



Materia **Tema**
02 **013**

Manejo

MOMENTO OPTIMO DE INSEMINACIÓN

Por Benny Van Haandel:

Existen varias teorías y estudios al respecto del tiempo óptimo de inseminación. Estos estudios se centran en la optimización de la fertilidad y del tamaño de camada, minimizando, al mismo tiempo, la mano de obra y el número de dosis de semen utilizadas. Diferentes tipos de empresas pueden requerir diferentes tipos de estrategia para optimizar la detección de celo según sus requerimientos particulares. Los clientes de Inseminación Artificial pueden preferir el minimizar el número de dosis de semen utilizadas (Doble inseminación como norma básica), mientras que empresas integradoras que disponen de sus propios centros de Inseminación Artificial pueden optar por la optimización de resultados.

En esta investigación llevada a cabo con cerdas destetadas de primer ciclo en la Universidad de Alberta, se recogieron gran cantidad de datos al respecto de los tiempos de detección de celo, Inseminación Artificial y ovulación. Esta información ofrece la oportunidad de reevaluar varias estrategias de detección de celo e Inseminación Artificial dirigidas a optimizar el momento de inseminación y, consiguientemente, maximizar la

fertilidad y el tamaño de camada, minimizando al mismo tiempo mano de obra y número de dosis.

Parece claro que estén diferencias en los intervalos destete-celo (IDC) entre razas. El acortamiento del IDC ha sido un criterio de selección a largo plazo en las líneas maternas Hypor. Dado que el IDC esta correlacionado negativamente con la duración del celo, puede predecir que la disminución del IDC resultará en una duración del celo más larga y que el intervalo desde el inicio del celo hasta la ovulación será mayor. En consecuencia, puede ser necesario revisar los tiempos de detección de celo e inseminación en aquellas líneas que muestran de forma consistente un IDC más corto. Sin embargo, de las diferentes estrategias discutidas en este Infohypor, existe un protocolo que parece aplicable en la mayoría de las situaciones y que puede proporcionar importantes ahorros en mano de obra y dosis de semen, en comparación con protocolos en uso actualmente en muchas explotaciones.

Introducción.

Las claves para una Inseminación Artificial exitosa son: 1) la sincronización de la inseminación, 2) la detección de celos, 3) la calidad del semen y, 4) un personal entrenado y formado. Durante los últimos años, numerosos estudios, que examinan estos cuatro factores clave, han sido realizados y publicados.

Qué es lo que sabemos:

1.- El intervalo óptimo entre inseminación y ovulación está entre 0 y 24 horas antes de la ovulación (Soede, 1995).

2.- Hay una alta variabilidad entre cerdas en lo referente al momento de ovulación con respecto a la duración del celo, pero, en general, la ovulación tiene lugar aproximadamente en torno al 64-83% de la duración del estro (Kemp, 1998).

3.- La duración del estro es inversamente proporcional al intervalo destete-celo (Kemp, 1998; Patterson, 2002). Por ejemplo, cerdas con un IDC corto tienden a tener celos más largos que cerdas con IDC prolongados.

4.- Idealmente, el semen debería tener menos de 48 horas. Waberski (1994) demostró que almacenamientos del semen de 48 a 87 horas provocaban reducciones significativas de la tasa de fertilización del 80 al 54%, incluso en cerdas inseminadas entre las 12-24 horas antes de la ovulación.

5.- Dado que celos prolongados indican ovulaciones tardías, las cerdas deberían ser inseminadas si todavía muestran un reflejo de quietud fuerte.

6.- Un buen manejo es la clave para el éxito y tanto la selección del personal como un entrenamiento extenso son esenciales (Burke, 1999).

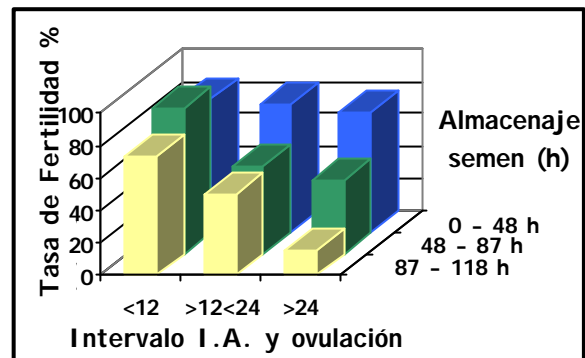


Figura 1. Tasa de fertilidad en función de los diferentes intervalos entre ovulación e inseminación y el tiempo de almacenamiento del semen

Protocolo experimental

En un reciente experimento dirigido por el Centro de Investigación y tecnología de la Universidad de Alberta, 32 híbridas F1 (LWxLR) primíparas, fueron asignadas para la prueba.

