

## Consideración de diferentes aspectos de la Inseminación artificial (IA) en bovinos

*D.V.M. Decuadro-Hansen\**

Director de Marketing Estratégico del Hemisferio Sur de Virbac, Francia. Investigador. Ex Gerente de Producción en la empresa IMV, Francia; Asesor Privado en Reproducción animal.

\*E-mail: gdh61@hotmail.com

### RESUMEN

Ante la alta demanda de proteína animal que se prevé para el mundo en pocos años, es necesario extremar las medidas que mejoren la eficiencia de las fuentes de provisión de estas proteínas, particularmente carne y leche. Las biotecnologías de la reproducción animal adquieren una relevancia privilegiada en estas mejoras por su impacto productivo. En el marco de estas biotécnicas, la inseminación artificial a tiempo fijo ha tenido un crecimiento exponencial en el Mercosur donde se ha aumentado en forma muy marcada la proporción de hembras inseminadas en relación a las susceptibles de reproducirse. Esto ha sido además muy marcado en el ganado de carne donde casi el 80% de las hembras son inseminadas. Esto no solo mejora la genética sino que contribuye de forma directa y muy marcada en la productividad de los rodeos. Gracias a este impulso en la demanda se han mejorado los conocimientos en tratamientos, momentos de inseminación. La otra biotécnica que está cambiando el nivel de eficiencia de la producción de bovinos es el uso del semen sexado. Esto es de particular interés en el ganado lechero y su gran impulso en los últimos años ha permitido mejorar muchos aspectos de su uso con lo cual el mismo se extiende día a día. En síntesis, la reciente incorporación masiva de nuevas tecnologías y sistemas de manejo (sexaje del semen, manejo del momento de la IA, IATF) han impulsado y contribuido a su expansión tanto el ganado de carne como en el de leche permitiendo mejorar de forma significativa su productividad.

Palabras clave: Reproducción, bovinos, inseminación artificial, semen sexado.

### ABSTRACT

Given that high demand for animal protein is expected to the world in a few years, we need to take extra measures to improve the efficiency of the sources of supply of these proteins, particularly meat and milk. Biotechnologies of animal reproduction acquire a prime importance in these improvements for their productive impact. As part of these biotechnologies, timed artificial insemination (TAI) has grown exponentially in the Mercosur, which has markedly increased in the proportion of females inseminated in relation to these that are able to be breeding. This has also been marked in beef cattle where almost 80% of the females are inseminated. This improves not only the genetic level of the herds but also contributes directly and significantly in the productivity of these herds. This strong increase in demand has also led to an increase in the quality of the treatments carried out, have better defined the moments to do insemination and because of this, a great increase in fertility of the cows inseminated after these treatments. The other biotechnology that has changing the level of efficiency of cattle production is the use of sexed semen. This is of particular interest in dairy cattle and its great increase in recent years has allowed the improvement in several aspects what has made their increase daily. In short, the recent massive incorporation of new technologies and management systems (semen sexing, handling time of AI, TAI) have promoted and contributed to its expansion both in beef and milk cattle allowing to significantly improving productivity.

Keywords: Reproduction, bovine, artificial insemination, sexed semen.

## 1. INTRODUCCIÓN

Para el año 2050, una población mundial más numerosa consumirá dos terceras partes más de proteínas animales que hoy, con más presión sobre los recursos naturales del planeta. Se prevé un aumento del consumo de carne de casi el 73% para el año 2050; el consumo de productos lácteos crecerá un 58% respecto a los niveles actuales (FAO, 2011). La única forma que tendremos de atender ese desafío, con recursos naturales mundiales limitados, es aumentando la eficacia de las fuentes proveedoras de proteínas entre las cuales se destacan las producciones pecuarias: leche y carne bovina. Frente a este incremento en la demanda proteica las fincas, ya sea de leche o de carne, han comenzado a adaptarse y profundos cambios han sido realizados en los últimos 10 años. En establecimientos lecheros por ejemplo el aumento de la producción de leche ha sido constante llegando a 780 millones de toneladas a nivel mundial en 2013. Sin embargo, si el ritmo del crecimiento de la población continúa al ritmo esperado, se necesitarían 900 millones de toneladas en el 2025.

En este marco, las biotecnologías de la reproducción animal adquieren una relevancia privilegiada por su impacto productivo. Las innovaciones tecnológicas han sido limitadas en el campo de la IA bovina. Sin embargo, algunas de ellas han comenzado a marcar una nueva etapa y su uso esta multiplicándose.

