

# I

## COMPORTAMIENTO Y BIENESTAR ANIMAL EN LA DETECCIÓN DE CELOS, EL MANEJO DEL VERRACO Y LA GESTACIÓN



X. Manteca<sup>1</sup>, A. Velarde<sup>2</sup>, J. Font<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Unidad de Fisiología Animal. Facultad de Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona.  
Bellaterra. Barcelona

<sup>3</sup>SIP Consultors. Prats de Lluçanès. Barcelona

---

---

*El comportamiento sexual del verraco incluye dos aspectos: la libido o motivación sexual y la capacidad de monta. Los principales factores que pueden perjudicar la libido son las altas temperaturas, una frecuencia de uso excesiva, un sistema de alojamiento inadecuado, el aislamiento durante la época prepúber y cualquier experiencia desagradable durante las primeras montas. Por otra parte, la capacidad de monta puede verse afectada negativamente por problemas en las patas y en el pene. La detección de celos se basa en la respuesta de inmovilidad de la cerda. Es importante que el macho recela esté muy próximo a la hembra durante un período de tiempo suficiente para asegurar una detección de celos eficaz. Igualmente, el sistema de alojamiento de las primeras es importante y debe evitarse que estén estabuladas de forma permanente muy cerca de los machos. Las jaulas de gestación causan varios problemas de bienestar, entre los que destaca la alta incidencia de estereotipias, que resultan de la sensación de hambre y de la restricción de conducta. Es posible que en un futuro no muy lejano la Unión Europea prohíba mantener a las cerdas gestantes en jaulas y obligue por tanto a alojarlas en parques. Aunque los parques resuelven algunos problemas de bienestar, el riesgo de peleas entre los animales constituye un serio inconveniente. Además, el alojamiento en parques aumenta las necesidades de espacio. Es importante que los veterinarios especialistas en porcino se mantengan informados acerca de los cambios en las disposiciones legales que regulan los sistemas de alojamiento de las cerdas gestantes con objeto de anticiparse a los mismos.*

---

---

## INTRODUCCIÓN

**L**os verracos representan el 50% del potencial reproductivo de una explotación y su coste es muy superior al de una híbrida de reposición. Además, aunque hay poca información acerca de las causas de rechazo de verracos, parece ser que los problemas de comportamiento sexual –escasa motivación sexual o incapacidad para la monta– son responsables del 20% al 50% de dichos rechazos.

Una detección de celos eficaz es fundamental para conseguir un alto rendimiento productivo en la explotación. Esta detección depende en parte de factores de comportamiento tanto de la cerda como del verraco.

Aproximadamente el 70% de la vida productiva de una cerda transcurre en la nave de gestación. A pesar de ello, la gestación ha recibido a menudo poca atención. Sin embargo, la creciente sensibilidad de la opinión pública por el bienestar de los animales ha hecho que se cuestionen los sistemas habituales de alojamiento de cerdas gestantes. Las recientes directivas comunitarias sobre bienestar animal obligarán a cambiar estos sistemas. Todo esto hace que sea importante conocer los problemas de bienestar animal tanto en los sistemas de alojamiento "tradicionales" (jaulas) como en los que se impondrán en un futuro próximo (parques).

Los objetivos de este capítulo son:

— Describir los factores que modifican el comportamiento sexual del verraco.

— Describir los aspectos de comportamiento que pueden tener un efecto negativo sobre la eficacia de detención de celos.

— Explicar la situación legal acerca de los sistemas de alojamiento de cerdas

gestantes, y discutir los problemas de bienestar animal en jaulas y parques de gestación.

## COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL VERRACO

La conducta sexual del verraco incluye dos aspectos: la libido o motivación sexual y la capacidad de monta<sup>1</sup>. En realidad, ambos aspectos están relacionados y cualquier circunstancia que afecte negativamente la capacidad de monta puede acabar provocando una disminución de la libido, que incluso puede llegar a ser irreversible.