Después del destete, las cerdas fueron alojadas individualmente y desde el tercer día postdestete fueron receladas durante 5 minutos dos veces al día, a las 8:00 a.m. y a las 4:00 p.m., aproximadamente, con verracos maduros; resultando períodos entre recelas de 8 y 16 horas.

El inicio del celo fue registrado como el primer momento en que la cerda muestra el reflejo de inmovilidad en respuesta a la presión dorsal practicada por un operario, en presencia de un verraco. Las cerdas seguirán siendo receladas hasta el final del celo, para determinar la duración del mismo.

Si el celo fue detectado por la tarde, las cerdas se cubrieron a las 16, 40 y 64 horas del comienzo del mismo. Por el contrario, si el celo se detectó por la mañana, las cerdas fueron cubiertas a las 8, 32 y 56 horas de la detección. Las cerdas fueron cubiertas durante el tiempo que presentaron reflejo de inmovilidad. Las cerdas no se cubrieron si el celo no era fuerte y la cubrición previa fue realizada con un reflejo de inmovilidad correcto.

La duración del celo se determina como el tiempo transcurrido entre la mitad del período entre la primera detección de celo y el momento previo en que no se detecta, y la mitad del período entre la última detección de celo y el subsiguiente momento en que se deja de detectar.

Se realizaron mediciones en ovario derecho mediante untrasonidos. Se llevaron a cabo cada 8 horas, comenzando las mismas 24 horas después de comenzado el estro hasta que la ovulación fue detectada. El momento de ovulación fue registrado como la mitad del período entre la última detección de folículos y su subsiguiente desaparición.

Resultados.

Los resultados del presente experimento confirman resultados previos de otros experimentos (Soede, 1995; Patterson, 2002): hay una correlación negativa entre el intervalo destete-celo y la duración del celo, (Figura 2) y hay una correlación positiva entre la duración del celo y el momento de ovulación (Figura 3).

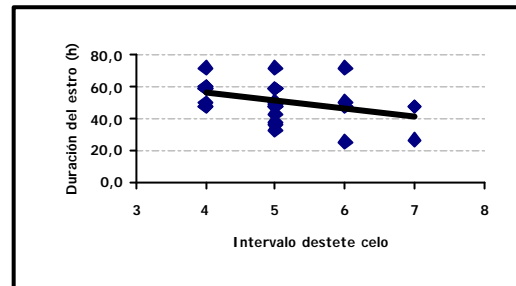


Figura 2. Relación entre el intervalo destete celo y la duración del estro.

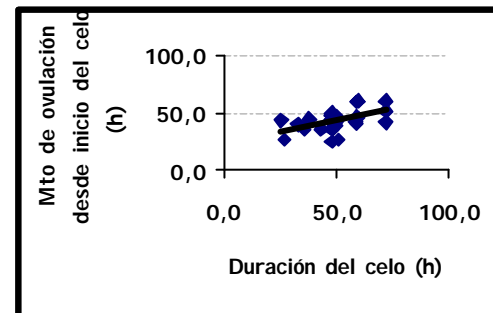


Figura 3. Relación entre la duración del estro y el momento de la ovulación con respecto al comienzo del mismo.

La figura 4 ilustra los datos reales recogidos durante la prueba (ver leyenda para interpretar las figuras). La duración del estro varió entre 26 y 72 horas y la ovulación tuvo lugar entre el 52 y 129% de la duración del celo. Retrasándola sólo 8 o 16 horas después de la primera detección de celo, cuando se recela dos veces al día, la primera inseminación tendrá lugar fuera

del período preferente de inseminación (24 horas antes de la ovulación) en prácticamente todos los casos. Por lo tanto, **nuestra primera recomendación es que la primera inseminación se retrase en éstas cerdas.**