## 2. EL SEXADO DEL SEMEN BOVINO: CLAVES DE ÉXITO

Los procedimientos para sexar semen bovino han sido ampliamente publicados y divulgados (Seidel & Garner, 2002; Garner *et al.*, 2012). Esencialmente 95% del semen sexado usado es congelado, no obstante, existe información de uso de semen sexado en estado líquido en Nueva Zelanda (Seidel, 2014) y en Brasil usado conjuntamente con fecundación *in vitro* (FIV). La utilización del semen sexado se ha incrementado en los últimos 5 años en forma exponencial, especialmente en ganado lechero, gracias a la IA y en ganado de carne gracias a la FIV. En ganado lechero el objetivo primario responde a la necesidad de producir novillas que garanticen la renovación del plantel, evitar los partos distócicos en novillas y reducir el número de becerros machos poco valorizados en las lecherías. El autor estima que dicha biotecnología alcanza, en los países desarrollados, una penetración que oscila entre el 7 a 10% de las IA totales bovinas y 12 a 14% de la 1era inseminación post parto (IAP) y que ha sido utilizada en por lo menos un tercio de los establecimientos lecheros. Sin embargo la diferencia en tasa de no retorno entre semen convencional y sexado todavía es elevado siendo inferior en este último entre 10 a 20 puntos porcentuales con respecto al convencional, inclusive en novillas.

Según Frijters *et al.* (2009) la fertilidad del semen sexado es inferior a la del semen convencional en parte debido a la baja concentración de espermatozoides (spz) por pajuela y, en parte, por el proceso de sexado en sí mismo. En datos publicados por DeJarnette *et al.* (2009) encontraron tasas de concepción del orden del 47 y 53% en novillas Holstein y Jersey respectivamente.

### 2.1. Cuidados en el uso de semen sexado congelado

Ciertos cuidados adicionales deben tenerse cuando se opta por usar semen sexado a campo. Las razones pueden resumirse como sigue:

- **El semen sexado se congela exclusivamente en pajuela fina de 0.25 ml** (200 µlitros de volumen útil). Las pajuelas finas poseen algunas características particulares que las diferencian de las pajuelas medias o de 0.5 ml. Una de ellas es su relación **superficie-volumen** la cual es significativamente superior a la de las pajuelas medias (Tabla 1). Dicha característica le confiere grandes ventajas durante la congelación (enfriado rápido) aunque por el contrario, las expone a calentarse más rápido en caso de exposición a la temperatura ambiente. En

conclusión, particular cuidado debe tenerse al manipular las mismas, ya sea durante la transferencia entre termos, o durante la lectura de las pajuelas en el termo de nitrógeno líquido.

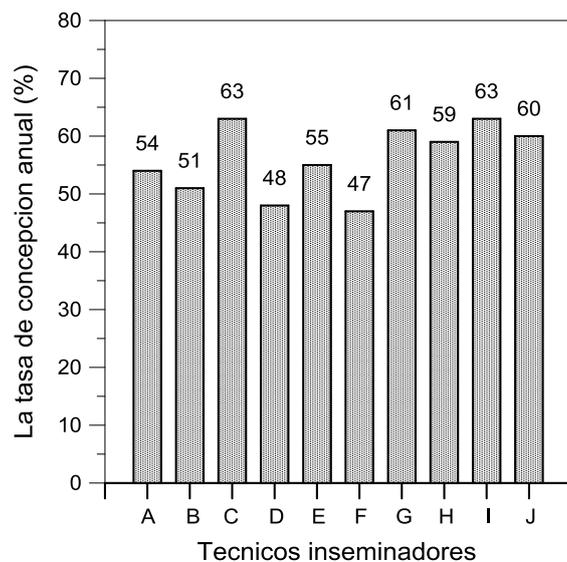
Tabla 1. Diferencias en la superficie y volumen de las pajuelas finas y medianas.

Tipo de pajueta	Superficie en mm <sup>2</sup>	Volumen útil en ml	Vol/superficie
0.5ml	1215	500µL	2430
0.25ml	815	200µL	4075

- **La concentración de espermatozoides** por pajueta es extremadamente baja (10 a 20 veces menos que en las dosis de semen convencionales). Así, una pajueta de semen sexado puede contener 2 millones de espermatozoides totales. Suponiendo que después de la congelación sobreviven 50% de los espermatozoides debemos entender que cada pajueta tendrá alrededor de 200000 espermatozoides móviles.
- **El semen sufrió un stress considerable durante el proceso de sexado** lo cual lo vuelve más sensible que al semen congelado convencional (Frijters *et al.*, 2009).

