación.

A este propósito parece que hay una elasticidad ligeramente mayor en el caso de que se recurra a la transferencia de embriones; si ésta se realiza calculando los tiempos sobre la base del día siguiente al tratamiento con PGF 2a, el resultado que obtenemos es igual al que se sigue de un atento examen de los celos.

Evidentemente, dado que el PG F<sub>2a</sub> produce la luteólisis (o sea la destrucción del cuerpo lúteo y por tanto la eliminación de la principal fuente de progesterona), tanto en las hembras gestantes como en las no gestantes es indispensable llevar un cuidadoso registro de los datos con el fin de identificar las vacas todavía no utilizadas de las que ya han recibido los embriones.

El uso periódico del "Moet" no in-



Introducción del embrión en la trompa uterina llevada al exterior de la cavidad abdominal (técnica cruenta).

fluye sensiblemente en la frecuencia de los partos, a causa de la variabilidad fisiológica que se da en la duración de la gestación.

El "Moet" tiene una aplicación especial como parte integrante de los programas de mejora genética. Se consideran diversos niveles de mejora obtenibles respecto al esquema-base del Moet. Si bien estos esquemas más avanzados no son todavía técnicamente realizables, su descripción puede servir para demostrar cómo una cosa, ya buena de por sí, puede ser mejorada.

### SEXAJE DE LOS EMBRIONES

Cuando los embriones son recogidos, 7-8 días después del celo, están en el estado de blastocisto (véase **figura 1**).

El blastocisto consiste en un grupo de células (llamadas ICM, o sea una masa celular interna que está destinada a niveles especializados de desarrollo y que dará origen a los tejidos y a los órganos del feto) y en una cavidad llena de una sustancia fluida rodeada en el exterior por una capa de células trofodérmicas (TE) que constituirá la parte más externa de las membranas del feto, la que está directamente en contacto con los tejidos de la madre.

El blastocisto está encerrado en una envoltura acelular, que es la zona pelúcida (ZP), que originalmente estaba dispuesta alrededor del oocito, mucho antes de la ovulación.

A medida que el embrión se expande por la acumulación de fluido, la zona pelúcida está sometida a una creciente tensión que provoca finalmente

su rotura (se dice entonces que el embrión "eclosiona"). Esto ocurre 9-10 días después del estro.

Si un blastocisto se divide espontáneamente en dos mitades, cada una de ellas contiene ICM y TE durante el proceso de la "eclosión" y cada "medio-embrión" está en condiciones de proseguir su propio desarrollo. Esta parece ser la explicación más verosímil de la generación de gemelos genéticamente idénticos

(u homocigóticos), en los casos en los que esto sucede naturalmente, hecho este más bien raro.

Trabajando con el microscopio es posible hoy crear una abertura en la ZP, quitar el blastocisto, seccionarlo en dos partes y tener, por tanto, 2 "semi-embriones" que prosiguen independientemente su normal desarrollo.

Estamos, pues, hoy en condiciones de obtener en el laboratorio gemelos idénticos.

Durante el procedimiento que acabamos de describir es posible extraer algunas células del embrión para destinarlas a la determinación del sexo. La moderna tecnología ha puesto a nuestra disposición un método in vitro para multiplicar rápidamente el DNA (es decir, el material genético de la célula), con el fin de obtener en pocas horas una cantidad de DNA suficiente para determinar la presencia de genes exclusiva del cromosoma Y.

Los cromosomas que determinan el sexo de los mamíferos son o XX (células femeninas) o XY (células masculinas).

La identificación de genes que pertenecen al cromosoma Y nos permite atribuir al embrión el sexo masculino, mientras que, en caso contrario, los genes nos indican que estamos en presencia de un individuo de sexo femenino.

Es pues posible determinar el sexo del embrión y transferir a las receptoras sólo el deseado.

Por ejemplo, la eficiencia de generación de las hembras que se destinan a las pruebas de progenie se puede du-



**Transferencia del embrión a la receptora. La técnica es del todo similar a la fecundación.**

plicar por medio de la eliminación de todos los embriones machos.

