



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



Universitat Autònoma de Barcelona

## **Evaluación del comportamiento y bienestar del cerdo ibérico en montanera.**

Miriam Martínez Macipe



## **Evaluación del comportamiento y bienestar del cerdo ibérico en montanera.**

Tesis doctoral presentada por Míriam Martínez Macipe

para acceder al grado de Doctora dentro del programa de Doctorado de Producción Animal del Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos de la Universidad Autónoma de Barcelona.



FACULTAT DE VETERINÀRIA

**Bellaterra, Septiembre 2018**

Antoni Dalmau Bueno, Investigador del Programa de Bienestar Animal del Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria y

Xavier Manteca Vilanova, catedrático del Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona

### **CERTIFICAN**

Que la presente tesis doctoral se ha realizado bajo su dirección y, considerándola acabada, autorizan su presentación para que sea juzgada por la comisión correspondiente.

Dr. Xavier Manteca Vilanova

Dr. Antoni Dalmau Bueno



Este proyecto se ha financiado por el Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroalimentaria (INIA) del Gobierno de España INIA-RTA2010-00062-CO2.



Para Aurora, Cándida, Ceferino y José;

esta tesis es fruto de su mezcla.

*¿Qué tienes tú, negra encina  
campesina,  
con tus ramas sin color  
en el campo sin verdor;  
con tu tronco ceniciento  
sin esbeltez ni altiveza,  
con tu vigor sin tormento,  
y tu humildad que es firmeza?*

*En tu copa ancha y redonda  
nada brilla,  
ni tu verdioscura fronda  
ni tu flor verdiamarilla.*

*Nada es lindo ni arrogante  
en tu porte, ni guerrero,  
nada fiero  
que aderece su talante.  
Brotas derecha o torcida  
con esa humildad que cede  
sólo a la ley de la vida,  
que es vivir como se puede.*

*El campo mismo se hizo  
árbol en ti, parda encina.  
Ya bajo el sol que calcina,  
ya contra el hielo invernizo,  
el bochorno y la borrasca,  
el agosto y el enero,  
los copos de la nevasca,  
los hilos del aguacero,  
siempre firme, siempre igual,  
impasible, casta y buena.*

*“Las encinas”, Antonio Machado*





## **AGRAÏMENTS**

I am fortunate to know many compassionate women and men all around the globe. Thanks to them, I believe in people and our potential to make a better world.

Al Toni Dalmau, que no és un director de tesi corrent sinó un guia que es va embrutar de fang amb mi buscant porcs, que em va donar un vot de confiança quan em vaig presentar a la primera reunió amb un nadó als braços i que ha passat massa dies de festa llegint i corregint els meus articles.

Al Xavi Manteca, a qui admiro des del primer dia que va entrar a classe parlant d'etologia, que em va recomanar per fer un màster que m'ha canviat la vida i que respon sempre amb rapidesa sigui gran o petita la qüestió.

To Phil Brooke and his brilliant conference for the MSc in AABAW 2009-2010, which showed me the way.

A Julia, por asesorarme, recordarme cada paso y estar siempre disponible para solucionar mis dudas a lo largo del doctorado.

A los trabajadores, gerentes y propietarios/as de las explotaciones ganaderas estudiadas, por permitirme la entrada a sus casas con total libertad y ofreciéndome algo de conversación animada antes o después de largas jornadas de silencio para observar a sus animales: Muy especialmente a Tomás, Julián y José de Valle Rasero; a Ramiro, Manolo, Paco y María de Cabeza la Vaca; a Ana Encinas y a Miguel de Montes de Cornalvo; a Alejandro padre e hijo de Casaliebres; al personal de Zajarrón; al personal de la finca Valdesequera.

A Paco y Mercedes que contagian entusiasmo por la investigación; a José Luis y Javier.

A Paloma, de AECERIBER y a Álvaro, de la D.O de Extremadura; por llevarme a los lugares más recónditos de Extremadura buscando explotaciones para desarrollar el trabajo.

Al Nico i la Eva per motivar-me amb les seves visites i ajudar-me amb les tasques logístiques a Càceres. A la resta de companys i companyes de l'IRTA i la UAB, amb qui he coincidit menys del que m'hauria agradat: l'Emma, la Marina, l'Antonio, l'Anna, el Lluís, el Pedro, la Ceci, la Debo, la Marina... A Isa por confiar en mí y ser siempre tan dulce y trabajadora.

A Miguel y Dafne, que llegaron en el preciso momento para llevarme de la mano a recorrer el mundo, en furgoneta y a través de conversaciones maravillosas.

A María, que me enamoró con su alegría desde el minuto cero al conocernos en Cáceres, y con sus pensamientos en Vitoria, en Barcelona y donde vayamos.

A Laura y Karen, por el matriarcado, por las fiestas, por los animales, por las sorpresas, por esa vitalidad, por las sonrisas y las risas.

A la Red de Solidaridad Popular de Cáceres, con sus gentes luchadoras. A más personas grandes de Cáceres como Virginia, Raquel, Lidia y Luiki. A Fran y su grupo de crápulas. A Carmen. A David. A Pablo, Guada, Jenny y los Luises.

A Marco, Lidia y Cesc por dejarlo todo para aventurarse en un traslado larguísimo, tanto en Km como en cajas; y compartir conmigo esos primeros días en Cáceres.

A Pisco, que se quedó para siempre. A Bufó y a Tai, que por poco se quedan. A Zarina, pues, aunque digan que yo la salvé, fue al revés. A todos los perros y gatos acogidos en el camino.

A l'Anna, la Carla i el Raúl; les meves mestres, els meus vetes "forever", que sempre em recolcen.

A Alba, porque nos cuesta demasiado vernos, pero cada ocasión es mágica.

A Mari, la minisierva más sonriente y fuerte. Gracias por mi preciosa libreta de grandes ideas que me ha acompañado en la redacción de esta tesis.

A Menchu, por visitarme en todos los rincones del planeta, por preocuparse, enseñar y apoyar incondicionalmente.

A Silvia, que esté lejos o cerca, operando o bailando, entrenando o cooperando transmite positivismo y alegría.

A la Jenny, per creure en mi i obrir-me pas. A tot el personal de FAADA, per la seva professionalitat, determinació i la il. lusió que posen a cada cosa que fan. Agraïment especial a la Direcció, per la seva comprensió, flexibilitat i esperit facilitador.

A mis amigas de siempre: a Jéssica, desde 1988 y hasta el infinito; a Nati, aún recuerdo cómo me dio la mano cuando tenía miedo en una excursión del colegio; a Rosa, porque nuestras mil diferencias nunca nos separarán; a Sonia, que me dejó llenarle el pelo de trencitas para un videoclip. A Pablo y Pisu, por nuestro Aturem la Guerra particular.

A Amaya, que, tras intentar cortar una autopista y salvar a la humanidad conmigo, acabó también inmersa en esta dura combinación de maternidad y tesis.

A Toñi, Juan, Francisco José, Juan Pedro e Imma. A Lázaro, Maribel y Juan. Por integrarme en su familia a pesar de mis ideas y exigencias culinarias; por tantas risas, cuidados y detalles con Indira y Bruno; por regalarme tiempo para esta tesis.

A Tomás, que es rebelde porque el mundo le ha hecho así, como yo; y está siempre dispuesto a colaborar en un traslado, un arreglo o una manualidad.

A Elisa, siempre pendiente de los demás. Gracias por aquellos bocadillos de paté vegetariano para mis días de prismáticos.

A Santi, que me ha visto crecer, que da los mejores consejos y que tiene siempre una respuesta, o halla la manera de conseguirla.

A Guille y Aleida, esos pequeños viajeros, por sus risas y sus diálogos estrambóticos.

A mi padre, por apoyarme y hacerme sentir capaz de todo; por inculcarme la pasión por la naturaleza, los viajes y la lectura.

A mi madre, por quererme con todas mis extravagancias, saber cuándo la necesito y no dudar en coger un avión para ayudarme con las cajas, por ofrecerme la mejor biblioteca para escribir estas páginas.

A mi tata, Verónica, mi mejor amiga, que me da más de lo que pido y sin pedirlo, que dedica siglos para preparar el mejor cumpleaños, se curra cada uno de los regalos, prepara con detalle cada viaje y siente cada beso que da.

A Bruno Tagus, que ha mamado esta tesis literalmente desde el día en que nació, y que me hace reír siempre...o correr tras él.

A Indira Vaiora, que inició conmigo esta aventura siendo diminuta y se ha convertido en una niña maravillosa, divertidísima pero capaz de darme serias lecciones.

A Jorge, que lo ha dado absolutamente todo por mí. Por su valentía, paciencia, comprensión, generosidad y sobre todo por el entregarme amor todos y cada uno de los días desde aquella asamblea de las manos.

A los cerdos: al que perdió el colmillo en la valla, a las que me llenaron las zapatillas de barro, a los que me hicieron sudar para encontrarles, a las que no me hacían ni caso, a los que chillaron por las vacunas, a las que perdieron todos nuestros podómetros en la charca, a los que huían con los ladridos de los perros, a las que se acercaban a saludar sin miedo, a los que nacieron en naves, en parques y en el campo; a las que murieron en las granjas y a los que sacrificaron en los mataderos.

*Disculpeu si m'he descuidat d'esmentar algú: si sents que hauries de sortir en aquest llistat significa que també ets important per mi, però els anys i l'estrès no perdonen!*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	1
RESUM .....	3
SUMMARY .....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
1. El cerdo .....	9
1.1. Origen, taxonomía y distribución .....	9
1.2. Características biológicas generales.....	10
1.3. Comportamiento .....	13
2. Producción porcina.....	15
2.1. El sector .....	15
2.2. Normativa .....	17
3. El cerdo ibérico.....	19
3.1. Historia y características.....	19
3.2. La dehesa.....	22
3.3. Sistema de producción .....	25
3.4. El producto.....	28
3.5. Líneas de investigación.....	31
4. Etología .....	32
4.1. Concepto, importancia e historia.....	32
4.2. Métodos de estudio .....	33
5. Bienestar animal .....	35
5.1. Concepto, importancia e historia.....	35
5.2. Medidas y asesoramiento.....	37
5.3. Tendencias en la producción porcina .....	39
6. Referencias.....	42
OBJETIVOS.....	51
<b>CAPÍTULO 1: Environmental and management factors affecting the time budgets of free-ranging Iberian pigs reared in Spain.....</b>	<b>55</b>
Abstract.....	57
1. Introduction .....	59
2. Materials and methods .....	62
2.1. Animals and location.....	62
2.2. Methodology .....	63
2.3. Statistical Analysis .....	65

3. Results .....	66
3.1. Activity budget .....	66
3.2. Effect of being fed or just foraging, the “montanera effect” .....	66
3.3. Effect of season .....	66
3.4. Effect of Weather .....	68
3.5. Position in the group.....	68
3.6 Effect of the gender .....	70
4. Discussion.....	70
5. Conclusions.....	74
6. References .....	74
<b>CAPÍTULO 2: Characterization of Iberian pig groups in Extremadura .....</b>	<b>77</b>
Abstract.....	79
1. Introduction .....	81
2. Materials and methods .....	82
2.1. Animals and location.....	82
2.2. Methodology .....	83
2.3. Statistical Analysis .....	84
3. Results .....	85
3.1. General findings about group size .....	85
3.2. Type and composition of the groups .....	87
3.3. Use of space: proximity to specific elements.....	88
4. Discussion.....	90
5. Conclusions.....	92
6. References .....	93
<b>CAPÍTULO 3: Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotrophin-releasing factor male and female Iberian pigs reared in free-ranging conditions. ....</b>	<b>97</b>
Abstract.....	99
1. Introduction .....	101
2. Material and Methods.....	102
2.1 Animals and housing conditions .....	102
2.2 Vaccination against GnRF .....	103
2.3 Carcass and meat quality measurements .....	103
2.4 Sensory analysis: Quantitative Descriptive Analysis (QDA) .....	105
2.5 Statistical analysis .....	106
3. Results and discussion .....	107

3.1. Sex differences .....	107
3.2 Iberian pig females .....	109
3.3 Iberian pig males .....	111
4. Conclusions.....	114
5. Acknowledgements.....	114
6. References .....	114
7. Supplementary figures for the online version of the paper .....	118
<b>DISCUSIÓN GENERAL</b> .....	<b>123</b>
1. Comportamiento del cerdo ibérico .....	125
1.1. Tendencias generales.....	125
1.2. Factores que influyen.....	127
1.2.4. Otros recursos .....	130
2. Bienestar del cerdo ibérico .....	130
2.1. Acceso a los recursos limitados .....	131
2.2. Restricción alimentaria previa a la montanera .....	131
2.3. La castración.....	132
3. La inmunocastración .....	132
3.1 Aplicabilidad en cerdos ibéricos machos .....	132
3.2 Aplicabilidad en cerdas ibéricas .....	133
4. Referencias.....	134
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>139</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### INTRODUCCIÓN

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del cerdo.....	10
<b>Tabla 2.</b> Evolución del porcentaje de los tipos de explotaciones porcinas en España (extensivo, intensivo y mixto) y del censo de cerdos. ....	16
<b>Tabla 3.</b> Composición media de la pulpa de bellotas de Quercus Ilex (encina) (Daza et al. 2007). ....	24
<b>Tabla 4.</b> Principios y criterios del sistema de evaluación del bienestar Welfare Quality® .....	38
<b>Imagen 1.</b> Grupo de cerdos ibéricos aprovechando los recursos de la dehesa durante la montanera.....	24



**Imagen 2.** Sistemas de cría de ibérico (1- nave, 2-parque individual, 3- camping colectivo. ....27

**Imagen 3.** Etiquetado del ibérico de acuerdo a la norma de calidad (ASICI)..30

## **CAPÍTULO 1**

**Tabla 1.** Number of visits to each farm, percentage of purebred, quantity of pigs at 1st and 2nd year, available area during the year and during montanera, dates of montanera start for the 1st and 2nd year of study. ....62

**Tabla 2.** Behavior description for scan and focal sampling.....64

**Tabla 3.** Temperature-humidity index (THI) and mean wind speed for each season. ....65

**Figure 1.** Frequency (%) of the explore standing (ES), explore walking (EW) and bath (B) behaviors during montanera and the rest of the year. Principios y criterios del sistema de evaluación del bienestar Welfare Quality® .....67

**Figure 2.** Frequency (%) of the explore standing (ES), explore walking (EW) and bath (B) behaviors during montanera and the rest of the year. ....67

**Figure 3.** Frequency (%) of resting (RE) behavior during the different weather conditions (sunny, cloudy, partly cloudy, rainy and foggy). ....68

**Figure 4.** Frequency (%) of the social negative (SN) and social positive (SP) behaviors during the different weather conditions (sunny, cloudy, partly cloudy, rainy and foggy).. ....69

**Figure 5.** Frequency (%) of the resting (RE), explore walking (EW), walking (W) and gazing (G) behaviors according to the situation (central o peripheral) of the animals.. ....69

## **CAPÍTULO 2**

**Tabla 1.** Quantity of visits and animals at each visited farm.. ....83

**Tabla 2.** Percentage of visits and main environmental data of the different seasons.....83

**Figure 1.** Percentage of groups observed in total according to its size (1 animal, from 2 to 4, from 5 to 10, from 11 to 25, from 26 to 60 and more than 60 animals).....85

**Figure 2.** Percentage of groups according to its size and feeding scheme (fed with concentrate or not fed so montanera).. ....86

**Figure 3.** Mean size of the groups with standard error and percentage of solitary animals according to the season (spring, summer, autumn or winter).. ....86

**Figure 4.** Percentage of males and females belonging to mixed groups across the seasons... ....87

**Figure 5.** Distribution of groups at the different distances to the defined elements... .....88

**Tabla 3.** Average sizes of the groups according to their distances to trees and pond and the type of group (only male, only female or mixed)... .....89

### **CAPÍTULO 3**

**Tabla 1.** Carcass traits of surgically castrated females (CF), entire females (EF), GnRF vaccinated females (VF), surgically castrated males (CM) and GnRF vaccinated males (VM) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old. .... 108

**Tabla 2.** Meat quality of surgically castrated females (CF), entire females (EF), GnRF vaccinated females (VF), surgically castrated males (CM) and GnRF vaccinated males (VM) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old. .... 109

**Tabla 3.** Sensory characteristics of Longissimus thoracis from surgically castrated females (CF), GnRF vaccinated females (VF), entire females (EF), surgically castrated males (CM) and GnRF vaccinated males (VM) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.. .. 110

**Tabla Suplementaria 2.** Meat quality of surgically castrated females (CF), GnRF vaccinated females (VF) and entire females (EF) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old. .... 118

**Tabla Suplementaria 3.** Sensory characteristics of Longissimus thoracis from surgically castrated females (CF), GnRF vaccinated females (VF) and entire females (EF) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.. ..... 119

**Tabla Suplementaria 4.** Carcass traits of surgically castrated (CM) and GnRF vaccinated (VM) male Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old..... 120

**Tabla Suplementaria 5.** F Meat quality of surgically castrated (CM) and GnRF vaccinated (VM) male Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old..... 121

**Tabla Suplementaria 6.** Sensory characteristics of Longissimus thoracis from surgically castrated (CM) and GnRF vaccinated (VM) male Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old... ..... 122



## RESUMEN

Los objetivos de esta tesis son describir el comportamiento del cerdo ibérico en extensivo, discernir qué factores lo condicionan; saber cómo se agrupan los animales a lo largo del año, si diferentes condicionantes del entorno tienen alguna influencia y, por último, probar si existen diferencias en la calidad de la carne de animales castrados, inmunocastrados o hembras enteras también criadas en extensivo. Para los dos primeros objetivos se realizaron observaciones de campo en seis explotaciones de Extremadura durante las fases de engorde y finalización en montanera. Esto es, desde la primera primavera de los animales, con unos seis meses de edad, hasta su sacrificio a finales del siguiente invierno, durante dos temporadas de 2012 a 2014. En cuanto a los patrones de actividad, se observó que dedicaban el 56% del tiempo a descansar y el 28% a explorar, viéndose afectados ( $P < 0,05$ ) por la estación del año, la presentación de lluvia o niebla, la dependencia o no de personas para alimentarse y la posición central o periférica dentro del grupo. Sin embargo, no se detectaron diferencias en cuanto al sexo o al estado reproductivo de los animales. Era en verano cuando los cerdos utilizaban más la charca (8%), dejándola en desuso en invierno ( $P < 0,0001$ ), cuando, la entrada en montanera determinaba que dedicasen más tiempo a explorar (del 18 al 50%) ( $P < 0,0001$ ). Los animales situados en la periferia de los grupos estaban más vigilantes y activos que los centrales ( $P < 0,0001$ ), que solían permanecer más tiempo tumbados ( $P = 0,0302$ ). En definitiva, el cerdo ibérico en extensivo requiere una charca acondicionada en verano y su actividad exploratoria se incrementa cuando pasa de ser alimentado con pienso a depender sólo de los recursos naturales. En cuanto a la formación de grupos, solo una parte pequeña (el 9%) de todos los animales fueron encontrados en solitario, siendo machos la mayoría. El tamaño medio de los grupos, aunque las piaras podían estar integradas por más de cien individuos, era de 2 a 25 cerdos, presentando los tamaños más pequeños durante la montanera ( $P < 0,0001$ ). Los grupos más grandes se observaron en zonas abiertas ( $P < 0,0001$ ), en el comedero ( $P < 0,0001$ ) o cerca de las casetas ( $P < 0,0001$ ) y correspondieron principalmente a grupos formados solamente por machos ( $P < 0,0001$ ). Así pues, se observaron diferencias claras en la forma de agruparse de machos y hembras; siendo las hembras más propensas a los grupos pequeños y de tipo mixto y, los machos, a grupos más grandes y de tipo sólo machos. No obstante, durante la montanera, los grupos de machos se reducían y los machos incrementaban su presencia en grupos mixtos y en solitario. Con estos resultados concluimos que los cerdos ibéricos prefieren segregarse a la hora de buscar alimento y reagruparse cuando no disponen de la protección de los árboles o para el acceso a determinados espacios, aunque muestran preferencias distintas en cuanto al tipo de grupo y tamaño según el sexo. Para el tercer objetivo se trabajó con 83 cerdos y cerdas castrados quirúrgicamente o inmunocastrados a los 11, 12 y 14 meses de edad y cerdas enteras. Tras su sacrificio a los 16 meses, se analizó la calidad de la carne y se realizó un análisis sensorial para evaluar las diferencias entre los diferentes tratamientos. En el caso de los machos, la inmunocastración dio lugar a carne más magra ( $P = 0,0001$ ) y con menos grasa infiltrada ( $P < 0,005$ ); en cambio, de las hembras se obtuvieron productos muy similares entre sí. De este modo, tanto las hembras enteras como las inmunocastradas (en el caso de presencia de jabalí) han demostrado tener un potencial en el mercado del cerdo ibérico, como una alternativa con mayor bienestar.



## RESUM

Són objectius d'aquesta tesi descriure el comportament del porc ibèric en extensiu i quins factors el condicionen, com s'agrupen els animals al llarg de l'any i la influència que poden tenir alguns condicionants de l'entorn i, finalment, provar si hi ha diferències en la qualitat de la carn d'animals castrats, immunocastrats o femelles senceres criades en extensiu. Per als dos primers objectius es van realitzar observacions de camp en sis explotacions d'Extremadura durant les fases d'engreix i finalització en montanera. És a dir, des de la primera primavera dels animals, amb uns sis mesos d'edat, fins al seu sacrifici a la fi del següent hivern, durant dues temporades de 2012 a 2014. Quant als patrons d'activitat, es va observar que dedicaven el 56% del temps a descansar i el 28% a explorar, veient-se afectats ( $P < 0,05$ ) per l'estació de l'any, la presentació de pluja o boira, la dependència o no de persones per alimentar-se i la posició central o perifèrica dins del grup. No obstant això, no es van detectar diferències quant al sexe o l'estat reproductiu dels animals. Era a l'estiu quan els porcs utilitzaven més la bassa (8%), deixant-la en desús a l'hivern ( $P < 0,0001$ ), quan, l'entrada en montanera determinava que dediquessin més temps a explorar (del 18 al 50%) ( $P < 0,0001$ ). Els animals situats a la perifèria dels grups estaven més vigilants i actius que els centrals ( $P < 0,0001$ ), que solien romandre més temps estirats ( $P = 0,0302$ ). En definitiva, el porc ibèric en extensiu requereix una bassa condicionada a l'estiu i la seva activitat exploratòria s'incrementa quan passa de ser alimentat amb pinso a dependre només dels recursos naturals. Pel que fa a la formació de grups, només una part petita (el 9%) de tots els animals van ser trobats en solitari, sent mascles la majoria. La grandària mitjana dels grups, tot i que els lots podien estar integrats per més de cent individus, era de 2 a 25 porcs, presentant les mides més petites durant la montanera ( $P < 0,0001$ ). Els grups més grans es van observar en zones obertes ( $P < 0,0001$ ), a la menjadora ( $P < 0,0001$ ) o prop de les casetes ( $P < 0,0001$ ) i van correspondre principalment a grups formats només per mascles ( $P < 0,0001$ ). Així doncs, es van observar diferències clares en la forma d'agrupar-se de mascles i femelles; sent les femelles més propenses als grups petits i de tipus mixt i, els mascles, a grups més grans i de tipus només mascles. No obstant això, durant la montanera, els grups de mascles es reduïen i els mascles incrementaven la seva presència en grups mixtos i en solitari. Amb aquests resultats concloem que els porcs ibèrics prefereixen segregar-se a l'hora de buscar aliment i reagrupar-se quan no disposen de la protecció dels arbres o per a l'accés a determinats espais, tot i que mostren preferències diferents quant al tipus de grup i mida segons el sexe. Per al tercer objectiu es va treballar amb 83 porcs i truges castrats quirúrgicament o immunocastrats als 11, 12 i 14 mesos d'edat i truges senceres. Després del seu sacrifici als 16 mesos, es va analitzar la qualitat de la carn i es va realitzar una anàlisi sensorial per avaluar les diferències entre els diferents tractaments. En el cas dels mascles, la immunocastració va donar lloc a carn més magra ( $P = 0,0001$ ) i amb menys greix infiltrat ( $P < 0,005$ ); en canvi, de les femelles es van obtenir productes molt similars entre si. D'aquesta manera, tant les femelles senceres com les immunocastrades (en el cas de presència de porc senglar) han demostrat tenir un potencial en el mercat del porc ibèric, com una alternativa amb major benestar.

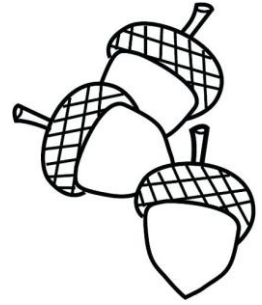


## SUMMARY

The objectives of this thesis are to describe the behavior of the Iberian pig in extensive conditions, what factors affect it, how animals are grouped throughout the year and the influence some environmental conditions may have and, finally, to prove if there are differences in the quality of the meat of castrated animals, immunocastrated or whole females reared in extensive. For the first two objectives, field observations were made on six farms in Extremadura during the fattening and finishing phases in montanera. This is, from the first spring of the animals, with about six months of age, until its slaughter at the end of the following winter, during two seasons from 2012 to 2014. Regarding the activity patterns, it was observed that 56% of time was dedicated to rest and 28% to explore, being affected ( $P < 0.05$ ) by the season, the presentation of rain or fog, the independence or dependence on people to feed them and the central or peripheral position within the group. However, no differences were detected in terms of sex or reproductive status of the animals. It was in the summer when pigs used the pond the most (8%), leaving it without use in winter ( $P < 0.0001$ ), when, the entrance in montanera determined that they spent more time exploring (from 18 to 50%) ( $P < 0.0001$ ). The animals located in the periphery of the groups were more vigilant and active than the central ones ( $P < 0.0001$ ), which used to remain longer lying down ( $P = 0.0302$ ). In short, the Iberian pig in extensive requires a conditioned pond in summer and its exploratory activity increases when it goes from being fed with concentrate to depend only on natural resources. As for the formation of groups, only a small part (9%) of all the animals were found alone, with males being the majority. The average size of the groups, although the herds could be integrated by more than one hundred individuals, was from 2 to 25 pigs, presenting the smallest sizes during the montanera ( $P < 0.0001$ ). The largest groups were observed in open areas ( $P < 0.0001$ ), in the feeder ( $P < 0.0001$ ) or near the pens ( $P < 0.0001$ ) and corresponded mainly to groups formed by males only ( $P < 0.0001$ ). Thus, clear differences were observed in the grouping of males and females; the females being more prone to small and mixed-type groups and, the males, to larger and only-male groups. However, during the montanera, the groups of males were reduced and the males increased their presence in mixed groups and alone. With these results we conclude that Iberian pigs prefer to segregate when looking for food and reunite when they do not have the protection of trees or access to certain spaces, although they show different preferences in terms of type of group and size according to sex. For the third objective we worked with 83 pigs and sows surgically castrated or immunocastrated at 11, 12 and 14 months of age and whole sows. After slaughter at 16 months, the quality of the meat was analyzed and a sensory analysis was performed to evaluate the differences between the different treatments. In the case of males, immunocastration gave rise to leaner meat ( $P = 0.0001$ ) and less infiltrated fat ( $P < 0.005$ ); on the other hand, very similar products were obtained from the females. In this way, both whole and immunocastrated females (in the case of the presence of wild boar) have shown potential in the Iberian pig market, as an alternative with greater welfare.







## **INTRODUCCIÓN**



## **1. El cerdo**

### **1.1. Origen, taxonomía y distribución**

Los cerdos (*Sus scrofa domesticus*) provienen de la domesticación de jabalíes de Europa y del sureste asiático hace unos 9000 años (Rosell et al., 2001), aunque también se ha planteado la posibilidad de que hubiera múltiples centros de domesticación que sucedieron de forma independiente (Larson et al., 2005).

Debido a que muchos cerdos domesticados volvieron de nuevo a la vida salvaje y pudieron cruzarse con los jabalíes, hay mucha variedad genética e hibridación y se ha creado gran confusión taxonómica. En realidad los estudios genéticos demuestran que hay gran cantidad de especies en las que el antecesor ha hibridado con la especie ya domesticada (Larson and Burger, 2013). Sin embargo, el cerdo doméstico se reconoce como una de las 16 subespecies de *Sus scrofa*, y se diferencia del jabalí por su morfología, dotación cromosómica y comportamiento (Rosell et al., 2001).

Los jabalíes y los cerdos son mamíferos ungulados del orden Artiodactyla (animales con un número par de dedos) como los hipopótamos, las jirafas, los ciervos, las llamas o las cabras. Sin embargo, el suborden Suina incluye especies que no son rumiantes ni herbívoras ni poseen cuernos, como los pecaríes (de la familia Tayasuidae, originarios de América), los facoqueros o los babirusa (ambos de la familia Suidae como los jabalíes, que engloba 19 especies) (Tabla 1). Son omnívoros, disponen de un estómago simple y cuentan con dientes en la maxila superior (Integrated Taxonomic Information System).

Los jabalíes provienen del norte de África pero se diseminaron por Europa y Asia y actualmente se encuentran también en América y Oceanía debido a la introducción voluntaria por parte del ser humano (Rosell et al., 2001). Viven en muchos tipos de hábitat, desde encinares a matorrales y marismas, pues se adaptan muy fácilmente mientras tengan algo de vegetación para esconderse y dispongan de suficientes recursos para alimentarse. Jabalíes y cerdos son capaces de colonizar cualquier ambiente, por ejemplo, desde su

introducción en Estados Unidos, los cerdos salvajes se han extendido por más de cuarenta estados (Foster and Mengak, 2015). Hay razas de cerdos domésticos que están especialmente adaptadas a su entorno, como el Mangalica húngarés, que tiene una capa de pelo largo que los protege del frío o el Ibérico, cuya capa oscura le protege del sol (Arey and Brooke, 2006).

**Tabla 1.** Taxonomía del cerdo

Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Suidae
Subfamilia	Suinae
Género	Sus
Especie	Sus scrofa
Subespecie	Sus scrofa domesticus

Aunque la selección genética en favor de caracteres más bien de interés productivo, por ejemplo, utilizando a los más grandes para la domesticación (Lega et al., 2016), haya creado razas muy distintas entre sí, la mayoría de ellas comparten una misma genética de las razas iniciales (Duroc, Hampshire, Landrace, Large White o Piétrain), con la excepción de algunas locales, como la Ibérica, que han evolucionado por otro lado (SanCristobal et al., 2006) y cuyo genoma ya está secuenciado (Esteve-Codina et al., 2011).

### **1.2. Características biológicas generales**

Los cerdos tienen la cabeza grande, los ojos profundos, el cuerpo corto con forma cilíndrica y una cola con 15 vértebras que forma un rizo. Las patas suelen ser cortas, con 4 dedos que terminan en pezuñas rectas y con almohadillas digitales; aunque los dos dedos accesorios, los caudales, disponen de pezuñas más pequeñas y no se utilizan para el apoyo (Dyce et al.,

1999). Aunque los jabalíes tienen pesos de entre 70 y 100kg generalmente, la selección genética ha hecho que existan razas de cerdo como el Göttingen minipig, utilizado para experimentación biomédica, de unos 26kg de peso adulto y otras, en cambio, seleccionadas para la obtención de grandes cantidades de carne, como el Poland china, cuyos machos llegan a los 400kg. Sin embargo, la altura y peso son muy variables incluso dentro de una misma raza dependiendo del clima y la abundancia de recursos. Presentan un claro dimorfismo sexual siendo los machos más grandes que las hembras, con los caninos más grandes, con la piel de la zona de la espalda más gruesa, un pincel de pelos en la zona del pene y en algunas variedades presentan una crin dorsal (Rosell et al., 2001).

El pelaje y la piel varía mucho de unas razas a otras. Por ejemplo, los jabalíes presentan una capa de tonos pardos, aunque nacen rojizos con rayas oscuras y tienen un pelaje denso y corto en verano pero más largo y lanoso en invierno (Rosell et al., 2001). En cambio, los cerdos domésticos se han seleccionado desde los que son de tonos rosados toda su vida hasta los que son blancos y negros. La piel de los suidos suele ser gruesa y, si presenta pelos en algunas zonas, son duros. Sus glándulas sudoríparas están atrofiadas así que no les sirven para regular la temperatura cuando hace mucho calor, por esa razón, utilizan otros mecanismos para refrescarse como los baños de barro (Étienne, 2004).

Son mamíferos, por lo tanto, tras 112-120 días de gestación, las crías nacen ya formadas pero con escaso control térmico y se quedan junto a la madre mamando durante 10-12 semanas. Las hembras domésticas tienen 7 pares de mamas (Dyce et al., 1999) y, aunque los jabalíes suelen tener camadas de 3-4 rayones (Rosell et al., 2001), hay cerdas de razas seleccionadas, como la Meishan, que pueden parir incluso 16-17 lechones y algunas líneas genéticas llamadas hiperprolíficas pueden tener más de 20 lechones por parto. Presentan una madurez sexual temprana, entrando en pubertad entre los 7 y los 12 meses, según la genética del individuo siendo el peso el mayor determinante de esta fase. Hay cerdas en sistemas intensivos que entran incluso a los 6 meses mientras que algunos jabalíes no se desarrollan del todo

hasta los 18. La disponibilidad de recursos influye mucho en la reproducción, de hecho, de forma natural, la época fértil sucede precisamente en los meses de mayor abundancia, aunque son poliéstricas y, si las condiciones son favorables, pueden reproducirse en cualquier momento del año (Rosell et al., 2001).