En consecuencia, todos los cuidados que normalmente que se tienen durante la descongelación de las pajuelas adquieren aquí un valor inestimable.

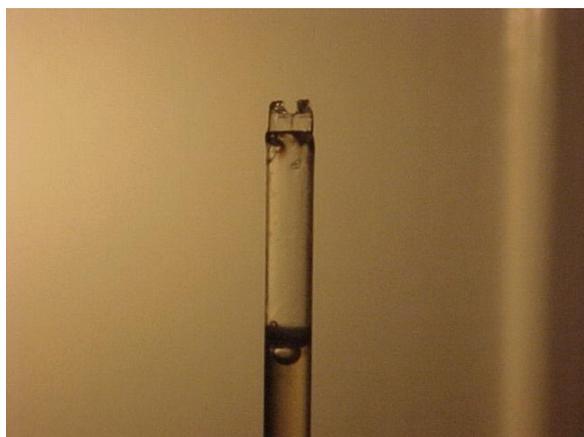
- Receptoras: las **novillas** son las receptoras ideales para el semen sexado (para ganado Holstein se estima con un peso a la IA de  $\geq 350$  kilos y una altura a la cruz de  $\geq 51$  pulgadas -o sea 1.30 mt). De lo contrario, habría que seleccionar vacas sin antecedentes de problemas reproductivos (aborto, endometritis, pneumovagina, etc.) ni repetición de celo. El momento ideal de IA es 12 a 24 h de detectado el celo (evitar IA precoz e IA con después de las 24 h). Sin embargo el momento ideal de IA con semen sexado es de 8 a 10 h después del pico de LH, dicho pico puede determinarse a campo gracias al uso del test PrediBov® (ver más adelante).
- **Condiciones del rebaño** (Manejo): a) Vacunado contra enfermedades reproductivas (BVD, IBR, Leptospira, venéreas), b) Mineralización/Desparasitado, c) Buen score de condición corporal o ganando peso (condición sine qua non en vacas lecheras).
- Stress: **Instalaciones de contención correctas y de preferencia evitar de inseminar con semen sexado animales nerviosos**. No inseminar con semen sexado si existe stress calórico «onda de calor» (veranos fuertes).
- El intervalo **mínimo** entre el parto y la 1era IA con semen sexado debería ser de 60 días.
- **Evitar de usar el semen sexado durante IATF o tratamientos hormonales de inducción de ovulación**. En regla general, no se recomienda el uso de semen sexado junto con la IATF (Seidel, 2014), sin embargo en experiencia del autor el mismo puede ser usado con excelentes resultados en el celo de retorno al de sincronización.
- Cuando es usado en **IA de donantes de embriones**, usar de preferencia 3 dosis/celo a las 18, 24 y 30 h de iniciado el celo y de preferencia acompañar con LH o GnRH y/o seguimiento ecográfico de la donante.
- Seleccionar **técnicos inseminadores experimentados y entrenados a manipular pajuelas finas**. Existen diferencias significativas en tasa de concepción entre técnicos inseminadores (Fig. 1). Dentro de los técnicos inseminadores disponibles deberíamos seleccionar a aquellos que obtienen buenos resultados y no dudar en formarlos regularmente.
- Almacenar las pajuelas (de preferencia) en el termo de nitrógeno líquido con el **sistema gobelet/visotube (Fig. 2) que permite mantener protegida la pajueta en todo instante**. Solo manipular pajuelas con **pinzas**.
- Usar un **descongelador automático regulado entre 35 a 37°C** y descongelar las pajuelas durante 1 minuto. Descongelar una pajueta por vez.



**Figura 1.** Variación anual en la tasa de concepción de 10 técnicos inseminadores experimentados con más de 10 años de actividad (Francia).



**Figura 2.** Termo de nitrógeno líquido con el sistema gobelet/visotube.



**Figura 3a.** Burbuja en parte superior de la pajuela.



**Figura 3b.** Cateter de IA colocado en la espalda mientras se introduce mano en recto.

- Una vez descongelada, la pajuela debe ser **secada y sacudida levemente** a los efectos de hacer montar la burbuja de aire hacia la extremidad sellada por ultrasonido evitando de esta forma de perder una gota de semen al cortar la extremidad sellada de la misma (Fig. 3a).
- **Homogenizar 2 o 3 veces la dosis de semen**, introducir la pajuela en el pistolete de inseminación previamente entibiado, colocar una vaina de IA y confirmar que el pistón del pistolete ingresó en la parte posterior de la pajuela. Presionar levemente el pistón, comprobar que la columna de semen avanza en la pajuela sin hacer “perlar” (perlar=hacer aparecer una gota de semen en la parte anterior del pistolete). Colocar el pistolete de IA en la espalda (Fig. 3b) permitiendo mantener el mismo a una temperatura próxima a 34°C y dejar las manos libres para higienizar y palpar la vaca.