### Libido o motivación sexual

La libido depende de la acción de los andrógenos sobre el sistema nervioso central. Según parece, la concentración plasmática de andrógenos necesaria para mantener la libido es muy inferior a la concentración normal<sup>2</sup>. Además, las diferencias individuales en la libido no son el resultado de diferencias en la concentración plasmática de andrógenos<sup>3</sup>. En consecuencia, un problema de libido no suele ser el resultado de una baja concentración de andrógenos, a no ser lógicamente en casos de malformación congénita de los testículos o destrucción masiva del tejido testicular. Los principales factores responsables de la libido del verraco se explican a continuación y se presentan de forma resumida en la figura 1.

En otras especies domésticas, la libido tiene un fuerte componente genético<sup>4,5</sup>, y es muy probable que en el cerdo ocurra lo mismo. Esta suposición se ve reforzada por el hecho de que la libido varía según la raza; en efecto, en un estudio los híbridos de Duroc y Large White mostraron una libido más alta que los machos puros de cualquiera de las dos razas.

## Factores de manejo que modifican la libido. Implicaciones prácticas

### Temperatura ambiente

Cuando la temperatura ambiente es muy elevada, la libido disminuye de forma transitoria. La temperatura a partir de la cual empieza a observarse este efecto es variable y depende de factores tales como el peso y condición corporal del animal, su habituación al calor y la frecuencia de uso. En general, particularmente cuando el aumento de temperatura se produce bruscamente, la libido puede empezar a disminuir a partir de los 25-30°C. Hay que señalar, no obstante, que en determinadas circunstancias el verraco puede seguir manifestando una libido normal a temperaturas mucho más altas, incluso de 40°C.

### Frecuencia de uso

Una frecuencia de utilización muy alta o muy baja puede causar una disminución temporal de la libido. Si bien no existen trabajos que establezcan la frecuencia óptima de utilización, se acepta comúnmente que los verracos jóvenes (hasta diez meses de edad) deben realizar cubriciones de una sola monta separadas por un período de descanso, mientras que los verracos adultos deberían realizar cubriciones de dos montas separadas por descansos de cuatro días.

### Alojamiento del verraco

Los verracos deben alojarse relativamente cerca de las hembras, ya que según parece los estímulos olfatorios procedentes de éstas contribuyen a mantener la libido del macho. Por otra parte, es importante recordar que si las cerdas están muy cercanas a los verracos, la detección de celos puede verse negativamente afectada. Aunque no se conoce exactamente el mecanismo responsable de este fenómeno, parece ser que las hembras que reciben estímulos intensos y constantes de los machos se habitúan a ellos y responden después con menor intensidad cuando están en estro. En la práctica, pues, se recomienda que los corrales de los machos estén separados de los de las hembras por una distancia que oscile entre 1 y 15 m<sup>2</sup>. Esta recomendación es especialmente importante en el caso de las primerizas y seguramente es mucho menos relevante en el caso de las cerdas viejas.



Fig. 1.— Factores que modifican la libido del verraco. Aunque la libido depende de la acción de los andrógenos sobre el sistema nervioso central, los problemas de falta de libido no suelen ser consecuencia de una concentración baja de andrógenos. El genotipo, el ambiente y el manejo son, sin duda, los factores más importantes.

cos, la detección de celos puede verse negativamente afectada. Aunque no se conoce exactamente el mecanismo responsable de este fenómeno, parece ser que las hembras que reciben estímulos intensos y constantes de los machos se habitúan a ellos y responden después con menor intensidad cuando están en estro. En la práctica, pues, se recomienda que los corrales de los machos estén separados de los de las hembras por una distancia que oscile entre 1 y 15 m<sup>2</sup>. Esta recomendación es especialmente importante en el caso de las primerizas y seguramente es mucho menos relevante en el caso de las cerdas viejas.

### *Sistema de cría durante la época prepúber*

Los machos prepúberes deben alojarse en grupo. De lo contrario, la disminución de la libido causada por el aislamiento durante la etapa juvenil puede ser irreversible<sup>8</sup> y esto puede ser un problema especialmente grave en los centros de testaje. A pesar de todo, es posible alojar individualmente a los machos a partir de los 3-4 meses de edad siempre y cuando tengan contacto táctil con otros machos a través de las particiones del corral. Este sistema puede ser particularmente útil si los machos son agresivos entre sí. Cuando éste es el caso, los animales pueden sufrir lesiones en el pene a consecuencia de mordeduras o al montar a otros machos, y estas lesiones pueden disminuir la capacidad de monta y, de forma secundaria, la libido.