Este tipo de determinación se puede realizar solo en laboratorios de tecnología avanzada y puede estar incluso en el programa operativo de un sistema "Moet", o bien es posible utilizarlo conjuntamente con la congelación de los embriones, a la que seguirá la transferencia a las receptoras en un momento posterior.

### RECOGIDA DE LOS OOCITOS

Recientemente se han puesto a punto métodos que permiten una eficaz fertilización de oocitos *in vitro* (IVF). Los embriones que obtengamos pueden desarrollarse en laboratorio exactamente con las mismas metodologías adoptadas para la transferencia de embriones no quirúrgica. Recurriendo a condiciones apropiadas, este "desarrollo artificial" se verifica a un nivel análogo al que se verifica en la vaca y, después de la transferencia del embrión, el desarrollo posterior es casi normal.

El Moet "convencional" genera por medio de la fecundación artificial (F.A.) de 12 a 20 embriones hermanos totales, hijos del mismo padre y de la misma madre.

La IVF, por el contrario, nos permite utilizar el semen de más de un reproductor sobre un grupo individual de oocitos obtenidos de una superovulación individual. El requisito fundamental es que hay que recoger los oocitos antes de que éstos sean fecundados.

Es posible recoger estos embriones de los oviductos inmediatamente después de la ovulación, pero en este caso se requiere un procedimiento con implicaciones quirúrgicas.

La alternativa posible es la de recoger los oocitos del ovario después de la ovulación. Esto se puede efectuar si se dispone de instrumental adecuado (un laparoscopio introducido a través de la vagina y una sonda de ultrasonidos, para localizar los folículos, insertada en el recto).

Cuando se llega al momento óptimo después de haber efectuado las inyecciones para inducir la superovulación, los oocitos son recuperados de los folículos que tienen respuesta al FSH gracias a un sencillo procedimiento quirúrgico, que puede llevarse fácilmente a término a nivel de granja.

Los oocitos son llevados después al laboratorio, son fecundados y se les hace desarrollarse; más tarde son sexados y, finalmente, unos 6 días después, son congelados o transferidos directamente a las receptoras.

Algunos científicos canadienses han discutido recientemente una nueva estrategia que, aunque todavía no es prácticamente realizable, podrá ser desarrollada en el futuro.

Como subrayará Everett, podemos obtener ventajas concretas por medio de la disminución del intervalo de generación.

Normalmente una ternera nacida de una fecundación efectuada, por ejemplo, el 20 de septiembre de este año, y dada a luz hacia el 30 de junio de

1991, será fecundada por primera vez en septiembre de 1992 (a los 15 meses de edad y, por tanto, a los 24 meses de su concepción), de modo que parirá aproximadamente a los dos años.

El intervalo de generación para el componente femenino es, pues, de 24 meses.

Cuando sepamos algo más relativo a la posibilidad de fecundar eficazmente los oocitos de hembras en edad prepuberal, podremos estar en condiciones de generar embriones *in vitro* procedentes de terneras muy jóvenes.

Los embriones obtenidos, o por la ovulación o por medio de un procedimiento quirúrgico efectuado, por ejemplo, a los tres meses de edad para obtener oocitos, pueden ser transferidos a animales adultos y en este caso nuestro intervalo de generación se reduce de 24 a 12 meses.

De este modo podremos estar en condiciones de duplicar el progreso genético respecto al obtenible hoy por medio de las pruebas normales de progenie.

Asimismo, sabemos que el número máximo de oocitos potencialmente disponible está presente en el ovario del feto después de 90-120 días de gestación. De este elevado número de oocitos, sólo una mínima parte se destina para ser ovulado en el curso del ciclo de vida de una vaca normal.

Examinemos ahora este sistema teórico.