Son omnívoros y se alimentan de gran variedad de recursos que obtienen tanto del suelo como del subsuelo. Su dieta se basa en vegetales que encuentran en el suelo, fruta y granos así como los que pueden sacar de debajo de la tierra como setas, bulbos y raíces. Aunque mayoritariamente vegetal, su alimentación también incluye, en cantidades mucho menores, gusanos, anfibios, invertebrados terrestre e incluso carroña. Tienen la fórmula dental más completa de los mamíferos domésticos (3-1-4-3) (Dyce et al., 1999) y los caninos superiores, en el caso de los jabalíes, se arquean y crecen durante años, siendo una de sus principales defensas. Su sistema digestivo es el más sencillo de los artiodáctilos, consistiendo en un estómago simple capaz de procesar todo tipo de alimento. El olfato es, junto con el oído, su sentido más desarrollado y les sirve para poder encontrar comida incluso debajo de la tierra aunque también lo utilizan en la comunicación y de forma defensiva (Rosell et al., 2001). Se conoce que utilizan el olfato y no el órgano vomeronasal para la recepción y procesado de feromonas, como por ejemplo las que favorecen la reproducción (Wyatt, 2003).

La mayoría de órganos internos son bastante parecidos a los del ser humano y por esa razón, se utilizan cerdos para el estudio de enfermedades, pruebas de técnicas quirúrgicas y tratamientos aplicables a personas (Dyce et al., 1999).

El sistema nervioso del cerdo es similar al de cualquier mamífero y le permite sentir el contacto, percibir el entorno y notar sensaciones como el dolor o el placer. Se dice que los cerdos son inteligentes (Marino and Colvin, 2015), y se han realizado infinidad de estudios demostrando sus habilidades cognitivas (Broom et al., 2009 y Mendl y Paul, 2004) de memoria (Gielsing et al., 2011) e incluso se les ha enseñado a pintar cuadros (Langley, 2018).

En la naturaleza su principal depredador es el ser humano, a través de la caza pero también se producen bajas de estos animales a través de atropellos en las carreteras. Por otro lado, no presentan enfermedades mortales con frecuencia, siendo la hipotermia en neonatos y los estróngilos pulmonares en adultos las causas naturales de muerte mayoritarias entre los individuos salvajes. Los jabalíes, en su hábitat, suelen vivir unos 13 años, pero, sin la presión cinegética, podrían alcanzar los 20, igual que los cerdos domésticos (Rosell et al., 2001).

### **1.3. Comportamiento**

Los suidos son gregarios y suelen vivir en grupos formados por hembras con crías, que se juntan con los machos en la época de reproducción solamente. Los machos suelen encontrarse en solitario o bien en grupos de juveniles (Etiénne, 2004).

Son animales muy sociables y se comunican mediante diversas técnicas, siendo capaces de emitir gran cantidad de sonidos, que son específicos según el miembro de la familia con el que se comunican o el mensaje a transmitir (Etiénne, 2004). Por ejemplo, para alertar a los demás emiten gruñidos cortos que se vuelven agudos cuando quieren indicar que es momento de huir (Rosell et al., 2001). La comunicación es muy importante también durante la lactancia y como signo de dolor (Weary and Fraser, 1995 y Weary et al., 1998).

Las hembras se alejan del grupo a la hora del parto y durante los primeros días de la lactancia. Muestran una conducta de nidificación muy marcada 2 días antes del parto, dedicando mucho tiempo para la construcción del nido con diferentes materiales (Jensen, 1986) y no abandonan el lugar ni para comer durante los 2 días posteriores al mismo. Pasado este tiempo, empiezan a hacer "excursiones" fuera del nido y, tras una semana, las crías las acompañan y se unen al resto del grupo. Los pequeños siguen mamando durante 2 o 3 meses (Etiénne, 2004).

La agrupación es una adaptación que mejora la supervivencia de las especies de varias formas: las más estudiadas son el efecto dilución (cuantos más animales, menos probabilidades de ser justo al que el depredador coja) y



también la vigilancia colectiva (más cantidad de animales para vigilar implica, por un lado, más posibilidad de detectar al depredador cubriendo mayor cantidad de área vigilada y, por otro, un uso más eficiente del tiempo pudiendo dedicar, un individuo que vigila en grupo, más horas a alimentarse que uno que tuviese que vigilar en solitario) (Caro et al., 2004). Al margen de esta cuestión ecológica, dentro del cerdo doméstico se han estudiado comportamientos de cooperación dentro del grupo e incluso de "utilización" o "explotación" de individuos por parte de los dominantes, por ejemplo, para que les busquen la zona de alimento (Held et al., 2002).

Dedican la mayor parte de su tiempo activo a explorar el terreno buscando alimento (Rosell et al., 2001). Una conducta muy característica de los suidos es la de hozar. En la mayoría de estudios tanto de jabalíes como de cerdos salvajes o domésticos, combinan el gran porcentaje de tiempo de exploración con muchas horas de descanso también, que además suele ser sincronizada con el grupo entero (Robert et al., 1987); siendo lo más habitual encontrar a todos descansando al mismo tiempo. Martínez-Rica en 1976 ya describía dos picos de actividad durante las horas diurnas en los jabalíes en cautividad de los que tomó notas de comportamiento, y el mismo patrón se ha registrado estudiando otras poblaciones de jabalíes (Hodgkinson et al., 2013).

Se dan baños de barro de manera que los posibles parásitos quedan retenidos en el barro que se seca y se desprende del cuerpo del cerdo cuando éste se rasca en los árboles o cualquier otra superficie dura. No obstante, también se sabe que este comportamiento les sirve para regular la temperatura (Rosell et al., 2001) e incluso se le ha atribuido una utilidad durante la época de celo (Fernández-Llario, 2005), en la que también se les ha visto dejar marcas con los colmillos en los árboles. Estos se utilizan también por los machos durante las peleas para establecer la jerarquía, aunque no son los únicos en pelearse, pues las hembras también pueden hacerlo para establecer la prioridad a algún recurso, como a la hora de alimentarse (Étienne, 2004). Se ha visto que los cerdos disciernen entre individuos que ven por primera vez de los que no y que pueden mostrar agresividad hacia los más desconocidos (Turner et al., 2001).

Los cerdos, especialmente los jóvenes, tienen una necesidad intrínseca de explorar por el mero hecho de curioso, aunque no obtengan ningún beneficio alimenticio (Wood-Gush and Vestergaard, 1989). En Wood-Gush and Vestergaard, (1993), comparan esta curiosidad innata con la de un niño al que se le tiene que enseñar lo que le puede ofrecer un buen libro pero que, de forma voluntaria, por deseo propio, toma la iniciativa de leer.

Aunque está claro que el comportamiento de los cerdos domésticos sigue una línea parecida a la de los salvajes, la selección genética ha hecho que algunas características de su comportamiento se hayan modificado para adaptarlos a las condiciones de intensificación a las que se les somete (Robert et al., 1987). De todos modos, es necesario ofrecer distintos ambientes e infraestructuras a los cerdos domésticos para poder determinar qué prefieren o cuál sería su conducta normal si tuviesen la opción de expresarla. En este sentido, ya Wood-Gush y Stolba, 1982 iniciaron este tipo de estudios en un recinto al que llamaron "pig park" en Edimburgo, donde pudieron observar cómo se comportaba un grupo de cerdos durante varios años ofreciéndoles libertad de elección.

## **2. Producción porcina**

### **2.1. El sector**

Evidencias zooarqueológicas señalan que en la Edad de Bronce el consumo de cerdo ya tenía un papel importante en la dieta y economía de Mesopotamia (Price et al., 2017) aunque generalmente su consumo en la península ibérica se sitúa en la época romana (López-Bote, 1998). Actualmente, la porcina es la mayor de las producciones de carne a nivel mundial, sin tener en cuenta el pescado, con unos 110 millones de toneladas producidas en 2014 (INE, 2017).

El sector cárnico representa el 22,3% de la facturación de la industria alimentaria española, situándolo como el segmento más importante (ANICE, 2018). Dentro de la ganadería, el sector porcino ocupa el primer puesto en

## INTRODUCCIÓN

España, con el 37% de la producción ganadera, 49.6 millones de cerdos sacrificados y más de 4 millones de toneladas producidas en 2017. En global, la mayor producción de productos del cerdo se da en China, seguido de Estados Unidos, España y Alemania (MAPAMA, 2018).

Los consumidores españoles, que ingieren 22,6kg de carne de cerdo por persona al año, afirman que su preferencia son los jamones curados, serranos e ibéricos (ANICE, 2018) y según un estudio de mercado, un 57% están dispuestos a pagar más por productos de mayor calidad; teniendo en cuenta que más de la mitad de los encuestados reconocían esforzarse ya por comprar productos saludables y respetuosos con el medio ambiente (AECOC, 2018).

En España, en los últimos años, las explotaciones ganaderas han virado de ser muchas pequeñas explotaciones (una reducción del 60% de 1999 a 2009) a unas pocas extremadamente grandes (con un aumento del censo del 12%) (INE, 2017). De modo que, aunque las explotaciones de tipo extensivo han incremento en número, tan sólo corresponden al 7% del censo total pues las intensivas albergan cada vez mayor cantidad de animales (Tabla 2) (MAPAMA, 2018).

**Tabla 2.** Evolución del porcentaje de los tipos de explotaciones porcinas en España (extensivo, intensivo y mixto) y del censo de cerdos.

Año	% Extensivo	% Intensivo	% Mixto	Miles de animales
2008	14,15	81,73	4,11	26026
2011	14,91	80,48	4,61	25635
2012	15,79	79,71	4,50	25250
2014	16,16	79,49	4,35	26568
2016	16,40	79,62	3,98	29231

La integración vertical que ha dado lugar a este desarrollo, impulsó el sector a nivel mundial, incrementando la productividad y beneficios a costa de un gran

impacto sobre las condiciones laborales, la salud humana, el medio ambiente y el bienestar de los animales (Food and Water Europe, 2017).

En el cerdo ibérico, los consumidores han tenido períodos de incertidumbre, especialmente cuando se vendían como "ibérico" productos que no provenían ni de cerdos 100% ibérico ni de animales que habían estado en el campo (Vargas and Aparicio, 2007). Debido a la confusión que esto generó y a los daños económicos repercutidos en las ganaderías que sí cumplían esos criterios; se han ido modificando los sistemas de etiquetado de los productos ibéricos para ofrecer al consumidor más información y mayor trazabilidad (RD 4/2014).

Las explotaciones dedicadas al cerdo ibérico se sitúan principalmente en el sudoeste de la península, todavía en las mismas regiones que históricamente se dedicaban a la producción de ibérico en las dehesas (Ullastres, 2013). En 2016, de los 3,1 millones de cerdos considerados ibéricos comercializados en España, el 44% provenían de Extremadura, el 28% de Andalucía y el 25% de Castilla y León. En realidad, en el territorio nacional, los cerdos de bellota (es decir, acabados en montanera) representaron tan solo el 17,6% de todos los productos de cerdo ibérico comercializados. En este sentido, Extremadura encabeza la lista con un 53,3% de los cerdos de bellota engordando en su territorio, seguido de Andalucía, con el 36% (RIBER).

El sector de cerdo ibérico fue la base fundamental de la producción porcina española hasta los años 50, luego hubo una crisis al aumentar el consumo de otros tipos de cerdo, con el consiguiente incremento de explotaciones intensivas no ibéricas y la disminución de tareas ganaderas. Además, la peste porcina africana hizo que se sacrificasen 1,8 millones de cerdos en la década del 76 al 86 (Vargas y Aparicio, 2000).

## **2.2. Normativa**

Las explotaciones porcinas se rigen por una serie de normativas que regulan desde la identificación de los animales, a la protección durante el transporte o a la declaración obligatoria de enfermedades de riesgo sanitario. Para el control y aplicación de la normativa se han elaborado diferentes guías y

## INTRODUCCIÓN

recomendaciones por las principales asociaciones del sector (ANPROGAPOR, 2012) y también existen distintos métodos de etiquetado e incluso certificaciones de las granjas (IRTA, 2018) aunque generalmente las inspecciones oficiales son llevadas a cabo por el personal de cada comunidad autónoma como autoridad competente.

El RD348/2000 regula y ordena las explotaciones porcinas y establece la clasificación de las mismas de acuerdo al tipo de animales, a la capacidad productiva, o a la calificación sanitaria. Sin embargo, para las explotaciones que realizan el engorde de los animales en campo, es de aplicar la normativa de porcino criado en extensivo, basada en el RD 1221/2009 y modificada por el RD 1089/2010 en los que se establece una carga ganadera de máximo 15 cerdos de cebo por hectárea para asegurar una cantidad suficiente de bellota para todos y sin llegar a sobreexplotar la tierra.

En cuanto a la protección de los cerdos, se publicó primero el RD1135/2002, modificado por el 1392/2012 y que obliga a que el personal a cargo deba estar formado en materia de bienestar animal. En la normativa se regula la densidad máxima de animales y la cantidad de suelo libre a su disposición en relación al peso con especificaciones para los verracos, las cerdas y los lechones. Se exige la protección de los animales de las inclemencias del tiempo si salen a patios y el mantenimiento de cerdas gestantes en grupos desde 4 semanas post-cubrición hasta 7 días antes del parto. La edad al destete se recomienda a los 28 días pero se permite en determinadas circunstancias hacerlo a los 21. En el texto también se establece que los sistemas de alimentación deben permitir comer a todos los cerdos de la instalación, que deben tener un espacio que permita a todos estar tumbados, acceso a material manipulable y que los suelos deben ser lisos pero no resbaladizos. Debe haber mínimo 8 horas de luz ya sea natural o artificial y se deben evitar los ruidos duraderos, repentinos o los continuos de elevado volumen. La castración de los cerdos deberá realizarse con anestesia y analgesia a partir del séptimo día de vida del animal y se exige una justificación y certificación veterinaria con uso de anestesia y analgesia prolongada para la castración de hembras. Se permite, sin embargo, la

castración de cerdos de menos de 7 días de edad así como el raboteo parcial (siempre y cuando no se haga sistemáticamente y solo con la intención de reducir la caudogafia en una explotación con este problema), la reducción uniforme de la punta de los dientes, o el anillado en sistemas al aire libre. Estas normas mínimas son también aplicables a los cerdos en regimenes extensivos.

Por último, en cuanto al etiquetado y clasificación de los productos; el RD 474/2014 establece la normativa en cuanto a la información que debe aparecer en los derivados cárnicos. Para los productos ibéricos, el RD 4/2014 aprobó una norma de calidad específica para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico. A través del mismo se establecen únicamente 4 categorías de consideración de los productos ibéricos, que deben ir identificados con el correspondiente precinto según la pureza de la raza y del acabado de los animales.

### **3. El cerdo ibérico**

#### **3.1. Historia y características**

El cerdo ibérico es una raza autóctona de España y Portugal que se ha producido desde hace siglos aprovechando, por un lado, su capacidad de adaptación al entorno en base a los recursos de la dehesa (Aparicio and Vargas, 2006) y, por otro, porque sus productos curados podían almacenarse y consumirse en cualquier momento del año (López-Bote 1998). Antes de la romanización ya se hacían esculturas en granito de cerdos, mostrando una clara importancia en la economía y modo de vida de los pueblos íberos preromanos (Vargas y Aparicio, 2000). El sector ha tenido momentos de gloria pero también ha sufrido varias crisis a lo largo de su historia, siendo la de la segunda mitad del s. XX la que más cambios supuso. La llegada de la raza Duroc-Jersey y la posibilidad de cruzarla con el ibérico para obtener más lechones y de mayor tamaño (Laguna-Sanz, 1998) causó una gran inestabilidad que pudo sobrellevarse en parte por la creación de la asociación AECERIBER, en 1985 y a las Denominaciones de Origen posteriormente, que

## INTRODUCCIÓN

establecieron el estándar racial para recuperar y mantener la raza ibérica (Vargas y Aparicio, 2000).

Los cerdos de raza ibérica son cerdos de tamaño medio y alargados, de color oscuro, tienen el tronco estrecho arqueado, las extremidades finas y resistentes (siendo las traseras más largas que las delanteras), las orejas grandes y estrechas colgando hacia los ojos y la cabeza pequeña y alargada (Hadjikoumis, 2012). Pueden llegar a los 300kg aunque se sacrifican con unos 150kg a los 14-24 meses. Son adipogénicos, almacenando grandes depósitos de lípidos que se infiltran en la masa muscular y presentan mayores índices de conversión que los de razas blancas (FEAGAS). Dentro de la raza ibérica se aceptan distintas variedades cuya diferencia principal se basa en la capa y tipo de pelo. Generalmente la Lampiña (pequeños y sin pelo) y la Retinta (capa roja-rubia, con pelo) son las más utilizadas, pero también el Entrepelado (con poco pelo negro mate fino), Torbiscal (con pelos en las orejas, la caña fina y el hocico alargado) y la línea Valdesequera (Aparicio et al., 2005). Las variedades cruzadas con Duroc presentan un tronco más cilíndrico, la cola más retorcida y el cráneo más cóncavo (Hadjikoumis, 2012) y ofrece mejoras zootécnicas como el crecimiento más rápido o mayor prolificidad y fecundidad (Gómez-Nieves y Rabina, 2003) además de ser más miedosos y dóciles, por lo tanto, más fáciles de manejar (Aparicio, 1988). No obstante, los cruces conllevan una reducción en la calidad de los productos curados, como la disminución de la grasa intramuscular (Ventanas et al., 2006).

Las cerdas ibéricas suelen tener 6-7 lechones por camada tras una gestación de unos 113 días, que se destetan, en los sistemas más tradicionales, a los 45 días. Los lechones presentan una ganancia de peso diaria de 200-300g hasta que llegan a los 100kg y, de 500-1000g cuando entran a la fase de cebo (Gómez-Nieves and Rabina, 2003). Los machos suelen presentar una mayor ganancia diaria que las hembras (Rodríguez-Estévez et al., 2011).

En cuanto a su comportamiento, el cerdo ibérico presenta instintos muy similares a los de su congénere salvaje si dispone del espacio adecuado. Es resistente a ambientes difíciles pero necesita agua y baños cuando hace mucho calor (Aparicio, 1988). Son animales diurnos que dedican la mayor

parte de su tiempo a buscar comida y comer (Rodríguez-Estévez et al., 2009), siendo su tenacidad y su afán por alimentarse tan grande que, muchas veces, producen daños en el terreno al hozar y, fuera de la época de montanera, puede vérselos esperando al ganadero en la zona de alimentación mucho antes de que llegue (Hadjikoumis, 2012). Por otro lado, son muy curiosos y emplean tiempo y grandes caminatas para conocer un nuevo lugar de pastoreo, aunque tengan alimento disponible cerca (Aparicio, 1988). Esta conducta exploratoria, sin la cual los antepasados de los cerdos domésticos no habrían sobrevivido, es una necesidad que deberían poder satisfacer (Dalmau et al., 2013). Son propensos a asociarse en grupos durante todo el ciclo (Laguna-Sanz, 1998), dispersándose en grupos pequeños para buscar comida durante el día (para reducir la competencia especialmente cuando hay recursos menos concentrados) y reagrupándose en un lugar concreto por las noches (Rodríguez-Estévez et al., 2010).

Los cerdos ibéricos se han visto siempre, de acuerdo a los consumidores, como animales felices al encontrarse en su entorno natural. Sin embargo, esta percepción parecía basada más en conceptos de naturalidad y de paisaje que en necesidades etológicas, razón por la cual se llevaron a cabo varios estudios que utilizaban los protocolos de bienestar animal Welfare Quality (Temple et al., 2009 y 2011). Con estas herramientas se confirmaron las ventajas del sistema pero también se detectaron algunos puntos problemáticos como la mala condición corporal de algunos animales, la castración de las hembras y el anillado (Dalmau et al., 2011). También hay que tener en cuenta que el sistema ha sufrido importantes cambios en las últimas décadas y la mayoría de cerdos no sale a montanera o bien sale al campo sólo en esa fase final del ciclo (Aparicio et al., 2005). En el manejo tradicional se suelen tener 2-3 bandas de cerdas y se realizaban cubriciones libres y lactaciones prolongadas, pero parece que este sistema daba lugar a lechones heterogéneos, dispersión grande de partos y, por lo tanto, era improductivo (Criado, 2008). De este modo muchas explotaciones se han ido transformando, utilizando cada vez menos terreno y más pienso concentrado y, aunque todavía se hace la monta natural, el sistema ha pasado a planificarse más y a utilizarse más las naves, especialmente en el período de cría y recría (Aparicio y Vargas, 2006).



### **3.2. La dehesa**

La dehesa es un paisaje típico de la región occidental y suroccidental de la península ibérica. El clima predominante es el mediterráneo semiárido, con inviernos fríos y veranos cálidos y secos (Vargas y Aparicio, 2000). En el terreno, compuesto básicamente por pizarras y granito, crecen algunos matorrales como las jaras, las retamas y los pastizales así como algunos árboles como las encinas, los alcornoques y los quejigos (Gómez-Nieves y Rabina, 2003).

De acuerdo al RD 4/2014, la dehesa es “el predominio de un sistema agroforestal de uso y gestión de la tierra basado principalmente en la explotación ganadera extensiva de una superficie continua de pastizal y arbolado mediterráneo, ocupada fundamentalmente por especies frondosas del género *Quercus*, en la que es manifiesta la acción del hombre para su conservación y perdurabilidad, y con una cubierta arbolada media por explotación de, al menos, 10 árboles por hectárea”.

El término “dehesa” proviene del romance “defesa”, que en los siglos X-XII hacía referencia a un terreno protegido del pastoreo del ganado trashumante. En esos espacios se permitía solamente el descanso o pastoreo del ganado de los asentamientos humanos o de los señores feudales (Fernández y Carbonero, 2008). Actualmente se le da diversos usos a las dehesas: ganadero, forestal (para la obtención de corcho y madera), agrícola (aunque suele ser para consumo directo del ganado), cinegético y turístico (Fernández y Carbonero, 2008). Este uso múltiple fomenta el valor paisajístico, cultural y económico que sostiene esas zonas rurales en un equilibrio entre la explotación y la biodiversidad (Gómez-Limón y De Lucío, 1999).

La regeneración viable de los árboles es escasa (Fernández y Carbonero, 2008) y los suelos son pobres, ácidos y de poca profundidad, de modo que la estabilidad del sistema es gracias a la intervención humana (Vargas y Aparicio, 2000) que, en el contexto actual, lo mantiene en un frágil equilibrio (Escribano et al., 2018). Por esta razón, todavía pueden verse por los campos, encinas plantadas y protegidas, de modo que el ganado no pueda entrar en contacto

con ellas hasta que sean suficientemente estables y robustas. Las encinas suelen empezar a tener buena producción de bellota a partir de los 20-25 años de edad pero continúan siendo productivas incluso a los 200-300 años si se las poda y limpia de matorrales periódicamente (Daza y López-Bote, 2008).

El sistema presenta gran variabilidad estacional e incluso interanual, dependiendo de factores climáticos que condicionan la composición, producción y persistencia de la vegetación. El crecimiento de los pastos es muy lento en invierno y nulo en verano. Son las lluvias de primavera y de otoño las que hacen brotar las gramíneas y leguminosas, que poseen gran capacidad de autorresiembrar, después de los períodos secos (Vargas y Aparicio, 2000).

En Extremadura, por ejemplo, las temperaturas son muy altas en verano, llueve poco y de forma irregular (considerándose la región más seca del país) de modo que pocas plantas pueden sobrevivir. Esta es la razón por la cual en esta zona, la ganadería es el principal uso que se le da a la dehesa (Linares, 2007) pues el ganado contribuye a la generación de suelo fértil a través de sus heces y orina en pastoreo. Además, los cerdos en concreto, son los que mejor transforman los recursos del ecosistema (Benito et al., 1995) al realizar el control de artrópodos y de plantas y al airear el suelo cuando hozan en la tierra (Vargas y Aparicio, 2000) (Imagen 1). Sin embargo, se recomienda mantener una carga ganadera sostenible y el uso de técnicas como la interacción ovino-porcino y la alternancia de parcelas, para mantenerlo estable.

Los árboles son imprescindibles en el sistema del cerdo ibérico. Además de ofrecer la bellota que consumen los cerdos, el efecto del arbolado es indispensable: por un lado garantiza a los animales una guarida para el frío, el viento y las tormentas (Fernández y Carbonero, 2008) y, por otro, de cara a la vegetación, genera un microclima que alarga el período vegetativo de las especies, las protege de inclemencias e incorpora materia vegetal adicional (Vargas y Aparicio, 2000).



**Imagen 1.** Grupo de cerdos ibéricos aprovechando los recursos de la dehesa durante la montanera.

En las explotaciones de ibérico, suelen encontrarse unos 20-100 árboles por hectárea. Cada uno produce unos 10-20kg de bellota por temporada (Daza y López-Bote, 2008) aunque la producción depende de la edad y de las podas que se realicen a los árboles (Vargas y Aparicio, 2000). La composición químico-nutritiva de las bellotas es muy variable entre las especies de *Quercus* que las producen así como a lo largo de su proceso de maduración (Rodríguez-Estévez et al., 2008) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Composición media de la pulpa de bellotas de *Quercus Ilex* (encina) (Daza et al. 2007).

Composición	% de la Materia Seca	Ácidos grasos	g/100g del total de ácidos grasos
Cenizas	1,5	Ácido palmítico	12,6
Proteína Bruta	4.6	Ácido esteárico	3,6
Grasa Bruta	7.0	Ácido oleico	62,9
Fibra Bruta	5.9	Ácido linoleico	17,7

Estos ecosistemas son habitados también por los jabalíes, que pueden transmitir enfermedades a los cerdos o reproducirse con ellos generando individuos híbridos sin valor en el mercado (Hadjikoumis, ,2012).

### **3.3. Sistema de producción**

El cerdo ibérico se cría en un sistema que, a día de hoy, presenta gran diversidad tanto en el manejo como en las instalaciones. La creciente demanda del producto llevó a buscar métodos más intensificados (Aparicio and Vargas, 2006) que se traducen en la modernización de las tecnologías y técnicas de procesado semejantes a las de la cría de porcino de capa blanca, anteponiendo la productividad (Vargas y Aparicio, 2000).

En general, los animales se engordan hasta que alcanzan los 140-160kg, o 12-14 arrobas (se suele utilizar la unidad @ que equivale a 11,5kg), con unos 14-18 meses de edad (López-Bote, 1998) y se llevan al matadero para su sacrificio y posterior despiece. Las cerdas utilizadas para madres tienen su primera camada a los 12-14 meses, con una media de 7 lechones destetados de 1,2-1,4kg de peso cada uno (Daza y López-Bote, 2008). Tras 8-10 partos, con 4-5 años, son deshechadas o pasan a cebo y sacrificio. En el caso de los verracos, su período útil va de los 2 hasta los 6-7 años, cuando se castran y van a sacrificio también (Hadjikoumis, 2012). Aunque solían planificarse los partos sólo para Junio y Diciembre, actualmente también se realizan partos en Marzo y Septiembre (Vargas and Aparicio, 2001).

Las instalaciones para la cría pueden ser naves, con o sin acceso al exterior, campings colectivos con casetas para cada cerda o bien parques individuales con una sola caseta, bebedero y comedero por estancia (Vargas y Aparicio, 2000). Las casetas suelen ser de chapa ondulada, con gran inclinación por ambos lados y con una barrera en el suelo que permite salir a la madre pero evita que los lechones salgan hasta que tienen aproximadamente una semana (Imagen 2).

Las madres del sistema intensivo se pasan a las jaulas de parto individuales, con suelo enrejillado (Holgado et al., 2013) unos días antes del parto y allí permanecen hasta el destete. En el sistema extensivo, las madres pasan de

estar en grupo en el campo a su parque individual, donde pueden contactar con las cerdas de los lados, o bien permanecen en grupo y eligen una de las casetas disponibles para el parto, juntándose de nuevo con el resto de madres cuando salen de la caseta para comer o refrescarse. Los lechones se destetan a las 4 semanas en el primer caso, y a los 45 días en los otros dos (Aparicio y Vargas, 2005). Los machos se castran dentro del primer mes de vida, normalmente a los pocos días de nacer y en el sistema montanera se castra a todas las hembras que no se seleccionen para madres cuando tienen 2 o 3 meses (Hadjikoumis, 2012).

Para el engorde de los cerdos muchas explotaciones utilizan también naves. Sin embargo, otras llevan a los animales al campo directamente, en cercados arbolados de tamaños muy variados, con una laguna para beber o bañarse, casetas para que puedan guarecerse y una zona donde se les ofrece comida una vez al día. A pesar de poder ingerir los recursos del campo, éstos son inestables y escasos en ciertas épocas, por lo tanto, se les da concentrado a diario para cubrir sus necesidades (Vargas y Aparicio, 2000). El concentrado que se les ofrece, tanto en nave como en el campo, está compuesto básicamente de cereales como el trigo y la cebada con maíz, girasol o soja por su contenido en linoleico (Daza y López-Bote, 2008) y se le añaden los correctores de acuerdo a las necesidades y el peso de los animales; comenzando por un "prestarter" mientras todavía maman, pasando al "starter" en el destete y siguiendo con el de "crecimiento" y el de "cebo". En el último caso, si los animales se mantienen en naves, hay que añadir también el gamma tocoferol que, los que salen al campo, obtienen directamente de las bellotas (López-Bote et al., 2000). El agua es un factor crucial en el cerdo y, por ejemplo, las hembras lactantes tienen una necesidades superiores en esta época. Los cerdos de campo, pasan por una restricción alimentaria en verano, a razón de 50-70g menos de pienso al día, para asegurar que engrasan el máximo a base de bellotas durante la montanera (Daza y López-Bote, 2008).



**Imagen 2.** Sistemas de cría de ibérico (1-nave, 2-parque individual, 3-camping colectivo).

En otoño e invierno (entre el 1 de octubre-15 de diciembre y hasta el 31 de marzo), los animales con "acabado en montanera" (actualmente un 15-20% de los cerdos engordados), se llevan a los campos (o permanecen en ellos si ya estaban allí en la fase previa), con una carga ganadera de 0,5-0,7 cerdos/hectárea y se les deja alimentarse sólo con los recursos naturales que encuentren, o bien, se les ofrece pienso si no hay suficiente bellota como para cubrir sus necesidades y alcanzar el peso de sacrificio (Daza y López-Bote, 2008). Los que se alimentan sin suplementación suelen ingerir diariamente unos 2-3kg de hierba y 7-8kg de bellota (Rodríguez-Estévez et al., 2009), que descascarillan antes de comer, obteniendo un aporte en ácido oleico que da la característica grasa infiltrada en la carne del ibérico (López-Bote, 1998). La proporción de hierba, rica en aceites esenciales y antioxidantes, y de bellotas, rica en tocoferol (Daza y López-Bote, 2008), influye en el balance nutricional y el perfil de ácidos grasos de la carne que se obtiene (Rodríguez-Estévez et al., 2007). Asimismo, el ejercicio que realizan los cerdos para encontrar el alimento aumenta la textura del producto final (López-Bote et al., 2000).

Antiguamente un pastor acompañaba a los animales seleccionando los árboles y vareándolos para que cayese la bellota. Actualmente esa figura ha desaparecido casi por completo y los animales se mantienen o bien de forma completamente libre o bien se les va cambiando de cercado a medida que avanza la temporada (Vargas y Aparicio, 2000).

### **3.4. El producto**

Los productos derivados del cerdo ibérico representan el 10% de la producción porcina total nacional pero contribuyen al 15% de la facturación total debido a su coste relativo más alto por la calidad del producto (Ullastres, 2013). Los productos ibéricos son también muy conocidos en el resto del mundo, registrando exportaciones crecientes en los últimos años a Francia, Alemania, Reino Unido, México, EEUU y el sudeste asiático (3tres3iberico, 2018). El sistema ha conseguido ser rentable manteniendo un equilibrio entre productividad y gran calidad de las piezas nobles maduradas (Laguna-Sanz, 1998).

En el sistema tradicional, basado en el autoabastecimiento familiar de embutidos, conservas y salazones (Laguna-Sanz, 1998), la carne debía permanecer en un ambiente frío en las primeras fases del proceso de curado para evitar la proliferación de microorganismos y la consecuente deterioración de la pieza. El sacrificio del cerdo se dejaba, por lo tanto, exclusivamente para el invierno. En el perfecto equilibrio del sistema, los cerdos terminan de aprovechar la bellota y los recursos de la dehesa antes de que termine el invierno, concentrando los sacrificios todavía a día de hoy en los primeros meses del año (López-Bote, 1998).

Hace décadas, los productos ibéricos se reservaban para personas de alto poder adquisitivo hasta que la industrialización y la diversificación del sistema permitió el acceso a más consumidores, a costa de crear gran confusión y desconfianza en el mercado en cuanto a la calidad de las piezas (Dalmau et al., 2011). La singularidad del producto original (el engorde en montanera) se vió amenazada y esto, sumado al miedo a la Peste Porcina Africana, fue el detonante que llevó a la creación de asociaciones como AECERIBER

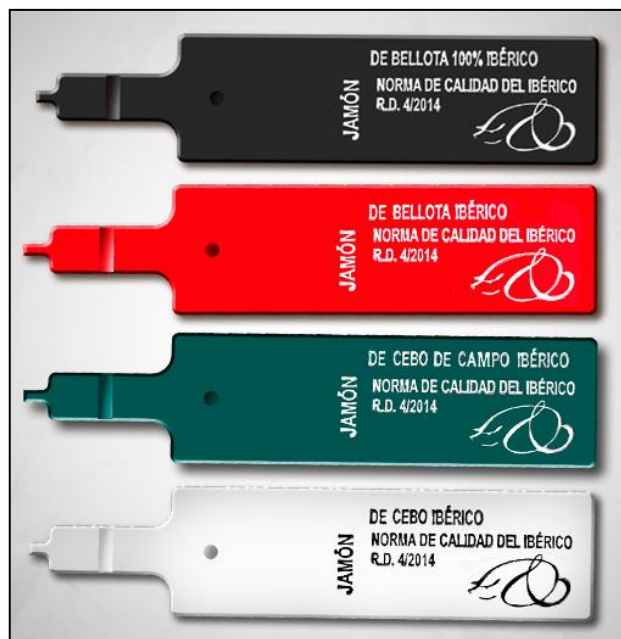
(Asociación Española del Cerdo Ibérico) en 1985, en defensa de la raza y de los sistemas tradicionales (Vargas and Aparicio, 2001) y a la necesidad del etiquetado de cada uno de los productos.