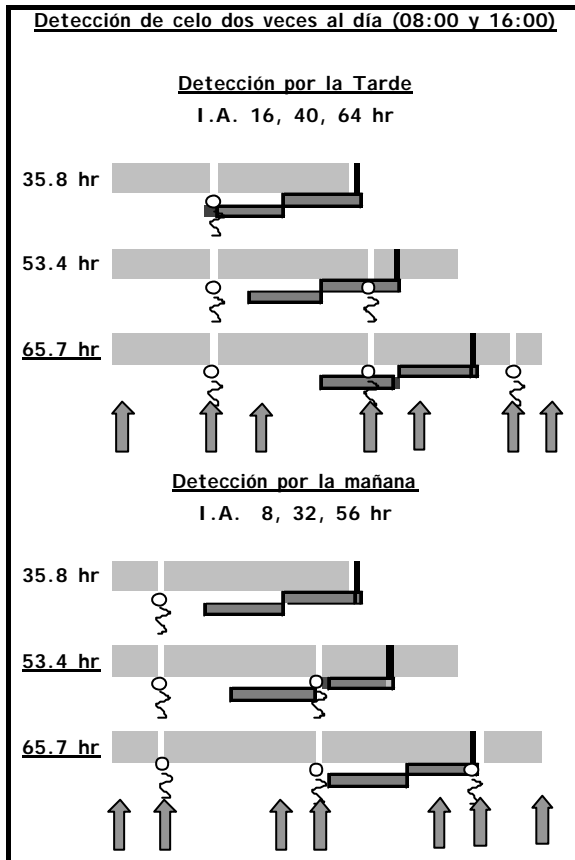
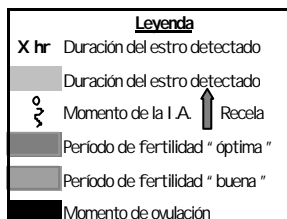


Figura 4 Duración del estro, momento de ovulación e I.A. en cerdas de primer ciclo, receladas dos veces al día.



Protocolos de Inseminación Artificial.

Empleando los datos acumulados en estas pruebas, hemos pronosticado la duración del celo, el momento de la ovulación y los períodos de buena fertilidad (12-24 horas

antes de la ovulación) y de óptima fertilidad (0-12 horas), bajo distintos protocolos de recela/inseminación. Las siguientes posibilidades de coordinación recela/inseminación serán analizadas:

Opción 1: Recela dos veces al día (a.m./p.m.). Tras la detección del celo, retrasamos la I.A. 24 horas, luego cubrimos a las cerdas cada mañana y tarde hasta dejar de detectar celo (Figura 5).

Opción 2: Recela dos veces al día (a.m./p.m.). Tras la detección del celo, retrasamos 24 horas la primera inseminación, luego cubrimos cada 24 horas hasta la desaparición del celo (Figura 6).

Opción 3: Recela una vez al día (a.m.). Tras la detección del celo, inseminamos la cerda (0 horas), después cubrimos cada mañana (intervalos de 24 horas) hasta la desaparición del celo (Figura 7).

Opción 3b: Recela por la mañana, I.A. por la tarde. Tras la detección del celo, retrasamos la I.A. hasta la tarde (8 h), luego cubrimos cada tarde a intervalos de 24 horas hasta el fin del celo (Figura 8).

Opción 4: Recela una vez al día (a.m.). Tras la detección del celo, retrasamos la inseminación hasta la mañana siguiente (24 h), luego cubrimos cada mañana (intervalos de 24 horas) hasta el fin del celo (Figura 9).

Opción 4b: Recela por la tarde, inseminación la mañana siguiente. Tras la detección del celo por la tarde, retrasamos la inseminación hasta la mañana siguiente,

luego cubrimos cada mañana (intervalos de 24 h) hasta el fin del celo (Figura 10).

Por la duración del estro, porque en nuestra prueba la comprobación del celo se realizó al menos dos veces al día, podemos predecir cuándo la cerda habría estado en celo según el programa de recelas perfilado en las opciones. Por ejemplo, si detectamos una cerda en celo a las 16:00 con el protocolo de dos recelas al día, con el sistema de una recela al día, habríamos detectado a esa cerda en celo a la mañana siguiente (08:00 del día siguiente).

El momento de ovulación, ilustrado como una línea negra sencilla, se ha calculado usando la ecuación de regresión de la figura 3 (momento de ovulación = $0.42x + 22.69$; $R^2=0.26$; $r =0.51$). Esto nos proporciona sólo una aproximación al momento de ovulación, ya que éste varía entre cerdas; para ilustrarlo en las próximas figuras, una barra negra indicará la variación en el momento de ovulación (momento de ovulación calculado ± 12.5 horas).

