

Factores a considerar en la I.A. aplicada al porcino

▼ S. MARTÍN RILLO¹, C. DE ALBA ROMERO², C. GARCÍA ARTIGA¹, J.G. RUVALCABA².

La inseminación artificial (I.A.) ha adquirido en los últimos años un desarrollo decisivo en el manejo reproductivo de las explotaciones porcinas, sus ventajas económicas, zootécnicas y sanitarias se han puesto claramente de manifiesto y arraigado fuertemente cuando las empresas han aceptado que los resultados reproductivos de las hembras eran iguales o superiores a los de la monta natural. La evolución tan rápida de estos años hacia una porcicultura a gran escala industrial, un ejemplo destacado es EE.UU., ha acelerado la implantación de la I.A. en esta especie (**cuadro I**).

La evolución de la I.A. se ha producido bajo la influencia de distintos factores que han sido, y continúan siendo, decisivos en el proceso:

1. Factor humano. La toma de decisiones con una nueva tecnología depende mucho de las características de dicha tecnología y de los empresarios. En muchas ocasiones el estudio económico no es el factor determinante de las decisiones.

2. Áreas de producción. Las áreas de alta densidad tienen un desarrollo tecnológico mayor.

3. Grandes explotaciones. La repercusión económica es grande y las decisiones más claras.

4. Estructuras empresariales.



a) Empresas de integración (para controlar su producto).

b) Cooperativas agrarias (para homogeneizar sus lechones de venta).

c) Asociaciones de defensa sanitaria (para mejorar la sanidad).

d) Sociedades agrupadas en servicios (como servicios técnicos).

e) Grandes empresas industriales (por el conjunto de interés económico).

5. Mejora genética. Se ha situado con un costo muy alto de reproductores para la monta natural.

6. Control sanitario. Mejor control de entrada de enfermedades infecto-contagiosas, si bien hay que establecer un control del semen (Brucelosis, Leptospirosis, Aujeszky y PRRS).

7. Legislación. La normativa vigente establece unas pautas para el desarrollo.

La evolución de la I.A. porcina se ha desarrollado bajo dos tipos de estructuras: centros de I.A. en granja o grandes centros de I.A. Ambos sistemas tienen su función y cumplen su cometido de acuerdo al sistema de producción de los ganaderos. Los centros independientes y con interés comercial tienden a tamaños no inferiores a 100 verracos por motivo de costo de la dosis. Todas estas estructuras se han creado trabajando con semen refrigerado dadas las dificultades que plantea desde el punto de vista de eficacia reproductiva el semen congelado, aunque se continúa trabajando para resolver este problema.

Los principales factores que preocupan actualmente a los técnicos en I.A. son: a nivel de centros de I.A. (CIA) la bioseguridad y gestión, y a nivel de campo los resultados de producción con la aplicación del semen.

Bioseguridad del CIA

Las medidas de seguridad sanitaria se han convertido en uno de los elementos

(1) Facultad de Veterinaria. Cátedra de Biología Animal. U.C.M.
(2) KUBUS. S.A.

CUADRO I. Situación actual de la I.A. Porcina.

Fuente: Martín Rillo et al. 1999.

	Nº de cerdas (millones)	Nº de cerdas en I.A. (millones)	% de I.A.
UE	12	7,8	65
Europa del Este	10	3	30
EE.UU.	9	4,9	55
México	1,5	0,7	50
Sudamérica	4	1,6	40
- Chile	0,1	0,06	60
Asia	34	8,5	25
- China	27	8,1	30
Australia	1,5	0,2	15

CUADRO II. Factores que afectan a la producción de dosis en el CIA.

Productividad de los verracos

- Condiciones de instalación. Menor coste y mejor productividad.
- Intervalo de llegada al centro (presente) hasta ser productivo: entrenamiento.
- Ritmo de recogida. Optimizar producción de semen.
- Alimentación. Como elemento para aumentar cantidad y calidad de dosis

Gestión del centro

- Evaluación del semen para optimizar el aprovechamiento del eyeculado.
- Conservación del semen.
- Control de parámetros y actividades.

CUADRO III. Efecto del tipo de suelo sobre la calidad del semen.

Fuente: Corcuera et al. 1999.