De este modo, a día de hoy, el etiquetado de los productos ibéricos se rige por la Norma de Calidad a través del RD 4/2014 (que deroga los anteriores decretos de 2001 y 2004 con el mismo fin) y los cuatro colores de los precintos, según las siguientes categorías: Bellota 100% ibérico (precinto negro, animal de raza ibérica que ha repuesto mínimo 46kg en base a productos de la dehesa en los últimos 60 días o más), Bellota ibérico (precinto rojo, animal alimentado de la misma forma pero cuya genética es tan sólo del 75 o del 50% ibérica, siendo las madres siempre ibéricas puras), Cebo de campo ibérico (precinto verde, animal de genética 100, 75 o 50% y que se ha alimentado en base a un sistema mixto de recursos naturales y pienso en el campo) o Cebo ibérico (precinto blanco, animal de genética 100, 75 o 50% que se ha alimentado en base a pienso en granja) (ASICI) (Imagen 3).

La mayor aceptación del producto viene determinada por el flavor (el conjunto entre aroma y sabor) y por la ternera, es decir, la facilidad de corte y masticación agradable (Criado, 2008). Estas características organolépticas tan apreciadas se deben en parte a la gran cantidad de grasa infiltrada que presenta la carne de cerdo ibérico. Además, la riqueza en ácidos grasos poliinsaturados, que los clasifican como productos más saludables, le da un valor añadido a los ibéricos (López-Bote et al., 2000). De hecho, se ha relacionado el consumo de jamón ibérico con prevención de cáncer y su aporte en hierro, vitamina E y selenio parecen hacer de este producto una excelente apuesta en cuanto a salud se refiere (Ventanas, 2006).

Los cerdos de genética inferior al 100% suelen estar cruzados con la raza Duroc-Jersey y presentan menor proteína, grasa intramuscular y ácidos grasos poliinsaturados (Juárez et al., 2009), pero hay muchos otros factores que influyen en la calidad y la composición del producto.





**Imagen 3.** Etiquetado del ibérico de acuerdo a la norma de calidad (ASICI)

Algunos son también intrínsecos del animal, como la edad, la castración o el peso, y otros dependen más del tipo de vida que ha tenido, como la alimentación, la realización de ejercicio físico o el sacrificio. Los pigmentos hemínticos dan la coloración al producto mejorando su aspecto, y aparecen en mayor cantidad cuanto más edad tiene el animal o más ejercicio realiza (Criado, 2008). Gonzalez y Tejeda, (2007) encontraron que los cerdos en extensivo, teóricamente realizando mayor cantidad de ejercicio, presentaron niveles más elevados de tocoferol en el músculo longissimus, menos ácidos grasos saturados y más poliinsaturados; que es justamente lo que el consumidor prefiere. El jamón tiene más sulfuros en su perfil volátil si el cerdo se ha criado en el campo comiendo concentrado con altos niveles de oleico. En montanera, con bellota y pasto, el jamón tiene más aldehidos y cetonas (Sánchez del Pulgar et al., 2013) con lo cual, si la climatología no acompaña y los cerdos deben acabar suplementados (en recebo), se produce una devaluación del producto en el mercado (Lopez-Bote, 1998).

Las piezas estrella del cerdo ibérico son sin duda el jamón y la paleta, que suelen pesar unos 10kg en fresco (7kg curados); pero son igualmente deseadas otras partes que se pueden presentar en embutidos curados o no

(chorizo, salchichón, patatera, fariñera) o en fresco (lomo, presa de paleta, secreto, carrillera o molleja) (Criado, 2008). La tecnología de la refrigeración ha modificado algunas costumbres en cuanto a la manera de presentar y consumir algunas piezas. Sin embargo, hay otras que todavía persisten. La manera tradicional de curado consiste en el sangrado de la pieza, el posterior reposo colgándola 24-48 horas a 0°, su colocación en camas de sal a razón de 1 día por kg (familia tradicional, comunicación personal) y, tras la retirada de sal superficial, su secado en una bodega mínimo tres veranos (empresario especializado, comunicación personal), lo que favorece el desarrollo del aroma, flavor y otras características óptimas del producto (López-Bote et al., 2000).

### **3.5. Líneas de investigación**

A pesar de la importancia económica y de la singularidad del sistema, no son demasiadas las investigaciones relacionadas con el cerdo ibérico. En un estudio de compilación realizado entre los años 2000-2011, se encontraron 241 trabajos publicados. Generalmente las temáticas de la investigación se centraban en tecnología y genética o alimentación; sin embargo también empezaba a notarse una tendencia hacia el estudio del control de calidad y el bienestar animal (Ullastres, 2013).

La calidad del producto es uno de los focos de estudio del cerdo ibérico. Los nuevos sistemas de alojamiento, de alimentación y de procesado tienen que garantizar que los parámetros que se valoran en el mercado se mantienen o mejoran. Es de interés, por lo tanto, analizar cómo el tipo de pienso, el peso al sacrificio o la raza afecta a la calidad de la carne (Ventanas, 2006; Fuentes et al., 2014).

Las nuevas normativas han impulsado el estudio de infraestructuras y opciones de manejo para las explotaciones, como las instalaciones para cerdas gestantes o alternativas a la castración quirúrgica (Dalmau et al., 2013) y también ha llevado a sumar publicaciones relativas al bienestar de los cerdos ibéricos (Aparicio y Vargas, 2006; Dalmau et al., 2008; Temple et al., 2012 y 2013).

En cuanto al estudio de su comportamiento, las publicaciones están centradas en la alimentación y uso de los recursos (Daza y López-Bote, 2008; Aparicio Macarro, 1988), en el comportamiento exploratorio y formación de grupos (Rodríguez-Estévez et al., 2004, 2007, 2009, y 2010) y se realizó también un proyecto para utilizar el comportamiento como indicador de bienestar (Temple et al., 2011).

## **4. Etología**

### **4.1. Concepto, importancia e historia**

La etología es el estudio del comportamiento en general. El término proviene del griego "ethos" (costumbre o hábito) y surgió en el siglo XVIII en Francia para describir los nichos ecológicos en las poblaciones humanas. Fue Niko Tinbergen en 1950 quien empezó a utilizar este mismo término para referirse al estudio del comportamiento animal y se considera el pionero junto con Oskar Heinroth y Charles Othys Whitman. Poco después, en 1973, Konrad Lorenz, Karl von Frish y Tinbergen recibieron el Nobel de Medicina y Fisiología por sus estudios sobre el comportamiento individual y social (Del-Claro, 2010). Al año siguiente, Andrew Fraser publicaba el libro "Farm Animal Behaviour" (El comportamiento de los animales de granja), donde hacía un llamamiento al estudio de las conductas de estos animales, aunque ya había creado en 1966 el actual ISAE (International Society for Applied Ethology). David Wood-Gush entró a formar parte de esta sociedad (Petherick and Duncan, 2016) y su interés en la biología del comportamiento de los animales de granja (Lawrence, 2008) le han consagrado en esta ciencia junto con Donald Broom, Marian Dawkins o Temple Grandin. Por otro lado, el seguimiento e investigación de animales salvajes han tenido una marcada relevancia en la sociedad, siendo destacables los trabajos de Rachel Carson, Barry Bishop, Alfred Russel Wallace, Félix Rodríguez de la Fuente, Jacques-Yves Cousteau o Jane Goodall.

A diferencia de la psicología comparada, que describe los procesos cognitivos humanos utilizando animales, o la neurobiología, que se centra en el

funcionamiento del sistema nervioso; la etología hace un estudio descriptivo y analiza las bases fisiológicas de la conducta (Del-Claro, 2010). A principios de siglo la mayoría de etólogos consideraban que las conductas eran innatas o instintivas, programadas a nivel genético. Sin embargo a día de hoy se sabe que los comportamientos son el resultado de una interacción entre la genética y el ambiente en el que vive el animal y que además pueden ser aprendidos (Jones and Jones, 2002). Con la publicación del libro "Animal Thinking" en 1984 por Donald Griffin la cuestión sobre el pensamiento y la conciencia en los animales empezó a abarcarse y más tarde se vio respaldada por los trabajos en neurociencia de Jaak Panksepp (Newberry and Sandilands, 2016), aunque la capacidad de sentir y de poseer mentes capaces de pensar se rechazó durante mucho tiempo (Balcombe, 2006). La aceptación de este hecho y de que, tal y como planteó Thorpe al comité de Brambell en 1965, hay comportamientos que son más que una mera necesidad fisiológica pues los animales sienten una motivación interna por realizarlos; ha provocado un cambio en el trato que la sociedad da a los animales. Se asume que los animales sufren cuando se les impide llevar a cabo ese tipo de comportamientos (Jensen and Toates, 1993) y por esa razón, en las últimas décadas hay cada vez una mayor preocupación e interés sobre lo que sienten y cómo se comportan de forma natural, especialmente los que conviven con las personas. En el caso de los animales de producción, el estudio del comportamiento actualmente está, por lo tanto, fuertemente ligado al bienestar, ofreciendo herramientas para mejorar sus vidas (Lawrence, 2008) e incluso siendo determinante a la hora de decidir qué individuos deben cruzarse para seleccionar conductas que les permitan adaptarse mejor a las condiciones de producción (Rydmer and Canario, 2014; Pottinger, 2000).

#### **4.2. Métodos de estudio**

Han pasado ya muchos años desde las primeras observaciones con una simple libreta y el desarrollo de las nuevas tecnologías ha permitido mejorar los métodos de estudio del comportamiento. El amplio abanico de posibilidades que se abrió con el desarrollo de la informática y las comunicaciones, permitiendo el registro de datos y la coordinación de estudios de

investigadores de distintas partes del mundo, se ha visto catapultado gracias a herramientas como el Global Positioning System (GPS) o los drones (Rault y Doyle, 2016). De este modo, ya es posible por ejemplo conocer la actividad de animales terrestres y marinos, de día y de noche, hacer el seguimiento de sus movimientos y determinar el territorio que usan o la distancia que recorren en un tiempo concreto. También podemos tener información sobre las relaciones sociales y los patrones de agrupación que siguen a lo largo del año y de su vida. Sin embargo, estas oportunidades de estudio deben llevarse a cabo siguiendo metodologías validadas que tengan en cuenta los distintos factores que afectan al comportamiento y que pueden sesgar los resultados de un estudio.

Existen dos maneras de realizar estudios etológicos: los naturales, que consisten en la simple observación del animal sin intervenir en lo que está haciendo y que nos permiten realizar un etograma (una lista completa de los comportamientos de la especie); o los manipulados, que ponen a examen distintos factores y de los que puede determinarse la correlación entre variables (Dawkins, 2007). En cuanto al tipo de observación, se puede recurrir al muestreo ad libitum (anotando todo lo que sucede en general), al de barrido o escaneo (se describe una instantánea del panorama, generalmente anotando la cantidad de individuos que están realizando una serie de comportamientos listados) o al focal (se describe todo lo relativo a un animal en concreto) (Del-Claro, 2010). El observador puede ser precisamente uno de los factores que induzcan un cambio en el comportamiento de los animales y es importante, a excepción de algunos tests concretos, obtener la información sin influir en ellos así que generalmente se recomienda esperar 10-15 minutos antes de empezar o seguir registrando las conductas. En este caso, las videocámaras y posterior análisis del vídeo pueden ser muy útiles (Dawkins, 2007).

Derivado de la aceptación de la capacidad de sentir distintas emociones por parte de los animales, Welmesfelder planteó en 1997 un método de estudio basado en medidas cualitativas, el Qualitative Behavioural Assessment (QBA). Este método consiste en la observación del animal durante unos minutos y, a

continuación, el listado de adjetivos o términos que describirían al animal (Rault and Doyle, 2016).

Por ejemplo, en el caso de los cerdos, Wemelsfelder, 2012, halló gran consenso en los descriptivos utilizados tanto por ganaderos, veterinarios como activistas de los derechos de los animales, dejando claro que el lenguaje corporal del cerdo es entendido de forma similar por cualquier persona que los mire. El comportamiento de alimentación (Feddes et al., 1989), el de juego (Newberry et al., 1988), el agresivo (Turner et al., 2017), el dolor en el parto (Mainau, 2011), la comunicación oral (Weary and Fraser, 1995) o el efecto novedad (Dalmau et al., 2017) se han estudiado en los cerdos en sistemas intensivos; y por ejemplo Wood-Gush Y Stolba, (1982) o (Jensen, 1986) realizaron observaciones de cerdos en parques. Sin embargo, todavía existe un amplio campo de estudio en el comportamiento del cerdo que pueda dar soluciones a los problemas de bienestar que se presentan todavía tanto en sistemas intensivos como extensivos.

## **5. Bienestar animal**

### **5.1. Concepto, importancia e historia**

El trato que los seres humanos dan al resto de animales es una temática de larga historia que ya se planteaba en el antiguo Egipto, donde la crueldad hacia los animales era ilegal. Se refleja también en las normas por las que se rigen algunas religiones como la budista y sucumbió en el concepto de "bienestar animal" en la segunda mitad del siglo XX (Arrebola et al., 2015). La publicación del libro "Animal Machines" por Ruth Harrison en 1964 y el Comité de Brambell en 1965, llevó la preocupación por el bienestar al terreno de los animales de granja en Europa. La redacción de las Cinco Libertades (Farm Animal Welfare Council, 1992) y el creciente debate público derivaron en una serie de cambios legislativos a nivel europeo que tenían como objetivo garantizar el bienestar de los animales utilizados para producción y que se plasmó en el Tratado de Amsterdam de 1997, articulado en el Tratado de Lisboa de 2009 (Algers, 2016). Además, se empezó a relacionar también la

protección de los animales en toda la cadena alimentaria con una mayor salubridad de los alimentos, recogido asimismo en el White Paper on Food Safety (European Commission, 2000) de la Comisión Europea y reconocido por la OIE en su Plan Estratégico (OIE, 2014).

El bienestar animal ha recibido desde entonces muchas definiciones y matices éticos (Haynes, 2008). Aunque en una primera época, por ejemplo, se refería solo a la ausencia de sufrimiento, actualmente está aceptado que integra también la posibilidad de un animal de expresar sus conductas naturales (Manteca et al., 2012) y que, por lo tanto, debe incluir el funcionamiento biológico del animal, su estado emocional y su habilidad para presentar patrones normales de comportamiento. De hecho, se asume ahora que los ambientes restrictivos pueden causar sufrimiento o impedir a los animales experimentar ciertos tipos de placer (Fraser and Duncan, 1998) y se reconoce que los animales tienen emociones y son capaces de sentir miedo, felicidad, enfado, alegría o pena (Bekoff, 2002).

Las primeras medidas referentes al bienestar que publicó la Unión Europea fueron sobre el transporte, en 1977 y sobre el sacrificio de animales en 1993. Años después se establecían unas normas genéricas sobre el mantenimiento de los animales de granja en la Directiva 98/58/EC y posteriormente se han redactado recomendaciones específicas para el mantenimiento y sacrificio de las distintas especies utilizadas en producción. Debido al impulso de la demanda social y de algunas ONGs, en 2004 se puso en marcha el proyecto Welfare Quality® para desarrollar sistemas de monitorización y evaluación de bienestar practicables en las granjas (Algers, 2016). En 2012 se prohibieron las jaulas convencionales en batería de gallinas y en 2013 las jaulas de gestación de cerdas. El mismo año se lanzó el proyecto EuWelnet con el objetivo de evaluar la validez y utilidad de un servicio de asistencia a las autoridades y a los productores que les permitiese implementar la legislación europea en cada Estado Miembro (Algers, 2016) y que determinó la necesidad de un diálogo horizontal y de formación para los ganaderos (Temple et al., 2015).

## 5.2. Medidas y asesoramiento

Evaluar el nivel de bienestar más allá de la salud es un reto cuando hablamos de animales con los que no podemos comunicarnos. Las personas utilizamos nuestra propia percepción de las amenazas, del dolor o del placer para empatizar con nuestros semejantes. Sin embargo, cuando hacemos lo mismo para valorar cómo se siente un animal de otra especie muchas veces se habla de "antropomorfismo". Aunque algunos autores afirman que las emociones de los animales pueden reconocerse fácilmente (Bekoff, 2002), que el público general asocia una "buena vida" con el comportamiento natural, el acceso al aire libre y la ausencia de mutilaciones (Lassen et al., 2006) y que se ha probado el consenso acerca del estado de un animal entre observadores a través del Qualitative Behavioural Assessment (Wemelsfelder et al., 2012); se requiere la evaluación de distintos parámetros para poder determinar el grado de bienestar de un animal con fundamentos científicos.

En general, se distinguen dos tipos de medidas para evaluar el bienestar: medidas basadas en el ambiente, como la temperatura, la humedad, la limpieza del terreno, la cantidad de espacio disponible o el material con el que está hecha la instalación; y las medidas basadas en el animal. Éstas últimas se centran en parámetros fisiológicos (la frecuencia cardíaca, la presión sanguínea, los niveles de cortisol o la respuesta inmune) (Moberg, 2000), en parámetros de salud (presencia o no de lesiones o enfermedades, nivel de crecimiento, función reproductora y esperanza de vida) y en el comportamiento (von Borell et al., 1997).

La valoración del bienestar en base a su comportamiento puede realizarse de varias maneras. La observación directa del animal permite advertir la presencia de comportamientos anómalos, como las estereotipias (Dawkins, 1988), de valorar la posibilidad que tiene de expresar conductas normales, teniendo en cuenta no sólo el tamaño sino también la complejidad del ambiente en el que se encuentra, y de analizar las interacciones sociales (Price, 2002). Por otro lado, la realización de tests de aversión, de preferencia, de privación comportamental y motivación pueden poner de manifiesto de qué maneras se encuentra mejor o peor un animal (von Borell et al., 1997). Por



último, el trato que reciben por parte de los ganaderos puede afectar a los animales en cada manejo y en la percepción que tendrán de las personas en el futuro (Sørensen et al., 2001).

Así, los protocolos Welfare Quality se desarrollaron en distintos países de la UE utilizando medidas estandarizadas para su utilidad en distintos sistemas y razas, con 4 principios y 12 criterios basados en parámetros de los propios animales como la condición corporal, la valoración de posibles heridas presentes y el comportamiento social, el miedo a las personas o una evaluación cualitativa de su estado emocional mediante el QBA, mencionado anteriormente (Tabla 4) (Dalmau et al., 2008).

**Tabla 4.** Principios y criterios del sistema de evaluación del bienestar Welfare Quality®

Principios	Criterios
Alimentación	Ausencia de hambre prolongada
	Ausencia de sed prolongada
Alojamiento	Confort en relación al descanso
	Confort térmico
	Facilidad de movimiento
Estado sanitario	Ausencia de lesiones
	Ausencia de enfermedades
	Ausencia de dolor causado por el manejo
Comportamiento	Expresión de comportamiento social adecuado
	Expresión adecuada de otras conductas
	Relación humano-animal positiva
	Estado emocional positivo

El objetivo de protocolos como éste y otros similares, es el de tener una herramienta con la que valorar el estado de las granjas y con la que asesorar a los ganaderos de manera que puedan hacer mejoras en sus explotaciones. Para ello, es necesario también tener en cuenta los factores medioambientales y de higiene de los alimentos (Sørensen et al., 2001) y realizar un estudio económico que considere los costes de inversión y las posibles ganancias o pérdidas debidas a las modificaciones propuestas (von Borell et al., 1997). En general, el bienestar está directamente relacionado con la sanidad y con la

mejora productiva (OIE, 2014) y actualmente los consumidores exigen un trato mejor a los animales (Algers, 2016), estando dispuestos a pagar más por garantizar el bienestar de los mismos y existiendo el riesgo de que dejen de comprar si sospechan de sufrimiento animal detrás del producto que consumen (von Borell et al., 1997).

### **5.3. Tendencias en la producción porcina**

La ganadería porcina está enfocada a obtener la máxima rentabilidad al cerdo (Turner, 2010) y la intensificación que ha sufrido el sistema puede poner en riesgo el bienestar de los animales (Velarde et al., 2015) por diversas razones como: a) alcanzar mucho peso bastante antes que su esqueleto haya completado su proceso de crecimiento, con la consecuente aparición de alteraciones en los cartílagos articulares y deformaciones óseas (Dyce et al., 1999); b) la limitación del espacio que impide la realización de ejercicio y conductas naturales; c) la necesidad de realizarles mutilaciones; d) las lesiones ocasionadas por disputas al juntar camadas o al tener que competir por ciertos recursos o e) la aparición de enfermedades como la neumonía (Gregory and Grandin, 1998).

El interés creciente de la sociedad por el bienestar animal y la normativa a aplicar, ha dado un giro en el tipo de investigación y en el desarrollo de estrategias productivas que buscan mejorar los espacios, disminuir el sufrimiento y ofrecer oportunidades de realizar conductas normales de la especie. De esta manera, se han realizado estudios comparando distintos tipos de alojamiento para cerdas gestantes (AHAW European Comission, 2007), valorando el requerimiento de espacio y tipos de suelo (AHAW European Comission, 2005), la preferencia de materiales para hacer el nido (Stolba and Wood-Gush, 1981) e incluso distintos tipos de enriquecimiento ambiental (Casal-Plana et al., 2017). También se han investigado distintos métodos de aturdimiento (Llonch et al., 2012) y se ha probado el uso de feromonas para que los lechones se estresen menos a la hora de juntar a las camadas en el destete (McGlone and Anderson, 2002). Actualmente, se están poniendo muchos esfuerzos en analizar las causas de la caudofagia y establecer mecanismos de prevención (MAPAMA and ANPROGAPOR, 2017) ya que, en la

## INTRODUCCIÓN

cría intensiva, para evitar las graves infecciones y bajas producidas por la caudofagia entre cerdos (Manteca and Jones, 2013) se les corta el rabo, generando así un problema de bienestar por el dolor de la amputación (Marchant-Forde et al., 2009).

Los sistemas ecológicos (también llamados orgánicos) pueden garantizar una combinación de buenos niveles de productividad, salud y bienestar animal (Martelli et al., 2010). Los cerdos de este sistema tienen acceso al espacio exterior, se alimentan, al menos en parte, de los recursos naturales de la finca, y disponen de más del doble de espacio por cerdo que uno de intensivo (EC 889/2008). De esta manera, pueden dedicar todo el tiempo que quieran a explorar el terreno y a buscar comida, además de disponer, en algunos casos, de barro o charcas para revolcarse y refrescarse. Teniendo en cuenta que los cerdos sucios de barro parecen más felices (Lassen et al., 2006); la sociedad percibe que estos animales disfrutan de mayor bienestar (Turner and Dwyer, 2007) pero existe todavía una carencia de estudios que faciliten un consenso para elaborar estándares válidos (Merrigan et al., 2010) y hay que tener en cuenta que tampoco están exentos de problemas: los animales que salen al exterior también presentan dificultades con la higiene y limpieza (Vermeer et al., 2015) tienen riesgo de contagio de enfermedades por contacto con fauna salvaje (Gregory and Grandin, 1998), los lechones presentan alta mortalidad (Prunier et al., 2014) y en los cerdos ibéricos se han identificado problemas debido a mala condición corporal, por la restricción alimentaria previa a la montanera; a la castración de hembras, y al anillado (Dalmau et al., 2013), que se coloca expresamente para que sientan dolor al hozar y no destrocen el terreno (Dyce et al., 1999).

La castración, y sus alternativas, son una de las áreas de estudio de más actualidad, debido a la prohibición de la práctica propuesta por la Unión Europea para 2018 (AHAW European Commission, 2004). En España, sólo en el caso de animales de sistemas longevos con destino a piezas de alta calidad, como los jamones, se ven afectados por la problemática, aunque en la mayoría de países europeos se castra a más del 80% de los machos (De Briyne et al., 2016). La castración se realiza para evitar un aroma

desagradable denominado "olor sexual", ocasionado por contenidos altos en androstenona y escatol (Bonneau, 1982). Generalmente se realiza una orquidectomía de los machos cuando todavía son lechones, para evitar las complicaciones de manejo y postoperatorias que supondría hacerlo con animales adultos (ganadero de ibérico, comunicación personal). El escaso control que puede hacerse sobre el uso de analgesia y anestesia a la hora de proceder y el hecho de que se reconozca que los lechones de menos de una semana también pueden sentir dolor (Marchant-Forde et al., 2009), puso la castración en el punto de mira del bienestar y la protección animal. Como consecuencia de estas alarmas, se estudiaron algunas alternativas, como la detección del olor sexual en las canales (Ampuero and Bee, 2006) o la inmunocastración. Esta última técnica ya está extendida en algunos sistemas y consiste en la inyección de un conjugado de proteína análogo del Factor de Liberación de la Gonadotropina (GnRF) que produce una supresión inmunológica temporal de la función testicular en los machos (IMPROVAC<sup>®</sup>, Zoetis); no afecta a la calidad del producto y tampoco a la salud de los consumidores. Su aplicación intramuscular 8 y 4 semanas previamente al sacrificio (Dunshea et al., 2001) e incluso siguiendo un régimen de vacunación temprano (a las 10 y 14 semanas de edad) (Andersson et al., 2012), resulta en la eliminación del olor sexual del producto final pero, en animales de ciclos largos, se requiere una pauta de administración de tres dosis para que mantenga el efecto antihormona durante más tiempo (Pearce, 2009). El protocolo para sistemas en extensivo como el cerdo ibérico, por lo tanto, resulta poco facilitador pues los ganaderos deben reunir a los animales más de una vez, cosa especialmente complicada cuando están en plena montanera, además de que se han detectado ligeros cambios en la calidad de la carne (Serrano et al., 2009). De hecho, en el caso del ibérico, donde las hembras también se castran a los 3 meses para evitar a los jabalíes y que el celo impida una buena ganancia de peso (Peinado et al., 2008), la inmunocastración es una buena alternativa que además incluso mejora algunos aspectos de la calidad del producto (Izquierdo et al., 2013) y, en el año 2014, se comercializó por primera vez la misma sustancia para la supresión de la función ovárica en cerdas (VACSINCEL<sup>®</sup>, Zoetis).

## 6. Referencias

3tres3iberico, 2018. La UE respalda una campaña histórica de ASICI para fomentar el consumo y las exportaciones de jamones ibéricos hasta 2020. URL [https://www.3tres3iberico.com/noticias\\_empresa/la-ue-respalda-una-campana-historica-de-asici-para-fomentar-el-consumo\\_1383/](https://www.3tres3iberico.com/noticias_empresa/la-ue-respalda-una-campana-historica-de-asici-para-fomentar-el-consumo_1383/) (acceso 6.6.18).

AECOC, 2018. Tendencias y retos en el sector cárnico. URL <https://www.aecoc.es/articulos/tendencias-y-retos-en-el-sector-carnico/> (acceso 20.8.18).

AHAW European Comission, 2007. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to animal health and welfare in fattening pigs in relation to housing and husbandry. EFSA J. 1–14.

AHAW European Comission, 2005. The welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. EFSA J. 268, 1–19.

AHAW European Comission, 2004. Welfare aspects of the castration of piglets. EFSA J. 91, 1–18.

Algers, B., 2016. Applied ethology in the EU: development of animal welfare standards and actions, in: *Animals and Us: 50 Years and More of Applied Ethology*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 155–171.

Ampuero, S., Bee, G., 2006. The potential to detect boar tainted carcasses by using an electronic nose based on mass spectrometry. *Acta Vet. Scand.* 48 (1)

Andersson, K., Brunius, C., Zamaratskaia, G., Lundström, K., 2012. Early vaccination with Improvac®: Effects on performance and behaviour of male pigs. *Animal.* 6(1), 87–95.

ANPROGAPOR, 2012. Guía explicativa para la aplicación del RD 1135/2002, de 31 de octubre relativo a las normas mínimas de protección de los cerdos.

Aparicio, M.Á., Vargas, J. de D., 2005. Sistemas de crianza del cerdo ibérico, in: *VII Encuentro Nutrición y Producción de Animales Monogástricos* pp. 13–19.

Aparicio, M.A., Vargas, J.D.D., Prieto, L., 2005. Consideraciones sobre el bienestar animal, in: *VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos*. pp. 1–9.

Aparicio Macarro, J.B., 1988. El cerdo ibérico. INGRASA, Cádiz.

Aparicio Tovar, M.A., Vargas Giraldo, J.D., 2006. Considerations on ethics and animal welfare in extensive pig production: Breeding and fattening Iberian pigs. *Livest. Sci.* 103, 237–242.

Arey, D., Brooke, P., 2006. Animal Welfare Aspects of Good Agricultural Practice: pig production. *Compassion in World Farming*.

Arrebola Molina, F., Yruela Morillo, M., Elías Ordóñez, M.I., 2015. Bienestar Animal en Explotaciones Ganaderas. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente de Andalucía. Sevilla.

ASICI, n.d. Dossier de prensa. URL <http://www.iberico.com/media/documentos/dossier.pdf> (acceso 1.9.18).

Asociación Nacional de Industrias de la Carne de España, n.d. El sector cárnico español. URL [https://www.anice.es/industrias/area-de-prensa/el-sector-carnico-espanol\\_213\\_1\\_ap.html](https://www.anice.es/industrias/area-de-prensa/el-sector-carnico-espanol_213_1_ap.html) (acceso 8.7.18).

Bekoff, M., 2002. *Minding Animals: Awareness, Emotions, and Heart*. Oxford University Press.

Benito, J., Vázquez, C., Ferrera, J., Meneya, C., JM, G., 1995. Comportamiento en montanera del cerdo ibérico. *Agric. Rev. Agropecu.* 671–674.

Bonneau, M., 1982. Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: A review. *Livest. Prod. Sci.* 9, 687–705.

Broom, D.M., Sena, H., Moynihan, K.L., 2009. Pigs learn what a mirror image represents and use it to obtain information. *Anim. Behav.* 78, 1037–1041.

Caro, T.M., Graham, C.M., Stoner, C.J., Vargas, J.K., 2004. Adaptive significance of antipredator behaviour in artiodactyls. *Anim. Behav.* 67, 205–228.

Casal-Plana, N., Manteca, X., Dalmau, A., Fàbrega, E., 2017. Influence of enrichment material and herbal compounds in the behaviour and performance of growing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 195, 38–43.

Criado Rodríguez, J.L., 2008. Capítulo V Instalaciones avanzadas para porcino ibérico, in: Forero Vizcaíno, J. (Ed.), *El Cerdo Ibérico, Una Revisión Transversal*. Junta de Andalucía y Fundación Caja Rural Sur.

Dalmau, A., Mainau, E., Velarde, A., 2017. Reliability of Fear Assessment in Growing Pigs Exposed to a Novel Object Test in Commercial Conditions. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 20, 280–288.

Dalmau, A., Rodríguez, P., Mainau, E., Velarde, A., 2013. Retos del cerdo ibérico en materia de bienestar animal. Alojamiento de las cerdas gestantes y alternativas a la castración. *Solo Cerdo Ibérico* 27, 33–42.

Dalmau, A., Temple, D., Llonch, P., Rodríguez, P., Velarde, A., 2008. Valoración del bienestar animal en cerdo ibérico y cerdo blanco. Parámetros a tener en cuenta. *Solo Cerdo Ibérico* 37–48.

Dalmau, A., Temple, D., Velarde, A., 2011. Relación entre el bienestar animal y el cerdo Ibérico en montanera. *Suis* 83, 22–29.

Dawkins, M.S., 1988. Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 20, 209–225.

Dawkins, M., 2007. *Observing Animal Behaviour: Design and Analysis of Quantitative Data*. Oxford University Press.

Daza, A., López-Bote, C.J., 2008. Capítulo III. Alimentación, in: Forero Vizcaíno, J. (Ed.), *El Cerdo Ibérico, Una Revisión Transversal*. Junta de Andalucía y Fundación Caja Rural Sur.

De Briyne, N., Berg, C., Blaha, T., Temple, D., 2016. Pig castration: will the EU manage to ban pig castration by 2018? *Porc. Heal. Manag.* 2, 29.

Del-Claro, K., 2010. *Introducción a la ecología comportamental. Un manual para el estudio del comportamiento animal*. Tundra Ediciones, Valencia.

## INTRODUCCIÓN

Dunshea, F.R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K.A., Lopaticki, S., Nugent, E.A., Simons, J.A., Walker, J., Hennessy, D.P., 2001. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* 79, 2524–2535.

Dyce, Sack, Wensing, 1999. *Anatomía Veterinaria*, 2a. ed. McGraw Hill Interamericana.

Escribano, M., Díaz-Caro, C., Mesias, F.J., 2018. A participative approach to develop sustainability indicators for dehesa agroforestry farms. *Sci. Total Environ.* 640–641, 89–97.

Esteve-Codina, A., Kofler, R., Himmelbauer, H., Ferretti, L., Vivancos, A.P., Groenen, M.A.M., Folch, J.M., Rodríguez, M.C., Pérez-Enciso, M., 2011. Partial short-read sequencing of a highly inbred Iberian pig and genomics inference thereof. *Heredity (Edinb)*. 107, 256–264.

Étienne, P., 2004. *El jabalí*. Ediciones Omega.

European Commission, 2000. *White Paper on Food Safety*, Brussels.

Farm Animal Welfare Council, 1992. FAWC updates the five freedoms. *Vet. Rec.* 17, 357.

FEAGAS, n.d. Ibérico general. URL <http://feagas.com/razas/porcino/iberico-general/> (accessed 16.7.18).

Feddes, J.J.R., Young, B.A., DeShazer, J.A., 1989. Influence of temperature and light on feeding behaviour of pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23, 215–222.

Fernández-Llario, P., 2005. The sexual function of wallowing in male wild boar (*Sus scrofa*). *J. Ethol.* 23, 9–14.

Fernández Rebollo, P., Carbonero Muños, M.D., 2008. Capítulo IV. La dehesa, in: Forero Vizcaíno, J. (Ed.), *El Cerdo Ibérico, Una Revisión Transversal*. Junta de Andalucía y Fundación Caja Rural Sur.