Particular interés existe en el uso de las **vainas de inseminación alpha™** (IMV Technologies) que combina salida lateral del semen (como en una vaina de transferencia de embriones) así como un plástico con cualidades especiales que permite el progreso delicado de la misma en el cuello del útero de las novillas (Fig. 4).

Realizar la IA en el **cuerpo del útero**, evitar la IA profunda en los cuernos uterinos (Seidel, 2014).

- Cuidados especiales deben tomarse respecto a la **detección de celo** cuando se usa semen sexado. Por experiencia del autor, debería tomarse **más de un signo estral** para decidir que una novilla será inseminada con una dosis de semen sexado (p.ej. aceptación a la monta y presencia de moco vulvar estral). El uso de métodos de “ayuda a la detección de celo” como toros retajos -vasectomizados o con pene desviado-, pinturas de detección de celo como la tail paint®, parches de detección de celo, kamar®, podómetros, heatime™, etc, **está altamente aconsejado. Sin embargo, una vez más, la detección del pico de LH presenta aquí ventajas importantes.**



**Figure 4.** Extremidad de la vaina alpha (IMV Technologies, France) salida lateral del semen.

### 3. ¿MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN: ESTAMOS REALIZANDO LA IA EN EL MOMENTO IDEAL?

La fertilidad y fecundidad de los rebaños bovinos es uno de los parámetros difíciles de controlar en condiciones de campo. La degradación de la tasa de no retorno y el aumento del intervalo entre partos son frecuentemente evocados en las diferentes encuestas realizadas en ganado lechero en los últimos 10 años. Dicha variación es en parte debida a problemas genéticos, sanitarios, de nutrición, de manejo o de mano de obra de las fincas. Así, el éxito en IA está sometido a numerosos factores que entre otros requiere de una vaca ciclando que exprese bien los síntomas de celo, detectada e inseminada durante la fase ovulatoria y en buenas condiciones.

La detección de celo, constituye uno de los puntos clave del éxito de la IA. La misma resulta de la combinación de la expresión por las vacas de los signos de celo acompañada de ovulación y de la observación por el personal de la finca. En vacas lecheras los celos son más discretos. Así por ejemplo, en vacas Holstein, solo 60% de las mismas aceptan la monta de otra vaca durante su celo (Kerbrat *et al.*, 2004; Disenhaus *et al.*, 2005). Asimismo, el tiempo dedicado a la observación del celo se ha reducido en forma significativa debido al aumento del tamaño de los rebaños y de la falta de tiempo dedicado a la observación de los animales. A los efectos de paliar este inconveniente, diferentes sistemas de ayuda a la detección de celos se han incorporado desde la simple utilización de pinturas o parches pasando por el monitoreo con podómetros, videocámaras o el uso de toros vasectomizados. Recientemente, Chanvallon *et al.* (2014) evaluaron 3 dispositivos de ayuda a la detección de celo (Afitag, HeattimeRumiact, Heatphone) en vacas lecheras durante el post parto llegando a la conclusión que dichas herramientas son de un gran ayuda a partir de 50 días post parto o a partir de la 2da ovulación (la primera ovulación post parto es frecuentemente asociada a un celo silencioso o de muy corta duración). Dichas herramientas todavía no remplazan la observación de un funcionario experimentado. Según una encuesta realizada en 2006 por Fertilia en Francia, 42% de los productores lecheros encuentran hoy en día dificultades claras en la detección de celos.

La ovulación en la vaca se produce 24 a 30 h después del inicio del celo con gran variabilidad entre animales. En 6 a 10 h los espermatozoides (spz) llegan a la ampolla de los oviductos (lugar de fecundación) y pierden su poder fecundante en 24 hs. La sobrevivencia de los ovocitos después de la ovulación es restringida a aproximadamente 6 h. En consecuencia se dispone de 20 h después del inicio del celo para inseminar una vaca (Dransfield *et al.*, 1998).