Soede (1995) indicó que el intervalo óptimo entre la ovulación y la inseminación está entre las 0 y 24 horas antes de la ovulación, lo indicaremos con las barras con franjas verticales y diagonales. De todas formas, ya que factores de la cerda como su ciclo o la raza, factores del semen como su calidad o el número de células espermáticas (Waberski 1994), tiempo de almacenamiento, conservación líquida o congelada o el tipo de diluyente usado pueden acortar el período óptimo entre inseminación y ovulación, hemos indicado el “período óptimo” de fertilización en torno a las 12 horas anteriores a la

ovulación, ilustrado como la barra con franjas verticales.

Opción 1

Como muestra la figura 5, cuando se recela dos veces al día, demorarse en la I.A. 24 horas es aceptable, y evita inseminaciones tempranas que sí que ocurren cuando nos retrasamos sólo 8 y 16 horas como ilustra la figura 4. Además, la I.A. a intervalos de 8 y 16 horas no es necesaria, porque tanto la inseminación previa como la posterior serán suficientes para asegurarse de que la cerda fue inseminada en la ventana de 24 horas. De este modo, inseminaciones mostradas con el símbolo de prohibición deberían considerarse superfluas.

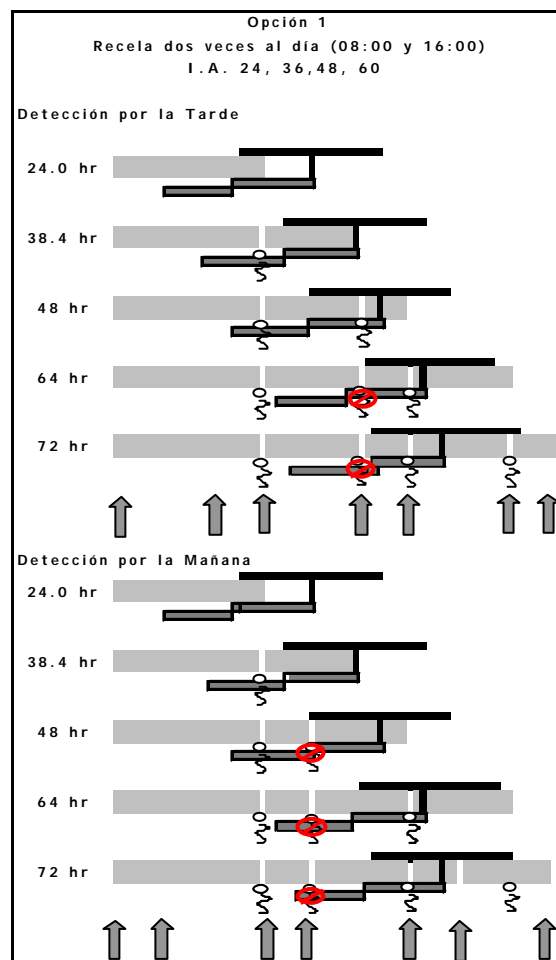


Figura 5. Duración del celo, momento de ovulación, momento de I.A. en cerdas de primer ciclo receladas dos veces al día.

Una sola precaución: si la duración del estro es de 24 horas o menos, retrasar la I.A. 24 horas puede provocar que la cerda no sea cubierta. Éste es el caso de cerdas con IDC cortos (ver figura 3), con las cuales sería necesario revisar el protocolo.

Opción 2

En la Figura 6 mostramos el resultado cuando son eliminadas las inseminaciones superfluas, con I.A. cada 24 horas. Con detecciones de celo dos veces al día, y con I.A. a las 24, 48 y 72 horas después de detectado el estro, nos aseguramos de que la mayor parte de las cerdas son cubiertas dentro del intervalo óptimo de inseminación. Al igual que en la Figura 5, una pequeña proporción de cerdas que no estuvieran en celo a las 24 horas podrían no ser cubiertas.