Food and Water Europe, 2017. *¿Un país para cerdos?*, Informe.

Foster, M., Mengak, M.T., 2015. *Georgia Landowner 's Guide to Wild Pig Management*.

Fraser, D., Duncan, I. J., 1998. "Pleasures", 'Pains' and Animal Welfare: Toward a Natural History of Affect. *Anim. Welf.* 7, 383–396.

Fuentes, V., Ventanas, S., Ventanas, J., Esteves, M., 2014. The genetic background affects composition, oxidative stability and quality traits of Iberian dry-cured hams: Pure bred Iberian versus reciprocal Iberian x Duroc crossbred pigs. *Meat Sci.* 96, 737–743.

Gielsing, E.T., Nordquist, R.E., van der Staay, F.J., 2011. Assessing learning and memory in pigs. *Anim. Cogn.* 14, 151–173.

Gómez-Limón, J., De Lucío Fernández, J.V., 1999. Changes in use and landscape preferences on the agricultural-livestock landscapes of the central Iberian Peninsula (Madrid, Spain). *Landsc. Urban Plan.* 44, 165–175.

- Gómez-Nieves, J.M., Rabina, Á., 2003. Las carnes de Extremadura. El cerdo ibérico. Junta de Extremadura, Consejería de Salud y Consumo.
- Gonzalez, E., Tejeda, J.F., 2007. Effects of dietary incorporation of different antioxidant extracts and free-range rearing on fatty acid composition and lipid oxidation of Iberian pig meat. *Animal* 1, 1060–1067.
- Gregory, N., Grandin, T., 1998. *Animal welfare and meat science*. CABI Publishing.
- Hadjikoumis, A., 2012. Traditional pig herding practices in southwest Iberia: Questions of scale and zooarchaeological implications. *J. Anthropol. Archaeol.* 31, 353–364.
- Haynes, R., 2008. *Animal welfare: competing conceptions and their ethical implications*. Springer.
- Held, S., Mendl, M., Devereux, C., Byrne, R.W., 2002. Foraging pigs alter their behaviour in response to exploitation. *Anim. Behav.* 64, 157–165.
- Hodgkinson, S.M., Matus, F., Lopez, I.F., 2013. Behavior of grazing European wild boar (*Sus scrofa*) in a semi-extensive production system. *Cienc. e Investig. Agrar.* 40, 193–199.
- Holgado, A.R., Araujo, M.C., Rey, M. de J., Ferrando, P.P., Vega, F.G., Berrocal, J.R., Bagaza, J.A., Giraldo, J. de D.V., Tovar, M.Á.A., 2013. Influencia del sistema de cría en el destete de lechones ibéricos. *Solo Cerdo Ibérico* 29, 9–14.
- Integrated Taxonomic Information System. *Sus scrofa*. URL <https://www.itis.gov/> (accessed 10.8.18).
- IRTA, 2018. IRTA y AENOR promueven el bienestar animal a través del desarrollo de una certificación pionera en Europa. URL <http://www.irta.cat/es/irta-y-aenor-promueven-el-bienestar-animal-a-traves-del-desarrollo-de-una-certificacion-pionera-en-europa/> Publicado 6.2.2018
- Izquierdo, M., Pérez, M.A., Rosario, A.I., Rodriguez, P., García-gudiño, J., Duarte, J.L., Dalmau, A., Hernández-garcía, F.I., 2013. the Effect of Immunocastration on Carcass and Meat Cut Yields in Extensively Reared Iberian Gilts. *Acta argiculturae Slov.* 151–154.
- Jensen, P., 1986. Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16, 131–142.
- Jensen, P., Toates, F.M., 1993. Who needs “behavioural needs”? Motivational aspects of the needs of animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 161–181.
- Jones, G., Jones, M., 2002. *Mammalian physiology and behavior*. Cambridge University Press.
- Juárez, M., Clemente, I., Polvillo, O., Molina, A., 2009. Meat quality of tenderloin from Iberian pigs as affected by breed strain and crossbreeding. *Meat Sci.*
- Laguna Sanz, E., 1998. *El cerdo ibérico en el próximo milenio*. Mundi-Prensa.
- Langley, L., 2018. Can Animals Be Creative? Pigcasso the Painting Pig is Making Her Case [WWW Document]. *Natl. Geogr. Mag.* URL <https://news.nationalgeographic.com/2016/02/animals-culture-pigs-art-painting> (acceso 10.8.18).



## INTRODUCCIÓN

Larson, G., Albarella, U., Fang, M., Matisoo-Smith, E., Robins, J., Lowden, S., Brand, T., Rowley-Conwy, P., Cooper, A., 2005. Worldwide Phylogeography of Wild Boar Reveals Multiple Centers of Pig Domestication. *Science* 307, 1618–21.

Larson, G., Burger, J., 2013. A population genetics view of animal domestication. *Trends Genet.* 29, 197–205.

Lassen, J., Sandøe, P., Forkman, B., 2006. Happy pigs are dirty! conflicting perspectives on animal welfare. *Livest. Sci.* 103, 221–230.

Lawrence, A.B., 2008. Applied animal behaviour science: Past, present and future prospects. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 115, 1–24.

Lega, C., Raia, P., Rook, L., Fulgione, D., 2016. Size matters: A comparative analysis of pig domestication. *Holocene* 26, 327–332.

Linares, A.M., 2007. Forest planning and traditional knowledge in collective woodlands of Spain: The dehesa system. *For. Ecol. Manage.* 249, 71–79.

Llonch, P., Rodríguez, P., Gispert, M., Dalmau, A., Manteca, X., Velarde, A., 2012. Stunning pigs with nitrogen and carbon dioxide mixtures: effects on animal welfare and meat quality. *Animal* 6, 668–675.

Lopez-Bote, C.J., 1998. Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Sci.* 49 (Suppl.1) S17-S27.

López-Bote, C.J., Fructuoso, G., Mateos, G.G., 2000. Sistemas De Producción Porcina Y Calidad De La Carne. *El Cerdo Ibérico, XVI Curso de Especialización FEDNA.*

Mainau, E., 2011. Pain caused by parturition in sows and dairy cattle. Effects of Meloxicam on welfare and production. Tesis doctoral UAB.

Manteca, X., Jones, B., 2013. Welfare improvement strategies, in: Blokhuis, H., Miele, M., Veissier, I., Jones, B. (Eds.), *Improving Farm Animal Welfare*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 175–200.

Manteca, X., Mainau, E., Temple, D., 2012. ¿Qué es el bienestar animal? Ficha técnica sobre bienestar de animales de granja. FAWEC. URL [https://www.fawec.org/media/com\\_lazypdf/pdf/fs1-es.pdf](https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs1-es.pdf) (accessed 2.7.18).

MAPAMA, 2018. El sector de la carne de cerdo en cifras. Principales Indicadores Económicos 2017.

MAPAMA, ANPROGAPOR, 2017. Documento sobre la gestión de las explotaciones porcinas para evitar la caudofagia.

Marchant-Forde, J.N., Lay, D.C.J., McMunn, K.A., Cheng, H.W., Pajor, E.A., Marchant-Forde, R.M., 2009. Postnatal piglet husbandry practices and well-being: the effects of alternative techniques delivered separately. *J. Anim. Sci.* 87, 1479–1492.

Marino, L., Colvin, C.M., 2015. International journal of comparative psychology. *Int. J. Comp. Psychol.* 28, 1–22.

Martelli, G., Valla, H., Bucci, D., Zaghini, G., Vignola, G., Sardi, L., 2010. Assessment of welfare and productive performance in dairy cows organically reared in plains or hilly areas. *Anim. Welf.* 19, 17–23.

- Martinez-Rica J.-P., S.D., Cervantes, J., 1976. Notas sobre comportamiento de jabalies. *Misc.Zool.* 3(5), 243–250.
- McGlone, J.J., Anderson, D., 2002. Synthetic maternal pheromone stimulates feeding behavior and weight gain in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 80, 3179–3183.
- Mendl, M., Paul, E.D., 2004. Consciousness, emotion and welfare: insights from cognitive science. *Anim. Welf.* 13, S17–S25.
- Merrigan, K.A., Bailey, M.R., Lockeretz, W., 2010. Strengthening US organic standards on animal health and welfare. *Anim. Welf.* 19, 45–54.
- Moberg, G., 2000. Biological response to stress: implications for animal welfare, in: Moberg, G., Mench, J.A. (Eds.), *The Biology of Animal Stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. CABI Publishing, pp. 1–22.
- Newberry, R.C., Sandilands, V., 2016. Pioneers of applied ethology, in: *Animals and Us: 50 Years and More of Applied Ethology*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 51–71.
- Newberry, R.C., Wood-Gush, D.G.M., Hall, J.W., 1988. Playful behaviour of piglets. *Behav. Processes* 17, 205–216.
- OIE, 2014. Código Sanitario para los animales terrestres.
- Pearce, M., 2009. PE1.09 Efficacy of Improvac® for controlling boar taint in heavy male pigs under commercial field conditions in Italy 64–67.
- Peinado, J., Medel, P., Fuentetaja, A., Mateos, G.G., 2008. Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined for the dry-cured industry. *J. Anim. Sci.* 86, 1410–1417.
- Petherick, J.C., Duncan, I.J.H., 2016. The International Society for Applied Ethology: going strong 50 years on, in: Brown, J., Seddon, Y., Appleby, M. (Eds.), *Animals and Us: 50 Years and More of Applied Ethology*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 27–49.
- Pottinger, T.G., 2000. Genetic selection to reduce stress in animals, in: Moberg, G., Mench, J.A. (Eds.), *The Biology of Animal Stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. CABI Publishing, pp. 291–308.
- Price, E.O., 2002. *Animal domestication and behavior*, Animal domestication and behavior. CABI Publishing.
- Price, M., Grossman, K., Paulette, T., 2017. Pigs and the pastoral bias: The other animal economy in northern Mesopotamia (3000–2000 BCE). *J. Anthropol. Archaeol.* 48, 46–62.
- Prunier, A., Dippel, S., Bochicchio, D., Edwards, S., Leeb, C., Lindgren, K., Sundrum, A., Dietze, K., Bonde, M., 2014. Characteristics of organic pig farms in selected European countries and their possible influence on litter size and piglet mortality. *Org. Agric.* 4, 163–173.
- Rault, J.L., Doyle, R., 2016. Cognitive approaches and new technologies: changing methodologies in applied ethology, in: *Animals and Us: 50 Years and More of Applied Ethology*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 113–129.

## INTRODUCCIÓN

RIBER, n.d. Buscador de censos de animales. URL <https://www.mapama.gob.es/app/riber/Publico/BuscadorCensoAnimales.aspx> (acceso 13.8.18).

Robert, S., Dancosse, J., Dallaire, A., 1987. Some observations on the role of environment and genetics in behaviour of wild and domestic forms of *Sus scrofa* (European wild boars and domestic pigs). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 17, 253–262.

Rodríguez-Estévez, V., García, A., Peña, F., Gómez, A.G., 2009. Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa. *Livest. Sci.* 120, 135–143.

Rodríguez-Estévez, V., Gómez, G., García, A., Mata, C., 2007. Recursos alimenticios consumidos por el cerdo ibérico durante la montanera. *Ganadería* 18–21.

Rodríguez-Estévez, V., Martínez, A.G., Moreno, C.M., Muñoz, J.M.P., Castro, A.G.G., Rodríguez-Estévez, V., 2008. Dimensiones y características nutritivas de las bellotas de los *Quercus* de la dehesa. *Arch. Zootec* 57, 1–12.

Rodríguez-Estévez, V., Mata, C., García, A., Gómez, A.G., 2004. Grazing behaviour of the Iberian pig in the montanera fattening period. *EAAP, Uppsala*.

Rodríguez-Estévez, V., Sánchez-Rodríguez, M., García, A.R., Gómez-Castro, A.G., 2011. Average daily weight gain of Iberian fattening pigs when grazing natural resources. *Livest. Sci.* 137, 292–295.

Rodríguez-Estévez, V., Sánchez-Rodríguez, M., Gómez-Castro, A.G., Edwards, S.A., 2010. Group sizes and resting locations of free range pigs when grazing in a natural environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127 (1-2), 28-36.

Rosell, C., Fernández-Llario, P., Herrero, J., 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys* 13.

Rydhmer, L., Canario, L., 2014. Behavioral Genetics in Pigs and Relations to Welfare, Second Ed. ed, *Genetics and the Behavior of Domestic Animals*. Elsevier Inc.

Sánchez del Pulgar, J., García, C., Reina, R., Carrapiso, A.I., 2013. Study of the volatile compounds and odor-active compounds of dry-cured Iberian ham extracted by SPME. *Food Sci. Technol. Int.* 19, 225–233.

SanCristobal, M., Chevalet, C., Haley, C.S., Joosten, R., Rattink, A.P., Harlizius, B., Groenen, M.A.M., Amigues, Y., Boscher, M.Y., Russell, G., Law, A., Davoli, R., Russo, V., Désautés, C., Alderson, L., Fimland, E., Bagga, M., Delgado, J. V., Vega-Pla, J.L., Martínez, A.M., Ramos, M., Glodek, P., Meyer, J.N., Gandini, G.C., Matassino, D., Plastow, G.S., Siggens, K.W., Laval, G., Archibald, A.L., Milan, D., Hammond, K., Cardellino, R., 2006. Genetic diversity within and between European pig breeds using microsatellite markers. *Anim. Genet.* 37, 189–198.

Serrano, M.P., Valencia, D.G., Fuentetaja, A., Lázaro, R., Mateos, G.G., 2009. Effect of castration on productive performance, carcass characteristics and meat quality of Iberian pig females reared under intensive management systems. *Livest. Sci.* 123, 147–153.

Sørensen, J.T., Sandøe, P., Halberg, N., 2001. Animal Welfare as One among Several Values to be Considered at Farm Level: The Idea of an Ethical Account for Livestock Farming. *Acta Agric. Scand.* 30, 11–16.

- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1981. The assessment of behavioural needs of pigs under free-range and confined conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 388–389.
- Temple, D., Courboulay, V., Velarde, A., Dalmau, A., Manteca, X., 2012. The welfare of growing pigs in five different production systems in France and Spain: Assessment of health. *Anim. Welf.* 21, 257–271.
- Temple, D., Manteca, X., Dalmau, A., Velarde, A., 2013. Assessment of test-retest reliability of animal-based measures on growing pig farms. *Livest. Sci.* 151, 33–45.
- Temple, D., Manteca, X., Velarde, A., Dalmau, A., 2011. Assessment of animal welfare through behavioural parameters in Iberian pigs in intensive and extensive conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131, 29–39.
- Temple, D., Velarde, A., Manteca, X., Dalmau, A., 2009. Evaluación de bienestar mediante el protocolo Welfare Quality en el cerdo Ibérico en extensivo: resultados preliminares. *Solo Cerdo Ibérico* Octubre, 55–64.
- Temple, D., Vermeer, H.M., Mainau, E., Manteca, X., 2015. Opinion paper: Implementing pig welfare legislation: Difficulties and knowledge-exchange strategies. *Animal* 9, 1747–1748.
- Tristram D. Wyatt, 2003. *Pheromones and Animal Behaviour: communication by smell and taste*, Journal of Chemical Information and Modeling. Cambridge University Press.
- Turner, J., 2010. *Animal breeding, welfare and society*. Earthscan, London.
- Turner, S.P., Dwyer, C.M., 2007. Welfare assessment in extensive animal production systems: challenges and opportunities. *Anim. Welf.* 16, 189–192.
- Turner, S.P., Horgan, G.W., Edwards, S., 2001. Effect of social group size on aggressive behaviour between unacquainted domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 203–215.
- Turner, S.P., Nevison, I.M., Desire, S., Camerlink, I., Roehe, R., Ison, S.H., Farish, M., Jack, M.C., D'Eath, R.B., 2017. Aggressive behaviour at regrouping is a poor predictor of chronic aggression in stable social groups. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 191, 98–106.
- Ullastres, C., 2013. La innovación en el sector del cerdo ibérico: un recorrido por las empresas y el conocimiento. *ASICI* 1–164.
- Vargas Giraldo, J. de D., Aparicio Tovar, M.A., 2007. La explotación del cerdo ibérico: bienestar y productividad. *Ganadería* 38–40.
- Vargas Giraldo, J. de D., Aparicio Tovar, M.A., 2001. Análisis de la evolución de los censos y sistemas de producción del cerdo ibérico. *Rev. española Estud. agrosociales y Pesq.* 193, 87–118.
- Vargas Giraldo, J. de D., Aparicio Tovar, M.A., 2000. El cerdo ibérico en la dehesa extremeña. Análisis técnico y económico. *Caja Rural Extremadura*.
- Velarde, A., Fàbrega, E., Blanco-Penedo, I., Dalmau, A., 2015. Animal welfare towards sustainability in pork meat production. *Meat Sci.* 109, 13–17.
- Ventanas, J., 2006. *El jamón ibérico. De la dehesa al paladar*. Mundi-Prensa, Madrid.

## INTRODUCCIÓN

Ventanas, S., Ventanas, J., Jurado, Á., Estévez, M., 2006. Quality traits in muscle biceps femoris and back-fat from purebred Iberian and reciprocal Iberian × Duroc crossbred pigs. *Meat Sci.* 73, 651–659.

Vermeer, H.M., Altena, H., Vereijken, P.F.G., Bracke, M.B.M., 2015. Rooting area and drinker affect dunging behaviour of organic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 165, 66–71.

von Borell, E., Broom, D.M., Dijkhuizen, A., Edwards, S.A., Jensen, P., Madec, F., Stamataris, C., 1997. The welfare of intensively kept pigs, European Commission, Brussels.

Weary, D.M., Braithwaite, L.A., Fraser, D., 1998. Vocal response to pain in piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56, 161–172.

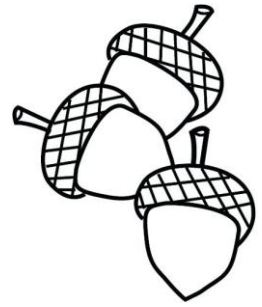
Weary, D.M., Fraser, D., 1995. Calling by domestic piglets: reliable signals of need? *Anim. Behav.* 50, 1047–1055.

Wemelsfelder, F., Hunter, A.E., Paul, E.S., Lawrence, A.B., 2012. Assessing pig body language: Agreement and consistency between pig farmers, veterinarians, and animal activists. *J. Anim. Sci.* 90, 3652–3665.

Wood-Gush, D.G.M., Stolba, A., 1982. Behaviour System of Pigs and the Design of a New Housing. *Appl. Anim. Ethol.* 8, 583–584.

Wood-Gush, D.G.M., Vestergaard, K., 1993. Inquisitive exploration in pigs. *Anim. Behav.* <https://doi.org/10.1006/anbe.1993.1017>

Wood-Gush, D.G.M., Vestergaard, K., 1989. Exploratory Behavior and the Welfare of Intensively Kept Animals. *J. Agric. Ethics* 2, 161–169.



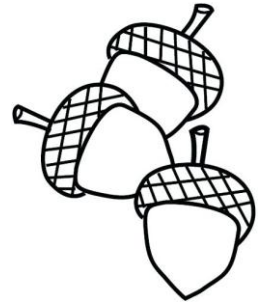
## **OBJETIVOS**



- 1.** Analizar el comportamiento general del cerdo ibérico en extensivo durante toda la fase de engorde y estudiar los factores que lo modifican (Capítulo 1).
- 2.** Estudiar las tendencias de agrupación de los cerdos ibéricos, la variación que muestran en las distintas fases del engorde y las diferencias entre sexos (Capítulo 2).
- 3.** Determinar el efecto que el uso de animales inmunocastrados o hembras enteras puede tener sobre la calidad del producto final y, por lo tanto, su potencial como alternativa a la castración quirúrgica (Capítulo 3).







## **CAPÍTULO 1**

# **Environmental and management factors affecting the time budgets of free-ranging Iberian pigs reared in Spain.**

Based on a paper submitted to Applied Animal Behavior Science.



**Abstract**

The domestic pig, *Sus scrofa domesticus*, is used for meat production widely around the world. The type of enclosure and management system used to rear them affects not only the final product but also the behavior and welfare of the animals. Iberian pigs reared extensively are a good opportunity to explore how pigs behave when they are free to walk and forage in an extended area in big groups. Studying six different farms over two years at different seasons, with climatic and management variations, allowed for a general description of Iberian pig behavior and which factors have an influence on it. The most seen behavior was resting (56.5% of the time observed) although they increased their foraging behavior during the montanera season (from 18% to 50% of the time) ( $p < 0.0001$ ). They went into the water in the summer whereas they didn't use the ponds in winter ( $p < 0.0001$ ). Sex or reproductive status of the animals did not seem to affect their general behavioral patterns. Pigs situated at the center of the groups tended to remain more relaxed ( $p = 0.0302$ , while the peripheral animals remained more alert and vigilant ( $p < 0.0001$ ).



## 1. Introduction

The Iberian pig is an autochthonous breed bred in the southwest of the Iberian peninsula (Spain and Portugal) (Rodríguez-Estévez, 2010) for high-quality meat products. Currently, the meat is considered "Iberian" when it comes from a pig with a minimum of 50% of Iberian genetics, where the mother must be 100% Iberian (RD 4/2014).

The traditional production system is performed free-range at "dehesas" and it is long compared to other systems: they are slaughtered at 14-24 months old with a body weight of 150-160 kg. Piglets are normally weaned at two months old and then they are mixed in big pastures where they are fed concentrate at the same time as they get natural resources for several months, until they reach around 90-115 kg of body weight (López-Bote 1998). Currently, some farms prefer to keep their pigs inside and feed them with concentrate only during this stage. In winter, when the acorns from the oaks (*Quercus ilex*) and cork oaks (*Quercus suber*) fall down, pigs eat only the acorns and other natural products like tuber, fungi or roots from the environment. This stage is called "montanera" and the animals have to put on their last 50-60 kg based only on that type of food source (Aparicio y Vargas, 2006).

Years after the Farm Animal Council, 1992, included the concept of "expression of normal behavior" as one of the five freedoms, the Welfare Quality protocol established behavior as the 4<sup>th</sup> principle to assess welfare at the farm level. It has been applied in order to evaluate the welfare state of pigs (Temple et al., 2011) and other species like broilers (de Jong et al., 2016), cows (de Vries et al., 2013) or even buffalos (De Rosa et al., 2015). As behavior is regarded as a welfare indicator, it is important to know the typical behavior of Iberian pigs in their traditional environment to be able to detect welfare problems in the future. The natural environment provided to Iberian pigs might be regarded per se as a cognitive enrichment, which should enhance the animals' welfare (Mendl et al., 2010). The study of the behavior lets us discover their general habits and activities, thus making it easier to detect a problem when it appears and being useful to evaluate the welfare of

the animals, which is crucial for the productive efficiency (Rodríguez-Estévez, 2010).

Iberian pigs have two clearly different types of feeding schedules, depending on the stage of the year: first, they rely on the farmers in order to get food, then they need to search by themselves in order to find food resources from the ground. This change in feeding patterns would probably affect their activity budget as their behavior needs to change when the montanera starts.

Meteorological conditions might also affect Iberian pigs when they are reared free-range. It seems important to study how these external conditions change their behaviors, as would happen with other breeds following a free-range or organic production system.

Pigs are social animals, they normally live in groups, they bunch (Caro et al., 2004) and they perform a wide repertoire of sexual, feeding and social behaviors (McClone, 1991). In many species living in groups, the position they have within the group determines their role or the behavior they will be exhibiting. For example, in some species of ungulates, the dominants are located in the center and leave the subordinates at the periphery, more exposed to danger and spending more time alert in order to detect the presence of a predator (Berger and Cuningham, 1988). In the chamois (*Rupicapra pyrenaica*), females prefer secure areas, especially when their offspring are more vulnerable, producing a sexual segregation (Dalmau et al., 2010). In the case of Iberian pigs reared for consumption, all animals in the group have the same age, so this factor may or may not show differences in their behaviors.

Traditionally, both males and females were castrated in this system. In the case of males to avoid the boar taint after slaughter, and in case of females to avoid wild boars being attracted to the enclosure by entire females in heat. However, the castration of females is restricted by national regulations (RD 1221/2009) and the castration of males will be limited in the EU so, thus, alternatives to the surgery are being studied. The vaccination against GnRF has long been used in intensively bred white pigs (Dunshea et al., 2001), and

it seems a good option for free-ranging Iberian pigs also (Martínez-Macipe et al., 2016). As hormones regulate behavior, the reproductive status of an animal would affect their activity budget.

While there are many publications related to pig behavior, only 0.5% of them were done with Iberian pigs (ScienceDirect search), and most of them are focused on productive improvement, so there is little information available about what Iberian pigs do during their lives in the dehesa and which factors affect the development of these behaviors. Which behaviors seem more important for pigs? Do they often interact socially? Does the weather change their daily activities? Do they use the pond? Does the position within the group affect their behavior? Does their sexual condition affect their behavior? Do they change their activity budget when not fed by humans during the montanera?

In the last few decades, outdoor systems for Iberian pigs have been changed, using a more intensified system that implies a detrimental effect on their welfare (Aparicio and Vargas, 2006) and one of the main issues is the lack of knowledge of the needs of pigs outdoors that should be reproduced indoors. Of course, this lack of knowledge does not only affect the Iberian pig reared in intensive conditions, but also any other pig reared under the same conditions.

In fact, Bracke et al., 2011, argued, while studying wallowing behavior in pigs, that very little attention to this behavior has been paid to animal welfare research, and it is reasonable, as many data about behavior and welfare is coming from intensive conditions where there is no chance this natural behavior occurs. Therefore, the objective of this study is to ascertain what the effect is on the activity budgets of Iberian pigs reared outdoors of feeding them or not, weather, season, position of the animal within a group and gender, and to provide this information for better knowledge of pigs for better adaptation to other rearing conditions.



## 2. Materials and methods

### 2.1. Animals and location

All data were collected at six different farms, dedicated to Iberian pig production in Extremadura, Spain. The study was performed during two continued production cycles, from spring until slaughter in the winter, from 2012 until 2014. All pigs in the study were Iberian breed pigs with different levels of purebred depending on the farm. The quantity of animals studied varied with the farm and production cycle, as the whole group was included in the observations (Table 1). At all farms there were both males and females neutered by surgery. In addition, at Farm 4 there were also entire and immunocastrated animals (20 castrated males, 23 entire males, 19 immunocastrated males and 11 castrated females, 46 entire females and 26 immunocastrated females). Some of them were transferred to other farms so, for the montanera season, 12 castrated and 3 immunocastrated males and 6 castrated, 4 entire and 18 immunocastrated females remained. At Farm 1, there were 14 immunocastrated females in the first year and 22 in the second year.

**Tabla 1.** Number of visits to each farm, percentage of purebred, quantity of pigs at 1st and 2nd year, available area during the year and during montanera, dates of montanera start for the 1st and 2nd year of study.

Farm	Visits	% Purebred	Pigs at 1 <sup>st</sup> year	Pigs at 2 <sup>nd</sup> year	Area During the Year	Area during Montanera	Date 1 <sup>st</sup> Montanera	Date 2 <sup>nd</sup> Montanera
1	28	50%	94	40	7 Ha	12 Ha*	13/11/2012	14/11/2013
2	3	50%	0	200	NA	90 Ha	NA	18/11/2013
3	44	100%	127	87	12 Ha	180 Ha	21/11/2012	19/11/2013
4	15	100%	145	0	8 Ha	30 Ha*	23/11/2012	NA
5	26	100%	140	200	3 Ha	60 Ha	14/12/2012	06/11/2013
6	17	50%	118	0	10 Ha	60 Ha	12/11/2012	NA

\*Not all of the initial animals ended up in the montanera area studied but rather in another one.

Before the “montanera”, and since they were weaned, pigs were reared in a mixed-sex group in an open-air enclosure, with a refuge to sleep in or go to whenever they wanted, with a cement area to receive the food, a couple of access points for water and a basin to take a bath in. These enclosures occupied from 3-12 Ha and included oaks and other normal dehesa vegetation. At all farms, animals were fed pellet once a day, in the morning, except for Farm 6, which also incorporated, randomly, tomato pulp in the afternoons.

When the “montanera” arrived, pigs were conducted to a bigger enclosure, from 12-180 Ha, or their enclosure was opened to the field next to it, so they had more space to range freely. At some farms, they opened new enclosures or changed animals from one field to another, depending on acorn availability, so they ate all acorns from one place first and then from the other, in order. During this period, animals were not fed by farmers at all, they just ate the natural products from the dehesa environment.

## **2.2. Methodology**

Each farm was visited once every one or two weeks, mostly in the morning (from 7.30 a.m. until 3 p.m., 92,8% of the visits), but also some visits were made in the afternoon (from 5 p.m. to 9 p.m.; 7,2% of the visits) avoiding the times were animals were fed. In total, visits happened on 133 different days, sometimes observations took place partly in the morning and partly at midday. To observe the animals, the same person traveled every day to the different farms, by van, and entered the animals’ enclosure on foot. If the animals perceived the presence of the observer, the person waited for 10-15 minutes before starting to register the behaviors, giving them time to get used to his/her presence. When possible, the person observed from a distance and followed the animals trying not to be noticed. Observations were made for 2 hours, using two different tools: scan and focal sampling. For scan sampling, the quantity of animals performing each of the pre-established behaviors (Table 2) was registered on a paper sheet, one sheet for each scan. Scans were performed every 10 minutes, considering the areas where most of the group was present or visible. A total of 1439 scan samples were recorded.

Between the scans, the observer focused on one of the animals, chosen randomly (the third animal in a central or peripheral position from the left and then the following to avoid repetitions) for the focal sampling. Central was considered to be an animal surrounded by others; peripheral was an animal at the margins of the group or the isolated animals. During 5 minutes, the behavior of the animal was narrated and recorded with a voice recorder device. A total of 1247 focal samplings were recorded.

**Tabla 2.** Behavior description for scan and focal sampling.

Behavior	Description
Exploring walking (EW)	Walks with the head low and nose at the floor level.
Exploring standing (ES)	Stands with the head low and nose at the floor level.
Resting (RE)	Laying down, laterally or ventrally.
Social positive (SP)	Contacts physically with another pig that remains in the same place.
Social negative (SN)	Contacts physically with another pig that reacts or runs away.
Walk (W)	Moves with head up.
Run (RU)	Moves with head up at a quick speed.
Bath (B)	Enters the basin walking, with only the feet inside or more parts of the body; or swims.
Gazing (G)	Standing, with the head up and glance fixed.
Drink (D)	Takes water with the tongue and swallows it.
Other behaviors (O)	Urinate, defecates, coughs or other not listed.

At the beginning and at the end of the visit, the atmospheric conditions (temperature, humidity and wind speed) were measured with a portable device. The temperature-humidity factor (THI) was calculated for each day of observations according to the following formula:

$$THI = Temp - [(0.31 - 0.31 \times Humidity/100) \times (Temp - 14.4)] \text{ (Marai et al., 2001).}$$

The means, minimum and maximum THI measures of each season and the mean wind speed are summarized in Table 3. As for the atmospheric

conditions, according to the sky and visibility registers, days were classified as sunny (84%), cloudy (7.2%), partly cloudy (4.3%), rainy (3.3%) and foggy (1.2%). According to the wind speed, they were classified as non-windy (86.5%, from 0 to 5 km/h) or windy (13.5%, from 5 to 11km/h; corresponding to a 1-2 value of the Beaufort scale).

**Table 3.** Temperature-humidity index (THI) and mean wind speed for each season.

Season	Mean THI	Minimum THI	Maximum THI	Mean Wind Speed (km/h)
Spring 2012*	24.03	21.50	25.83	2.2
Summer 2012	24.19	17.57	32.87	1.5
Autumn 2012	17.70	9.59	28.49	1.9
Winter 2012-2013	11.21	6.48	15.01	4
Spring 2013	15.20	8.82	25.05	1.8
Summer 2013	23.31	16.54	29.23	1.7
Autumn 2013	17.60	12.12	23.49	2.6
Winter 2013-2014	13.63	8.63	17.78	10.8

\*Only the last month of spring for that year.

For the observation of the animals, binoculars were used when necessary with a tripod. For keeping records, a Sony DSC-W350 (Barcelona, Spain) camera and an Olympus VN-712PC (Barcelona, Spain) voice recorder were used. For distance measurements, a Leica Disto (Barcelona, Spain) distance-meter was used. For the temperature, humidity and wind speed, an Amprobe TMA40-A (Glottertal, Germany) meteorological station was employed.

### 2.3. Statistical Analysis

Analyses were carried out with the Statistical Analysis System (SAS software, SAS Institute Inc.; Cary, NC, USA). Each behavior was assessed separately, taking into account the effect of the montanera (yes or no), position in the group (central or peripheral), season (spring, summer, autumn and winter), weather (sunny, rainy, foggy, partly cloudy or cloudy) and presence of wind

(yes or no) as fixed effects. The farm (1 to 6) was also included in the model but not considered in the Results section. General models, with a Poisson or negative binomial distribution according to Cameron & Trivedi (1998), were used. The least square maximum likelihood was used as a method of estimation. The least square means of fixed effects (LSMEANS) were used when the analysis of variance indicated differences. In all cases, significance was fixed at  $P < 0.05$ .

### **3. Results**

#### **3.1. Activity budget**

Animals spent 56.5% of the time observed resting, 20.9% exploring standing, 7.5% exploring walking, 5.8% walking, 4.3% bathing, 1.5% gazing, 1.1% running, 1.0% socializing (0.4% positive, 0.6% negative), 1.0% drinking and 0.2% performing other behaviors.