La IA debería realizarse próximo a la ovulación a los efectos de maximizar el acceso de los spz al ovocito antes que el mismo pierda viabilidad (Dalton *et al.*, 2001). Entre la observación de los signos que determinan la llamada al inseminador y la IA los intervalos comprendidos entre 0 y 18 h permiten tasas de gestación superiores a aquellos superiores a las 24 h. Globalmente los mejores porcentajes de gestación son obtenidos cuando la IA se practica entre 24 y 4 h **antes de la ovulación** (Roelofs *et al.*, 2006; Hemmi *et al.*, 2013). En condiciones de campo y sobre todo en vacas Holstein la noción de IA en el sistema AMPM penaliza los resultados por el cambio comportamental de las vacas y por el hecho que esta regla aplicada correctamente exige la detección del **inicio** del celo.

Una parte de los fracasos observados en IA se explican por la inadecuación entre el momento de ovulación y el de la inseminación. En efecto, aproximadamente 25% de las vacas ovulan más de 30 h después del inicio del celo y aproximadamente 10% a más de 36 h. Esos retrasos en la ovulación se deben a un pico de LH de menor amplitud y retardado (Bloch *et al.*, 2006). La mayoría de los autores concuerdan que la variabilidad del intervalo entre el inicio del celo y ovulación se debe en casi un 80% a la variabilidad entre el intervalo entre inicio del celo y el pico de LH (Saumande & Humblot, 2005). Asimismo en ciertas vacas el pico de LH se presenta antes del celo clínico (Maurel *et al.*, 1994). En conclusión, el pico de LH puede presentarse antes durante o después del celo clínico.

Sin embargo el intervalo entre pico de LH y ovulación es muy constante en la vaca (Saumande & Humblot, 2005). En efecto el pico de LH puede presentarse antes del comportamiento de celo ya sea en celo natural como en el sincronizado o de superovulación de donantes de embriones. Dupuy *et al.* (2012) encontraron que hasta 50 a 65% de las novillas tienen su pico de LH 12 a 24 h antes del inicio del celo.

A los efectos de poder precisar el momento de ovulación hoy en día es posible dosar el pico pre ovulatorio de LH en la sangre de la vaca a campo con un test rápido (Kit Prédi'Bov, Repropharm, Nouzilly, France). En función de dicho test las IA deberían hacerse entre 7 a 15 h después de un test positivo y el momento ideal en esa ventana horaria sería 8 a 10 h después del pico de LH. En efecto, las observaciones permitieron confirmar un aumento de 10 puntos en la tasa de gestación sobre 582 inseminaciones de vacas lecheras en la región de Bretagne en Francia cuando la IA fue realizada 7 a 15 h después de un test positivo y de 22 puntos cuando era realizada entre 8 a 10 h después (Maurel, comunicación personal). Asimismo un primer ensayo fue realizado en un efectivo de 76 vacas sincronizadas con implante vaginal obteniéndose 56% de gestación cuando la IA es realizada en protocolo clásico a las 56 h de retiro del implante vaginal versus 74% de gestación cuando la IA es realizada en función del pico pre ovulatorio de LH detectado por PrediBov (Maurel, comunicación personal).

#### **4. INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO (IATF): ALTO IMPACTO EN LA REGIÓN MERCOSUR EN GANADO DE CARNE**

Existen diferentes métodos de evaluación de la eficiencia reproductiva en ganado de carne y una de las formas utilizadas por los productores es la simple medida del porcentaje de gestación de las vacas y novillas al final de la estación de monta. Sin embargo dicho índice no nos dice cuando es que la gestación de las hembras se realizó efectivamente. En efecto, en ganaderías de carne el momento de nacimiento es vital para el crecimiento de los terneros. Así sabemos que los animales que nacen en el inicio de la estación de monta (cabeza de parición) presentan mejor desarrollo que aquellos que lo hacen tardíamente lo cual reduce en forma significativa el tiempo de engorde del ganado.

Uno de los grandes problemas que ha enfrentado la IA en bovinos y ha frenado su expansión sobretudo en ganado de carne, es la presentación de celo y su detección así como el tiempo requerido para cubrir por este método un rebaño bovino. Este problema esta agravado en ganado *Bos Indicus* en donde el comportamiento reproductivo presenta algunas peculiaridades en relación con los *Bos Taurus*: concentración y/o sensibilidad diferente de GnRH, LH, estrógenos y progesterona, ciclos estrales con 3 o 4 ondas foliculares, celo corto y presente sobre todo la noche, mayor frecuencia de celos silenciosos, largo anestro post parto (Yelich & Bridges, 2012; Meneghetti & Vasconcelos, 2008; Pinheiro *et al.*, 1998).