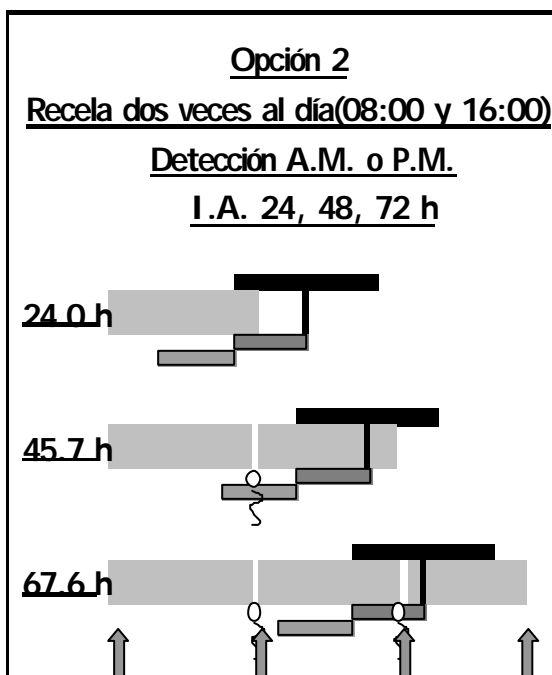


Figura 6. Duración del estro, momento de ovulación y momento de I.A. en cerdas de primera paridad receladas dos veces al día

Opción 3

Para optimizar el empleo de la mano de obra, la detección de celo y la I.A. realizadas una vez al día podrían ser deseables. Como muestra la Figura 7, recelar una vez al día e inseminar al detectar el estro (0 horas), y cada 24 horas mientras que la cerda muestre el reflejo de quietud, puede ser aceptable. Es importante destacar que el estro aparente detectado será más corto cuando se realiza la detección de celo una vez al día en comparación con detecciones dos veces al día. Esto ocurre porque el intervalo entre recelas se incrementa. De todas formas, ya que el intervalo correcto entre ovulación e inseminación es de 24 horas, cada cerda debería ser cubierta durante el período óptimo.

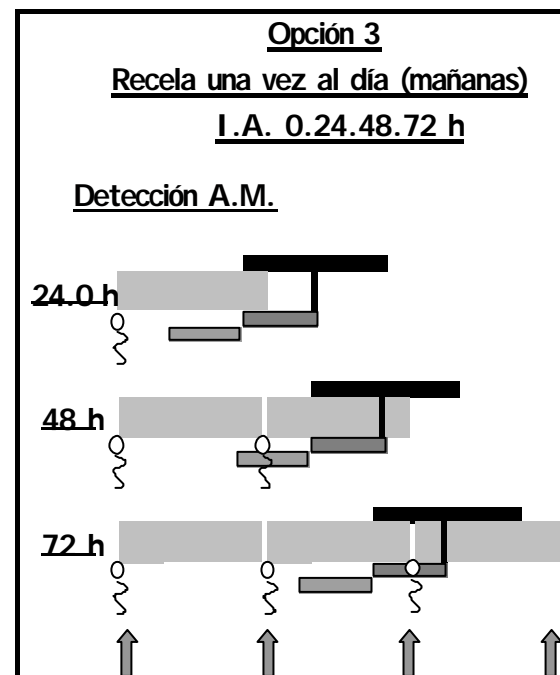


Figura 7. Duración del celo, momentos de ovulación e I.A. en cerdas de primer ciclo con recela una vez al día.

Opción 3b

Si combinamos la detección de celo por la mañana con la I.A. la tarde siguiente y luego cada 24 horas, la sincronización de la I.A. podría parecer incluso mejor (Figura 8). Los beneficios de este protocolo son: 1) ya que la recela y las inseminaciones están separadas, el personal puede centrarse en una tarea cada vez (recelas por las mañanas, cubriciones por las tardes); 2) después de las recelas de la mañana, el personal puede preparar con mayor precisión las cubriciones de la tarde (distribución del tiempo, número de botellas de semen necesarias), y 3) retrasar 8 horas la primera inseminación puede tener como consecuencia, especialmente en cerdas con estros cortos, que la inseminación tenga lugar en el período de cubrición “óptimo” o “bueno”.