Variable	Cemento N=171	Rejilla n=267	1/2 Rejilla n=62	1/3 Rejilla n=231	1/3 Baldosa 2/3 Rejilla n=271	Cemento + Rejilla n=1184
Motilidad sin cafeína (%)	58.27±12.81 ^a	54.49±12.57 ^a	50.00±12.93 ^{ac}	51.08±12.93 ^a	53.02±12.93 ^{ac}	57.49±11.58 ^a
Motilidad con cafeína (%)	63.99±11.54 ^{ac}	61.37±11.23 ^{ac}	58.06±10.38 ^b	59.28±13.74 ^b	59.35±11.69 ^b	62.42±10.34 ^a
Acrosomas normales (%)	56.03±13.47 ^a	57.18±10.82 ^a	53.55±12.7 ^{ac}	52.33±14.58 ^a	53.26±13.09 ^a	56.43±11.66 ^a
Colas (%)	5.34±8.6 ^a	6.07±8.6 ^a	8.55±9.28 ^{ac}	11.04±12.56 ^b	8.02±9.82 ^a	5.24±7.99 ^a
G. citoplasmáticas proximales (%)	5.48±8.8 ^a	4.22±6.99 ^a	7.22±9.75 ^a	13.56±18.6 ^b	5.75±7.99 ^a	3.78±6.37 ^a
G. citoplasmáticas distales (%)	18.32±17.02 ^a	18.62±14.59 ^a	25.19±20.66 ^b	24.19±16.68 ^b	25.57±17.54 ^b	12.11±11.52 ^a

^aSuperíndices distintos P<0.05

CUADRO IV. Volumen total y número de dosis de acuerdo al ritmo de recogida.

Fuente: García Artiga et al. 1996

Ritmo	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	Vol.	Nº dosis	Vol.	Nº dosis	Vol.	Nº dosis	Vol.	Nº dosis
A	59.21 ^a	19 ^a	70.33 ^a	23 ^a	56.0 ^a	18 ^a	48.18 ^a	16 ^a
B	39.32 ^a	13 ^a	31.57 ^a	11 ^a	18.89 ^a	7 ^a	18.47 ^a	6 ^a

*Significación: ab P<0.001; ac P<0.01; ae P<0.1

CUADRO V. Efecto de determinados nutrientes sobre la calidad seminal del verraco.

Fuente: Martín Rillo, S 1998.

Nutriente	Dosis	Efecto	Autor
Vitamina E	• 35-75 mg/día.	• Protección de fosfolípidos de membrana espermática	• Palomo et al. 1997
	• 40.000-80.000 UI/día.	• Importante para la maduración espermática; mejora la calidad espermática en condiciones de estrés	• Tokach et al. 1996
	• 200 mg/día.	• Aumento de la concentración espermática; mejora el % de acrosomas normales; disminuye las formas anormales	• Saiz et al. 1997
	• 20 mg/kg	• Aumenta la fertilidad	• Sidorenko et al. 1981
Vitamina C	• 100 mg/kg	• Mejora la calidad espermática en condiciones de estrés.	• Palomo et al. 1997; Tokach et al. 1996.
Vitamina D ₃	• 1.5-2000 UI/kg	• Calidad de aplomos	• Palomo et al. 1997.
Vitamina A	• 10-15000 UI/kg	• Mejora libido	• Palomo et al. 1997.
Biotina	• 0.2-0.4 g/kg	• Aumento de prolificidad; mejora de aplomos	• Palomo et al. 1997; Tokach et al. 1996.
L-Carnitina	• 250 mg/día	• Mejora la motilidad espermática	• Jeulin et al. 1998
Cinc	• 100 mg/kg	• Aumento de la producción espermática	• Tokach et al. 1996.
	• 45 mg/kg	• Aumento de la concentración espermática; mejora el % de acrosomas normales; disminuye las formas anormales	• Saiz et al. 1997
	• 33 mg/kg	• Desarrollo gonadal y espermatogénesis	• Riopérez, 1994
Calcio	• 8500 mg/kg	• Mejora de aplomos • Aumenta el volumen de eyaculado	• Palomo et al. 1997 • Riopérez, 1996
Fósforo	• 5000 mg/kg	• Aumento de la producción espermática	• Palomo et al. 1997.
Manganeso	• 35-40 mg/kg	• Mejora la producción y calidad seminal	• Riopérez, 1994
Yodo	• 0.23-0.27 mg/kg	• Mejora la calidad seminal y libido	• Riopérez, 1994
Selenio	• 0.05-0.1 mg/kg	• Protección de la membrana espermática; aumenta la producción espermática	• Riopérez, 1994
	• 0.1-0.3 mg/kg		• Sidorenko et al. 1981; Hill 1992