Globalmente y según estimación del autor, la IA produce menos del 5% de los nacimientos en ganado de carne en el mundo. Sin embargo, una nueva tendencia se inicio en la década de los 2,000 con la incorporación de la IATF en forma masiva, particularmente en la región llamada del Mercosur (Uruguay, Argentina, Brasil, Paraguay). La IATF apunta a sincronizar el celo e inducir la ovulación por medio de protocolos hormonales así como a inseminar un rebaño sin necesidad de detectar el celo. Las principales ventajas de la IATF son la de inseminar un grupo de hembras, con día y hora marcado, eliminando la detección de celo así como induciendo la ciclicidad en las hembras en anestro (vacas paridas y vaquillonas) lo cual contribuye a incrementar la eficiencia reproductiva de la finca y a racionalizar el trabajo a campo beneficiándose del impacto genético acarreado por la calidad genética del semen utilizado. Todo esto repercute en el crecimiento y peso al destete de los becerros. Para la finca de carne la IATF da la posibilidad de adelantar la estación reproductiva y concentrar las actividades de IA y partos por un lado, así como de incrementar los kg de carne extra obtenidos en los terneros al destete, hijos de toros de alto potencial genético. La IATF es una tecnología que ha ingresado en las fincas en forma masiva sobre todo en la región Mercosur donde hoy en día, más del 85% de las inseminaciones en las fincas de carne son realizadas por este método.

Existen diferentes protocolos de sincronización de celos disponibles. Sin embargo, aquellos que han penetrado el mercado en forma masiva utilizan dispositivos vaginales de progesterona mono uso (0.5 a 0.75 g de progesterona) o los mal llamados multiuso (mayores a 1 g de progesterona) que permanecen durante un periodo de 7 a 9 días combinados con estradiol (benzoato y/o cipionato), prostaglandinas y en ocasiones eCG (PMSG) y GnRH.

## MASKANA, 1er CONGRESO INTERNACIONAL DE PRODUCCIÓN ANIMAL ESPECIALIZADA EN BOVINOS, 2015

Es aceptado que para ganado de carne existe suficiente progesterona en un dispositivo vaginal de 1 g o más para poder sincronizar hasta dos veces la onda folicular y la ovulación; así Sales *et al.* (2015) encontraron diferencias en los perfiles farmacocinéticos de progesterona entre dispositivos nuevos y usados 1 o 2 veces, no obstante lo cual todos permitieron inducir la ovulación y obtener tasas aceptables de gestación.

A continuación se muestran ejemplos de protocolos de sincronización empleados por grupos de IATF realizando más de 15,000 IA/año.

### Brasil, en razas Bos indicus (Nelore)

#### *Vacas*

- Día 0-2 mg BE+implante vaginal con 1 g de progesterona
- Día 8-retiro de implante+300 UI de eCG+PGF+1 mg de ECP (en primíparas, 400 UI de eCG)
- Día 10-IATF (48 h)

#### *Novillas*

- Día 0-2 mg BE+implante auricular de progesterona
- Día 8-retirada+300 UI de eCG+PGF+0.5 mg de ECP
- Día 10-IATF (48 h)

El uso de eCG en fin de tratamiento es altamente frecuente en los protocolos de sincronización de ganado zebuino en Brasil y su uso posibilita llegar a tasas de gestación del orden de 50% (Sa Filho *et al.*, 2009; Baruselli *et al.*, 2003; Cutaia *et al.*, 2004) posiblemente debido al efecto FSH/LH de dicha hormona en vacas en anestro.

### Argentina, en razas Bos Taurus (Angus o cruza)

- Día 0- 2 mg BE+implante vaginal con 0.5 a 1 g de progesterona.
- Día 7 u 8 -retiro de implante vaginal+PGF+1 mg de ECP.
- Día 9-10 -IATF (inicio 48 a 50 h después de retiro de implante).

Existen diferentes variantes a estos protocolos. Una de ellas es el control visual del rebaño a las 36 h de retirado el implante y la IA de aquellas hembras presentando signos de estro siendo el resto del grupo inyectado con GnRH e inseminado en IATF a las 12 h de dicha inyección (De Nava Silva & Rodríguez Sabarrós, 2012).

Luego de realizada la IATF los animales inseminados son ya sea colocados con un toro unos 10 días después de la inseminación o pasan a un protocolo de re sincronización de celos (2da IATF) una vez realizado el diagnóstico de gestación por ecografía. Esencialmente el tipo de protocolo usado es función de la edad de los animales, de la presencia del ternero al pie así como de su condición corporal. Numerosos factores influyen los resultados pero los más impactantes son la condición corporal al inicio del tratamiento de sincronización de celos y el plano nutricional del rebaño, el efecto inseminador, el efecto toro y el efecto partida de semen (Bridges *et al.*, 2013; Baruselli *et al.*, 2003; Bó *et al.*, 2007).