Una vaca es cubierta por el toro A y después de 120 días se recogen los fetos femeninos con método quirúrgico



# Aplique el Plan Energético Animal



**E**N TODA EXPLOTACIÓN GANADERA UTILIZAR ACERTADAMENTE DETERMINADOS RECURSOS FARMACOLÓGICOS, SIGNIFICA GANAR SALUD PARA LOS ANIMALES... E INYECTAR ENERGÍA A LOS BENEFICIOS ■

- **Calcio**<sup>®</sup>  
INYECTABLE BAYER
- **Catosal**<sup>®</sup>
- **Prolongal**<sup>®</sup>
- **Vigantol**<sup>®</sup> - E
- **Vigantol**<sup>®</sup> B+K
- **Vigantol**<sup>®</sup>  
**Selenio**

**¡GRATIS!**

Deseo recibir un ejemplar de su edición

**Plan Energético Animal**

Nombre \_\_\_\_\_

Profesión \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_

Instituto Bayer de Terapéutica Experimental S.A.  
La Forja, 54-56 - Tel. (93) 637 05 10  
08840 VILADECANS (Barcelona) **MG**



Nuestro prestigio,  
ganado con salud

**Bayer** 

o al sacrificio de la madre. Los oocitos de estos fetos tienen un patrimonio genético debido en el 50% al toro A y en el otro 50% a la madre.

Los oocitos son después madurados "artificialmente" y fecundos *in vitro* con el semen del toro B, para ser finalmente transferidos a las receptoras.

Después de 120 días los oocitos, que tienen la siguiente constitución genética: 50% toro B; 25% toro A; 25% madre, son recogidos y utilizados como hemos visto antes.

El intervalo de generación es ahora de solo 4 meses y el progreso genético potencial es 6 veces mayor que el obtenible por medio de las pruebas de progenie.

La rapidez con la que los genes de origen masculino son introducidos en las progenies demuestra claramente que la madre original tiene una importancia mínima.

Por ejemplo, después de 6 generaciones solo el 1,56% del patrimonio genético de los embriones obtenidos con el sistema que acabamos de describir proviene de la madre original.

Esto equivale al 50% de genes de origen materno en las pruebas de progenie obtenidos por la fecundación normal de los animales, con relación al mismo período de tiempo transcurrido, o sea 24 meses.

## CLONACION

Hemos hablado antes de la generación espontánea de gemelos homocigóticos, que representa el modo con el que la naturaleza efectúa la clonación del ganado. También hemos descrito las causas más probables.

Para comprender todo lo que la moderna tecnología nos puede servir de ayuda para ampliar enormemente lo que la naturaleza hace ya, es preciso profundizar en los conocimientos sobre los embriones en las primeras fases de desarrollo.

Teniendo presente la **figura 1**, el oocito inmaduro (como se encuentra en el ovario) es sometido a un rápido proceso de maduración que se verifica poco antes de la ovulación normal.

Este proceso podemos reproducirlo en el laboratorio, utilizando oocitos recogidos a partir de ovarios de vacas sacrificadas.

Después de la maduración se puede efectuar la fecundación y, por tanto, puede tener inicio el normal desarrollo. Mientras la naturaleza actúa de forma que este desarrollo tenga lugar en el oviducto, nosotros estamos en condiciones de reproducir sus momentos clave en el laboratorio.

Al principio asistimos a una serie de divisiones celulares, que se verifican todas en el interior de la zona pelúcida.

Las células individuales (llamadas blastómeros) reducen sus dimensiones en cada división, y, al mismo tiempo, aumentan de número (1-2-4-8-16 y así sucesivamente).

Cada uno de los blastómeros de embriones se puede separar en el estado de 2 ó 4 células, y cada célula mantiene la capacidad de continuar dividiéndose y dar origen, por tanto, a un ternero. Esta capacidad es llamada "totipotencia".

Dado que los blastómeros son genéticamente idénticos, también los terneros que se deriven de ellos lo serán.

En estados más avanzados (16 células y más), los blastómeros individuales no son capaces de proseguir el desarrollo, probablemente por el hecho de que son demasiado pequeños para poder efectuar el número de divisiones que debe ocurrir antes de que los diversos tipos de células especializadas (ICM y TE, véase más arriba) "emergen" del mismo blastómero.

Sin embargo, el núcleo de estos blastómeros más pequeños, que posee toda la información genética de su DNA, contiene aparentemente la totipotencia.