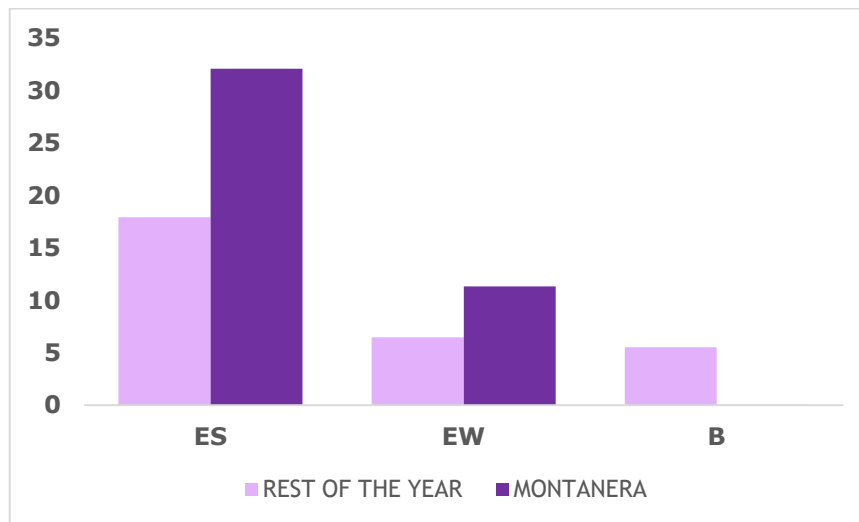
#### **3.2. Effect of being fed or just foraging, the “montanera effect”**

Exploratory behavior, including walking and standing, had a clear “montanera” effect ( $P < 0.0001$  in both cases). Bathing and drinking were also affected by the montanera ( $P < 0.0001$  and  $P = 0.0111$ , respectively). Exploring walking (17.9%) and exploring standing (32.1%) were higher during the montanera period than during the rest of the year (11.3% and 6.5%, respectively). Bathing was observed in 5.5% of the observations outside of the montanera period, and never during this period (Figure 1). Drinking behavior was also seen less (0.2%) during the montanera, as compared to the rest of the year (1.2%).

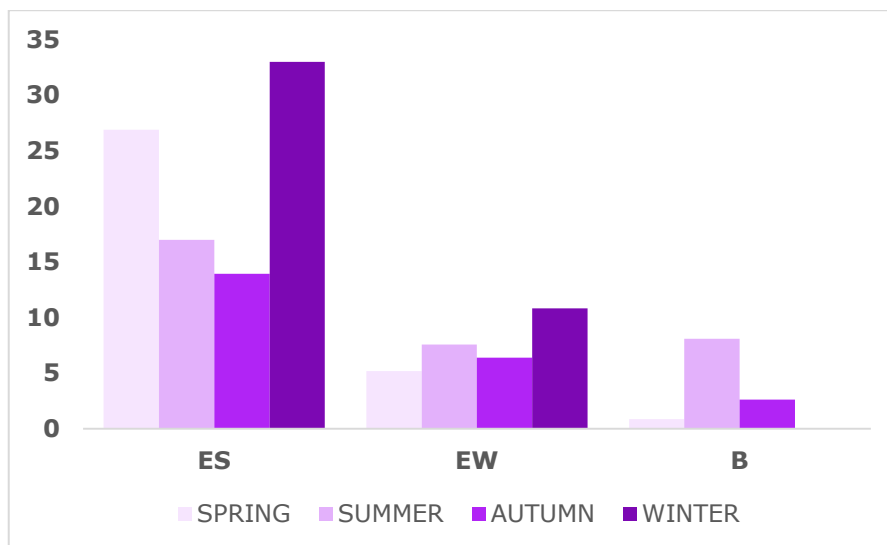
#### **3.3. Effect of season**

Both exploring walking and standing were affected by season ( $P < 0.0001$  and  $P = 0.0002$ , respectively). Social negative, bathing and drinking were also affected ( $P = 0.0009$ ,  $P < 0.0001$  and  $P = 0.0004$ , respectively). In winter, the season of “montanera” had the highest percentages for explore walking

(10.8%) and explore standing (33.0%), whereas the seasons with the fewest observations were spring for explore walking (5.1%) and autumn for explore standing (13.9%). The highest percentage for bathing was seen in summer (8.1%), followed by autumn (2.6%), and spring (0.9%). In winter this behavior was not observed (Figure 2). The season with the most social negative was spring (1.1%), followed by summer (0.7%), winter (0.6%) and autumn (0.4%). Animals drank in a higher percentage during summer (1.5%) followed by spring (1.0%), autumn (0.7%) and, finally, winter (0.2%).



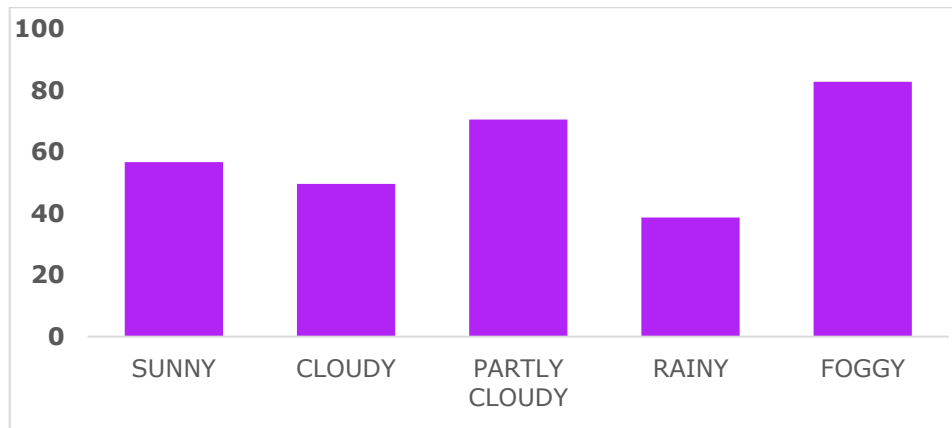
**Figure 1.** Frequency (%) of the explore standing (ES), explore walking (EW) and bath (B) behaviors during montanera and the rest of the year.



**Figure 2.** Frequency (%) of the explore standing (ES), explore walking (EW) and bath (B) behaviors during the four seasons (spring, summer, autumn, winter).

### 3.4. Effect of Weather

The weather affected the time that animals were resting ( $P = 0.0003$ ), showing social negative ( $P = 0.0182$ ), and social positive behavior ( $P = 0.0001$ ) and drinking ( $P < 0.0001$ ). They were seen resting 82.8% of the times during foggy days, 56.8% on sunny days, 49.6% on cloudy days, 70.6% on partly cloudy days, and 38.7% on rainy days (Figure 3).



**Figure 3.** Frequency (%) of resting (RE) behavior during the different weather conditions (sunny, cloudy, partly cloudy, rainy and foggy).

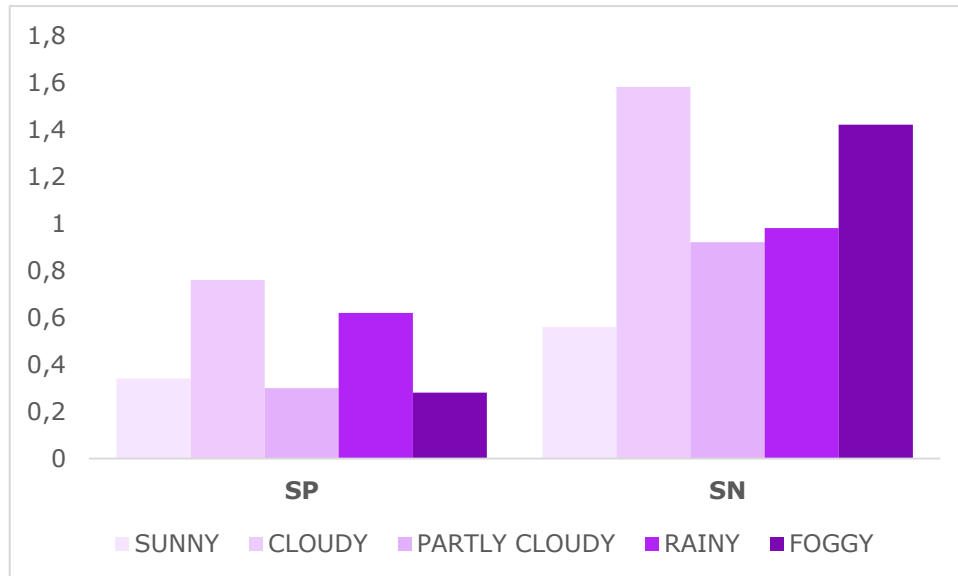
Animals showed social positive behavior during 0.8% of the time on cloudy days, 0.6% on rainy days, 0.3% on foggy days and the same for partly and sunny days. Social negative occurred 1.6% on cloudy days, 1.4% when it was foggy, 1% when rainy, 0.9% when it was partly cloudy and 0.6% on sunny days (Figure 4). Finally, drinking was appreciated 1.2% of the time during sunny days, 0.4% on rainy days, 0.2% on cloudy and partly cloudy days, and it wasn't seen at all during foggy days (0%).

Bathing was not affected by the sky situation, but rather by the presence of wind ( $P = 0.00012$ ): during windy days, animals were seen bathing only 0.7% of the times, while this percentage increased to 4.9% on non-windy days.

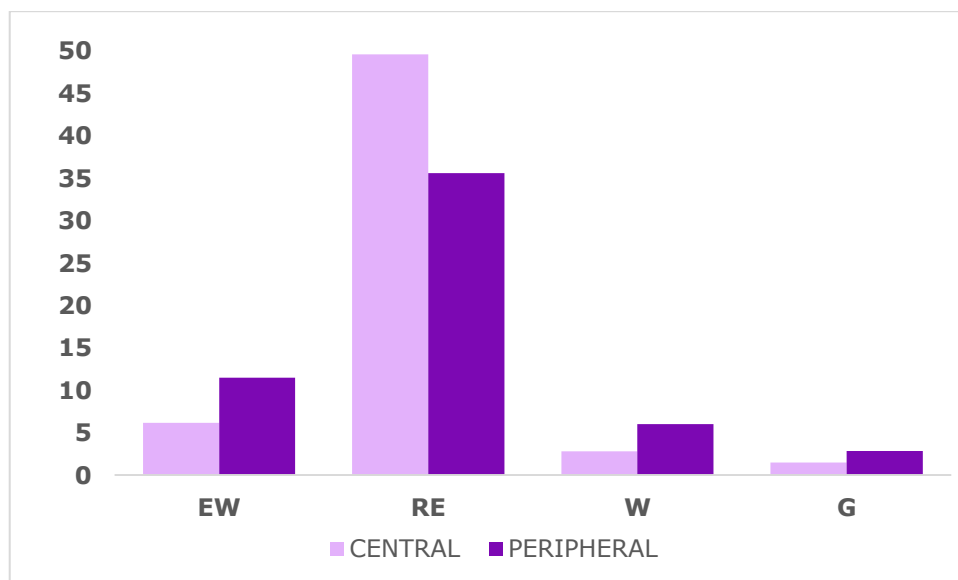
### 3.5. Position in the group

The position of the animal in the group affected resting ( $p = 0.0302$ ), explore walking ( $p = 0.0001$ ), walking ( $p < 0.0001$ ) and gazing ( $p < 0.0001$ ). Animals located at a central position displayed resting behavior 49.6% of the time

observed, exploration walking 6.2%, walking 2.8%, and gazing 1.5%. Peripheral animals rested 35.6%, explored walking 11.5%, walked 6%, and gazed 2.8% (Figure 5).



**Figure 4.** Frequency (%) of the social negative (SN) and social positive (SP) behaviors during the different weather conditions (sunny, cloudy, partly cloudy, rainy and foggy).



**Figure 5.** Frequency (%) of the resting (RE), explore walking (EW), walking (W) and gazing (G) behaviors according to the situation (central or peripheral) of the animals.



### **3.6 Effect of the gender**

There were no significant differences for any of the behaviors when compared between the different genders.

## **4. Discussion**

Iberian pigs spent a mean of 56% of the time observed resting and 28.5% engaged in foraging and rooting behaviors, similar to what Horsted et al. (2012) found in Denmark in cross-bred free-range pigs, where the animals spent 54.4% of the time resting, 19.3% rooting and almost 8% eating allocated feed. Even when, in the Danish study, temperatures were lower than the minimum temperatures registered in the present study, the similarities seem a good indicator of what the predominant activity budget is of free-range pigs in general. Guy et al. (2002) found that the main activities when pigs were at outdoor paddocks were rooting and exploring. Hodgkinson et al., 2013, and Rivero et al., 2013, found that wild boar spent more or less the same amount of time resting as foraging (around 42-43%) when groups of captive-bred animals were reared free-range only during daylight hours. In both cases, the animals may have been more motivated to forage than to lie down during the day, as they had to spend the nights in more barren environments. However, another important point to take into account is if the animals are fed or not. In the present study, animals were fed with concentrate for one part of the year, but they had to look for their own food the other part (montanera). During the montanera, foraging behavior reached 50.0%, similar to the 54% described by Rodríguez-Estevéz et al. (2009), accounting only for 17.8%, previously, in the same animals, when they were fed with concentrates. It seems important, then, when defining activity budgets and behavioral needs in pigs, if these animals need to look for food or not. Another point to consider is the age of the animal, as in the present study, in spring, when the animals were younger, they explored more than in autumn or summer.

Animals were seen 4.3% of the time in the water. Taking into consideration that they did not do it at all during some months of the year, this number

shows how important swimming or access to water is for Iberian pigs when they feel hot (8.1% of the total activity budget in summer). It is well known that pigs like to wallow in the mud and that this has a physiological value in order to deworm, protect from the sun and regulate the body temperature (Bracke, 2011). Having access to a pond where they can cool themselves by immersing their whole body inside the water, but also ending up quite muddy, seems to be a strong need for pigs. However, animals did not seem to need a pond during the montanera, they did not use it at all during our observations. Interestingly, due to the climatic conditions in the area, the bathing areas for pigs presented a worse state in summer (the driest and warmest season) than during the montanera season. Therefore, it is important to highlight how essential it is for pigs to have these bath areas in excellent conditions in summer and how this is less imperative in winter. On the other hand, in the same way that efficient facilities try to reduce thermal stress (i.e., ventilation, refreshment systems) in indoor systems, the provision of bathing areas should be provided for pigs in outdoor conditions during the warmest seasons. Stolba, 1981, already stated that housing conditions should be tailored to the behavioral needs of pigs, as, if applied wisely, it would still leave room for economic optimization. In addition, as was posed by Balcombe (2006), animals are also capable of feeling positive emotions, and having access to a bath might also be considered as a pleasurable activity, easy to offer to these animals.

Gazing was presented in a relatively large amount of time (1.5%), showing how these animals, even when kept in captive conditions, still have the instinct of protecting the group. Like the wild boar, they keep an eye on their surroundings and start a voice call or a run-away reaction in the event that they hear or see anything considered as a threat. Gazing was considered the vigilant basic behavior of pigs, but very little information regarding their anti-predator techniques have been described. Typically, we assumed that a head-up, standing position covered this intention. Although animals may be able to detect predators even when not overtly vigilant, it has been shown that their ability is greater when they raise their heads (Lima and Bednekoff, 1999). Interestingly, when the position within the group was studied, Iberian pigs

were more engaged in movement and vigilance activities when they were in the peripheral space of the groups, whereas the centrally-located animals seemed to be more relaxed, resting. Vigilance is a natural conduct of prey species, in which they need to be alert to detect predators or potential risks and alert the rest of the group. It is a costly strategy because it is traded off with other activities like feeding. Anti-predator behavior and alarm responses have been studied in different species like the bighorn sheep (*Ovis canadensis*) (Longshore, 2003) or feral horses (*Equus ferus*) (Dorn, 2009). In meerkats (*Suricata suricatta*), individuals take successive guarding turns (Clutton-Brock et al., 1999), but in chamois (*Rupicapra pyrenaica*), there are differences in the roles depending on the status and the age of the animals (Dalmau et al., 2010); in wild boars (*Sus scrofa*), synchronized vigilance is related to group size and risk factors (Podgórski, 2016), and in domestic pigs (*Sus scrofa domesticus*), adults employ different alarm barks than do juveniles (Chan et al., 2011). In the present study, all animals had the same age, but a difference in the activity budget was detected between animals in central positions versus those in the peripheral area, thus determining there are at least two different roles to be played by this species. It could be interesting to measure this type of behavior with a QBA analysis (Wemelsfelder et al., 2000), so as to establish if there are differences between the attitudes and perception of animals' states of mind, when the central and the peripheral areas are compared.

In spite of the evidence that pigs dedicate more time of the day to exploratory activities than to social behaviors (Newberry and Wood-Gush, 1988), it was of our interest to take a deep look into their social interactions: pigs were seen 0.6% and 0.4% of the time showing social negative and positive behaviors, respectively. Social behavior, in general, is far lower than what Temple et al. (2011) (2.3% positive and 1% negative) or Stolba and Wood-Gush, 1989 (3% positive) found. Even if having more negative than positive social frequencies can be regarded as a problem, as Temple et al. (2011) stated, positive social interactions might be a strategy to find relief from stressful situations, which might be absent or reduced in the conditions of the present study. A higher incidence of negative social behavior was found in spring in comparison to the

rest of the seasons, which can be attributed to the age of the animals, as it is in this season when piglets from different litters were mixed for first time into a single group. The weather also seemed to have an impact on social behavior. Cloudy days increased positive and negative social behavior, in comparison to sunny days; rainy days increased only positive social behavior, and foggy days just negative social behavior. In fact, the weather affected other behaviors. Active behaviors increased, especially when it rained, perhaps due to an increase in the humidity of the field. According to Hodgkinson et al. (2013), loose and humid soils makes pig motivation for rooting higher. Graves, 1984, also observed this influence of rainy and cloudy days in pigs, describing activity in pigs only during early in the morning and late at night under warm conditions. Therefore, higher activity during rainy days is linked to more positive social behavior in pigs. During rainy days, animals are more dedicated to exploring the field, so there is less competition for resources among them, like it happened in a study in Mexico (Copado et al., 2004). In contrast, during foggy days, pigs spent more than 82% of the time resting. This could be linked to the fact that they are prey animals and could feel more unsafe under these conditions. In any case, this reduced activity is linked to an increase in negative social behavior. So, in areas with a high presence of fog along the year, with pigs in outdoor conditions, a lower level of activity and higher incidences of negative social behaviors could be expected in comparison with other areas. However, the variability of activity budgets in relation to the weather might require a further study considering all the variables in combination. Olczack, 2015, for example, found that the increase in the use of shelter by pigs happened only when low temperatures were combined with wind or precipitation.

There were no significant differences between sexes or sexual status of the animals. This is interesting especially because there has been a long history of farmers assuring that female castration was a "must" in order to obtain good-quality products because entire females are more active during estrus and thus lose weight instead of putting it on (Peinado et al., 2008; Zeng et al., 2002). In our study, we did not measure whether a female was in estrus or not, but in general, no differences were found between any type of female

(castrated surgically, vaccinated against GnRF or entire). Vaccination could then be a good alternative for farms with the presence of wild boar, where accidental mounting should be prevented. In fact, Martinez-Macipe et al. (2016) found no differences in final product quality among entire, castrated and vaccinated female Iberian pigs reared in extensive conditions, and the present study indicates few differences among the different reproductive statuses of animals in activity budgets.

## **5. Conclusions**

Iberian pigs spend 56% of the time resting and 28% exploring in daytime as a mean for the whole productive cycle. However, feeding them or not, the weather and the position within the group affects these activity budgets. During the montanera period, Iberian pigs forage much more than during the rest of the year, but they don't use ponds. Summer is the season when they use ponds and drink more. Animals staying in the center of the group are usually resting, and the peripheral members are more focused on movement and vigilance behaviors. Intact females do not present a different behavior than do castrated females.

## **6. References**

- Aparicio Tovar, M.A., Vargas Giraldo, J.D., 2006. Considerations on ethics and animal welfare in extensive pig production: Breeding and fattening Iberian pigs. *Livest. Sci.* 103, 237–242.
- Balcombe, J., 2006. *Pleasurable kingdom: Animals and the nature of feeling good*. MacMillan New York.
- Bracke, M.B.M., 2011. Review of wallowing in pigs: Description of the behaviour and its motivational basis. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 132, 1–13.
- Caro, T.M., Graham, C.M., Stoner, C.J., Vargas, J.K., 2004. Adaptive significance of antipredator behaviour in artiodactyls. *Anim. Behav.* 67, 205–228.
- Chan, W.Y., Cloutier, S., Newberry, R.C., 2011. Barking pigs: Differences in acoustic morphology predict juvenile responses to alarm calls. *Anim. Behav.* 82, 767–774.
- Clutton-Brock, T.H., O'Riain, J.M., Brotherton, P., Gaynor, D., Kansky, R., Griffin, A., Manser, M., 1999. Selfish Sentinels in Cooperative Mammals. *Science* 284, 1640–1644.

- Copado, F., De Aluja, A.S., Mayagoitia, L., Galindo, F., 2004. The behaviour of free ranging pigs in the Mexican tropics and its relationships with human faeces consumption. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88, 243–252.
- Dalmau, A., Ferret, A., Manteca, X., 2010. Vigilance behavior of Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*): Effect of sex and position in the herd. *Curr. Zool.* 56, 232–237.
- de Jong, I.C., Hindle, V.A., Butterworth, A., Engel, B., Ferrari, P., Gunnink, H., Perez Moya, T., Tuytens, F.A.M., van Reenen, C.G., 2016. Simplifying the Welfare Quality® assessment protocol for broiler chicken welfare. *animal* 10, 117–127.
- de Vries, M., Bokkers, E.A.M., van Schaik, G., Botreau, R., Engel, B., Dijkstra, T., de Boer, I.J.M., 2013. Evaluating results of the Welfare Quality multi-criteria evaluation model for classification of dairy cattle welfare at the herd level. *J. Dairy Sci.* 96, 6264–6273.
- Dorn, L., 2009. Assertive antipredator behavior by Feral Horse Stallion (*Equus caballus*). Thesis, University of California Davis.
- Dunsha, F.R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K.A., Lopaticki, S., Nugent, E.A., Simons, J.A., Walker, J., Hennessy, D.P., 2001. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *J. Anim. Sci.* 79, 2524–2535.
- Graves, H.B., 1984. Behavior and Ecology of Wild and Feral Swine (*Sus Scrofa*). *J. Anim. Sci.* 58, 482.
- Guy, J.H., Rowlinson, P., Chadwick, J.P., Ellis, M., 2002. Behaviour of two genotypes of growing-finishing in three different housing systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75, 193–206.
- Hodgkinson, S.M., Matus, F., Lopez, I.F., 2013. Behavior of grazing European wild boar (*Sus scrofa*) in a semi-extensive production system. *Cienc. e Investig. Agrar.* 40, 193–199.
- Horsted, K., Kongsted, A.G., Jørgensen, U., Sørensen, J., 2012. Combined production of free-range pigs and energy crops-animal behaviour and crop damages. *Livest. Sci.* 150, 200–208.
- Lima, S.L., Bednekoff, P.A., 1999. Back to the basics of antipredatory vigilance: can nonvigilant animals detect attack? *Anim. Behav.* 58, 537–543.
- Longshore, K.M., 2003. Geographic variation and behavioral plasticity: vigilance in desert bighorn sheep (*Ovis canadensis nelsoni*) populations. Thesis. University of Nevada.
- Lopez-Bote, C.J., 1998. Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Sci.* 49, S17-S27.
- Marai, I.F., Ayyat, M., Abd El-Monem, U., 2001. Growth Performance and Reproductive Traits at First Parity of New ... *Trop. Anim. Health Prod.* 33, 451–462.
- Martinez-Macipe, M., Rodríguez, P., Izquierdo, M., Gispert, M., Manteca, X., Mainau, E., Hernández, F.I., Claret, A., Guerrero, L., Dalmau, A., 2016. Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotrophin-releasing factor male and female Iberian pigs reared in free-ranging conditions. *Meat Sci.* 111, 116-121.
- Mcglone, J.J., 1991. Techniques for evaluation and quantification of pig reproduction, ingestive and social behaviors. *J. Anim. Sci.* 69, 4146–4154.
- Mendl, M., Held, S., Byrne, R.W., 2010. Pig cognition. *Curr. Biol.* 20, 796–798.

## CAPÍTULO 1

Newberry, R.C., Wood-Gush, D.G.M., Hall, J.W., 1988. Playful behaviour of piglets. *Behav. Processes* 17, 205–216.

Olczak, K., Nowicki, J., Klocek, C., 2015. Pig behaviour in relation to weather conditions - A review. *Ann. Anim. Sci.* 15, 601–610.

Peinado, J., Medel, P., Fuentetaja, A., Mateos, G.G., 2008. Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined for the dry-cured industry. *J. Anim. Sci.* 86, 1410–1417.

Podgórski, T., De Jong, S., Bubnicki, J.W., Kuijper, D.P.J., Churski, M., Jędrzejewska, B., 2016. Drivers of synchronized vigilance in wild boar groups. *Behav. Ecol.* 27, 1097–1103.

Rivero, J., López, I., Hodgkinson, S., 2013. Pasture consumption and grazing behaviour of European wild boar (*Sus scrofa* L.) under continuous and rotational grazing systems. *Livest. Sci.* 154, 175–183.

Rodríguez-Estévez, V., García, A., Peña, F., Gómez, A.G., 2009. Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa. *Livest. Sci.* 120, 135–143.

Rodríguez-Estévez, V., Sánchez-Rodríguez, M., Gómez-Castro, A.G., Edwards, S.A., 2010. Group sizes and resting locations of free range pigs when grazing in a natural environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.*

Rosa, G. De, Grasso, F., Winckler, C., Bilancione, A., Pacelli, C., Masucci, F., Napolitano, F., 2015. Application of the Welfare Quality protocol to dairy buffalo farms: Prevalence and reliability of selected measures. *J. Dairy Sci.* 98, 6886–6896.

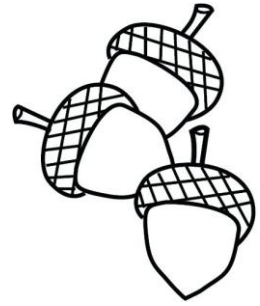
Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Anim. Sci.* 48, 419–425.

Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1981. The assessment of behavioural needs of pigs under free-range and confined conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 388–389. 127 (1-2), 28-36.

Temple, D., Manteca, X., Velarde, A., Dalmau, A., 2011. Assessment of animal welfare through behavioural parameters in Iberian pigs in intensive and extensive conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131, 29–39.

Wemelsfelder, F., Hunter, E.A., Mendl, M.T., Lawrence, A.B., 2000. The spontaneous qualitative assessment of behavioural expressions in pigs: First explorations of a novel methodology for integrative animal welfare measurement. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 193–215.

Zeng, X.Y., Turkstra, J.A., Tsigos, A., Meloen, R.H., Liu, X.Y., Chen, F.Q., Schaaper, W.M.M., Ria Oonk, H.B., Guo, D.Z., van de Wiel, D.F., 2002. Effects of active immunization against GnRH on serum LH, inhibin A, sexual development and growth rate in Chinese female pigs. *Theriogenology* 58, 1315–1326.



## **CAPÍTULO 2**

### **Characterization of Iberian pig groups in Extremadura**

Based on a paper to be submitted soon.





## Abstract

Pig social behavior under commercial farming is normally studied on intensive systems but in order to learn what type of groups they would prefer, it seems necessary to observe them under less restrictive environments. The Iberian pig system allows for the observation of those animals in extensive conditions. The aim of this study was to describe Iberian pig groups in relation to its size and composition, and determine which factors change them. 9 different groups of Iberian pigs from 6 different farms in Extremadura, Spain, were observed during the whole productive cycle. At first, they had pellet available once a day; whilst, during the montanera season, they had to search for their own food from the natural resources. The effect of those two different types of management, plus the season, time of the day and proximity to different elements from the enclosure were studied in relation to the size and composition of the groups. Mean group size along the year was 16.76 but it decreased during montanera (12.34) ( $p < 0.0001$ ), winter (12.21) ( $p < 0.0001$ ), and windy (13.07) ( $p = 0.005$ ) days and at midday time (13.15) ( $p < 0.0001$ ). Groups were bigger when they were far from the trees (21.32) ( $p < 0.0001$ ), close to the shelter (23.28) ( $p < 0.0001$ ) or near the feeding area (33.38) ( $p = 0.0011$ ). A 9% of the groups were lonely animals and the 68.32% of them corresponded to males. Only-female groups were the less frequent type (17.27% versus 41.11% for only-male groups and 41.62% for mixed groups) and the smallest in mean size (4.72 versus 11.37 for only-male groups and 8.53 for mixed groups) ( $p < 0.0001$ ). Females belonged to mixed groups more frequently (69.33%) than males (26.73%), who showed a tendency to form only-male groups rather than mixed until winter came.



## 1. Introduction

On the main commercial pig farms, group composition is generally established by the farmer and pigs are reared down restricted environments that may impair their natural behaviors (Dawkins, 1988). That's why pigs kept outdoors might give a more meaningful picture of how pigs behave or what are their natural instincts (Olczack, 2015). It is assumed that domestic pigs, if given the chance, show the same behavior repertoire as the wild boars (*Sus scrofa*), only in a different frequency and threshold (Rydhmer, 2014).

Wild boars are gregarious animals that live typically in groups, mainly composed by females with their offspring, in matriarchal hierarchies (Stolba and Wood-Gush, 1989). Similarly, Copado et al, 2004 resolved, in free-ranging domestic pigs of different ages, that adult females acted as the leaders of groups with strong cohesion and stable social hierarchies. In general, in swine species the dominance order is resource related (Lindberg, 2001) as well as the home range (Graves, 1984). Living in groups is regarded as an antipredator tool for many herbivores: it reduces the predation risk on one side by the numerical dilution and, in the other, by having more vigilant animals able to warn the others about a coming danger. This antipredator adaptation is especially common in species living in open habitats (Caro et al, 2004) and it is part of a cooperative behavior in which some individuals may benefit from having others entering first to potentially dangerous areas (Focardi, 2015). Mooring et al, 2003 found out that sexual segregation in desert bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*) was higher when there were vulnerable offspring in the groups and that females selected safer zones than males. Similarly, Dalmau et al, 2010, determined that the females with offspring of the Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica*) selected open areas and formed larger groups than males. The selection of specific areas is described as an antipredator strategy in mountain sheeps (*Ovis canadensis*) too (Bleich, 1999) and there is evidence that pigs have space preferences for different activities, as for foraging (Stern, 2003) or excreting (Olsen et al, 2001). Rodriguez-Estevéz, 2010; studied group size and resting locations of free range pigs during the montanera and concluded that pigs split into small

groups during daytime to forage but then went together in a larger group to spend the nights resting in a common area.

Iberian pigs belong to a traditional breed reared in Spain and Portugal leading to high quality meat products. The original system allowed, at least for the winter (in the so-called *montanera* season), the pig herds free to forage so they could feed from natural resources, mainly acorns (Vargas y Aparicio, 2000). Nowadays, pigs feeding freely during the *montanera* season is regarded as a distinctive mark of the best quality Iberian pig products (Daza et al, 2008). Consequently, great efforts have been employed in studying the *montanera* resources (Rodríguez-Estevez, 2007), how the pig uses them (Aparicio et al, 1986) and how pigs behave when they are foraging (Rodríguez-Estévez, 2010). However, there are farms that rear the animals down this extensive system at the *dehesa* during the whole production cycle, which makes it a good chance to study how the pig behaves (Martínez-Macipe et al, unpublished) and also how group sizes and composition are across the year. The current study had per objective to characterize the social groups of free range Iberian pigs in terms of its size and sex composition and in relation to the time of the day, *montanera*, season and location within the field.

## **2. Materials and methods**

### **2.1. Animals and location**

Data was recorded in 6 extensive farms for Iberian pig production at Badajoz (5) and Caceres (1) provinces in Extremadura, Spain, during 2 cycles (from spring 2012 until slaughter at february 2013 and since spring 2013 until slaughter at the beginning of 2014). Visits were mostly done in the morning (from 7.30am to 11.30am, 68.9% of the visits), but also at midday (11.30am-3pm, 23.9%) and afternoon (5pm-9pm, 7.2%), always avoiding the time were animals were fed.

5 farms were privately own and used for commercial activities, the sixth one was an experimental farm belonging to the Extremadura government. All pigs

were Iberian 100% or crossed, with a 50% of pureness and they were all the same age within the groups. The quantity of animals studied on each farm each season, the quantity of visits done and the mean temperatures are detailed at Tables 1 and 2.

**Table 1.** Quantity of visits and animals at each visited farm.

Farm	Quantity of visits	Purebred	Number of pigs at first year	Number of pigs at second year
1	28	50%	94	40
2	3	50%	0	200
3	44	100%	127	87
4	15	100%	145	0
5	26	100%	140	200
6	17	50%	118	0

**Table 2.** Percentage of visits and main environmental data of the different seasons.

Season*	% of visits	Mean THI	Min Temp (°C)	Max Temp (°C)	Mean Wind Speed (km/h)
Spring	17,16	19,61	8,6	29,2	2,0
Summer	38,81	23,75	17	39,6	1,6
Autumn	23,13	17,65	9	31,9	2,2
Winter	20,90	12,42	6,4	18,4	7,4

\*winter: December-February; spring: March-May; summer: June-August; autumn: September-November.

## 2.2. Methodology

During the pilot study the different elements around the field were listed: a tree, the pond, a shelter, the feeding area, the drinker and the fences. With this list, a blank table was prepared to be used during the observations.

During the visits, the observer indicated, for each group of animals, how far the group was from each element (<10m, between 10-50m or >50m); how many animals and, when possible, what gender (male or female), formed the group. A group was considered the set of animals located less than 50 meters far from the next one (Berducou and Bousset, 1985). For each visit, 2 registers were done 2 hours a part.