### *Montas anteriores*

Las primeras montas tienen un efecto muy marcado sobre la posterior libido del animal. Si durante dichas montas el macho experimenta sensaciones desagradables tales como dolor o miedo, la libido puede disminuir de forma permanente. Algunos de los principales problemas que pueden dar lugar a esta situación son sueños resbaladizos, hembras primerizas o que no están en celo, y hembras agresivas hacia el verraco. Es fundamental recordar, en todo caso, que el manejo considerado del animal por parte del personal de la granja es de suma importancia.

### **Capacidad de monta**

La capacidad de monta puede verse negativamente afectada principalmente por dos tipos de problemas: cojeras, sobre todo de las extremidades posteriores, y problemas del pene. Con objeto

de disminuir la incidencia de cojeras es conveniente que los machos puedan realizar ejercicio físico y se recomienda, por tanto, alojarlos en corrales relativamente grandes. Es importante tener en cuenta, además, que las razas utilizadas como machos finalizadores son muy conformadas y esto repercute en una mayor incidencia de cojeras. Tanto la desviación del pene como la persistencia del frenillo pueden disminuir la capacidad de monta. Los traumatismos, inflamaciones y, en general, cualquier lesión que cause dolor en el pene disminuyen igualmente la capacidad de monta del animal.

## **DETECCIÓN DE CELOS: ASPECTOS DE COMPORTAMIENTO**

### **Conducta sexual normal del cerdo**

La conducta sexual normal del cerdo fue estudiada en detalle por Signoret<sup>9</sup>. Durante el estro aumenta la actividad de la hembra, que muestra además una marcada atracción por el macho. Esta atracción es independiente del aprendizaje y aparece incluso en hembras que no han tenido contacto previo con machos. La atracción empieza aproximadamente un día antes de que comience la receptividad sexual propiamente dicha y se prolonga hasta dos días después de que finalice el período de receptividad.

Cuando se pone en contacto con una hembra el macho se aproxima a ella y muestra una serie de conductas características: exploración y olfateo de la región ano-genital, golpeteo de los flancos de la hembra con la jeta, micción frecuente, emisión de un sonido característico, salivación profusa e intentos de monta. La monta se produce si la hembra muestra la denominada respuesta de inmovilidad, consistente en que el ani-



mal se queda quieto y rígido, arquea la espalda y –dependiendo de la raza– mantiene las orejas erguidas (fig. 2).

La reacción de inmovilidad puede desencadenarse tocando la espalda o la grupa de la hembra, pero en ausencia del macho sólo aparece en el 50% aproximadamente de las hembras que están en celo. En efecto, los estímulos aportados por el macho aumentan el porcentaje de hembras que muestran la respuesta de inmovilidad: el olor del macho y el sonido emitido por éste durante el cortejo aumentan el porcentaje hasta el 90%, mientras que los estímulos visuales y táctiles procedentes del macho aumentan el porcentaje de hembras que muestran la respuesta de inmovilidad en un 7 y en un 3% respectivamente. El

estímulo olfativo es una feromonía denominada 5-alfa-androstenona, que se encuentra en la saliva, plasma y tejido adiposo de los verracos<sup>10</sup>.

Finalmente, el macho responde a los estímulos procedentes de la hembra inmóvil –especialmente de tipo visual– y realiza la monta.

#### Factores de comportamiento que modifican la eficacia de la detección de celos

La detección de celos se realiza normalmente estimulando la respuesta de inmovilidad de la cerda con un macho recela. Los principales factores que pueden modificar la eficacia de dicha detección son los siguientes<sup>11</sup>:



Fig. 2.— La detección de celo en la cerda se basa en la respuesta de inmovilidad, que es consecuencia de la acción de varios estímulos externos y se manifiesta sólo cuando la concentración plasmática de estrógenos es alta, es decir, cuando la cerda está en estro. El principal estímulo externo es de naturaleza táctil y puede aplicarlo una persona ejerciendo presión sobre la espalda de la cerda (fig. 2a). La presencia de un verraco aporta estímulos olfativos, visuales y auditivos que aumentan el porcentaje de cerdas en estro que muestran la respuesta de inmovilidad (fig. 2b).