En efecto, si este núcleo se inserta con la microcirugía en un oocito maduro en lugar del núcleo originario, asistimos a un desarrollo que es realizado directamente por este nuevo núcleo. Por tanto, en vez de recurrir a la clonación limitada a 4 copias (es decir, embriones en el estado de 4 células), podemos utilizar núcleos provenientes de células de embriones en desarrollo más avanzado que son insertados en oocitos a los cuales se ha extraído el núcleo.

De esta forma podemos efectuar clonaciones a escala más amplia. Los límites de este tipo de enfoque no son todavía conocidos.

Un método más sencillo prevé utilizar un oocito privado de núcleo en el cual

se inserta un blastómero entero (y no sólo el núcleo), haciendo de modo que las membranas de estas dos células se fusionen.

Utilizando oocitos recogidos de mataderos y tecnologías altamente cualificadas, este método de clonación está en fase de introducción comercial en Estados Unidos.

Esta disponibilidad presenta algunas potencialidades interesantes para nuestros esquemas de mejora genética.

Una aplicación podría estar representada por la reducción de los costes de los toros en espera, aspecto que interesa a todos los centros de fecundación artificial. Examinemos el siguiente modelo.

Partiendo de una serie de acoplamientos dirigidos a la obtención de terneros destinados a producir toros para las pruebas de progenie, se obtienen embriones de las primeras fases de desarrollo, que son clonados para suministrarlos 4-10 "copias".

Después del sexaje, los clones femeninos son abandonados (o bien destinados a otros programas, como veremos después).

Embriones individuales —por ejemplo 2— provenientes de cada clon son transferidos a las receptoras para dar origen a terneros (los futuros toros), mientras que los otros embriones (los futuros hermanos de los toros) son congelados.

Esperamos después el nacimiento de los jóvenes toros y a la pubertad recogemos su semen que destinamos a las pruebas de progenie. Terminada la recogida, estos jóvenes toros son sacrificados.

En cuanto tengamos a disposición los primeros datos sobre las lactaciones de las hijas (normalmente 36 meses después), las evaluaciones preliminares que nos sean suministradas constituyen el instrumento para decidir si abandonamos o mantenemos un particular clon.

Aquéllos que se han mantenido congelados, se transfieren después a las receptoras, criadas y destinadas a la distribución comercial en tiempos más limitados.

La ventaja, como se puede comprender, consiste en la reducción de los costes de mantenimiento de los toros jóvenes y menos jóvenes durante el período en el que estamos a la espera de los datos.

Existen pues enormes potencialidades, tanto mayores cuanto mayor es la intensidad de seleccionar, es decir, cuanto menor es el número de los reproductores destinados a entrar en fecundación artificial una vez probados.

Los inconvenientes están representados por el retraso con el que los clones de los toros seleccionados se hacen "productivos" y por la menor producción de semen debido a la joven edad de los reproductores.

Esto último se puede superar por medio de la introducción en la fecundación artificial de dos copias idénticas, dado que los dos hermanos genéticamente idénticos que se deriven producirán semen de idéntico patrimonio genético.

Otro uso de la clonación consiste en la utilización de embriones femeninos obtenidos de un joven toro en prueba de progenie.

Estos embriones, genéticamente idénticos, son transferidos a receptoras criadas en diversas granjas, y sus datos productivos permiten mejorar la exactitud en términos de identificación de los componentes genéticos y no genéticos de sus rendimientos.

La ventaja que se consigue para la fertilización artificial consiste en la reducción del número de fecundaciones necesarias para obtener un valor dado de exactitud para los índices de evaluación de los reproductores.

La clonación, tal como la hemos descrito hasta ahora, es ciertamente costosa y de limitada aplicabilidad para un programa práctico de mejora genética.

En los dos casos que hemos examinado, las potenciales ventajas económicas superan abundante-

mente a los costes. Evidentemente estas aplicaciones están circunscritas a programas precisos de mejora.

Los costes se revelan prohibitivos si la clonación es reducida a la mitad para mejorar de modo lento la disponibilidad de progenies provenientes de una línea seleccionada.

La incertidumbre relativa a la utilidad efectiva, en términos de potenciar la producción de leche de estos embriones, si no tiene significado para las pruebas de progenie, podrá fácilmente limitar su utilización.