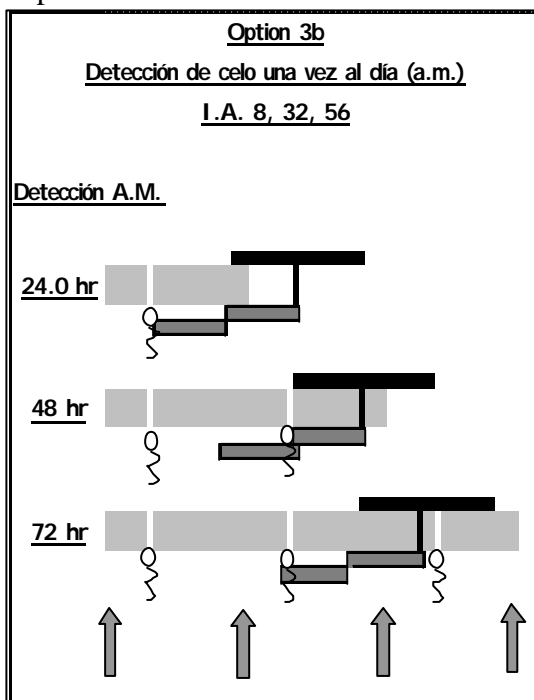


Figura 8. Duración del estro, momentos de ovulación y de I.A. en cerdas de primer ciclo con recela una vez al día.

Opción 4

Como muestra la Figura 9, no es deseable retrasar la inseminación 24 horas cuando la detección de celo se realiza sólo una vez al día. Una gran proporción de cerdas no sería cubierta porque la duración del estro “detectado” podría ser sólo de 24 horas, con lo que la cerda podría no estar en celo para ser cubierta.

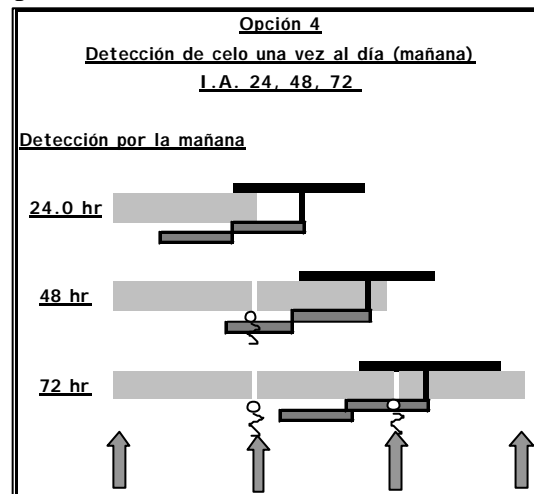


Figura 9. Duración del estro, momentos de ovulación y de cubrición, en cerdas de primer ciclo receladas una vez al día.

Opción 4b

Sin embargo, es posible mejorar la opción 4. Si recelamos una vez al día por la tarde y cubrimos la mañana siguiente y luego cada 24 horas mientras la cerda muestre

reflejo de inmovilidad, obtenemos un protocolo muy cercano al ideal (Figura 10). De nuevo, los beneficios serían: 1) la separación entre recela y cubrición permite al personal centrarse en una tarea cada vez; 2) después de la recela de la tarde, el personal puede preparar con mayor cuidado las cubriciones de la mañana; 3) retrasar la primera I.A. 16 horas puede permitir, sobre todo en cerdas con estros cortos, que la inseminación coincida con el período “óptimo” de cubrición; y 4) reduce el número de cerdas que quedarían sin cubrir por su corto celo, en comparación con la opción 4.

De todas formas, una proporción de cerdas podría todavía quedar sin cubrir ya que la duración del estro “detectado” sería menor de 24 horas, en consecuencia, algunas cerdas no presentarían el reflejo de inmovilidad para ser cubiertas. Un protocolo revisado debería usarse para estas cerdas.