Binoculars were used for the observation of the animals when the groups or the distances were not close to the observer. A Leica Disto (Barcelona, Spain) distance-meter was used for the distances measurements. The atmospheric conditions (temperature, humidity and wind speed) were registered with an Amprobe TMA40-A (Glottertal, Germany) meteorological station at the beginning and at the end of every visit. For the data analysis, days of observation were classified according to the atmospheric conditions (sunny, cloudy, partly cloudy, rainy and foggy) and to the wind (not windy from 0 to 5 km/h and windy from 5 to 11 km/h). The temperature-humidity factor (THI) was calculated according to the following formula:

$$THI = Temp - [(0.31 - 0.31 \times Humidity/100) \times (Temp - 14.4)] \text{ (Marai et al, 2001)}$$

### **2.3. Statistical Analysis**

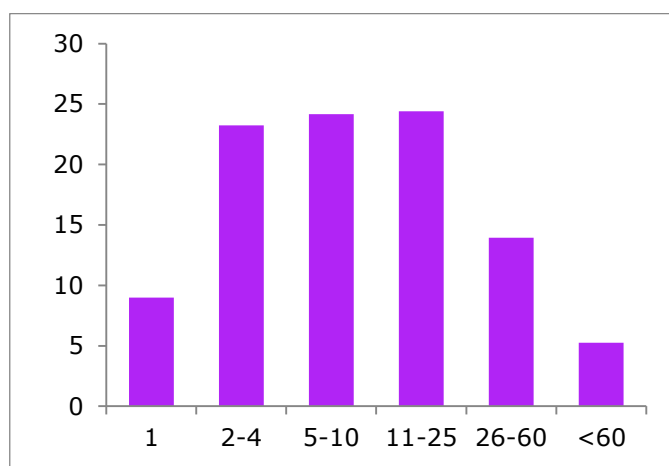
Analyses were carried out with the Statistical Analysis System (SAS software, SAS Institute Inc, Cary, NC, USA). The size of the observed groups (1312 in total) was assessed taking the following elements as fixed effects: montanera (yes or not), season (spring, summer, autumn and winter), weather (sunny, rainy, foggy, partly cloudy or cloudy), presence of wind (yes or not), time of the day (morning, midday and afternoon), and distances to fences, trees, ponds, shelter, feeding area and drinkers (<10 metres, 10-50 metres and >50 metres). The relation between size and group type (only females, only males and mixed groups) was assessed taking into account the same effects than previously but considering as well the group type and interactions of group type with the rest of fixed effects. General models, with a Poisson or negative binomial distribution according to Cameron & Trivedi (1998) were used. The

least square means of fixed effects (LSMEANS) were used when the analysis of variance indicated differences. In all cases, significance was fixed at  $P < 0.05$ .

### 3. Results

#### 3.1. General findings about group size

In total, 1312 groups were identified, a mean of 4.94 groups on each observation, with a mean size of 16.76 individuals per group. There were individuals alone considered as a group (9% of the total of groups) and sometimes the majority of the herd was seen together forming a group bigger than 60 animals (5.26%). However, the most typical size of groups was from 2 to 25 animals (71.80%) (Figure 1).

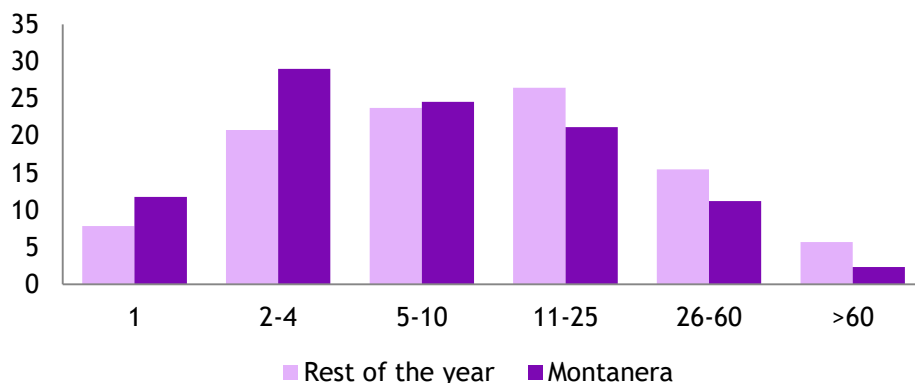


**Figure 1.** Percentage of groups observed in total according to its size (1 animal, from 2 to 4, from 5 to 10, from 11 to 25, from 26 to 60 and more than 60 animals).

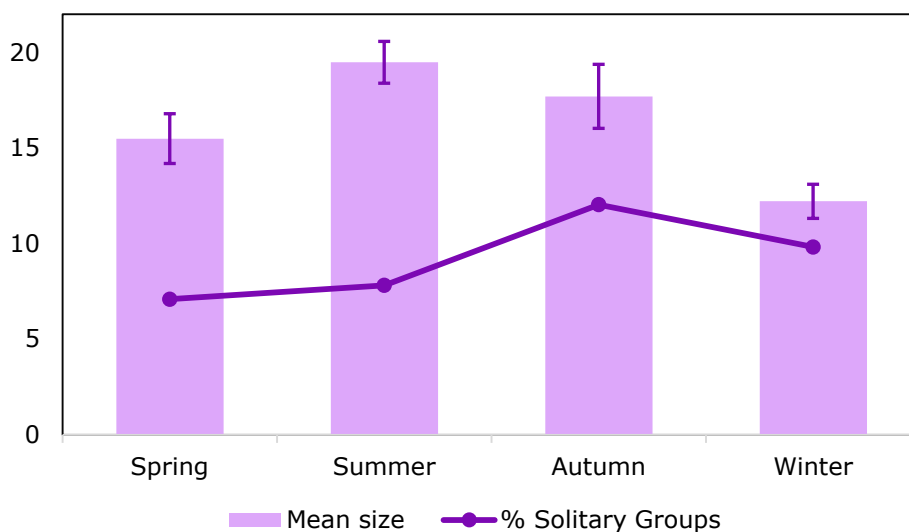
Their size was affected by the time of the day ( $p < 0.0001$ ), wind ( $p = 0.005$ ), season ( $p < 0.0001$ ) and montanera ( $p < 0.0001$ ). Groups were smaller at the midday (mean size 13.15 animals) than during the morning (18.99) or the afternoon (18.92); and in windy days (13.07) rather than non windy ones (17.48). During montanera groups were smaller (12.34) than the rest of the year (18.58) (Figure 2). In winter groups were also smaller (12.21) than in the other seasons and in summer groups were bigger than in spring (19.48 summer, 15.49 spring and 17.70 in autumn). From more to less presence of solitary animals, we found autumn (12.04%), winter (9.82%), summer



(7.82%) and spring (7.09%) (Figure 3). In consequence, the percentage of solitary animals was 11.75% in montanera and only 7.97% the rest of the year.



**Figure 2.** Percentage of groups according to its size and feeding scheme (fed with concentrate or not fed so montanera).

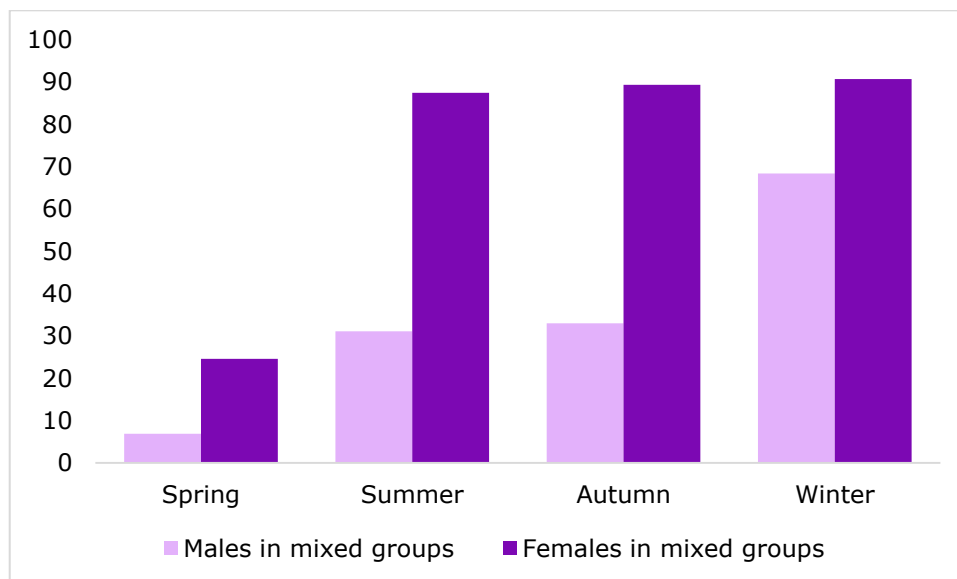


**Figure 3.** Mean size of the groups with standard error and percentage of solitary animals according to the season (spring, summer, autumn or winter).

There was not one sole group bigger than 60 animals during foggy days. In fact, a 87.10% of the groups held less than 25 individuals during those days. Cloudy and sunny days got the highest mean sizes (17.60 and 17.01 respectively versus 15.94 at rainy; 14.15 at partly cloudy and 10.84 at foggy days) but no significant differences were found when studying the total amount of registries.

### 3.2. Type and composition of the groups

When studying in particular 579 groups from whom we had identified the sex of all animals, three types of groups were defined: only female (17.27%), only male (41.11%) and mixed (41.62%) groups. Only-female groups were smaller (mean 4.72 animals per group) than the others (only-male 11.37; mixed 8.53) ( $p < 0.0001$ ) and mixed groups were also smaller than male groups ( $p < 0.0001$ ). During spring, more only-females groups were detected than during the rest of the year (33.56%). Females tended to form part of a mixed group more than males (69.33% of the observed females belonged to a mixed group while only the 26.73% of the males shared group with the other sex) although both sexes got more integrated in mixed groups as time went by, being males always below the females (Figure 4). Winter accounted for more mixed groups than the other seasons (54.07% versus 26.71% in spring, 47.22% in summer and 37.29% in autumn).



**Figure 4.** Percentage of males and females belonging to mixed groups across the seasons.

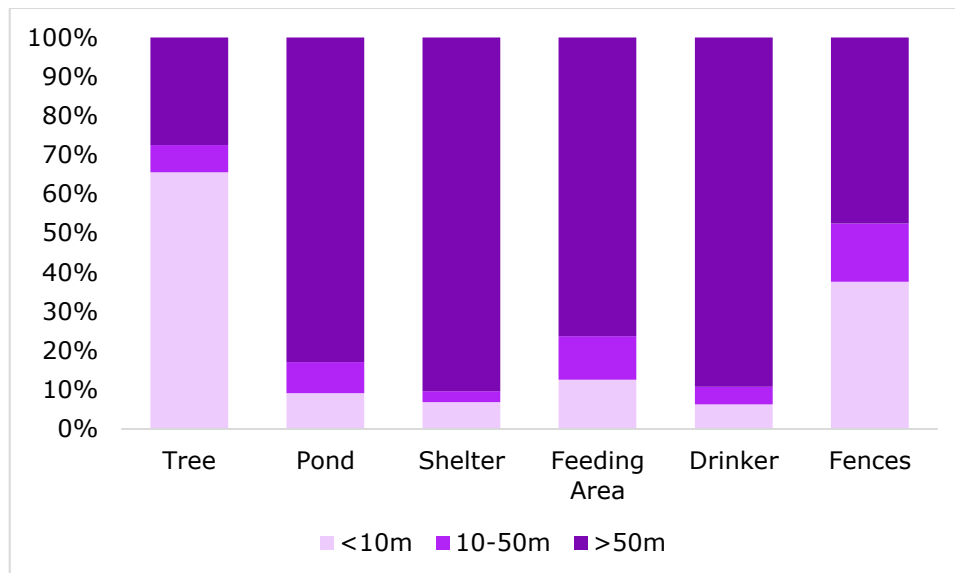
Regarding the solitary animals, males represented the majority of these model (68.32% of the solitary animals were males, 31.70% females). It could be noted during montanera that a 4.33% of all the males were solitary whether only the 2.35% of the females stayed alone, although both sexes increased

the percentage of solitary animals compared to the rest of the year (1.39% males and 1.94% females).

Also within the sex-identified groups, size suffered a significant reduction during midday especially among the only-male groups (morning=13.95, midday=6.03; afternoon=15.82;  $p=0.0072$ ). In the case of the windy days, smaller groups were detected (5.70) than in non-windy in only-male (windy=3.73, not windy=12.31) and only-female groups (windy=2.26, not windy=5.30) ( $p=0.0007$ ). Foggy days resulted in smaller groups (3.50) than rainy, cloudy, partly cloudy and sunny days (7.85, 10.50, 5.30 and 9.23 respectively) ( $p=0.0016$ ).

### 3.3. Use of space: proximity to specific elements

In general the 1312 groups were closer to the trees (65.6% of the groups being at a distance of less than 10 metres). In relation with the fences, a 37.5% of the groups were less than 10 metres far from them but a 47.2% of them were seen further than 50 metres from the boundaries. The majority of groups were seen far (>50m) from the rest of elements (pond, 82.9%; shelters, 90.4%; feeding area, 76.3%; and drinker, 89.3%) (Figure 5).



**Figure 5.** Distribution of groups at the different distances to the defined elements.

The size of the groups was different depending on the distance they were located from the trees ( $p<0.0001$ ), shelter ( $p<0.0001$ ), feeding area

( $p=0.0011$ ) and fences ( $p=0.0408$ ). Groups were bigger when located further than 50 metres from the trees (mean size 21.32) and closer than 10 metres from the shelter (23.28) or feeding area (33.38). Groups at 10-50 metres from the feeding area were smaller (13.62) than the ones further than 50 metres (14.48); and also groups at 10-50 metres from the fences were smaller (12.58) than those closer than 10 metres (18.3).

Only male and only female groups changed their size according to the distance to the trees ( $p<0.0001$ ). The size increased when further from the trees (males=24.24; females=7.93) than at 10-50 metres (males=3.29, females=3.56) or less than 10 metres from them (males=7.85 ; females=1.80). Mixed groups remained stable at the three distances from all the elements but close to the pond ( $p=0.0198$ ), where they were bigger (13.26) than at 10-50 metres (8.40) or further than 50 metres (7.99) (Table 3). The proportion of males:females within the mixed groups increased in favour of the females when they were closer to the shelters (33%:67%). In fact, very few mixed groups were found in that position (54.90% only-male groups, 39.22% only-female but 5.88% mixed).

**Table 3.** Average sizes of the groups according to their distances to trees and pond and the type of group (only male, only female or mixed).

Element	Type of group	<10m	10-50m	>50m
Trees	Only males	7,85 <sup>a</sup>	3,29 <sup>b</sup>	24,24 <sup>c</sup>
	Only females	1,80 <sup>a</sup>	3,56 <sup>b</sup>	7,93 <sup>c</sup>
	Mixed	8,55	6,00	9,28
Pond	Only males	7,10	7,14	11,70
	Only females	2,60	1,65 <sup>a</sup>	5,04 <sup>b</sup>
	Mixed	13,26 <sup>a</sup>	8,40	7,99 <sup>b</sup>

\*different letters means significant differences at  $p<0,005$ .

#### 4. Discussion

Iberian pig groups in montanera were formed by a mean of 8.6 animals in Rodríguez-Estévez, 2010. Our study shows a bigger mean size for the total period (16.76) and even for the montanera season (12.34). In fact, it is much bigger than typical group sizes of wild boars (8.82 in Batocchio et al., 2017), although they have shown to present a very variable population size (Focardi, 1996). Factors such as age (White, 2010), resources availability (Podgorsky, 2016) or reproductive status (Rieucan et al., 2008) might have an influence on population dynamics. 71.80% of our registries corresponded to groups between 2-25 animals, which is more in accordance to what Gabor et al. (1999) found in feral pigs (5-27 animals per sound) and Romero (2013) in peccaries (1-19).

While the benefits of group living have been deeply described (Caro et al., 2004), and being alone can be risky for the individual, there are positive outcomes from this loneliness. For example, a pig may have more to eat once it finds food or higher chances of reproductive success in the case of the males, who are, indeed, most seen in solitary than females even in wild boar, warthog and other species (White, 2010). Gabor et al. (1999) found that the 41% of the feral pigs studied were solitary; and, in Gabor and Hellgren, 2000; the lone peccaries accounted for the 27% of the observations. In our study, lonely animals accounted only for a 9% of the groups, maybe because they were young animals and because they were castrated. However, the amount of solitary animals, increased during the montanera season being difficult to attribute this change to the age and maturity of the animals, to the change in the feeding scheme or both.

Pigs and similar species follow matrilineal groups composed by some adult females with the juveniles and solitary males (Gabor et al., 1999). In our study, the age of the pigs was homogeneous so they formed a different structure. At the beginning, sex segregation was observed among the groups but, in winter, most males and females ended up integrated within mixed groups. By then, they had to rely on natural resources only and they were more mature animals and it is known that pigs social motivation is age-

dependent (Petersen et al., 1989). Even the number of only-male groups were especially higher in spring, they integrated the 73.27% of the distinguished males and accounted for the biggest mean size compared to only-female and mixed groups. As they were young and castrated, these groups can be regarded as "bachelor groups", a term that has been described for example in Przewalsky horses (*Equus przewalskii*) (Tilson, 1988), western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) (Kirsten, 2005) or guanacos (*Lama guanicoe*) (Marino and Baldi, 2014) too. Females clearly preferred to form part of mixed groups which, in terms of mean size, were the smallest ones. Therefore, although the gregariousness of females seems to be higher than in males, they would form smaller aggregations (both within unisex or mixed groups) than males. Differences among males and females should be regarded with caution, as normally the sex of the animals was more visible to the observer when the animals were engaged in active (standing up) activities.

Iberian pigs were observed in smaller groups especially in winter and montanera (an average of 12 animals per group) when they were probably foraging. During montanera pigs were not fed, so they needed to be more focused on feeding strategies rather than antipredator ones (Podgorsky, 2016), thus reducing the number of individuals for a better optimization of the use of space (more to eat if less animals present). Rodriguez.Estevez et al., 2010, determined that pigs grazing together accounted for 4 or less but when they were seen eating acorns they were only 1 or 2 animals together.

According to the literature review by Olczack, 2015, the behavioral response to changing weather may vary due to weight, age, health or others. It didn't seem to have a great influence to the animals at our study but, for example, cloudy and sunny days accounted for bigger group sizes and, on the other side, foggy and windy days presented smaller groups. It has to be considered that sunny days were mostly concentrated at the summer, when the feeding ration of pigs is reduced and when natural resources are scarce. Therefore, pigs might have employed more time near the feeding area expecting to get access to more food or in order to find the last grain available. This generalized behavior, summed to the fact that it was in summer when they

used the pond and drank more (Chapter 1); resulted in bigger groups observed during those days. Fog and windy days showed smaller groups, coinciding with the findings of Kuijper et al (2014) about visibility not changing the perceived predation risk, so animals didn't aggregate to feel more secure. They did, however, during rainy days, but the effect of noises or odors from the storm into the pig behavior have not been studied.

In general, animals spent more time near the trees, being the fences the second "most-used" element. Under the trees, groups might felt more protected and they could find more natural resources plus they could also got the advantage of the shadows (Blackshaw and Blackshaw, 1994); so smaller sizes were detected. On the contrary, groups were bigger near the fences, maybe due to potential dangers coming from the outside, thus they kept the vigilance structure.

They got close to the feeding area or the shelter only at specific moments but, when they did, the majority of the herd coincided at the same time. Those findings indicate that limited resources for bathing, drinking, feeding or resting are potential competition sites that should be addressed when designing outdoor systems to assure all pigs get access. Rodriguez-Estevez et al., 2010 found that groups increased size for resting behavior and the same could have happened around the shelters. Nevertheless, near this area, the percentage of mixed groups was lower than the unisex groups, suggesting that pigs might prefer to segregate per sexes for resting. It didn't happen, though, at midday, when animals are supposed to be resting (Rodriguez-Estevez et al., 2009), as groups were found to be smaller, especially among the only-male groups, maybe because males are less likely to have social contact for resting than females. The contrary happens for bathing time, as the percentage of mixed groups increased near the pond.

## **5. Conclusions**

Iberian pigs show a gregarious behavior, moving mainly in groups of 2 to 25 individuals of only one or both sexes. During midday, montanera, winter,

foggy and windy days groups present smaller mean sizes. Gregariousness is different in males and females: females prefer to live in mixed groups than in only-female ones and they usually form smaller groups than males. Males prefer to live in big only-male groups until winter, when they get more integrated in mixed groups. Males are also more prone to be solitary than females. Regardless the sex or type of group, Iberian pigs are usually found near the trees and they form bigger groups when they are near shelter, bathing or feeding areas.

## 6. References

- Battocchio, D., Iacolina, L., Canu, A., Mori, E., 2017. How much does it cost to look like a pig in a wild boar group? *Behav. Processes* 138, 123–126.
- Berducou, C., Bousses, P., 1985. Social grouping patterns of a dense population of chamois in the western pyrenees national Park, France, in: Lovari, S. (Ed.), *The Biology and Management of Mountain Ungulates*. Croom Helm, London, pp. 166–175.
- Blackshaw, J.K., Blackshaw, A.W., 1994. Shade-seeking and lying behaviour in pigs of mixed sex and age, with access to outside pens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 249–257.
- Bleich, V.C., 1999. Mountain Sheep and Coyotes: Patterns of Predator Evasion in a Mountain Ungulate. *J. Mammal.* 80, 283–289.
- Caro, T.M., Graham, C.M., Stoner, C.J., Vargas, J.K., 2004. Adaptive significance of antipredator behaviour in artiodactyls. *Anim. Behav.* 67, 205–228.
- Copado, F., De Aluja, A.S., Mayagoitia, L., Galindo, F., 2004. The behaviour of free ranging pigs in the Mexican tropics and its relationships with human faeces consumption. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88, 243–252.
- Dalmau, A., Ferret, A., Manteca, X., 2010. Vigilance behavior of Pyrenean chamois (*Rupicapra pyrenaica pyrenaica*): Effect of sex and position in the herd. *Curr. Zool.* 56, 232–237.
- Dawkins, M.S., 1988. Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 20, 209–225.
- Daza, A., López-Bote, C.J., 2008. Capítulo III. Alimentación, in: Forero Vizcaíno, J. (Ed.), *El Cerdo Ibérico, Una Revisión Transversal*. Junta de Andalucía y Fundación Caja Rural Sur.
- Focardi, S., Morimando, F., Capriotti, S., Ahmed, A., Genov, P., 2015. Cooperation improves the access of wild boars (*Sus scrofa*) to food sources. *Behav. Processes* 121, 80–86.
- Focardi, S., Toso, S., Pecchioli, E., 1996. The population modelling of fallow deer and wild boar in a Mediterranean ecosystem. *For. Ecol. Manage.* 88, 7–14.
- Gabor, T.M., Hellgren, E.C., 2000. Variation in Peccary Populations: Landscape Composition or Competition by an Invader? *Ecological Society of America (NY)*. 81, 2509–2524.



## CAPÍTULO 2

- Gabor, T.M., Hellgren, E.C., Van Den Bussche, R.A., Silvy, N.J., 1999. Demography, sociospatial behaviour and genetics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a semi-arid environment. *J. Zool.* 247, 311–322.
- Graves, H.B., 1984. Behavior and Ecology of Wild and Feral Swine (*Sus Scrofa*). *J. Anim. Sci.* 58, 482.
- Juan Bautista Aparicio Macarro, Peña Blanco, F., Herrera García, M., 1986. Ceba del cerdo iberico. IX. Ganancia en peso vivo y espesor del panículo adiposo en regimen de montanera con suplementación de cebada+lisina+metionina. *Arch. Zootec.* 35, 267.
- Kuijper, D.P.J., Verwijmeren, M., Churski, M., Zbyryt, A., Schmidt, K., Jedrzejewska, B., Smit, C., 2014. What cues do ungulates use to assess predation risk in dense temperate forests? *PLoS One* 9, 1–12.
- Lindberg, A.C., 2001. Group Life, in: Keeling, L.J., Gonyou, H.W. (Eds.), *Social Behaviour in Farm Animals*. CABI Publishing, pp. 37–54.
- Marai, I.F., Ayyat, M., Abd El-Monem, U., 2001. Growth Performance and Reproductive Traits at First Parity of New ... *Trop. Anim. Health Prod.* 33, 451–462.
- Marino, A., Baldi, R., 2014. Ecological correlates of group-size variation in a resource-defense ungulate, the sedentary guanaco. *PLoS One* 9.
- Olczak, K., Nowicki, J., Klocek, C., 2015. Pig behaviour in relation to weather conditions - A review. *Ann. Anim. Sci.* 15, 601–610.
- Olsen, A.W., Dybkjær, L., Simonsen, H.B., 2001. Behaviour of growing pigs kept in pens with outdoor runs II. Temperature regulatory behaviour, comfort behaviour and dunging preferences. *Livest. Prod. Sci.* 69, 265–278.
- Petersen, H. V., Vestergaard, K., Jensen, P., 1989. Integration of piglets into social groups of free-ranging domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23, 223–236.
- Podgórski, T., De Jong, S., Bubnicki, J.W., Kuijper, D.P.J., Churski, M., Jędrzejewska, B., 2016. Drivers of synchronized vigilance in wild boar groups. *Behav. Ecol.* 27, 1097–1103.
- Pullen, P.K., 2005. Preliminary comparisons of male/male interactions within bachelor and breeding groups of western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90, 143–153.
- Rieucou, G., Martin, J.G.A., 2008. Many eyes or many ewes: Vigilance tactics in female bighorn sheep *Ovis canadensis* vary according to reproductive status. *Oikos* 117, 501–506.
- Rodríguez-Estévez, V., García, A., Peña, F., Gómez, A.G., 2009. Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa. *Livest. Sci.* 120, 135–143.
- Rodríguez-Estévez, V., Gómez, G., García, A., Mata, C., 2007. Recursos alimenticios consumidos por el cerdo ibérico durante la montanera. *Ganadería* 18–21.
- Rodríguez-Estévez, V., Sánchez-Rodríguez, M., Gómez-Castro, A.G., Edwards, S.A., 2010. Group sizes and resting locations of free range pigs when grazing in a natural environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127, 28–36

Romero, A., O'Neill, B.J., Timm, R.M., Gerow, K.G., McClearn, D., 2013. Group dynamics, behavior, and current and historical abundance of peccaries in Costa Rica's Caribbean lowlands. *J. Mammal.* 94, 771–791

Rydhmer, L., Canario, L., 2014. Chapter 11: Behavioral Genetics in Pigs and Relations to Welfare, in: *Genetics and the Behavior of Domestic Animals*. Elsevier Inc., pp. 397–434.

Stern, S., Andresen, N., 2003. Performance, site preferences, foraging and excretory behaviour in relation to feed allowance of growing pigs on pasture. *Livest. Prod. Sci.* 79, 257–265.

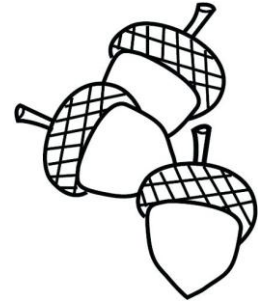
Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1989. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Anim. Sci.* 48, 419–425.

Tilson, R.L., Sweeny, K.A., Binczik, G.A., Reindl, N.J., 1988. Buddies and bullies: Social structure of a bachelor group of Przewalski horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 21, 169–185.

Vargas Giraldo, J. de D., Aparicio Tovar, M.A., 2000. El cerdo ibérico en la dehesa extremeña. Análisis técnico y económico. *Caja Rural Extremadura*.

White, A.M., 2010. A pigheaded compromise: Do competition and predation explain variation in warthog group size? *Behav. Ecol.* 21, 485–492.





## CAPÍTULO 3

# Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotrophin-releasing factor male and female Iberian pigs reared in free-ranging conditions.

Meat Science 111 (2016) 116–121



Contents lists available at ScienceDirect

Meat Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/meatsci](http://www.elsevier.com/locate/meatsci)



Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotrophin-releasing factor male and female Iberian pigs reared in free-ranging conditions



M. Martínez-Macipe<sup>a</sup>, P. Rodríguez<sup>a</sup>, M. Izquierdo<sup>b</sup>, M. Gispert<sup>d</sup>, X. Manteca<sup>c</sup>, E. Mainau<sup>c</sup>, F.I. Hernández<sup>b</sup>, A. Claret<sup>d</sup>, L. Guerrero<sup>d</sup>, A. Dalmau<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> IRTA, Velutut de Sies S.N. 17121 Monells, Spain

<sup>b</sup> CICYTEX-La Orden, 06187 Gaudajira, Spain

<sup>c</sup> UAB, Veterinary School, Campus Universitat Autònoma de Barcelona, 08193, Cerdanyola del Vallès, Spain

<sup>d</sup> IRTA-Food Industries, Finca Camps i Armet, 17121 Monells, Spain

Based on a paper published in Meat Quality, 111 (2016) 116–121.



**Abstract**

This study compared carcass and meat quality traits between 16 vaccinated (VF), 19 castrated (CF) and 8 entire (EF) female Iberian pigs, and between 21 vaccinated (VM) and 19 castrated (CM) male Iberian pigs reared in free ranging conditions. Vaccination consisted in the application of Improvac® at the age of 11, 12 and 14 months in VF and VM. Pigs were slaughtered at 16 months. In females, carcass and meat quality were found to be very similar regardless the treatment. In males, VM had a leaner carcass, lower percentage of intramuscular fat ( $p < 0.05$ ), higher shear force and more rancidity than CM ( $p < 0.05$  in all cases). It could be concluded that vaccination or castration had no major effects on quality traits in females. It should be then stated that entire females are suitable for free-range conditions in terms of product qualities. Vaccination in females did not alter carcass and meat quality, and specific interests should consider reproductive behaviour in free-range conditions.



## 1. Introduction

The Iberian Pig is a native breed of the Iberian Peninsula characterized by its fat production ability, the high quality products that can be obtained from them (Lopez-Bote, 1998) and its high rusticity. Although Iberian pig production system has been described to have high standards on animal welfare (Aparicio and Vargas, 2005), spaying females can be an impediment for the Iberian pig final product to reach the European markets as a recognized animal friendly product (Dalmau et al., 2011).

Iberian males and females are reared in extensive conditions for several months after puberty and consequently they are castrated. In males, castration is required to avoid boar taint in their final product. In females, a negative effect on growth due to estrous behavior has been suggested in the past (Peinado et al., 2008; Zeng et al., 2002). However, this has not been proved in free-ranging conditions, and nowadays, the main argument to justify spaying in free-ranging females is to avoid undesirable mounts by wild boars.

The Council Directive 2008/120/EC restricts the female spaying and promotes the study of alternatives: the use of entire females when the cohabitation with wild boars can be avoided, and a vaccination against gonadotrophin-releasing factor (GnRF) (Thun et al., 2006) when it cannot be avoided. The vaccination against GnRF in pigs affects the production of sex hormones by the testes in males (Hennessy et al., 2006; Martínez et al., 2010; Brunius et al., 2011; Batorek et al., 2011) and results in the suppression of ovarian cyclicity and therefore estrous behavior in females (Zeng et al., 2002; Oliver et al., 2003; Hernández-García et al., 2013). It has no intrinsic hormonal or chemical activity (Dunshea et al., 2001). It was approved for its use in males in the European Union in 2009 and its approval is in process for females in Spain. A 3-dose regime is considered to be the most appropriate in heavy pig production (Allison et al., 2009). There are still scarce publications about the use of vaccination against GnRF on Iberian gilts (Gómez-Fernández, 2013; Hernández-García et al., 2013), but the vaccine could be beneficial for producers because females increase their daily weight gain, are fattened faster and the batch is more homogeneous than with the traditional castration



(Fernandez-Moya, 2011). As a consequence this procedure is increasing its acceptance.

In terms of meat quality, Peinado et al. (2012) reported higher fat content and better fatty acid profile in dry-cured hams from spayed Duroc x Landrace crossbred females than from entire ones. However, a better product could be obtained from intact Iberian females raised in intensive conditions (Serrano et al., 2009a). Gomez-Fernandez et al. (2013) after evaluating meat quality from castrated, vaccinated and intact Iberian females, concluded that the least interesting option in terms of obtaining the maximum benefit is surgical castration.

Studies comparing the sensorial characteristics of meat from castrated versus entire females by means of trained panel are not available yet. Most of them compare surgically castrated or vaccinated against GnRF males, entire males and/or entire females (Font-i-Furnols et al., 2009; Pauly et al., 2008; Pearce et al., 2008; Skrlep et al., 2010). Font-i-Furnols et al., (2009) did not find any difference in consumers' acceptance of entire female products in comparison to castrated males.

Therefore, we hypothesized that vaccination against GnRF could give a final product in between castrated and entire females. Thus, the objective of the present study was to compare meat quality parameters between castrated (CF), entire (EF) and GnRF-vaccinated (VF) females and between castrated (CM) and GnRF-vaccinated (VM) males of the Iberian pig breed.

## **2. Material and Methods**

### **2.1 Animals and housing conditions**

This study was carried out with 83 Iberian pigs (43 females and 40 males) of the same strain (Valdesequera line) born in October 2010, reared in extensive conditions in an experimental farm in Extremadura, Spain and slaughtered in January-February 2012 at the age of 15-16 months. To select the animals, the litters of less than 6 piglets were discarded and, within each litter, the piglets

allocated below the 40% percentile in relation to the body weight 4 days after farrowing were also discarded. The remaining piglets were allocated randomly to one of the 5 treatments: castrated (CF: 19), entire (EF: 8), and GnRF vaccinated (VF: 16) females, and castrated (CM: 19) and GnRF vaccinated (VM: 21) males. Gonadectomy (male surgical castration or female ovariectomy) was carried out at the first week of age for males and at the sixth week of age for females. Weaning was carried out at  $29.3 \pm 0.2$  days old. At the age of 5 months, VM were separated from the rest (CM and females) and returned to the group after being vaccinated at the age of 13 months. From weaning until the age of 13 months, all pigs were maintained in free-ranging conditions but without access to the holm oak-forested grassland (dehesa). Feed was 100% based on a commercial concentrate following the standards of this production system. At the age of 13 months, pigs were moved to the oak forests (montanera period) and maintained there until slaughter. In addition to the free access to acorns and pasture, animals were supplemented with a commercial concentrate at this stage.