Sin embargo, todo esto está destinado a cambiar en el futuro.

Los conocimientos referentes a la biología celular de los blastómeros están mejorando rápidamente.

En los cinco últimos años se han adquirido conocimientos fundamentales por otros sectores de la ciencia biomédica y se han aplicado a nuestros estudios sobre los blastómeros bovinos.

Hoy sabemos mucho más sobre el control de la división celular y sobre las consecuencias que se siguen del hecho de que una célula adquiera nuevas características o pierda la potencialidad de hacer algo diferente.

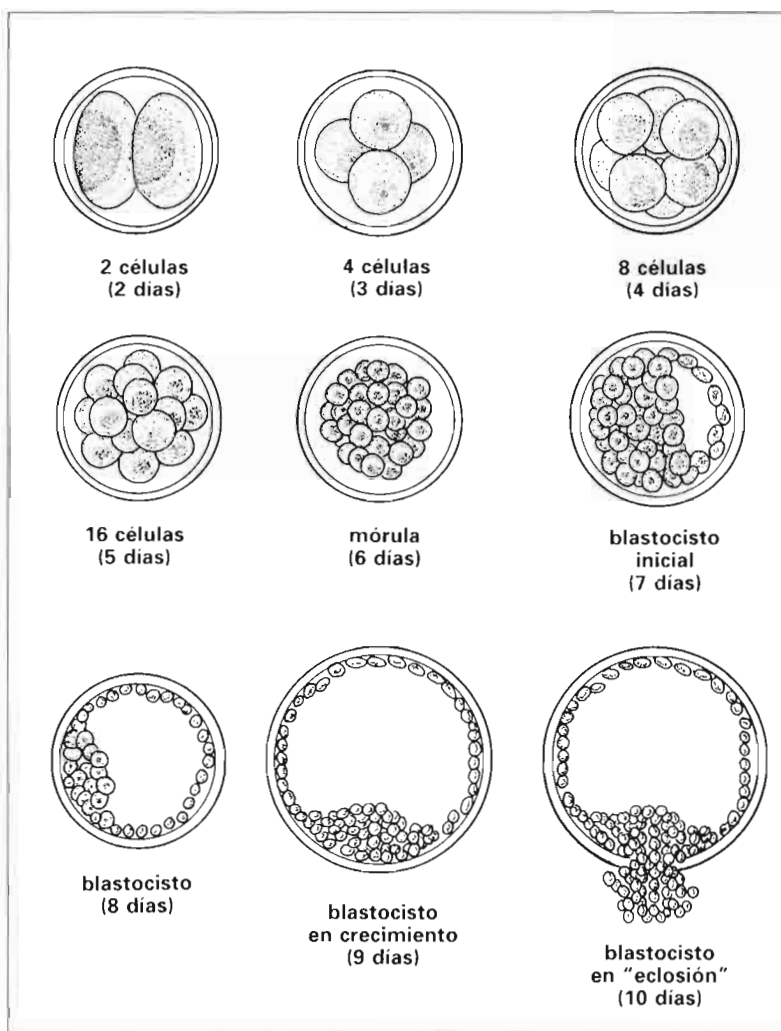
Dado que estos estudios de importancia verdaderamente básica están prosiguiendo, podemos razonablemente esperar que un día estaremos en condiciones de revolucionar el normal sistema de desarrollo descrito anteriormente, de modo que los blastómeros puedan proliferar sin limitaciones y sin perder la totipotencia.

Podemos prever que un grupo de estas células pueda ser "depositado" en una zona "artificial" en la cual se dé comienzo al desarrollo ilustrado en la figura 1, y esto solo en el momento que nosotros queramos.

Potencialmente podremos obtener millares o incluso centenares de millares de copias de un clon individual.

Podemos prever que éstos sean utilizados así:

Una muestra de cada clon (quizá algo menos de 50, más probablemente 200-250 unidades), que ya sabemos que está integrado por hembras, podría ser transferido a las receptoras y después criado hasta el momento en que lleguemos a disponer de los datos sobre sus primeras lactaciones.