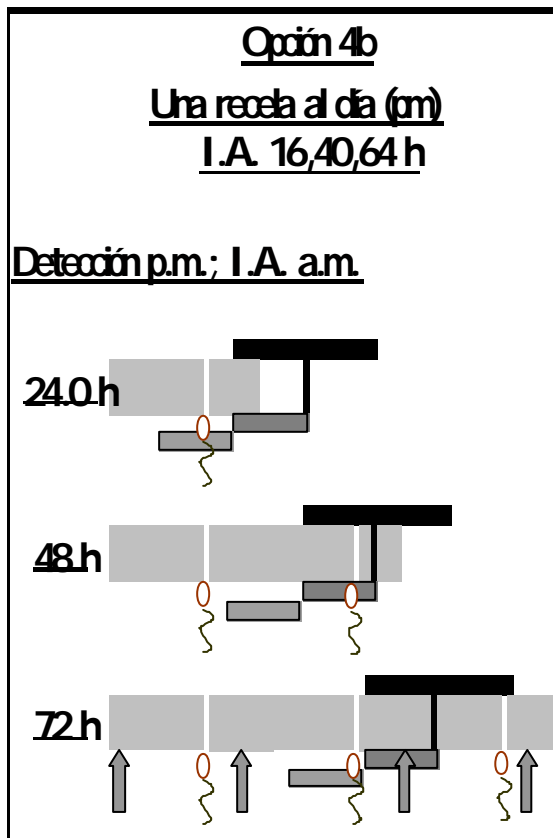


Figura 10. Duración del estro, momento de ovulación y de inseminación, en cerdas de primer ciclo receladas una vez al día.

Comparación de las distintas estrategias

La Tabla 1 compara las diferentes estrategias de sincronización entre la recela y la inseminación y sus consecuencias sobre el IDC y la duración del estro. El intervalo destete-cubrición tiende a aumentar en protocolos con una detección de celo al día en comparación con sistemas con dos detecciones al día. Esto ocurre porque una sólo detección al día es menos exacta, con 24 horas de intervalo entre dos recelas. Por la misma razón, la duración aparente del estro detectado, decrece en los sistemas con una recela al día en comparación con los de dos recelas al día.

Protocolo	Detección Celos	IDC	Duración Celos
Estudio	Dos	5.1	51.1
Opción 1	Dos	5.5	50.5
Opción 2	Dos	5.5	50.5
Opción 3	Una	5.9	45.8
Opción 4	Una	5.9	45.8

Tabla 1. Comparación de las distintas estrategias de cubrición y frecuencia de las recelas, IDC y duración del estro.

La Tabla 2 compara las distintas estrategias de cubrición y detección de celo y sus consecuencias en el promedio

del número de inseminaciones y el número de cerdas que reciben 0, 1, 2, 3 o 4 I.A. En nuestro estudio, cuando la detección de celo ocurre dos veces al día y la primera inseminación tiene lugar 12 horas después de la detección del estro, todas las cerdas reciben al menos una inseminación (22%). Sin embargo, cuando la recela tiene lugar dos veces al día y la primera I.A. se retrasa 24 horas desde que se detecta el estro, el 6% de las cerdas podría quedar sin cubrir.

Comparando las opciones 3 y 4 observamos que la detección de celo una vez al día sólo es aceptable si las cerdas se cubren inmediatamente de la detección del estro y cada 24 horas. Retrasar la I.A. 24 horas podría tener como resultado un 22% de cerdas sin cubrir (Opción 4).

Si bien la Opción 3b no se diferencia de la Opción 3 en términos de promedio de número de inseminaciones, hay más cerdas cubiertas dentro del período “óptimo” de I.A.

La Opción 4b es superior a la Opción 4 ya que reduce drásticamente el porcentaje de cerdas que no reciben al menos una inseminación (de 22% a 3%), y permite incrementar el número de cerdas cubiertas en los períodos de inseminación “óptimo” y “bueno”.

Protocolo	I.A	(porcentaje) de I.A./cerda				
		0x	1x	2x	3x	4x
Estudio	1.9	0	7	21	4	0
		-	(22)	(66)	(13)	-
Opción 1	2.1	2	5	16	5	4
		(6)	(16)	(50)	(16)	(13)
Opción 2	1.2	2	21	9	0	0
		(6)	(66)	(28)	-	-
Opción 3	1.9	0	7	21	4	0

Opción 3b	1.9	-	(22)	(66)	(13)	-
		0	7	21	4	0
Opción 4	0.9	-	(22)	(66)	(13)	-
		7	21	4	0	0
Opción 4b	1.4	(22)	(66)	(13)	-	-
		1	16	14	1	0
		(3)	(50)	(44)	(3)	-

Tabla 2. Comparación de las distintas estrategias de cubrición y el número de inseminaciones que cada cerda recibe.

Conclusiones

Nota: Los protocolos de detección de celo/I.A. perfilados son sólo una predicción de lo que podría ocurrir basándonos en los datos previos recogidos. Estos protocolos no han sido probados en granja.