El tiempo total transcurrido desde el inicio del protocolo y la IATF oscila entre los 9 y 10 días y todas las vacas son inseminadas en un rango de 4 h. En regla general en la región Mercosur los lotes de IATF oscilan de 10 a 400 animales.

En regla general las IA comienzan a las 50 hs de retirado los dispositivos siendo la mano de obra y la calidad de las instalaciones claves para el buen desarrollo del trabajo. En trabajos de IATF con rebaños grandes (200 animales o más) se recomienda trabajar con 2 o 3 personas para la manipulación de los animales, una persona destinada a descongelar y preparar las pistolas de IA y 2 técnicos inseminadores. En estas condiciones y con instalaciones correctas se puede trabajar a un ritmo de 40 a 70 vacas/hora.

En los grupos seguidos por el autor en Argentina y Brasil para la última estación de monta en 2014 en una base de 24,000 IA los resultados obtenidos en vacas multíparas oscilaron entre 50 a 60% de gestación/IATF. En primíparas y novillas de 15 meses, los resultados caen y oscilan entre 45 a 50%. Cuando se evalúa la tasa de gestación general (IATF y re-sincronización en las vacas vacías) se

alcanzan porcentajes del orden del 75 al 80% con 2 IATF y 85 a 92% con 3 IATF. Según la base de datos publicados por la empresa Syntex (Argentina) en 2012, sobre 266,978 hembras inseminadas se obtuvo una gestación promedio de 49.48% con un desvío estándar que va del 10 al 82%.

## 5. CONCLUSIÓN

La demanda de proteínas continúa su camino inexorable de expansión ligada a la creciente urbanización, el aumento de la población mundial y de los ingresos por cápita. Entre la actualidad y el año 2022, la FAO prevé una población mundial del orden de 8 billones de personas y paralelamente un aumento anual de la demanda de 1.8% en la producción de leche bovina (llegando a 905 millones de toneladas producidas) y del 1.5% en la producción de carne bovina (llegando a 77 millones de toneladas producidas).

La mejora genética de los rebaños contribuirá a mejorar la calidad y eficiencia de las fincas y en este sentido la IA continuará jugando un rol fundamental. La IA es la biotecnología de la reproducción más utilizada y antigua en la especie bovina. Desde su desarrollo ha generado beneficios tales que se han traducido en los progresos técnicos en forma permanente lo que le ha permitido sobrevivir a las fluctuaciones económicas del mercado. Recientemente se han incorporado nuevas tecnologías y o sistemas de manejo (sexaje del semen, manejo del momento de la IA, IATF) que han impulsado y contribuido a su expansión tanto cuanto en el ganado de carne como en el de leche.

## REFERENCIAS

- Baruselli, P.S., E.L. Reis, M.O. Marques, L.F. Nasser, G.A. Bo, 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim. Reprod. Sci.*, 82, 479-486.
- Bloch, A, Y. Folman, M. Kaim, Z. Roth, R. Braw-Tal, D. Wolfenson, 2006. Endocrine alterations associated with extended time interval between estrus and ovulation in high-yield dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 89, 4694-702.
- Bó, G.A.; L. Cutaia, P. Chesta, E. Balla, D. Picinato, L. Peres, D. Maraña, P.S. Baruselli. 2007. Inseminación artificial a tiempo fijo: ¿Cómo tener los mejores resultados? *Brangus*, 29, 84-90.
- Bridges, G., M.L. Day, 2013. *Management factors that affect success of AI programs in beef cattle*. Annual Conference of the Society for Theriogenology, Aug. 7-10, Louisville, KY, USA.
- Chanvallon, A., S. Coyral-Castel, J. Gatien, J.M. Lamy, D. Ribaud, C. Allain, P. Clément, P. Salvetti, 2014. Comparison of three devices for the automated detection of estrus in dairy cows. *Theriogenology*, 82, 734-741.
- Cutaia, L., G. Veneranda, R. Tribulo, P.S. Baruselli, G.A. Bó, 2003. *Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: Factores que lo afectan y resultados productivos*. V° Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba, 119-132.
- Dalton, J.C., S. Nadir, J.H. Bame, M. Noftsinger, R.L. Nebel, R.G. Saacke, 2001. Effect of time of insemination on number of accessory sperm, fertilization rate, and embryo quality in non lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 84, 2413-8.
- DeJarnette, J.M., R.L. Nebel, C.E. Marshall, 2009. Evaluating the success of sex-sorted semen in US dairy herds from on farm records. *Theriogenology*, 71, 49-58.
- De Nava Silva, G.T., M. Rodríguez Sabarrós, 2012. *Evaluación de dos protocolos de inseminación a tiempo fijo en vaquillonas*. XL Jornadas Uruguayas de Buiatría, 40, 191-192.
- Disenhaus, C., B. Grimard, G. Trou, L. Delaby, 2005. De la vache au système : s'adapter aux différents objectifs de reproduction en élevage laitier? *Renc. Rech. Rum.*, 12, 125-136.