– El macho debe estar muy cerca de la hembra para que la estimulación sea intensa y eficaz. Esto es así, entre otras razones, porque la feromonas sexual del macho a la que nos hemos referido antes es poco volátil.

– Tal como hemos dicho anteriormente, las hembras no deben alojarse de forma permanente muy cerca de los machos.

– Parece ser que a finales de verano disminuye la eficacia en la detección de celos. Aunque la temperatura puede ser un factor importante, es posible que el cerdo doméstico mantenga en parte el carácter estacional del jabalí<sup>12</sup>.

– El sistema de alojamiento de las primíparas es importante y tanto el hacinamiento (menos de 1 m<sup>2</sup> por animal), como los grupos muy pequeños (menos de tres animales) o muy grandes (más de 24 animales) pueden perjudicar la detección de celos. Estos aspectos han sido, sin embargo, poco estudiados y se requiere más información para poder formular recomendaciones concretas.

### ALOJAMIENTO DE CERDAS GESTANTES: SITUACIÓN LEGAL

La directiva 91/630/CEE de 19 de noviembre relativa a las normas mínimas para la protección de cerdos (incorporada a la legislación española a través del Real Decreto 1048/1994 de 20 de mayo relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos) prohíbe mantener cerdas gestantes atadas desde el 1 de enero de 2006 y la prohibición de construir nuevas instalaciones en las que se ate a las cerdas gestantes desde el 1 de enero de 1996. Por otra parte, existe una nueva directiva (2001/88/CE) que modifica la anterior y que fue publicada el 23 de octubre de 2001. El aspecto principal de esta directiva es que prohíbe mantener a las cerdas gestantes en jaulas individuales desde las cuatro se-

manas después de la inseminación hasta una semana antes de la fecha prevista de parto. Durante este período, las cerdas gestantes deberán alojarse en parques, con una superficie de vuelo libre de 1,64 m<sup>2</sup> para cerdas jóvenes y 2,25 m<sup>2</sup> para cerdas adultas, excluyendo la zona destinada a la alimentación. Así pues el sistema de alojamiento de cerdas gestantes en jaulas está condenado a desaparecer en un futuro no muy lejano.

### PROBLEMAS DE BIENESTAR EN CERDAS GESTANTES ALOJADAS EN JAULAS

Las jaulas permiten una alimentación individualizada, facilitan la supervisión de los animales y evitan peleas. Paralelamente a estas ventajas, sin embargo, tienen también una serie de problemas importantes en relación con el bienestar de los animales (fig. 3).

Probablemente el problema de bienestar que ha recibido más atención son las estereotipias. El término "estereotipia" hace referencia a cualquier secuencia de movimientos que sea repetitiva, invariable y sin función aparente<sup>13</sup>. En general, las estereotipias pueden aparecer por tres causas<sup>14</sup>: lesiones en el sistema nervioso central, administración de algunos fármacos y mantenimiento del animal en un ambiente restrictivo, que impida una conducta normal. Este último tipo de estereotipias recibe el nombre de "estereotipias ambientales" y son las que nos interesan aquí.

En las cerdas gestantes, las estereotipias más frecuentes consisten en morder las barras de la jaula, hacer movimientos de masticación con la boca vacía y manipular el bebedero, a veces ingiriendo grandes cantidades de agua. El porcentaje de cerdas que hace estereotipias en sistemas restrictivos (cerdas en jaulas o cerdas atadas) varía entre el 20% y el



100%<sup>15,16</sup>. El porcentaje de tiempo empleado en hacer estereotipias oscila entre el 10% y el 25% del tiempo total<sup>17,18</sup>; a menudo, los animales realizan las estereotipias inmediatamente después de comer<sup>15</sup>. Las estereotipias no suelen aparecer en sistemas menos restrictivos, tales como parques.