EL PRIMER GRAN PROBLEMA QUE RESOLVEREMOS EN EL SIGLO XXI



- Mide 12μ a 37μ x 10μ a 28μ
- **INVADE** el intestino de los animales jóvenes
- Cada uno **DESTRUYE** 2 mm^2 de mucosa intestinal
- **GENERA** más de 16.000.000 de descendientes en 15 días
- Es el parásito **MÁS PATÓGENO** de los animales lactantes
- Provoca la parasitosis más frecuente en las explotaciones de producción

COCCIDIOSIS



ESTEVE VETERINARIA

CUADRO VI. Calidad seminal y parámetros bioquímicos en semen de verraco.
Fuente: De Alba et al. 1997.

Parámetro n=110	Alta motilidad >84% AN>83%	Media motilidad 73-84% AN 73-83%	Baja motilidad <73% AN<73%
Motilidad (%)	80.8±5.4 ^a	79.1±6.3 ^a	34.2±17.1 ^b
Acrosomas normales (%)	87.0±4.5 ^a	75.3±6.6 ^a	48.0±7.9 ^b
Fosfatidilcolina (%)	62.2±7.1 ^a	56.8±2.6 ^a	54.5±1.6 ^a
Lisofosfatidilcolina (%)	19.8±2.6 ^c	18.1±2.6 ^a	13.2±1.9 ^a
Estingomielina (%)	7.4±2.3 ^e	9.4±1.4 ^d	10.1±1.5 ^d
Aspartato Aminotransferasa (mUx10 ³)	56.4±13.1 ^a	24.2±8.5 ^b	23.9±19.1 ^b

* Niveles de significación; superíndices iguales no significativo; ab P<0.01; cd P<0.05; ef P<0.1

CUADRO VII. Resultados de viabilidad embrionaria en cerdas inseminadas con semen refrigerado conservado (24-48h) y semen descongelado.
Fuente: Martín Rillo et al. 1998.

	Semen refrigerado 24-48h	Semen descongelado
Motilidad (%)	60	40
Acrosomas normales (%)	52	46
Incorporación de AMD-H3 (%)	17.85	33.64
Embriones con desarrollo >blastocisto (%)	82.17	57.5
Cerdas con la media de embriones con >100 células (%)	81.81	30

prioritarios para el CIA; la distancia a otras unidades ganaderas, localización, barreras sanitarias, medidas de auto control y seguimiento de los factores de riesgo son capitales para evitar el descenso de la producción o la paralización de la actividad por motivos sanitarios.

Eficiencia del CIA

Se entiende por eficiencia del CIA, la optimización de la producción del CIA en

cantidad y calidad de dosis por verracos y operarios presentes en el CIA con un costo mínimo pero sin pérdida de calidad de la eficacia productiva de las reproductoras.

Esta circunstancia está llevando a un conformismo sobre las técnicas de evaluación de semen y conservación, preocupándose menos las mejoras tanto y cuando no les sirvan para aumentar el número de dosis por eyaculado. Sin embargo adquieren mayor importancia todos los factores

que afectan a la producción de dosis en el CIA (cuadro II).

Productividad de los verracos

a) *Instalaciones.* Por razones económicas de construcción ha existido una tendencia importante a ubicar los verracos en sistemas de jaulas, con espacio que oscilaba entre 0.85 x 2.40 metros y 1 x 3 metros. Esta pauta continua en América sobretodo para grandes CIAs, pero por razones de bienestar animal actualmente está prohibida en la UE siendo obligatorio 6 m² por animal. De acuerdo a nuestra experiencia con resultados analizados en diferentes CIAs, la calidad espermática se ve afectada dependiendo de las instalaciones (cuadro III).

b) *Llegada al centro de los verracos (intervalo verraco presente-productivo). Entrenamiento.* El verraco debe permanecer el menor tiempo posible improductivo pero teniendo en cuenta que la edad de entrenamiento sea correcta, aunque no está bien determinado si existe una relación entre la edad del verraco a la 1ª recogida y la producción espermática.