- Dransfield, M.B.G., R.L. Nebel, R.E. Pearson, 1998. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.*, 81, 1874-82.
- Dupuy, L., C. Joly, J. Decourtye, P. Salvetti, E. Kara, A. Morel, F. Charreaux, S. Lacaze, J.L. Schwartz, C. Ponsart, M.C. Maurel, 2012. Detecting pre-ovulatory luteinizing hormone peaks in order to optimize the ratio of viable embryos using Predi'Bov®, a new on-farm ovulation test. *Reprod. Ferti. Dev.*, 25, 225-225.
- FAO, 2011. *How to feed the world in 2050?* Disponible en [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf) (accessed 30 January 12).
- Frijters, A.C., E. Mullaart, R.M. Roelofs, R.P. van Hoorne, J.F. Moreno, O. Moreno, J.S. Merton, 2009. What affects fertility of sexed bull semen more, low sperm dosage or the sorting process? *Theriogenology*, 71, 64-7.
- Garner, D.L., K.M. Evans, G.E. Seidel, 2012. Sex-sorting sperm using flow cytometry/cell sorting. *Methods Mol. Biol.*, 927, 279-295.
- Hemmi, K., I. Kobayashi, M. Kajisa, G. Kitahara, K. Fukuyama, H. Harada, S. Kamimura, 2013. Effects of AI protocol and time interval from onset of estrus to AI on conception rate in Japanese Black cows. *Anim. Sci. J.*, 84, 23-7.
- Kerbrat, S., C. Disenhaus, 2004. A proposition for an updated behavioural characterization of the oestrus period in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 87, 223-38.
- Maurel, M.C., P. Thiery, F. Menissier, S. Astruc, B. Bouguennec, J. Saumande, 1994. Détection du pic de LH pour juger l'efficacité des traitements de contrôle de l'ovulation: application à l'analyse de la subfertilité des vaches culardes. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 217-220.
- Meneghetti, M., J.L.M. Vasconcelos, 2008. Calving date, body condition score, and response to a timed artificial insemination protocol in first-calving beef cows. *Braz. J. Vet. Anim. Sci.*, 60, 786-93.
- Pinheiro, O.L., C.M. Barros, R.A. Figueiredo, E.R. Valle, R.O. Encarnação, C.R. Padovani, 1998. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 alpha or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, 49, 667-81.
- Roelofs, J.B., E.A. Graat, E. Mullaart, N.M. Soede, W. Voskamp-Harkema, B. Kemp, 2006. Effects of insemination-ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology*, 66, 2173-81.
- Sá Filho, O.J., M. Meneghetti, R. Peres, G. Lamb, J.L.M. Vasconcelos, 2009. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. *Theriogenology*, 72, 210-218.
- Sales, J.N., J.B. Carvalho, G.A. Crepaldi, J.G. Soares, R.W. Giroto, J.R. Maio, J.C. Souza, P.S. Baruselli, 2015. Effect of circulating progesterone concentration during synchronization for fixed-time artificial insemination on ovulation and fertility in *Bos indicus* (Nelore) beef cows. *Theriogenology*, 83, 1093-100.
- Saumande, J., P. Humblot, 2005. The variability in the interval between estrus and ovulation in cattle and its determinants. *Anim. Reprod. Sci.*, 85, 171-82.
- Seidel, G.E. Jr., 2104. Update on sexed semen technology in cattle. *Animal.*, 8(Suppl. 1), 160-4.
- Seidel, G.E. Jr., D.L. Garner, 2002. Current status of sexing mammalian spermatozoa. *Reproduction*, 124, 733-743.
- Yelich, J., A. Bridges, 2012. *Synchronization response: Bos taurus vs. Bos indicus cattle*. In: Beef Improvement Federation Houston, Texas. Disponible en <http://www.bifconference.com/bif2012/proceedings-pdf/08yelich-bridges.pdf>, 22 pp.