La importancia de las estereotipias es doble. En primer lugar, las estereotipias se consideran indicadoras de un problema de bienestar<sup>19</sup>, entre otras razones porque suelen aparecer en ambientes aversivos para el animal. En segundo lugar, suponen un gasto importante de energía y pueden contribuir a empeorar la condición corporal de la cerda<sup>20</sup>.

Las causas de las estereotipias no se han establecido con claridad, pero la alimentación parece ser un factor muy importante: en buena medida, las estereotipias aparecen como consecuencia de la sensación de hambre crónica que experimentan las cerdas gestantes al ser alimentadas de forma restringida<sup>21,22</sup>. En efecto, las estereotipias disminuyen si se aumenta el aporte de energía<sup>23</sup> o bien si se suministra un alimento o un material adicional –paja, por ejemplo– que aumente el tiempo de ingestión<sup>24,25</sup>. Por el contrario, si se suministra un alimento fibroso que aumenta el llenado del estómago pero no incrementa el tiempo de ingestión, los resultados son contradictorios: algunos autores no encuentran ningún efecto<sup>26</sup>, mientras que otros sí<sup>27</sup>. Además de sus posibles efectos positivos disminuyendo las estereotipias, la fibra contribuye a reducir los problemas de estreñimiento de las cerdas gestantes.

La alimentación, sin embargo, no es el único factor responsable de la aparición de estereotipias. Así, las estereotipias no aparecen en cerdas hambrientas cuando se encuentran en un ambiente que les permite expresar la conducta exploratoria normal; esto indica que la



Fig. 3.— Las jaulas de gestación ofrecen algunas ventajas importantes desde el punto de vista del bienestar de los animales, tales como la facilidad para supervisarlos y la imposibilidad de que los animales se produzcan lesiones como consecuencia de peleas entre ellos. Al mismo tiempo, las jaulas tienen ciertos inconvenientes.

restricción de conducta tiene un efecto importante en la aparición de estereotipias<sup>21</sup>. Por lo tanto, parece ser que las estereotipias aparecerían como resultado de la interacción de dos factores: hambre y restricción de conducta.

Por otra parte, el nivel general de estrés podría ser también importante, aunque la evidencia al respecto no es concluyente<sup>21</sup>. En cualquier caso, en las explotaciones en las que los cuidadores tienen una especial empatía con los animales, el tiempo dedicado a realizar estereotipias disminuye, seguramente porque aumenta el tiempo de descanso<sup>28</sup>.

El aprendizaje juega un cierto papel en el desarrollo de las estereotipias y las cerdas que están al lado de otras cerdas que hacen estereotipias tienen más probabilidades de acabar desarrollando estereotipias<sup>29</sup>. Finalmente, en otras especies se han descrito diferencias individuales con base genética en la tendencia a realizar estereotipias<sup>30</sup>. En la (fig. 4) aparece un resumen de las principales causas de las estereotipias en cerdas gestantes alojadas en jaulas.

Las estereotipias no son el único problema de bienestar de las cerdas gestantes en jaulas. Frecuentemente, dichas cerdas muestran una conducta apática, que algunos autores consideran también indicativa

de una falta de bienestar<sup>31</sup>. Además, la proximidad a otras cerdas da lugar a estrés social como consecuencia de interacciones agresivas no resueltas<sup>32</sup>. El diseño de las jaulas es muy importante en este aspecto y se ha demostrado que las jaulas con barras verticales evitan en parte este problema<sup>32</sup>. Finalmente, y dependiendo también del diseño y tamaño de la jaula, puede haber una incidencia alta de lesiones en las patas<sup>33</sup> y en otras localizaciones (fig. 5) así como de enfermedades urinarias<sup>34</sup>. Estas últimas estarían causadas por el hecho de que las cerdas enjauladas producen una orina muy concentrada como resultado de su menor ingestión de agua, que, a su vez, es consecuencia de la falta de ejercicio. Además, al echarse los animales sobre sus propias heces, el riesgo de infecciones urinarias aumenta<sup>34</sup>.