Flowers (1993) observó el efecto entre inicio y frecuencia de la recogida del semen, y la producción espermática. Se realizó un experimento teniendo en cuenta la edad a la 1ª recogida de semen (160 o 190 días de edad) y la frecuencia de recolección, una o dos veces por semana, analizando la producción espermática hasta los 24 meses de edad. Los resultados mostraron que ni la frecuencia de recolección ni la edad a la 1ª recogida tienen un efecto significativo en el número total de espermatozoides por macho durante su vida productiva.

CUADRO VIII. Cálculo mensual de producción y costo de la dosis.

Fuente: Martín Rillo et al. 1999.

	Objetivo	1ª semana		2ª semana		3ª semana		4ª semana		5ª semana	
		Total	Acum.	Total	Acum.	Total	Acum.	Total	Acum.	Total	Acum.
Nº Total de verracos											
• Nº verracos en cuarentena											
• Nº verracos productivos											
- Verracos <14 meses	30% (15 dosis)										
- Verracos 14m-2 años	40% (25 dosis)										
- Verracos >2 años	30% (28 dosis)										
• Nº verracos improductivos											
Media intervalo verraco presente-productivo	70 días										
Nº verracos recogidos											
% verracos >25 dosis/eyaculado											
% verracos <15 dosis/eyaculado											
Media dosis producidas/eyaculado											
Nº dosis potenciales											
Nº dosis producidas											
Nº eyaculados no procesados	2%										
% dosis caducadas	1%										
- No procesadas											
- Caducadas											
Costo de la dosis											

CUADRO IX. Fertilidad y prolificidad con el sistema de I.A. manos libres.

Fuente: Martín Rillo et al. 1998.

Método de I.A.	Nº de I.A.	Nº de partos	% Fertilidad a parto	Nacidos vivos
Manos libres	160	134	83.75	10.8
Operano	160	129	80.60	10.5

Asimismo, la edad para producir un eyaculado de calidad aceptable puede ser válida, en un 70% de los verracos, a los 7 meses. Por otra parte, los verracos seleccionados con testículos de mayor tamaño producen más cantidad de espermatozoides lo que adquiere un valor importante en un CIA, donde prima la calidad genética de los verracos pero no se puede descuidar el tamaño testicular.

c) *Ritmos de recogida.* El ritmo de recogida de los verracos depende de su producción espermática. Los verracos jóvenes menores de 14-15 meses tienen un intervalo normal de recogidas de 6-7 días, mientras que en los verracos adultos es más corto, entre 4-5 días, pero su capacidad de producción y respuesta a ritmos más intensos es individual y debe ser bien cuantificada si se quiere optimizar la productividad de dosis.

La carencia de dosis seminales en un centro no debe forzar el ritmo de recogida establecido para los verracos, si es necesario incrementar el número de dosis producidas es más eficaz disminuir el número de espermatozoides por dosis de los verracos de alta calidad seminal.

En este experimento se estudió el efecto del incremento de 2 (ritmo A) a 4 (ritmo B) recogidas semanales, observando que la producción de semen por semana es inferior con 4 recogidas que con 2 (**cuadro IV**). Según Strzezek et al. (1995) las propiedades antioxidantes del plasma seminal disminuyen en los eyaculados de verracos con un ritmo de recogidas alto.

c) *Alimentación.* La nutrición del verraco tiene un papel decisivo en la producción y calidad espermática, un estado de delgadez y nutrición deficiente repercute negativamente sobre la producción de semen. El verraco debe tener atendidas sus necesidades para el crecimiento, mantenimiento, salto y producción de semen.

Por otra parte, determinados nutrientes pueden mejorar la producción espermática a través del control del estrés (flora láctica, antipiréticos, vitamina C) y la mejora del estado metabólico (vitamina A, E y C, cinc, selenio, calcio y fósforo). El uso de vitamina C y E adquiere, de acuerdo con algunos autores, un marcado interés para mejorar la cantidad y calidad de los espermatozoides (Saiz et al. 1997; Mahan, D. 1998) (**cuadro V**).