**Fig. 1. Primeros estados embrionarios en el bovino. El número de días transcurridos desde el estro es aproximado. Hay que notar la reducción en las dimensiones de los blastómeros individuales durante las divisiones pre-blastocisto. En el estado de mórula es necesaria una alta concentración de células para dar comienzo a los procesos de especialización. El blastocelo (cavidad) es típico de todos los estados de blastocisto (a partir del séptimo día). La agresión de células (ICM, o sea masa celular interna) está algo separada del estrato de células (TE, trofoblasto) que delimita la cavidad.**

Comparando los rendimientos de cada clon en prueba, podremos identificar cuales deben ser distribuidos a los ganaderos. Los otros podrán ser destruidos o vendidos a precios muy bajos.

Los ganaderos, en vez de comprar semen, podrán sincronizar las vacas receptoras y utilizar para éstas embriones probados. Las receptoras en exceso, o sea las que no sirven para producir las hembras para la remonta, podrían utilizar embriones provenientes de clones más bien diferentes, por ejemplo probados para la producción de terneros de carne blanca o de novillos.

Esto significa que se podrá modificar radicalmente el modo de trabajar en las granjas de nuestros ganaderos.

En efecto, podrá adquirir gran importancia la sincronización de las receptoras, obtenida probablemente por medio del procedimiento que ya hemos descrito.

El porcentaje de no retorno podría ser mejorado, porque los tiempos requeridos por la transferencia de embriones son menos rígidos que los requeridos para la fertilización artificial (F.A.).

Los rendimientos individuales en términos de producción de leche de las vacas adultas conllevarán decisiones en términos de alejamiento de la granja (y por tanto de no-fecundación), dado que éstas no contribuyen ya genéticamente al nacimiento de la futura generación.

Las organizaciones que trabajan en la fecundación artificial mantendrán la responsabilidad de la mejora genética por medio del uso de esquemas "Moet", aplicados a explotaciones-núcleo que dispongan de hembras decididamente de élite.

Estas organizaciones, en vez del semen, pondrán a disposición de los ganaderos los



El veterinario estudia al microscopio los embriones recogidos con el "flushing".

embriones a precios aceptables.

Los ganaderos deben estar informados debidamente sobre el hecho de que, a pesar de que los miembros de un determinado clon sean genéticamente idénticos, cada uno de los individuos manifestará sin duda una gran variabilidad en los rendimientos.

Sabemos, en efecto, que sólo una pequeña (pero muy útil) parte de la variabilidad que comprende el carácter producción de leche en una población de ganado es de origen genético.

Los componentes no genéticos de esta variabilidad, que comprenden la alimentación, la sanidad, la adaptabilidad y el comportamiento, son siempre importantes.

Estos aspectos representan los elementos fundamentales de desafío para los genetistas que pretenden estimar el valor genético de un sujeto. Asimismo, representan el obstáculo más difícil que un ganadero debe superar en el momento de identificar las hembras de superior valor genético sobre las cuales plantear la selección.

La nueva fase de la selección hacia la que caminamos verá una importancia cada vez menor de los problemas ligados a la individualización de las decisiones estratégicas de las que depende el paso de la generación actual a la siguiente.

El verdadero interés para el ganadero se centrará en los rendimientos de las hembras de un particular clon que él encuentre en su explotación y en la comparación entre éstos y los de las hermanas idénticas obtenidos en otras explotaciones.

La mayor parte de las diferencias encontradas entre las diversas explotaciones representarán la expresión de los diferentes sistemas de gestión adoptados.

Podemos prever una mayor flexibilidad en las decisiones que conciernan a la alimentación, la estabulación y el ordeño, y esto sucederá cuando una mayor uniformidad genética obtenida con la clonación permita cuantificar el impacto real de estos factores no genéticos.

A los ganaderos se les suministrará un instrumento eficazísimo para confrontar la eficiencia de su propio sistema de gestión respecto a los aplicados en otras explotaciones, y esto les permitirá efectuar oportunas adecuaciones para aumentar la rentabilidad del trabajo.



Instrumentos con los que se eligen y se estudian los embriones en el líquido de "flushing".