#### PROBLEMAS DE BIENESTAR EN CERDAS GESTANTES ALOJADAS EN PARQUES

Aunque la opinión pública pueda percibir el sistema de alojamiento en parques como ventajoso desde el punto de vista del bienestar de los animales, lo cierto es que dicho sistema presenta también problemas importantes. En primer lugar, las cerdas que durante el período de gestación se han mantenido estabuladas en parques se muestran más inquietas al ser trasladadas a la jaula de parto<sup>35</sup>, y esto puede contribuir a aumentar la mortalidad neonatal<sup>36</sup>. Así pues, parece ser que el alojamiento en jaulas de gestación facilitaría la posterior adaptación a la jaula de parto. En segundo lugar, la supervisión de los animales en parques es más difícil que la supervisión de los animales en jaulas. En tercer lugar –y éste es probablemente el principal problema– el sistema de alojamiento en parque aumenta el riesgo de lesiones y estrés causados por peleas y montas entre los animales



Fig. 4.— Las estereotipias son uno de los principales problemas de bienestar de las cerdas gestantes en jaulas. Aunque las causas de las estereotipias no se conocen con certeza, parece ser que son el resultado de la interacción de varios factores, entre los que destacan la alimentación y, más concretamente, la sensación de hambre de la cerda y la restricción de movimientos y conducta impuesta por la jaula.



(fig. 6). Las montas se producen especialmente cuando algunas hembras abortan y muestran celo. Las peleas aparecen sobre todo en dos situaciones: cuando se introducen nuevos animales a un grupo y durante las comidas.

Las peleas causadas por la introducción de animales podrían evitarse de varias maneras. En primer lugar, parece ser que cuando es necesario introducir varias cerdas en un grupo numeroso, es preferible introducir varios animales a la vez. En segundo lugar, puede ser útil exponer previamente a los animales a estímulos visuales, auditivos u olfativos procedentes de los individuos que van a ser introducidos<sup>37,38</sup>. En tercer lugar, es conveniente colocar vallas o separaciones dentro del parque para que los animales puedan esconderse. Finalmente, la utilización de la "feromonona apaciguadora del cerdo" (ver capítulos III) puede ser también una opción interesante.

Las peleas que se producen durante las comidas son un problema potencialmente muy grave. En ocasiones, la competencia por la comida puede resultar en que hasta un 5-10% de las cerdas son incapaces de adaptarse al sistema de alojamiento en parques<sup>39</sup>. Proporcionar alimento húmedo, que aumenta la sensación de saciedad, puede contribuir a disminuir la agresividad. No obstante, probablemente el sistema más eficaz para controlar las peleas sea disponer de jaulas dentro del parque para alimentar a los animales de forma individual. Este sistema es, sin embargo, caro, ya que aumenta muy considerablemente las necesidades de espacio y los costes de mano de obra. Además, al ser imposible saber de antemano qué cerda entrará en cada jaula, el racionamiento individual no puede ser automático. Otra alternativa es utilizar sistemas automáticos de alimentación con identificadores electrónicos. Es necesario tener en cuenta



Fig. 5.— Las jaulas pequeñas o mal diseñadas pueden causar lesiones que constituyen un problema de bienestar importante. Estas lesiones aparecen sobre todo cuando la cerda pierde condición corporal.



Fig. 6.— Cerdas con lesiones causadas por peleas con otras cerdas. Las peleas son uno de los principales problemas de manejo y bienestar de las cerdas gestantes alojadas en grupo. La introducción de nuevos animales y la competencia por la comida son las causas más importantes de dichas peleas.

que el manejo de estos sistemas no es fácil. Por otra parte, existe el riesgo de que algunas cerdas bloqueen la entrada al comedero y de que determinados animales sean agredidos al salir del mismo; por lo tanto, es importante asegurarse de que el diseño y localización de los co-

mederos automáticos sean los adecuados para evitar estos problemas. Finalmente, existe también la posibilidad de suministrar pequeñas cantidades de pienso (100-200 g) a intervalos de 1-2 minutos, de modo que cada cerda se ve obligada a permanecer en un punto concreto esperando el alimento, de modo que no interfiere en la conducta de alimentación de los otros animales.