Gestión del centro

a) *Evaluación del semen.* La evaluación del semen nos permite detectar: 1º un descenso en la productividad controlando verracos infértiles y verracos subfértiles; 2º a través de las técnicas de acrosomía y ORT aumentar la productividad en granja identificando sobre verracos normales los verracos de alta calidad seminal.

Los verracos de alta productividad permiten dos opciones: 1º disminuir el número de espermatozoides por dosis a 2×10^9 sin merma de fertilidad; 2º mejorar la fertilidad en granja utilizándolos en mezclas heterospermicas (García Artiga et al. 1989).

El analizador de imagen, parámetros bioquímicos como fosfolípidos de membrana y cromatina (De Alba et al. 1997; Corcuera, 1996) demostrando la correlación con la calidad morfológica, y el test de fertilización in vitro (Martínez et al. 1997; Córdoba et al. 1999) son técnicas que ayudan a dar mayor precisión al diagnóstico laboratorial sobre la correlación con la fertilidad y prolificidad (**cuadro VI**).

b) *Conservación.* El semen refrigerado ha alcanzado con ligeras pérdidas de fertilización y tamaño de camada un período de conservación en torno a los 7 días, dependiendo de la calidad inicial y posteriormente del método de preparación: concentración, grado de dilución y tipo de diluyente. En la actualidad los diluyentes de larga conservación más utilizados son MR-A^R, Androhep y Modena.

En semen congelado hay factores estructurales de composición de membrana, del citoesqueleto y organización cromática del núcleo (Martín Rillo et al. 1998) fáciles de alterar y que han retrasado el desarrollo de esta técnica a nivel práctico por el descenso de productividad

CUADRO X. Tamaño de camada (media ± SD) al primer parto de acuerdo a la medida de la vagina en cerdas Duroc.

Fuente: Martín Rillo et al. 1999.

Tamaño de vagina (cm)	Nº de cerdas	Nacidos totales
≤20	9	6.67±1.7
20-24	77	7.67±2.1
≥24	22	8.36±2.2

de la cerda y el costo económico de la preparación y mantenimiento de la dosis congelada en el centro de I.A. Recientemente los resultados publicados por Thilmant (1997; 1999) con pajuelas de 0.5 ml son muy próximos al semen refrigerado (**cuadro VII**).

c) *Control de parámetros y actividades.* El primer elemento es la organización del personal, con el conocimiento claro de sus funciones e intercambio de actividades entre nave de verracos y laboratorio. Un número óptimo de trabajadores es 1 por cada 40 verracos.

El uso de programas informáticos facilita y optimiza la gestión del CIA lo que permite cumplir los objetivos de producción, rentabilidad y eficacia a través del control de los siguientes aspectos (Martín Rillo et al. 1995; Lapuente et al. 1999; García Ruvalcaba et al. 1998):

- Elección de verracos y entrenamiento.
- Planificación del trabajo diario y ritmo de recogidas según previsión y demanda de dosis.
- Seguimiento de la calidad seminal de los verracos subfértiles.
- Localización de animales con mejor calidad seminal y capacidad de conservación del semen (organización del trabajo y heterospermia).
- Conocimiento de la situación demográfica por edades de los verracos.
- Localización de verracos de alta productividad para días de mayor demanda.
- Gestión y salida de dosis elaboradas.
- Gestión sanitaria: vacunaciones, desparasitaciones y tratamientos.
- Control de inventario.
- Gestión económica, cálculo mensual de producción y costo de dosis (**cuadro VIII**).

Aplicación del semen

Recientemente, dada la expansión de la I.A. en grandes explotaciones, la aplicación de la dosis adquiere cada vez más importancia desde el punto de vista "factor humano", cuidado y atención por el operario. Para facilitar este manejo se han desarrollado sistemas de cinchas y mochilas para la sujeción de la dosis seminal (Martín Rillo et al. 1998) (**cuadro IX**).

Por último, un elemento que juega un papel fundamental sobre la productividad de la cerda es el desarrollo del aparato genital en la hembra nulípara en el momento de la I.A. Se ha establecido la correlación entre la longitud de la vagina en el momento del celo y la prolificidad, lo que permitiría en el momento de la I.A. predecir las posibilidades productivas de la hembra (Martín Rillo et al. 1998; 1999) (**cuadro X**). ■