## **2.2 Vaccination against GnRF**

The vaccination against GnRF consisted on the application of three doses of 2 mL of IMPROVAC® (Zoetis) subcutaneously at the neck region of each VM and VF pig at 11, 12 and 14 months old. The first dose primes the immune system without altering the reproductive function. The second dose stimulates the protective immune response inhibiting the reproductive function (Font-i-Furnols et al., 2012). The effects were expected between month 12 and 13, at the beginning of the montanera and when VM were regrouped with the rest of treatments.

## **2.3 Carcass and meat quality measurements**

All animals were slaughtered at a local slaughterhouse in 4 different days at the end of January and at the beginning of February 2012 (15 to 16 months old), following the traditional procedure. Live weight was  $155.7 \pm 8.4$  kg at their arrival. After a lairage time of 2-3 h, animals were electrically stunned with tongs before being exsanguinated. Carcass weight was recorded after

slaughter and the left side of the carcass was taken at 45 min post-mortem (p.m.) to assess: minimum fat depth over the muscle Gluteus medius (MLOIN), fat thickness at the first lumbar vertebra (G1VL), dorsal fat at the last rib (GDUC), fat thickness in the shoulder at the level of the first rib (ESP1C) and muscle thickness at level of the end of Gluteus medius (ZP muscle) with a ruler and at the midline of the carcass. Carcass and loin length was also measured with a tape. The first one by taking the distance between the recess of the first rib and the anterior edge of the symphysis pubic and the second one by taking the distance from the atlas bone to the first lumbar vertebrae.

At 45 min. p.m., pH at Longissimus thoracis (pH45LT) and Semimembranosus (pH45SM) muscles were also measured using a Crison portable meter (Crison, Barcelona, Spain) equipped with a Xerolyte electrode. Longissimus thoracis was chosen as a typical portion consumed in fresh by consumers and Semimembranosus muscle as representative of ham muscle (Tous et al., 2013). The same measurement was performed at the same muscles at 24 h p.m. (pHuLT, pHuSM).

Measurements of colour were taken 24 h p.m. in chilled carcasses and after 15 min of blooming the following variables were measured on a cross section of the Longissimus thoracis muscle at the last lumbar vertebra level:

- Japanese Scale Colour (EJC): subjective evaluation of the loins colour (Nakai et al., 1975), performed by 3 trained technicians.
- Subjective evaluation of the loins marbling: according to the National Pork Producers Council scale (NPPC, 1991), performed by 3 trained technicians.
- Instrumental measurement of the colour ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ): Objective measure of the colour with the Minolta Chromameter (CR-200, Minolta Inc., Osaka, Japan) (CIE, 1976). " $L^*$ " for luminosity, " $a^*$ " for the tendency to red and " $b^*$ " for the tendency to yellow.

At the cutting room, 24 h p.m. and after an overnight chilling at 3 °C, the ham, the shoulder and the loin were cut following the traditional procedure

and weighted. Pictures of the transversal cut of the Longissimus were taken in order to calculate the area of the loin with the adequate software (Pomar et al, 2001). A sample of loin was taken in order to evaluate instrumental texture with the Texture analyser TA.XT plus (Stable microsystems). Chops were thawed for 24 h at 2 °C and cooked in a convection oven (Spider 5, Novosir, Spain) preheated to 110 °C until reaching an internal temperature of 75 °C monitored using temperature probes. Chops were allowed to come to room temperature during 2 h before shear force was measured with the Warner-Bratler test by using 5 cores (1.23 cm of diameter) from each sample following the direction of the fibres and sheared at a crosshead speed of 240 mm/min. Intramuscular fat content in the Longissimus thoracis muscle (IMF) was measured with Foodscan (FOSS, DK) after grinding it with the Robot-Coup BLIXER 3.

#### **2.4 Sensory analysis: Quantitative Descriptive Analysis (QDA)**

For the sensory analysis, slices of 0.5 cm thickness were obtained from CF, EF, VF, CM and VM loins (Longissimus thoracis), and kept separately in 165x240 mm<sup>2</sup> sealed bags (12 µm metallic polyester/110µm polyethylene multilayer; oxygen permeability: <1.5 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>158 /24 h; water-vapour permeability: <1 g/m<sup>2</sup>159 /24 h; Sacoliva, S.L., Castellar del Vallès, Spain) at -20 ± 2 °C for a maximum period of 1 month.

A Quantitative Descriptive Analysis (QDA) was carried out by six selected and trained assessors (ASTM, 1981; ISO 8586-1, 1993; ISO 8586-2, 1994) sensitive to androstenone. The generation of the attributes included in the QDA had been conducted in open discussion in two previous sessions. The attributes included in the sensory profile were Aroma -overall intensity, animal, androstenone, skatole, rancid-. Taste/Flavour -overall intensity, metallic, sweet, animal, androstenone, skatole, rancid-. Texture -hardness, fibrousness, juiciness, crumbliness-.

Twenty-four hours before sensory evaluation, samples were thawed at 4 ± 2 °C and each slice was divided into 2 pieces of similar size. Pieces were individually wrapped with aluminum sheets, coded with a three-digit random

number and cooked in a preheated convection HBA 74 A 168 250E oven (Bosch, Barcelona, Spain) at  $120 \pm 2$  °C for 10 min.

The sensory evaluation was conducted in 12 sessions through a complete block design (Steel & Torrie, 1960–1983), where each assessor evaluated the five different types of meat from the same anatomical zone in each session. Samples were presented to the assessors in a sequential monadic way, one every 5 min, balancing the first-order and the carry-over effects as much as possible according to Macfie et al. (1989). A non-structured scoring scale (Amerine, Pangborn, & Roessler, 1965) was used, where 0 meant absence of the attribute and 10 meant high intensity of the descriptor. Mineral water and unsalted crisp bread were provided to assessors to rinse their mouths between samples.

## **2.5 Statistical analysis**

Males (CM and VM) and females (CF, EF and VF) were studied separately, although a sex effect is also presented. All data except the Quantitative Descriptive Analysis were analyzed using the Statistical Analysis System (SAS 9.2 software, SAS Institute Inc. 2002-2008, Cary, NC, USA). The fixed effect included in the models was treatment (CM vs VM for males and CF, EF and VF for females), while slaughter day was included as a blocky effect. Carcass weight was included as a covariate when necessary and only maintained in the model if it was significant. General linear models (PROC MIXED) were used to analyze the dependent variables and the residual maximum likelihood as the method of estimation. The least square means of fixed effects (LSMEANS) adjusted to Tukey's honestly significant differences were used to carry out multiple comparisons in the case of females.

Data from the Quantitative Descriptive Analysis was analysed by means of the ANOVA test using XLSTAT 2011 software (Addinsoft, Paris, France). The ANOVA test was performed over the mean score of the six assessors by attribute and type of animal (CM, VM, CF, EF, VF). The model included the type of animal, the session and the assessor as fixed effects. Differences between treatments were tested by the Tukey's test.

In all cases the significance level was established at  $p < 0.05$ .

The experiment was approved by the Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) of IRTA.

### **3. Results and discussion**

#### **3.1. Sex differences**

When the five different sexes were considered, we found that killing out was lower ( $p < 0.0001$ ) in VM than all the other categories (Table 1). Carcass length was higher ( $p = 0.001$ ) in VM than CM and CF. MLoin was lower ( $p = 0.0009$ ) in VM than CF and EF, G1VL and GDUC were lower ( $p = 0.022$  and  $p = 0.008$ , respectively) in VM than CF. ESP1C was lower ( $p < 0.0001$ ) and ZP-muscle higher ( $p < 0.0001$ ) in VM than in the rest of categories. The percentage that represented the shoulders in relation to the total was higher ( $p = 0.0001$ ) in VM than in females (CF, EF and VF), but the percentage that represented the ham in relation to the total was different only between males, being higher ( $p = 0.0105$ ) in VM than CM. Therefore, in terms of carcass parameters, it can be concluded that VM represents a clear different product when compared to all the rest, and not only CM, being CM more similar to any category of females.

In terms of meat quality, few differences were found (Table 2). VM had a higher ( $p = 0.048$ ) pH45LT than CF and the pHuLT was lower in VM than in CF, VF and CM. So, again the most different product is those obtained from VM. Regarding the sensory characteristics VM showed a higher rancidity (aroma and flavor) than the other four remaining sexes ( $p = 0.001$  and  $p < 0.0001$  respectively) and CF presented higher ( $p = 0.002$ ) sweetness than EF and VM (Table 3). In terms of texture, VM were harder ( $p = 0.026$ ) than VF and tend ( $p = 0.056$ ) to be less juicy than CF. However, as the objective of the present study was to achieve if vaccination against GnRF can be an alternative to surgical castrated females and entire females by one side and/or to surgical castrated males by another side, both genders were analyzed separately as well.

**Table 1.** Carcass traits of surgically castrated females (CF), entire females (EF), GnRF vaccinated females (VF), surgically castrated males (CM) and GnRF vaccinated males (VM) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

VARIABLE	CF	EF	VF	CM	VM	SEM	P-VALUE
Live weight, kg	152.9	158.6	157.2	156.1	156.5	8.45	0.453
Carcass weight, kg	121.4	126.2	123.4	122.8	119.8	6.45	0.149
Killing out, %	79.4 <sup>a</sup>	79.5 <sup>a</sup>	78.5 <sup>a</sup>	78.5 <sup>a</sup>	76.6 <sup>b</sup>	1.51	0.0001
Carcass length, cm	79.6 <sup>b</sup>	80.0 <sup>ab</sup>	80.5 <sup>ab</sup>	80.1 <sup>b</sup>	82.4 <sup>a</sup>	2.08	0.001
Loin length, cm	79.4	80.3	79.5	80.5	81.1	2.88	0.361
Loin area, cm <sup>2</sup>	11.79	11.77	13.92	12.56	13.72	2.94	0.117
MLOIN, mm	50.2 <sup>a</sup>	50.9 <sup>a</sup>	48.3 <sup>ab</sup>	47.2 <sup>ab</sup>	41.7 <sup>b</sup>	5.74	0.0009
G1VL, mm	57.3 <sup>a</sup>	54.8 <sup>ab</sup>	55.4 <sup>ab</sup>	54.1 <sup>ab</sup>	51.5 <sup>b</sup>	5.33	0.022
GDUC, mm	56.8 <sup>a</sup>	56.9 <sup>ab</sup>	53.7 <sup>ab</sup>	52.8 <sup>ab</sup>	50.1 <sup>b</sup>	6.03	0.008
ESP1C, mm	80.4 <sup>a</sup>	82.7 <sup>a</sup>	75.2 <sup>a</sup>	77.9 <sup>a</sup>	66.8 <sup>b</sup>	8.34	0.0001
ZP-muscle, mm	58.3 <sup>b</sup>	55.5 <sup>b</sup>	60.6 <sup>b</sup>	57.6 <sup>b</sup>	65.5 <sup>a</sup>	5.24	0.0001
Shoulder, %	13.79 <sup>c</sup>	14.26 <sup>bc</sup>	14.59 <sup>bc</sup>	15.08 <sup>ab</sup>	15.38 <sup>a</sup>	0.86	0.0001
Loin, %	5.82	6.06	6.46	6.03	6.77	6.44	0.5775
Ham, %	20.23 <sup>ab</sup>	20.17 <sup>ab</sup>	20.53 <sup>ab</sup>	19.97 <sup>b</sup>	21.10 <sup>a</sup>	1.01	0.0105

MLOIN: minimum fat over the Gluteus medius; G1VL: fat at the level of first lumbar vertebrae; GDUC: dorsal fat at the level of the last rib; ESP1C: fat at the level of the first rib; ZP: Muscle thickness at the end of Gluteus medius.

**Table 2.** Meat quality of surgically castrated females (CF), entire females (EF), GnRF vaccinated females (VF), surgically castrated males (CM) and GnRF vaccinated males (VM) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

VARIABLE	CF	EF	VF	CM	VM	SEM	P-VALUE
pH45LT	6.5 <sup>b</sup>	6.7 <sup>ab</sup>	6.6 <sup>ab</sup>	6.6 <sup>ab</sup>	6.7 <sup>a</sup>	0.24	0.048
pH45SM	6.6	6.6	6.7	6.7	6.7	0.58	0.561
pHuSM	5.8 <sup>ab</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>a</sup>	5.7 <sup>b</sup>	0.17	0.031
pHuLT	5.8 <sup>a</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>a</sup>	5.8 <sup>a</sup>	5.6 <sup>b</sup>	0.37	0.002
Color EJC	4.2	4.6	4.3	4.2	4.2	0.16	0.156
Marbling NPPC <sup>+</sup>	4.4	3.8	3.9	4.4	3.6	1.28	0.262
Lightness L*	42.0	40.7	41.0	41.1	42.3	2.88	0.438
Redness a*	13.2	13.8	12.7	12.8	13.3	1.61	0.493
Yellowness b*	1.9	1.6	1.4	1.7	2.0	1.30	0.639
Shear force, kg	4.7	4.9	4.6	4.3	5.1	1.23	0.341
Intramuscular fat (%)	9.5	8.4	7.7	9.1	7.00	3.23	0.158

pH45LT: muscle pH at Longissimus thoracis 45 minutes p.m.; pH45SM: muscle pH at Semimembranosus 45 minutes p.m.; pHuSM: muscle pH at semimembranosus 24 hours p.m.; pHuLT: muscle pH at Longissimus thoracis 24 hours p.m.; EJC: subjective colour using a Japanese scale colour; NPPC: subjective marbling with pattern from National Pork Producers Council (means of 3 assessors); L\*, a\*, b\*: objective measure of the colour with the Minolta Chromameter.

### 3.2 Iberian pig females

Again, carcass traits were found to be very similar in the three female groups, although when analyzed separately from males EF had higher ( $p=0.0236$ ) killing out percentages than VF. This contradicts the results of Gomez-Fernandez et al. (2013) with intensively reared Iberian pig, where entire females obtained the lowest killing out values in comparison to castrated and vaccinated females. On the other hand, Serrano et al. (2009b) did not find any effect of surgical castration or GnRF vaccinations on killing out values in intensively reared Iberian pig females.

The loin area and the proportion of the cuts, loin and shoulder, were higher ( $p<0.05$ ) in VF than in CF. These results agree with Gomez-Fernandez et al.



(2013). Therefore, in terms of carcass quality, free range-reared EF or VF can be a suitable alternative to spaying, especially in relation to killing out in EF, and loin and shoulder size in VF.

**Table 3.** Sensory characteristics of Longissimus thoracis from surgically castrated females (CF), GnRF vaccinated females (VF), entire females (EF), surgically castrated males (CM) and GnRF vaccinated males (VM) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

TYPE	ATTRIBUTE	CF	VF	EF	CM	VM	SEM	P-VALUE
Aroma	Overall intensity	5.9	5.8	6.0	5.7	5.9	0.271	0.217
	Animal	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4	0.327	0.667
	Skatole	0.2	0.4	0.4	0.5	0.1	0.341	0.120
	Rancid	1.2 <sup>b</sup>	1.2 <sup>b</sup>	1.0 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>	2.0 <sup>a</sup>	1.014	0.001
Taste/Flavour	Overall intensity	6.0 <sup>a</sup>	5.9 <sup>b</sup>	5.6 <sup>b</sup>	5.9	5.8	0.197	0.110
	Metallic	1.5	1.7	1.5	1.6	1.8	0.166	0.081
	Sweet	2.1 <sup>a</sup>	1.9 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>b</sup>	1.9 <sup>ab</sup>	1.6 <sup>b</sup>	0.220	0.002
	Animal	0.3	0.3	0.4	0.3	0.5	0.267	0.534
	Skatole	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.116	0.278
	Rancid	1.4 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.4 <sup>b</sup>	0.9 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	1.232	<0.001
Texture	Hardness	6.0 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>b</sup>	6.1 <sup>ab</sup>	6.1 <sup>ab</sup>	6.5 <sup>a</sup>	0.563	0.026
	Fibrousness	5.6	5.7	5.8	5.8	6.2	0.658	0.169
	Juiciness	4.9	4.5	4.7	4.6	4.3	0.465	0.056
	Crumblieness	4.9	5.2	4.8	4.9	4.5	0.762	0.103

With regard to meat quality characteristics, none of the parameters measured was found to be significantly different between the three groups. The results agree with those from Serrano et al. (2009b) in Iberian pigs and Ramirez and Cava (2007) in Duroc x Iberian intensively reared female pigs. The lack of differences in meat technological traits, especially in the intramuscular

content, considered one of the most important variables to obtain dry products of high quality, confirms that EF or VF in areas with wild boars are a suitable alternative for female Iberian pigs reared in extensive systems.

Concerning the sensory characteristics of meat from the three types of females, significant differences ( $p < 0.05$ ) were detected in only 2 of the 16 attributes evaluated (Table 3). Longissimus thoracis from CF showed a higher ( $p = 0.012$ ) overall flavour intensity than meat from VF and EF, as well as a higher ( $p = 0.023$ ) sweetness than EF. These results contrast with Guàrdia et al. (1999) because the sweetness of meat obtained from the three types of females in the current study was not directly related to its fat content (i.e. no differences between treatments were found for fat content). However, the differences between the three types of females were very subtle (14 attributes obtained the same score). Therefore, EF and VF are a good alternative to spaying Iberian females in relation to sensory characteristics with cooked loins.

### **3.3 Iberian pig males**

When males were analyzed separately from females, several differences ( $p < 0.005$ ) in carcass traits were found between CM and VM. Carcasses from VM were longer ( $p = 0.00017$ ) and leaner ( $p = 0.0001$ ) than in CM, but carcass weight and killing out percentage were higher ( $p < 0.05$ ) in CM than in CV. Gispert et al. (2010) and Font i Furnols (2012) found similar results in white pigs and Duroc pigs, respectively. The differences in killing out could be explained by the weight of the testes and the removal of subcutaneous fat around them done during the carcass presentation. Other authors did not find any differences in killing out values among castrated and GnRF vaccinated males (Škrlep et al., 2010). Some traits were different between VM and CM due to the carcass leanness in VM (such as the size of hams and loins). Consequently, GnRF vaccination generated a different type of carcass in comparison to surgical castration in Iberian males reared in extensive conditions.

When meat quality was assessed in both type of males, differences ( $p < 0.005$ ) in pHu, shear force and intramuscular fat were found. Intramuscular fat and pHu was higher in CM than in VM, although shear force was higher in VM than in CM. Marbling tended to show higher values in CM than in VM ( $p = 0.0612$ ). In both cases, CM and VM, pHu values were normal, being shear force and intramuscular fat content the most important differences between treatments. For fresh consumption of this meat, the level of IMF preferred by the consumer is very important. In white pigs Tous et al. (2012) describe this level. Jeremiah et al. (1999) and Font i Furnols et al. (2009) did not find any differences in texture between CM and VM in white pig. However, in our study, the effect in shear force can be related to the lower intramuscular fat content in VM (Font i Furnols, 2012), especially in a fatty breed as the Iberian pig. Batorek et al. (2011) and Font-i-Furnols (2012) did not find differences in intramuscular fat content in Duroc purebred evaluated at 215 days of live. Gispert et al. (2010) also described higher values of intramuscular fat in CM than in VM in white pigs. In the present study, pigs were maintained entire until the age of 12 months old (when the second vaccination was applied) and sacrificed at the age of 15-16 months old. This period seems insufficient for males to achieve an intramuscular fat content similar to those surgically castrated at the age of 1 week old. Therefore, as in the case of carcass traits, meat quality showed that CM and VM gave a different product when in free range Iberian pig. However, it should be studied if these differences could be reduced or solved by advancing the second vaccination. Several authors (Muriel et al., 2004; Gispert et al., 2007; Ramirez and Cava, 2007, Carrapiso and Garcia, 2008 and Juarez et al., 2009) reported that carcass composition and meat quality can be affected by individual/breed genetic variability. Therefore, GnRF vaccination should be studied in all Iberian crosses and lines. In addition, feeding type (Ventanas et al, 2007) and age at the beginning of the fattening period (Daza et al, 2007) have to be considered when testing the vaccine.

Concerning the sensory characteristics, significant differences ( $p < 0.05$ ) were detected in 4 of the 16 attributes evaluated. Meat from CM showed a higher aroma of skatole ( $P = 0.031$ ) and a higher sweetness ( $p = 0.0018$ ) than VM

meat according to fat content (Guàrdia et al., 1999) meat. In contrast, meat from VM showed higher ( $p < 0.05$ ) rancidity (aroma and flavor) than the meat from CM. This fact suggests that, despite their lower fat content, fatty acids from VM are more susceptible to oxidation than the fatty acids from CM. This result agrees with Pauly et al. (2008), who observed that the concentration of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in backfat was higher in GnRF vaccinated males than in barrows, while other authors found no differences in total PUFA between both treatments (Font i Furnols et al., 2012; and Boler, et al., 2011). Pearce et al. (2008) and Lodge et al. (2008) described a lower abnormal odour and flavour (for fat and meat respectively) in GnRF vaccinated male pigs than in entire male pigs. However, surgical castrated pigs were not studied in this work. On the other hand, Skrlep et al. (2010) compared entire, vaccinated and surgically castrated males obtaining that surgically castrated males showed the lowest incidence and intensity of unpleasant odour, meanwhile boars presented the highest values and the vaccinated were intermediate. In terms of sensory characteristics, the advantages of the GnRF vaccination could be less relevant in free range Iberian pig, because entire males cohabitating with entire females or females vaccinated before the second dose could be a real problem.

According to the carcass, meat and sensory characteristics, the product obtained from VM could have a different quality than those obtained from CM in the conditions of the present study but further research on consumers preferences could be interesting. Font I Furnols et al., 2008 and 2009 described that consumers did not distinguish between products from CM or VM. In addition, Ribeiro et al. (2013), using a non-trained panel assessor, did not find significant differences between castrated males, females and vaccinated males concerning odor, visual aspect, softness, juiciness, flavor and intention to purchase. Therefore, it is possible that a non-trained panel or consumers could not find differences in sensory characteristics between CM and VM because there are only 4 different attributes out of 16.

## 4. Conclusions

Rearing entire or GnRF vaccinated females is a suitable alternative to rearing surgical castrated females in Iberian pigs maintained in free range conditions because there are no differences on technological or sensorial meat quality. In the case of male Iberian pigs, with the vaccinations performed at 11, 12 and 14 months old, a leaner carcass has been found with some differences between treatments mainly due to the carcass leanness. Further studies are needed to ascertain if an earliest vaccination can result in similar products to those obtained with the surgical castration.

## 5. Acknowledgements

This research was funded by the Spanish National Institute of Agricultural Research (INIA-RTA2010-00062-CO2).

## 6. References

- Allison, J., Tolasi, G., Donna, R., Solari Basano, F., Nazzari, R., Minelli, G., Pearce, M. (2009). Efficacy of Improvac for controlling boar taint in heavy male pigs under commercial field conditions in Italy. Proceedings: Proc. 55th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), Copenhagen, Denmark, 16-21 August 2009.
- Amerine, M., Pangborn, R., & Roessler, E. (1965). In principles of sensory evaluation of food. New York: Academic Press.
- Aparicio, M.A., Vargas, J.D. (2005). Sistemas de crianza del cerdo ibérico. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos 17-18 November 2005, Guanare, Venezuela.
- Batorek, N., Candek-Potokar, M., Bonneau, M. and Van Milgen J. (2011). Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, 6(8), 1330-8.
- Boler, D. D., Clark, D. L., Baer, A. A., Meeuwse, D. M., King, V. L., McKeith, F. K., et al. (2011). Effects of increasing lysine on further processed product characteristics from immunologically castrated male pigs. *Journal of Animal Science*, 89: 2200 – 2209.
- Brunius, C., Zamaratskaia, G., Andersson, K., Chen, G., Norrby, M., Madej, A., Lundström, K. (2011). Early immunocastration of male pigs with Improvac® - effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine*, 29(51), 9514-20.

Carrapiso, A., García, C. (2008). Effect of the Iberian pig line on dry-cured ham characteristics. *Meat Science*, 80, 529–534.

Commission Internationale de l'Eclairage (1976). *Colorimetry*. Vienna, Austria: Bureau Central de la CIE. Publication no. 15.

Dalmau, A., Temple, D. y Velarde, A. (2011). Relación entre el bienestar animal y el cerdo Ibérico en montanera. *SUIS*, 83, 22-29.

Daza, A., Lopez-Bote, C.J., Olivares, A., Menoyo, D., Ruiz, J. (2007) Age at the beginning of the fattening period of Iberian pigs under free-range conditions affects growth, carcass characteristics and the fatty acid profile of lipids. *Animal Feed Science and Technology* 139, Issues 1–2, 3 December 2007,81–91.

Dunshea, F.R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K.A., Lopaticki, S., Nugent, E.A., Simons, J.A., Walker, J., Hennessy, D.P. (2001) Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, 79, 2524–2535.

Fernandez-Moya, E. (2011). Resultados del uso de la vacunación como alternativa a la castración física en cerdas ibéricas. *Solo cerdo ibérico*, 26, 26-28.

Font-i Furnols, M., Gispert, M., Guerrero, L., Velarde, A., Tibau, J., Soler, J., Hortós, M., García-Regueiro, J.A., Pérez, J., Suárez, P., Oliver, M.A. (2008). Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. *Meat Science*, 80(4), 1013-8.

Font-i-Furnols, M., González, J., Gispert, M., Oliver, M.A., Hortós, M., Pérez, J., Suárez, P., Guerrero, L. (2009). Sensory characterization of meat from pigs vaccinated against gonadotropin releasing factor compared to meat from surgically castrated, entire male and female pigs. *Meat Science*, 83(3), 438-42.

Font-i-Furnols M., Gispert M., Soler J., Diaz M., Garcia-Regueiro J.A., Diaz I., Pearce M.C. (2012). Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing factor on growth performance, carcass, meat and fat quality of male Duroc pigs for dry-cured ham production. *Meat Science*, 91, 148–154.

Gispert, M., Font-i-Furnols, M., Gil, M., Velarde, A., Diestre, A., Carrión, D., Sosnicki, A.A., Plastow, G.S. (2007). Relationships between carcass quality parameters and genetic types. *Meat Science*, 77, 397–404.

Gispert, M., Oliver, M.A., Velarde, A., Suarez, P., Pérez, J., Font-i-Furnols, M. (2010). Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*, 85, 664–670.

Guàrdia, M.D., Guerrero, L., Gispert, M., Garnier, J.P. and de Vries A. (1999) Caracterización sensorial y reológica de 9 líneas genéticas de porcino. II Simposium Iberoamericano de Análisis Sensorial (SENSIBER). Univ. Iberoamericana, 25-27 de octubre de 1999, México DF.

Gómez-Fernández, J., Horcajada, S., Tomás, C., Gómez-Izquierdo, E. and de Mercado, E. (2013). Efecto de la inmunocastración y de la castración quirúrgica sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal en cerdas ibéricas de cebo. *ITEA Vol. 109* (1), 33-48.

### CAPÍTULO 3

Hernández-García F.I., Duarte, J.L., Pérez, M.A., Raboso, C., Del Rosario, A.I., Izquierdo, M., (2013). Successful long-term pre-pubertal immunocastration of purebred Iberian gilts reared in extensive systems. 8<sup>th</sup> International Congress on Mediterranean Pig. Ljubljana (Slovenia), October 2013. *Acta Agriculturae Slovenica -Supplement 4*:123-126.

Hennessy, D. (2006). Global control of boar taint. Part 4: Immunological castration in action. *Pig Progress*, 22(6), 2-4.

Jeremiath, L.E., Sather, A.P. and Squires, E.J., (1999). Gender and diet influences on pork palatability and consumer acceptance. I. Flavor and texture profiles and consumer acceptance. *J. Muscle Foods*, 10, 305-316.

Juárez, M., Clemente, I., Polvillo, O., Molina, A., (2009). Meat quality of tenderloin from Iberian pigs as affected by breed strain. *Meat Science*, 81, 573-579.

Lodge, N. J., Nute, G. R., Baker, A., Hughes, S. I., Wood, J. D., & Pearce, M. C. (2008). Eating quality of pork loin steaks from light slaughter weight boars and boars vaccinated with Improvac<sup>TM</sup>. In *Proceedings of the 20th international pig veterinary society congress* (p. 270), 22-26 June 2008, Durban, South Africa.

Lopez-Bote, C.J. (1998) Sustained Utilization of the Iberian Pig Breed. *Meat Science*, 49 (1) S17-S27.

Macfie, H. J., Bratchell, N., Greenhoff, H., & Vallis, L. V., (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall test. *Journal of Sensory Studies*, 4, 129-149.

Martínez S., Fernández E., Palomo A. (2010). Experiencias con la inmunocastración en cerdos ibéricos. *Solo cerdo ibérico*, 24, 35-40.

Muriel E., Ruiz J., Ventanas J., Petróñ N.J., Antequera T. (2004). Meat quality characteristics in different lines of Iberian pigs. *Meat Science*, 67, 299-307.

Nakai, H., Saito, F., Ikeda, T., Ando, S., & Komatsu, A. (1975). Standard models of pork colour. Report 29: 69-75 Chiba, Japan National Institute of Animal Industry.

Oliver, W. T., I. McCauley, R. J. Harrell, D. Suster, D. J. Kerton and F. R. Dunshea. (2003). A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *J Anim Sci* 81:1959-1966.

Pauly, C., Spring, PO'Doherty, J.V., Bee, G. (2008). Effect of castration of male pigs on fat quality. *Proc. 59th Annual EAAP Meeting, Vilnius. August 24th - 27th, 2008.*

Pearce, M. C., Baker, A., Hughes, S. I., Nute, G. R., Whittington, F. M., & Wood, J. D. (2008). Eating quality of pork loin steaks from light slaughter weight boars and boars vaccinated with Improvac<sup>TM</sup>. In *European association of animal production working group on production and utilisation of meat from entire male pigs. 26-27 March 2008, Monells, Spain.*

Peinado, J., Medel, P., Fuentetaja, A., Mateos, GG. (2008). Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined for the dry-cured industry. *Journal Animal Science*, 86:1410-1417.

Peinado, J., Serrano, M.P., Nieto, M., Sánchez, J., Medel, P., Mateos, G.G. (2012). The effect of gender and castration of females on performance and carcass and meat. *Meat Science*, 90, 715–720.

Pomar, C., Rivest, J., Jean dit Bailleul, P., & Marcoux, M. (2001). Predicting loin-eye area from ultrasound and grading probe measurements of fat and muscle depths in pork carcasses. *Canadian Journal of Animal Science*, 81, 429–434.

Ramirez, R. and Cava, R. (2007). Carcass composition and meat quality of three different Iberian x Duroc genotype pigs. *Meat Science*, 75, 388–396.

Ribeiro F., Moi M., Sousa L., Correia I., Garófallo R., de Alencar I., Rodrigo A. (2013). Carcass characteristics and qualitative attributes of pork from immunocastrated animals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(11): 1630-1636.

Serrano, P., Valencia, D.G., Fuentetaja, A., Lázaro, R., Mateos, G.G. (2009a). Effect of castration on productive performance, carcass characteristics and meat quality of Iberian pig females reared under intensive management systems. *Livestock Science* 123, 147–153.

Serrano, M.P., Valencia, D.G., Fuentetaja, A., Lázaro, R., Mateos, G.G. (2009b). Effect of gender and castration of females and slaughter weight on performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared under intensive management systems. *Meat Science*, 80 (4), 1122–1128.

Škrlep, M., Šegula, B., Zajec, M., Kastelic, M., Kosorok, S., Fararinc, G., Candek-Potokar, M. (2010) Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs I: Growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Sloc. Vet. Res*, 47(2), 57-64.

Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1960–1983). *Principles and procedures of statistics*. New York: Mc Graw-Hill.

Thun, R., Gajewski, Z., Janet, C. (2006). Castration in male pigs: Techniques and animal welfare issues. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 57 (Suppl. 8), 189–194.

Tous, N., Lizardo, R., Vilà, B., Gipert, M., Font-i-Furnols, M., Esteve-Garcia, E. (2013). Effect of a high dose of CLA in finishing pig diets on fat deposition and fatty acid composition in intramuscular fat and other fat depots. *Science*, 93, 517–524

UE Directive 120/2008/CE of the Council.

Ventanas, S., Ventanas, J., Tovar, J., García, C., Estévez, M. (2007). Extensive feeding versus oleic acid and tocopherol enriched mixed diets. *Meat Science*, 77, 246–256.

Zeng, XY, Turkstra, JA, Tsigos, A, Meloen, RH, Liu, XY, Chen, FQ, Schaaper, W M M, (Ria) Oonk, HB, Guo, DZ, van de Wiel, DFM. (2002). Effects of active immunization against GnRF on serum LH, inhibin A, sexual development and growth rate in Chinese female pigs. *Theriogenology*, 58, 1315-1326.



## 7. Supplementary figures for the online version of the paper

**Supplementary Table 2.** Meat quality of surgically castrated females (CF), GnRF vaccinated females (VF) and entire females (EF) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

VARIABLE	CF	VF	EF	SEM	P-VALUE
pH45LT	6.5	6.6	6.7	0.12	0.1313
pH45SM	6.6	6.7	6.6	0.09	0.7834
pHuSM	5.8	5.8	5.7	0.04	0.3092
pHuLT	5.8	5.8	5.7	0.06	0.4476
Color EJC	4.2	4.3	4.6	0.24	0.1506
Marbling NPPC <sup>+</sup>	4.4	3.8	3.8	0.65	0.4472
Lightness L*	42.0	41.0	40.7	1.32	0.5140
Redness a*	13.2	12.7	13.8	0.73	0.3570
Yellowness b*	1.9	1.4	1.6	0.62	0.5815
Shear force, kg	4.7	4.6	4.9	0.53	0.8488
Intramuscular fat (%)	9.5	7.7	8.4	1.49	0.9652

pH45LT: muscle pH at Longissimus thoracis 45 minutes p.m.; pH45SM: muscle pH at Semimembranosus 45 minutes p.m.; pHuSM: muscle pH at semimembranosus 24 hours p.m.; pHuLT: muscle pH at Longissimus thoracis 24 hours p.m.; EJC: subjective colour using a Japanese scale colour; NPPC: subjective marbling with pattern from National Pork Producers Council (means of 3 assessors); L\*, a\*, b\*: objective measure of the colour with the Minolta Chromameter.