Mediante el examen de los distintos protocolos de detección de celo/I.A., en nuestra opinión, creemos que tanto la opción 3b como la 4b parecen mostrar ser las más efectivas. Las circunstancias y necesidades individuales de cada granja deben ser tenidas en consideración para escoger el protocolo a implementar. Algunos puntos importantes a tener en cuenta son:

- 1) Debemos ser cautos, con cualquier protocolo que escojamos y para conseguir tasas óptimas de fertilización, preñez y tamaño de camada, los siguientes puntos son esenciales y deben ser observados:
 - Una buena detección de celo es absolutamente necesaria.
 - Un buen manejo es la clave.
 - La edad del semen es crítica.
 - Las cerdas deben ser cubiertas mientras muestren un reflejo de inmovilidad fuerte.

- 2) Todas las cerdas deberían ser cubiertas durante todo el tiempo en que exhiban un reflejo de inmovilidad fuerte; un protocolo de I.A. no debería estipular un número de inseminaciones máximo. Por ejemplo, en la Opción 4b, si una cerda está todavía en celo 24 horas después de la segunda I.A. debería recibir una tercera dosis. Ya que celos largos indican ovulaciones tardías, la tercera dosis puede ser necesaria para una óptima sincronización de la inseminación.
- 3) Al contrario, si una cerda no presenta un celo fuerte en la segunda I.A. después de recibir sólo una inseminación, no debería ser forzada a recibir otra dosis. Ya que celos cortos nos indicarían ovulaciones tempranas, la primera dosis es probable que coincida con el momento óptimo de inseminación.
- 4) La sincronización de la inseminación es completamente dependiente del programa de detección de celos adoptado en la granja. La inseminación a la detección del estro es necesaria cuando la recela y la I.A. ocurren al mismo tiempo una vez al día (Opción 3). No obstante, si se adoptase la Opción 3b o la 4b puede no ser necesario inseminar a la primera detección del estro.
- 5) Incluso si se adoptara en granja un protocolo de I.A. particular, con la debida experiencia, el personal en granja podría confeccionar un protocolo a medida al conocer las

necesidades individuales de la cerda. Por ejemplo, sabemos que cerdas con un IDC > de 6 días tendrán probablemente una corta duración de estro, por lo tanto puede ser adoptado un protocolo modificado, *cualquier cerda con un IDC mayor o igual de 6 días será inseminada inmediatamente después de la detección del celo.*

- 6) Para estos diferentes protocolos no tenemos un cálculo de la tasa de partos o del tamaño de la camada. Pero ya que sabemos que la tasa de partos, la tasa de concepción y el tamaño de la camada son maximizados por la inseminación en el período óptimo y por el uso de semen de menos de 2 días, podemos anticipar una mejoría en el tamaño de camada y tasa de partos. Todo esto asumiendo que los otros factores que contribuyen a la tasa de partos y al tamaño de la camada son satisfactorios (duración de la lactación, genética, medio ambiente, etc).

José Angel Pedrido
(Servicio Técnico Hypor, mayo 2004)

Referencias

- Burke, P. 1999. The successful introduction of I.A. En: Advances in Pork Production. Banff Pork Seminar. Vol 10 pág. 56. Universidad de Alberta, Edmonton, Alberta.
- Dial, G. D., J.R. Roker, y B.W. Freking. 2001. The application of improve gilt pool management: an industry perspective. En: Advances in Pork Production. Banff Pork Seminar. Vol.12 pág. 181. Universidad de Alberta, Edmonton, Alberta.
- Kemp, B., D.W.B Steverink, N. Soede. 1998. Estrus and Timing of Ovulation in Pigs: Consequences for Insemination Strategies. En: Advances en Pork Production, Banff Pork Seminar. Vol. 9 pág. 13. Universidad de Alberta, Edmonton, Alberta.

Patterson, J.P., H.J. Willis, R.N. Kirkwood, G.R. Foxcroft. 2002. Impact of boar exposure on puberty attainment and breeding outcomes in gilts. En: *Theriogenology*, Vol. 57: 2015-2025.

Soede, N.M., C.C.H. Wetzels, W. Zondag; M.A.I. de Koning, and B. Kemp. 1995. Effect of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertilization rate and accessory sperm count in sows. *J. Reprod. Fertil.* 104: 99-103.

Waberski, D., K.F. Weitze, C. Lietmann, W. Lübert zur Lage, F.P. Bortolozzo, T. Willmen and R. Petzoldt. 1995. The initial fertilizing capacity of long term stored liquid semen following pre- and postovulatory insemination. *Theriogenology* 41: 1367-1377.