En resumen, si bien es cierto que el sistema de alojamiento en parques evita algunos problemas de bienestar, también es cierto que puede causar otros y que, en

cualquier caso, requiere una formación adecuada del personal y más espacio por cerda. Otro aspecto a tener en cuenta es que el coste económico de adaptarse a los nuevos sistemas de alojamiento será mayor o menor en la medida en que las instalaciones ya existentes en la explotación hayan sido amortizadas. Por lo tanto, parece razonable aconsejar a los veterinarios especialistas en porcino que se mantengan informados acerca de la legislación comunitaria sobre bienestar animal con objeto de que puedan anticipar los cambios en los sistemas de alojamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hemsworth PH, Winfield CG. Sexual behavior problems in the male and female pig. In: Current Therapy in Theriogenology. W B Saunders Company, Morrow D A (ed); Filadelfia; 1986; pp. 915-918.
2. Davidson JM, Stefanick ML, Sachs BD, Smith ER. Role of androgen in sexual reflexes of the male rat. *Physiol Behav* 1978; 21: 141-146.
3. Grunt JA, Young W C. Differential reactivity of individuals and the response of the male Guinea pig to testosterone propionate. *Endocrinology* 1952; 51: 237-248.
4. Bane A. Studies on monozygous cattle twins. XV. Sexual functions of bulls in relation to heredity, rearing intensity and somatic conditions. *Acta Agric Scand*, 1954; 4: 95-208.
5. Hafez ESE, Bouissou MF. The behaviour of cattle. In: *The Behaviour of Domestic Animals*. Williams and Wilkins (3d ed), Hafez E S E (ed); Baltimore; 1975; pp. 203-245.
6. Houpt KA. Domestic animal behavior. 2nd ed. Ames: Iowa State University Press, 1991.
7. Hemsworth PH, Winfield CG, Tilbrook AJ, Hansen C, Barnett JL. Habituation to boar stimuli: possible mechanism responsible for the reduced detection rate of oestrus gilts housed adjacent to boars. *Appl Anim Behav Sci*, 1988; 19: 255-264.
8. Hemsworth PH, Findlay JK, Beilharz RG. The importance of physical contact with other pigs during rearing on the sexual behaviour of the male domestic pig. *Anim Prod*, 1978; 27: 201-207.
9. Signoret JP. The reproductive behaviour of pigs in relation to fertility. *Vet Rec* 1970; 88: 34-38.
10. Patterson RLS. Comission on pig production; Dublin; 1968.
11. Hughes PE, Hemsworth PH. Mating management and artificial insemination. In: *Principles of Pig Science*. Nottingham University Press, Cole DTA, Wiseman J & Varley MA (ed.); Nottingham; 1994; pp. 253-275.
12. Hennessy DF. Seasonal infertility in the pig: Introduction. In: *Manipulating Pig Production*. Proceedings of the Inaugural Conference of the Australasian Pig Science Association held in Albury. JL Barnett, ES Batterham, GM Cronin, C Hansen, PH Hemsworth, DP Hennessy, PE Hughes, N E Johnston, RH King (ed.); Australia, 1987; pp. 40-42.
13. Odberg F. Abnormal behaviors: Stereotypes. In: *Proc 1st World Cong Ethol and Appl Zootech*. Madrid, Spain, 1978; p. 475.
14. Mason GJ. Forms of stereotypic behavior. In: *Stereotypic Animal Behavior: Fundamentals and Application to Animal Welfare*. CAB International, Lawrence AB, Rushen J (eds.); Wallingford; 1993.
15. Rushen J. Stereotyped behaviour, adjunctive drinking and the feeding periods of tethered sows. *Anim Behav*, 1984; 32: 1059-1067.
16. Cronin GM. The development and significance of abnormal stereotyped behaviours in tethered sows. PhD thesis; University of Wageningen; 1985.



17. Blackshaw JK, McVeigh JF. The behaviour of sows and gilts, housed in stalls, tethers and groups. *Proc of Aust Soc Anim Prod*, 1984; 15: 85-92.
18. Jensen P. Diurnal rhythm of bar-biting in relation to other behaviour in pregnant sows. *Appl Anim Behav Sci* 1988; 21: 337-346.
19. Broom DM. Stereotypes as animal welfare indicators. In: *Indicators Relevant to Farm Animal Welfare*. Martinus Nijhof Publishers, Smidt D (ed.); Dordrecht; 1983. p. 81.
20. Cronin GM, van Tartwijk JMF, van der Hel W, Verstegen MWA. The influence of degree of adaptation to tether-housing by sows in relation to behaviour and energy metabolism. *Anim Prod*, 1986; 42: 257-268.
21. Lawrence AB, Terlouw EMC, Kyriazakis I. Behavioral consequences of undernutrition in farm animals. *Proc Nutr Soc*, 1993; 52: 219.
22. Appleby MC, Lawrence A B. Food restriction as a cause of stereotypic behaviour in tethered gilts. *Anim Prod*, 1987; 45: 103-110.
23. Terlouw EMC, Lawrence AB, Illius AW. Influences of feeding level and physical restriction on development of stereotypies in sows. *Anim Behav* 1991; 42: 981-991.
24. Fraser D. The effect of straw on the behaviour of sows in tether stalls. *Anim Prod* 1975; 21: 59-68.
25. Brouns F, Edwards SA, English PR. Effects of dietary fibre and feeding system on activity and oral behaviour of group-housed gilts. *Appl Anim Behav Sci* 1994; 39: 215-223.
26. Broom DM, Potter MJ. Factors affecting the occurrence of stereotypies in stallhoused dry sows . *Proc Int Cong on Appl Ethol in Farm Anim*. KTBL, Unshelm J, van Putten G, Zeeb K (eds.), Kiel, 1984; pp. 229-231.
27. Robert S, Matte JJ, Farmer C, Givand CL, Martineau GP. High-fibre diets for sows: effects on stereotypies and adjunctive drinking. *Appl Anim Behav Sci*, 1993; 37: 297-309.
28. Seabrook MF. The human factor-the benefit of humane and skilled stockmanship. In: *Farms Animals-It pays to be Humane*. Reading: Centre for Agricultural Strategy. University of Reading, S P Carruthers (ed.), 1991; pp. 60-72.
29. Appleby MC, Lawrence AB, Illius AW. Influence of neighbours on stereotypic behaviour of tethered sows. *Appl Anim Behav Sci*, 1989; 24: 137-146.
30. Cabib S. Neurobiological basis of stereotypies. In: *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. Wallingford: CAB International, AB Lawrence and J Rushen (ed.), 1993; pp. 119-145.
31. Broom DM. Responsiveness of stall-housed sows. *Appl Anim Behav Sci*, 1986; 15 (186).
32. Barnett JL, Hemsworth PH, Winfield CG. The effects of design of individual stalls on the social behaviour and physiological responses related to the welfare of pregnant pigs. *Appl Anim Behav Sci* 1987; 18: 133-142.
33. Bäckström L. Environment and animal health in piglet production. A field study of incidence and correlations. *Acta Vet Scand (Suppl)*, 1973; 41: 240.
34. Tillon JP, Madec F. Diseases affecting confined sows. Data from epidemiological observations. *Ann Rech Vét*, 1984; 15: 195-199.
35. Marchant JN, Broom DM. The effects of dry sow housing conditions on responses to farrowing. *Anim Prod*, 1993; 56 (475).
36. Cronin GM, Simpson GJ, Hemsworth PH. The effects of the gestation and farrowing environments on sow and piglet behaviour and piglet survival and growth in early lactation. *Appl Anim Behav Sci*, 1996; 175-192.
37. Kennedy MJ, Broom DM. A method of mixing gilts and sows which reduces aggression experienced by gilts. *Proc 45th meeting Eur Assoc Anim Prod*; Edinburgh, 1994; p. 333.
38. Kennedy MJ, Broom DM. Factors modulating aggression received by pigs mixed individually into groups. *Proc 30th Int Cong Int Soc Appl Ethol*. Guelph: Centre for Study of Animal Welfare, Duncan IJH, Widowski TM and Haley DB (eds.), 1996; p. 52.
39. Edwards S. Housing the breeding sow. In *practice*, 1998; 20(7): 339-344.