**Supplementary Table 3.** Sensory characteristics of Longissimus thoracis from surgically castrated females (CF), GnRF vaccinated females (VF) and entire females (EF) of Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

	ATTRIBUTE	CF	VF	EF	SEM	P-VALUE
Aroma	Overall intensity	5.9	5.8	6.0	0.510	0.311
	Animal	0.5	0.4	0.6	0.592	0.571
	Skatole	0.2	0.4	0.4	0.561	0.391
	Rancid	1.2	1.2	0.9	0.921	0.545
Taste/Flavour	Overall intensity	6.0 <sup>a</sup>	5.9 <sup>b</sup>	5.6 <sup>b</sup>	0.396	0.012
	Metallic	1.5	1.7	1.5	0.389	0.178
	Sweet	2.1 <sup>a</sup>	1.9 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>b</sup>	0.498	0.023
	Animal	0.3	0.3	0.4	0.48	0.871
	Skatole	0.2	0.0	0.2	0.561	0.220
	Rancid	1.5	1.5	1.5	0.921	0.984
Texture	Hardness	6.0	5.8	6.1	0.396	0.409
	Fibrousness	5.6	5.7	5.8	0.389	0.662
	Juiciness	4.9	4.5	4.7	0.498	0.148
	Crumbliness	4.9	5.2	4.8	0.48	0.193

**Supplementary Table 4.** Carcass traits of surgically castrated (CM) and GnRF vaccinated (VM) male Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

VARIABLE	CM	VM	SEM	P-VALUE
Live weight, kg	156.1	156.5	2.05	0.8905
Carcass weight, kg	122.8	119.8	0.54	<0.0001
Killing out, %	78.67	76.55	0.48	<0.0001
Carcass lenght, cm	80.2	82.0	0.63	0.0017
Loin lenght, cm	80.6	81.0	0.72	0.6203
Loin area, cm <sup>2</sup>	12.50	13.97	1.06	0.2795
MLOIN, mm	47.2	41.7	2.06	0.0117
G1VL, mm	54.2	51.0	1.80	0.0782
GDUC, mm	53.0	49.5	1.92	0.0783
ESP1C, mm	78.3	65.1	3.08	0.0001
ZP-muscle, mm	57.7	65.2	1.90	0.0001
Shoulder , %	15.18	15.38	0.19	0.52
Loin, %	6.03	6.85	0.17	<0.001
Ham, %	19.98	21.07	0.22	0.004

MLOIN: minimum fat over the Gluteus medius; G1VL: fat at the level of first lumbar vertebrae; GDUC: dorsal fat at the level of the last rib; ESP1C: fat at the level of the first rib; ZP: Muscle thickness at the end of Gluteus medius.

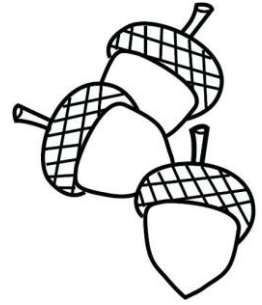
**Supplementary Table 5.** Meat quality of surgically castrated (CM) and GnRF vaccinated (VM) male Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

VARIABLE	CM	VM	SEM	P-VALUE
pH45LT	6.6	6.7	0.06	0.1653
pH45SM	6.7	6.7	0.06	0.9031
pHuSM	5.8	5.7	0.04	0.0101
pHuLT	5.8	5.6	0.06	0.0007
Color EJC	4.2	4.2	0.17	0.97
Marbling NPPC <sup>+</sup>	4.4	3.6	0.41	0.0612
Lightness L*	41.1	42.3	0.82	0.1308
Redness a*	12.8	13.3	0.46	0.2997
Yellowness b*	1.7	2.0	0.34	0.3709
Shear force, kg	4.28	5.08	0.37	0.0391
Intramuscular fat (%)	9.05	6.97	0.92	0.0419

pH45LT: muscle pH at Longissimus thoracis 45 minutes p.m.; pH45SM: muscle pH at Semimembranosus 45 minutes p.m.; pHuSM: muscle pH at Semimembranosus 24 h p.m.; pHuLT: muscle pH at Longissimus thoracis 24 hours p.m; EJC: subjective colour using a Japanese scale colour; NPPC: subjective marbling (mean from 3 assessors) with pattern from National Pork Producers Council; L\*, a\*, b\*: objective measure of the colour with the Minolta Chromameter.

**Supplementary Table 6.** Sensory characteristics of Longissimus thoracis from surgically castrated (CM) and GnRF vaccinated (VM) male Iberian pigs reared in extensive conditions and slaughtered at 15-16 months old.

	ATTRIBUTE	CM	VM	SEM	P-VALUE
Aroma	Overall intensity	5.7	5.9	0.554	0.176
	Animal	0.4	0.4	0.574	0.901
	Androstenone	0.0	0.4	0.821	0.088
	Skatole	0.5	0.1	0.622	0.031
	Rancid	0.7	2.1	1.12	0.001
Taste/Flavour	Overall intensity	5.9	5.8	0.513	0.802
	Metallic	1.6	1.8	0.384	0.162
	Sweet	1.9	1.6	0.465	0.018
	Animal	0.3	0.5	0.567	0.136
	Androstenone	0.0	0.3	0.684	0.123
	Skatole	0.0	0.2	0.335	0.205
	Rancid	0.9	2.8	1.264	<0.0001
Texture	Hardness	6.1	6.5	0.775	0.074
	Fibrousness	5.8	6.2	0.876	0.156
	Juiciness	4.6	4.3	0.613	0.071
	Crumblieness	4.9	4.5	0.895	0.106



## **DISCUSIÓN GENERAL**



## **1. Comportamiento del cerdo ibérico**

Las conductas básicas del cerdo ibérico han quedado reflejadas en este trabajo, describiendo los patrones que siguen a lo largo del día y del año, así como los factores que pueden dar lugar a cambios. Aunque existen estudios muy variados sobre el comportamiento de los cerdos domésticos (Grandin, 1989; Gonyou et al., 1992; Turner y Edwards, 2004 o Casal-Plana, 2017), la mayoría de ellos se ha realizado en situaciones restringidas. Se han descrito también los hábitos y la estructura de poblaciones de otros suidos (Graves, 1984; Fernández-Llario et al., 1996; Gabor y Hellgren, 2000, d'Huart y Grubb, 2001 o Guo et al., 2017) y de otras razas y cruces de cerdo en el pasado (Stern y Andresen, 2003; Fernández et al., 2011; Horsted et al., 2012), e incluso existen autores que han publicado acerca de las principales rutinas observadas en determinados grupos de cerdos ibéricos en montanera (Rodríguez-Estévez et al., 2004 y 2009). En esta tesis se seleccionaron 6 fincas de distintos puntos de Extremadura, con tipos de manejo distintos y terrenos variados y se realizaron las observaciones durante toda la fase de engorde de los animales para complementar estos estudios y poder comparar, como no se había hecho antes, lo que ocurre con los mismos animales cuando pasan de un régimen alimentario dependiente del hombre a un régimen basado sólo en recursos naturales abundantes. En el Capítulo 1 se describen los hábitos del cerdo ibérico y en el Capítulo 2 los tipos de grupos que forman y en qué lugares del recinto se mueven. Si se combinan los resultados de ambos capítulos, se observan con claridad algunos elementos del comportamiento de estos animales que vale la pena destacar en esta discusión.

### **1.1. Tendencias generales**

Hay que resaltar que las conductas de descanso y el comportamiento exploratorio son las principales conductas observadas, tal y como ya describe la literatura existente (Rodríguez-Estévez et al., 2010). No obstante, no se hizo distinción en cuanto a los tipos de conducta mientras estaban tumbados, por ejemplo, si tenían los ojos abiertos o cerrados o si estaban en contacto o no con los cerdos de al lado; ni tampoco mientras exploraban, actividad que



podría englobar tanto olisquear, como hozar o comer (Jensen et al., 2010). Por otro lado, la obtención de esta información, corre el riesgo, en algunos casos, de alterar el comportamiento normal de los animales, ya que requiere acercarse a ellos más de la cuenta. Sin duda, la aparición de nuevas tecnologías, cada vez más asequibles, permitirá en el futuro tomar este tipo de información de forma más automatizada, fiable y sin necesidad de acercarse a los animales. En este sentido, una de las grandes carencias en la bibliografía general y también de este estudio es la falta de datos sobre el comportamiento de los cerdos durante las noches. La colocación de cámaras con visión nocturna podría ser una buena manera de conocerlo, teniendo en cuenta que la falta de luminosidad no les impide distinguir objetos (Zonderland et al., 2008). Otra opción sería poder colocar dispositivos como GPS (Global Positioning System) y acelerómetros como se hace en otras especies (Guo et al., 2009) pero parece no ser viable en el cerdo ibérico. Por ejemplo, con anterioridad a nuestro proyecto, la Universidad de Cáceres había intentado colocar collares GPS a los cerdos ibéricos para estudiar su actividad durante la montanera, pero otros cerdos se los arrancaban del cuello y los dispositivos acababan rotos, pisoteados y masticados a las pocas horas (Aparicio, comunicación personal). Nosotros testamos un collar GPS y acelerómetros, pero no fuimos capaces tampoco de mantenerlos un tiempo prolongado en los animales, ya que colaboraban entre ellos para sacárselos y algunos se perdieron en las charcas. En cuanto a la actividad nocturna de estos animales, hay autores que sí describen mucha actividad por las noches en el caso de los jabalíes (Robert et al., 1987), aunque otros lo achacan a la presión cinegética a la que está sometidos estos animales (Étienne, 2004) ya que por ejemplo en Buckner et al, 1998, las cerdas no salían de sus casetas durante las horas de oscuridad y el cerdo doméstico se considera principalmente una especie diurna (Rosell., 2001). En todo caso, un estudio completo de hábitos del cerdo en régimen de libertad o semi-libertad debería comprender de uno u otro modo el estudio de qué ocurre por las noches.

Para hacernos una mejor idea de cómo se relacionan los cerdos ibéricos en el capítulo 2 describimos los tipos de grupos en los que se mueven, observando que permanecen en grandes grupos en los lugares abiertos, pero que prefieren

realizar la búsqueda de recursos naturales en formaciones más pequeñas o incluso en solitario. Parece que este patrón es característico de muchas especies de artiodáctilos que deben favorecer la supervivencia utilizando la cooperación para evitar depredadores, pero, a la vez, asegurando que ingieren una cantidad suficiente de alimentos (Caro et al., 2004). Ruckebusch 1972, observó que los cerdos permanecen menos tiempo despiertos comparado con los caballos, las ovejas o las vacas (67% versus 85% del tiempo) y, por lo tanto, no deben tener una percepción del riesgo tan acentuada como otras especies. Aun así, pudimos comprobar que los animales situados en la periferia de los grupos permanecían más tiempo alerta mientras los del centro descansaban (Capítulo 1), indicando que sí requieren cierta vigilancia en su dinámica poblacional.

## **1.2. Factores que influyen**

Aparecen en la bibliografía muchos factores como influyentes en el comportamiento del cerdo: la climatología, Olczak et al., 2015; la estación del año, Sandom et al., 2013 la experiencia social previa, Rydhmer et al., 2014; el tipo de alojamiento, Stolba y Wood-Gush, 1981 o la distribución de los recursos, Thomsen et al., 2010; etc. En esta tesis y, para no modificar la rutina normal de las explotaciones comerciales, nos centramos en los parámetros que variaban dentro del ciclo de forma natural, con el añadido de disponer de animales enteros, castrados e inmunocastrados para observar.

### **1.2.1. La climatología y la estación del año**

Las estaciones del año van ligadas a una serie de factores climatológicos propios de cada región. En Extremadura las primaveras y otoños suelen contar con algo de lluvia, sin embargo, los veranos e inviernos son secos y con temperaturas extremas (AEMET). Tal y como pasa con la mayoría de animales, cuando las temperaturas son muy altas los cerdos disminuyen el nivel de actividad y comen menos para reducir la producción de calor interna (Brown-Brandl et al., 2001). Los cerdos ibéricos de este estudio disponían de una charca y, en verano, pasaron un 8% del tiempo dentro de ella en un gran grupo, seguramente para hacer frente al calor y disfrutar (Bracke, 2011); en

cambio, en invierno no la utilizaron nunca y se dedicaron más a conductas activas en grupos más pequeños, coincidiendo con la montanera, en la que la disponibilidad de bellota es amplia. En el jabalí también se ha observado un incremento en el comportamiento de búsqueda en otoño e invierno (Sandom et al., 2013).

En días de lluvia, con el suelo revuelto y más olores enriqueciendo el campo, los cerdos se vieron animados a explorar más, así como se ha descrito en la estación lluviosa de los trópicos en cerdos salvajes (Copado et al., 2004), no obstante, lo hicieron de forma más precavida en el sentido de que no se segregaron en grupos demasiado pequeños. En días de niebla, en cambio, los cerdos permanecieron principalmente tumbados, aunque tampoco de la forma habitual sino, en grupos más pequeños y con una mayor incidencia de interacciones negativas. De todos modos, los días con mucha niebla, así como los de lluvia intensa, no pudieron realizarse observaciones por falta de visibilidad.

En el presente trabajo, además, habría que mirar las estaciones del año como una línea en el tiempo desde la primavera hasta el invierno, pues los animales se empezaron a observar en primavera cuando tenían unos 6 meses de edad y fueron madurando hasta que se sacrificaron al acabar la temporada de montanera, con unos 16 meses. Al principio del estudio, los cerdos se acababan de mezclar en un solo lote y muchos no se habían visto entre sí previamente; quizás por esa razón en primavera se detectó un pico de interacciones negativas y también una mayor segregación por sexos en pequeños grupos.

### **1.2.2. El sexo y estado reproductivo**

Las hormonas juegan un papel fundamental en el comportamiento, siendo, por lo tanto, los niveles de las hormonas sexuales determinantes a la hora de presentar una u otra conducta (Hemsworth y Tilbrook, 2007). Se conoce que los cerdos enteros, por ejemplo, son más agresivos que los castrados, e incluso que se muestran más activos (Cronin et al., 2003) o que las cerdas muestran mayor conducta exploratoria durante la gestación (Buckner et al.,

1998). En algunos mamíferos, los comportamientos relacionados con la reproducción están programados, a través del fotoperiodo (Goldman, 2001) para hacer coincidir los partos y lactancia en los meses de mayor abundancia. En el caso de las cerdas, son poliéstricas y, si las condiciones son favorables, pueden reproducirse en cualquier momento del año (Rosell et al., 2001). Los cerdos ibéricos pasan por una restricción alimentaria durante el verano, no sólo por la reducción en la cantidad de pienso sino también porque no hay recursos naturales en el entorno para comer; así, al haber lluvias en otoño, sumado a la caída de la bellota en la montanera, podría dar lugar a cambios abruptos de comportamiento. En el estudio, la mayoría de animales estaban castrados y no se observaron diferencias comportamentales entre sexos, ni siquiera entre castrados, no castrados o vacunados (Capítulo 1); pero sí que mostraron patrones distintos en cuanto a la formación de grupos: las hembras permanecieron mayoritariamente en grupos, generalmente mixtos y los machos formaron grupos más grandes, con tendencia a ser sólo de machos, y se les observó en solitario más que a las hembras, especialmente en la época de montanera (Capítulo 2). Estas diferencias sugieren que existe cierta segregación sexual y claramente una diferenciación en la forma de agregarse de machos y hembras que no viene determinado por su estado hormonal y que tiene una evolución en el tiempo provocada por la edad, los recursos o una combinación de ambas.

### **1.2.3. El esquema de alimentación**

La entrada en montanera marca una clara diferencia en la que los cerdos pasan de recibir un aporte de pienso diario a depender únicamente de los recursos naturales, que, justo en esta época, son muy abundantes y, por lo tanto, se comportan de una forma más parecida a los jabalíes (Hadjikoumis, 2012) por la no dependencia de los humanos. Copado et al., 2004 dedujeron lo mismo al observar que los cerdos de su estudio exploraban más en épocas de mayor disponibilidad y acceso a recursos. Cada encina puede ofrecer de 8 a 14kg de bellota y la hierba se estima en unos 200-500kg de materia seca por hectárea (Rodríguez- Estévez et al., 2007). De este modo y, teniendo en cuenta que la hierba y la bellota se distribuyen por todo el campo y no en un

único lugar como el aporte de pienso; los cerdos incrementan su actividad y dedican más del doble de tiempo, con respecto al resto del año, a la búsqueda de alimento (Capítulo 1) y lo hacen en pequeños grupos o en solitario (Capítulo 2).

#### **1.2.4. Otros recursos**

En un sistema extensivo como el del cerdo ibérico, a parte del elemento puramente alimentario, otros recursos a tener en cuenta son los elementos que conforman su entorno, tales como árboles, charcas, bebederos, casetas e incluso el propio cercado. De esta manera, comprobamos que los cerdos, además de la gran importancia que dan a la disponibilidad de alimento (Rosell et al., 2001), y a la sombra (Blackshaw y Blackshaw, 1994), juntándose para comer o cobijarse cerca de las casetas, también se juntan para bañarse y a poca distancia de los cercados y prefieren pasar más tiempo cerca de los árboles en grupos pequeños. Aunque la tendencia a formar grupos de mayor tamaño podría tener un objetivo anti-depredatorio (Caro et al., 2004), parece más probable que el hecho de que solo existiese una charca, una zona para poner el pienso y una zona de casetas haga que los animales se junten forzosamente para satisfacer sus necesidades, que suelen sincronizarse en el tiempo.

## **2. Bienestar del cerdo ibérico**

En la Introducción se han descrito diversos mecanismos para evaluar el bienestar de los animales, siendo algunos aplicables también al cerdo ibérico en extensivo, pero, en este trabajo, la evaluación está tan sólo basada en la observación del comportamiento. El comportamiento de los cerdos puede reflejar su estado emocional (Murphy et al., 2014) incluso observando tan sólo la postura (Tallet et al., 2016) y por ello es uno de los principios del protocolo Welfare Quality®. De hecho, Temple et al., 2011, llevó a cabo una comparación del bienestar entre cerdos ibéricos en intensivo y extensivo en base a su comportamiento.

Con la información recogida en los Capítulos 1 y 2 observamos los puntos fuertes del régimen extensivo que pueden garantizar un alto bienestar de los animales, coincidiendo con la visión que tiene el público general por la libertad de expresar sus comportamientos naturales (Matthews, 1996) pero también pudimos poner sobre la mesa algunos de los principales riesgos y retos del sistema como el acceso a determinados recursos, la condición corporal baja de algunos animales y la castración (Dalmau et al., 2013).

### **2.1. Acceso a los recursos limitados**

En el Capítulo 2 se hizo manifiesto que hay determinados lugares dentro del cercado de los cerdos que deben recibir una especial atención. Es el caso del área de baño y de las casetas. En el primer caso, y de acuerdo al Capítulo 1, es importante que por lo menos durante las épocas más cálidas, los animales tengan acceso a una charca en la que quepan todos a la vez, para garantizar que puedan bañarse o revolcarse en el barro, ya que es una necesidad para ellos (Bracke, 2011). Las casetas generalmente están hechas de chapa y pretenden aislar térmicamente, aunque pueden alcanzar elevadas temperaturas en verano (Vargas y Aparicio, 2007), y también proteger de las precipitaciones a los cerdos. Aunque no se registraron datos sobre el uso que le daban a las casetas, durante esta investigación se observaron con frecuencia a los cerdos descansando dentro de ellas e incluso compitiendo por entrar. Estadísticamente se ha visto que es uno de los lugares donde se forman densidades más altas de grupos (Capítulo 2), de manera que habría que asegurar que se disponen de casetas suficientes, no sólo para que quepan todos dentro sino para que todos los cerdos del lote puedan entrar sin tener que apartar a otros.

### **2.2. Restricción alimentaria previa a la montanera**

Por otro lado, en la Introducción se expone una técnica de manejo que se utiliza en beneficio del producto pero que puede causar un problema de bienestar temporal en los animales, la reducción de la oferta alimentaria en el período pre-montanera. La falta de recursos naturales descrita en ese período seco (Fernández y Carbonero, 2008), hace suponer que, sino todos, algunos

de los animales pasen hambre y acaben con una condición corporal muy baja (Dalmau et al., 2013). De este estudio no pueden sacarse conclusiones claras en este aspecto, pero la motivación para comer y los problemas relacionados con el hambre están bien estudiados y contribuyen a empeorar el bienestar de los animales (d'Eath et al., 2009).

### **2.3. La castración**

La castración es una de las prácticas más habituales en la producción de cerdo ibérico, representan el 5-8% de los cerdos castrados del país (EU Progress Report, 2018). En el caso de los machos, para evitar el olor sexual y, en el de las hembras, para evitar que atraigan a los jabalíes macho durante el celo. La castración de lechones se considera un problema de bienestar (von Borell et al., 2009) ya que se ha visto que sienten dolor durante la intervención (Leidig et al., 2009) y que la cirugía en las hembras resulta en complicaciones graves (Castrum, 2016). Así pues, se hace imprescindible la búsqueda de alternativas, siendo de entre las dos principales, la castración con analgesia y/o anestesia o la inmunocastración, la segunda la más aceptada por los consumidores (Spooler et al., 2011).

## **3. La inmunocastración**

En la búsqueda de métodos no invasivos para conseguir el bloqueo de la función reproductiva, la inmunología parece ser una buena opción. Por ejemplo, mediante la inhibición de los factores liberadores de gonadotrofinas se atrofian los tejidos gonadales (D'Occhio, 1993) y se produce un efecto similar al de la castración en cuanto a la infertilidad y a la inhibición del comportamiento sexual. En cerdos puede conseguirse este efecto a partir de la segunda dosis (Fàbrega et al., 2010) aplicando por vía subcutánea 2 ml de Improvac o Vacsincel (Zoetis, 2009 y 2014).

### **3.1 Aplicabilidad en cerdos ibéricos machos**

En el meta-análisis realizado por Poulsen et al, 2018, se concluye que la inmunocastración de machos evita el olor sexual y ofrece un mayor

rendimiento, siendo, por lo tanto, beneficiosa para la mayoría de sistemas de producción. No obstante, para sistemas largos y con destino a productos de calidad, como el ibérico, en el que se premia la presencia de grasa en la canal, la menor cantidad de grasa intramuscular y algunos atributos sensoriales hacen que la inmunocastración aplicada a los 11, 12 y 14 meses diese como resultado un producto considerado de menor calidad (Capítulo 3). Sin embargo, dada la necesidad de utilizar técnicas que sean más respetuosas con los animales, no es imposible que algún día se llegue a utilizar la inmunocastración como alternativa. Esto dependería, claro está, de que los consumidores estuvieran dispuestos a pagar lo mismo por este producto diferente si así se garantizara el bienestar de los cerdos (Spoolder et al., 2011). De todos modos, es conveniente realizar nuevas pruebas que den con una pauta de administración, quizás más temprana, que resulte en unos parámetros más parecidos a los de los cerdos castrados.

### **3.2 Aplicabilidad en cerdas ibéricas**

La efectividad de la inmunocastración en hembras ibéricas se ha probado aplicando 3 dosis de la vacuna tanto en ibéricas puras (Hernández-García et al., 2013) como cruzadas (Dalmau et al., 2015) y 2 dosis en cruzadas pero que se sacrificaron con tan sólo 8 meses de edad (Gamero-Negrón et al., 2015). En el Capítulo 3 se presentan los datos de nuestro estudio en el que se aplicaron 3 dosis, a los 11, 12 y 14 meses y se sacrificaron con 16 meses de edad. Todas las hembras, castradas quirúrgicamente, mediante inmunocastración o enteras presentaron la misma calidad de carne y, de hecho, tanto las inmunocastradas como las enteras ofrecieron mejores resultados en algunos aspectos productivos en comparación a las castradas quirúrgicamente. Por otro lado, no se observaron diferencias en su comportamiento (Capítulo 1) que puedan inclinar la balanza hacia la castración, como podrían haber sido cambios evidentes en el nivel de actividad general de ambos tipos de animales. Si la justificación de la castración de hembras se centra en la presencia de jabalíes en la zona, la inmunocastración puede ser una buena solución. Es cierto que los ganaderos deberían acostumbrarse a la incomodidad de tener que reunir a los animales en dos



ocasiones durante el ciclo para aplicar la vacuna, pero estudios futuros en este sentido pueden buscar una pauta de administración que vaya acorde a las necesidades de manejo del sistema (por ejemplo, aprovechando una sesión de pesaje), o que se precise una sola aplicación del fármaco.

#### 4. Referencias

- Blackshaw, J.K., Blackshaw, A.W., 1994. Shade-seeking and lying behaviour in pigs of mixed sex and age, with access to outside pens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 249–257. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)90160-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90160-0)
- Bracke, M.B.M., 2011. Review of wallowing in pigs: Description of the behaviour and its motivational basis. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 132, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.01.002>
- Brown-Brandl, T.M., Eigenberg, R.A., Nienaber, J.A., Kachman, S.D., 2001. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. *Livest. Prod. Sci.* 71, 253–260. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00184-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00184-1)
- Buckner, L.J., Edwards, S.A., Bruce, J.M., 1998. Behaviour and shelter use by outdoor sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 57, 69–80. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00111-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00111-1)
- Caro, T.M., Graham, C.M., Stoner, C.J., Vargas, J.K., 2004. Adaptive significance of antipredator behaviour in artiodactyls. *Anim. Behav.* 67, 205–228. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2002.12.007>
- Casal-Plana, N., Manteca, X., Dalmau, A., Fàbrega, E., 2017. Influence of enrichment material and herbal compounds in the behaviour and performance of growing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 195, 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.06.002>
- CASTRUM, 2016. Pig castration: methods of anaesthesia and analgesia for all pigs and other alternatives for pigs used in traditional products.
- Copado, F., De Aluja, A.S., Mayagoitia, L., Galindo, F., 2004. The behaviour of free ranging pigs in the Mexican tropics and its relationships with human faeces consumption. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88, 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.03.013>
- Cronin, G.M., Dunshea, F.R., Butler, K.L., McCauley, I., Barnett, J.L., Hemsworth, P.H., 2003. The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 81, 111–126. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00256-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00256-3)
- D'Eath, R.B., Tolkamp, B.J., Kyriazakis, I., Lawrence, A.B., 2009. 'Freedom from hunger' and preventing obesity: the animal welfare implications of reducing food quantity or quality. *Anim. Behav.* 77, 275–288. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.10.028>
- D'Huart, J.P., Grubb, P., 2001. Distribution of the common warthog (*Phacochoerus africanus*) and the desert warthog (*Phacochoerus aethiopicus*) in the Horn of Africa. *Afr. J. Ecol.* 39, 156–169. <https://doi.org/10.1046/j.0141-6707.2000.00298.x>

- D'Occhio, M.J., 1993. Immunological suppression of reproductive functions in male and female mammals. *Anim. Reprod. Sci.* 33, 345–372. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(93\)90123-9](https://doi.org/10.1016/0378-4320(93)90123-9)
- Dalmau, A., Rodríguez, P., Mainau, E., Velarde, A., 2013. Retos del cerdo ibérico en materia de bienestar animal. Alojamiento de las cerdas gestantes y alternativas a la castración. *Solo Cerdo Ibérico* 27, 33–42.
- Dalmau, A., Velarde, A., Rodríguez, P., Pedernera, C., Llonch, P., Fàbrega, E., Casal, N., Mainau, E., Gispert, M., King, V., Sloomans, N., Thomas, A., Mombarg, M., 2015. Use of an anti-GnRF vaccine to suppress estrus in crossbred Iberian female pigs. *Theriogenology* 84, 342–347. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.025>
- Étienne, P., 2004. El jabalí. Ediciones Omega.
- Fàbrega, E., Velarde, A., Cros, J., Gispert, M., Suárez, P., Tibau, J., Soler, J., 2010. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins. *Livest. Sci.* 132, 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.04.021>
- Fernández-Llario, P., Carranza, J., Hidalgo De Trucios, S.J., Fernández-Llario, P., Carranza, J., Hidalgo, S.J., 1996. Social organization of the wild boar (*Sus scrofa*) in Doñana National Park. *Miscel.lania Zool. Wsc. Zool. Acc* 1922, 9–18.
- Fernández, J., Fàbrega, E., Soler, J., Tibau, J., Ruiz, J.L., Puigvert, X., Manteca, X., 2011. Feeding strategy in group-housed growing pigs of four different breeds. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 134, 109–120. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.06.018>
- Fernández Rebollo, P., Carbonero Muños, M.D., 2008. Capítulo IV. La dehesa, in: Forero Vizcaíno, J. (Ed.), *El Cerdo Ibérico, Una Revisión Transversal*. Junta de Andalucía y Fundación Caja Rural Sur.
- Gabor, T.M., Hellgren, E.C., 2000. Variation in Peccary Populations: Landscape Composition or Competition by an Invader? Published by: Ecological Society of America VARIATION IN PECCARY POPULATIONS: LANDSCAPE COMPOSITION OR COMPETITION BY AN INVADER? America (NY). 81, 2509–2524. <https://doi.org/10.1890/0012-9658>
- Gamero-Negrón, R., Sánchez del Pulgar, J., Ventanas, J., García, C., 2015. Immune-spaying as an alternative to surgical spaying in Iberian×Duroc females: Effect on carcass traits and meat quality characteristics. *Meat Sci.* 99, 99–103. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.005>
- Goldman, B.D., 2001. Mammalian Photoperiodic System: of Photoperiodic Time Measurement. *J. Biol. Rhythms* 16, 283–301. <https://doi.org/10.1177/074873001129001980>
- Gonyou, H. W., Chapple, R.P., Frank, G.R., 1992. Productivity, time budgets and social aspects of eating in pigs penned in groups of five or individually. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 34, 291–301.
- Grandin, T., 1989. Effect of rearing environment and environmental enrichment on behavior and neural development in young pigs.
- Graves, H.B., 1984. Behavior and Ecology of Wild and Feral Swine (*Sus Scrofa*). *J. Anim. Sci.* 58, 482. <https://doi.org/10.2527/jas1984.582482x>
- Guo, W., Cao, G., Quan, R.C., 2017. Population dynamics and space use of wild boar in a tropical forest, Southwest China. *Glob. Ecol. Conserv.* 11, 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.04.005>

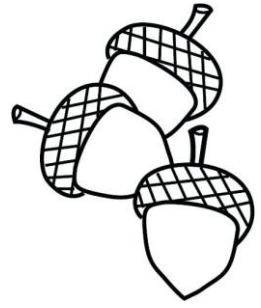
## DISCUSIÓN GENERAL

- Guo, Y., Poulton, G., Corke, P., Bishop-Hurley, G.J., Wark, T., Swain, D.L., 2009. Using accelerometer, high sample rate GPS and magnetometer data to develop a cattle movement and behaviour model. *Ecol. Modell.* 220, 2068–2075. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.04.047>
- Hadjikoumis, A., 2012. Traditional pig herding practices in southwest Iberia: Questions of scale and zooarchaeological implications. *J. Anthropol. Archaeol.* 31, 353–364. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2012.02.002>
- Hemsworth, P.H., Tilbrook, A.J., 2007. Sexual behavior of male pigs. *Horm. Behav.* 52, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.013>
- Hernandez-Garcia, F., Duarte, J.L., Perez, M.A., Raboso, C., Rosario, A.I., Izquierdo, M., Hernández-garcía, F.I., Duarte, J.L., Pérez, M.A., Raboso, C., Rosario, A.I., Izquierdo, M., 2013. Successful long-term pre-pubertal immunocastration of purebred Iberian gilts reared in extensive systems. *Acta Agric. Slov.* 123–126.
- Horsted, K., Kongsted, A.G., Jørgensen, U., Sørensen, J., 2012. Combined production of free-range pigs and energy crops-animal behaviour and crop damages. *Livest. Sci.* 150, 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.09.006>
- Jensen, M.B., Studnitz, M., Pedersen, L.J., 2010. The effect of type of rooting material and space allowance on exploration and abnormal behaviour in growing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 123, 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.01.002>
- Leidig, M.S., Hertrampf, B., Failing, K., Schumann, A., Reiner, G., 2009. Pain and discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anaesthesia as determined by vocalisation and defence behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 116, 174–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.10.004>
- Matthews, L.R., 1996. Animal welfare and sustainability of production under extensive conditions: a non-EU perspective. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49, 41–46. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00666-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00666-4)
- Murphy, E., Nordquist, R.E., van der Staay, F.J., 2014. A review of behavioural methods to study emotion and mood in pigs, *Sus scrofa*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 159, 9–28. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.08.002>
- Olczak, K., Nowicki, J., Klocek, C., 2015. Pig behaviour in relation to weather conditions - A review. *Ann. Anim. Sci.* 15, 601–610. <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0024>
- Poulsen Nautrup, B., Van Vlaenderen, I., Aldaz, A., Mah, C.K., 2018. The effect of immunization against gonadotropin-releasing factor on growth performance, carcass characteristics and boar taint relevant to pig producers and the pork packing industry: A meta-analysis. *Res. Vet. Sci.* 119, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.06.002>
- Robert, S., Dancosse, J., Dallaire, A., 1987. Some observations on the role of environment and genetics in behaviour of wild and domestic forms of *Sus scrofa* (European wild boars and domestic pigs). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 17, 253–262. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(87\)90150-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(87)90150-X)
- Rodríguez-Estévez, V., García, A., Peña, F., Gómez, A.G., 2009. Foraging of Iberian fattening pigs grazing natural pasture in the dehesa. *Livest. Sci.* 120, 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.05.006>

- Rodríguez-Estévez, V., Gómez, G., García, A., Mata, C., 2007. Recursos alimenticios consumidos por el cerdo ibérico durante la montanera. *Ganadería* 18–21.
- Rodríguez-Estévez, V., Mata, C., Garcia, A., Gomez, A.G., 2004. Grazing behaviour of the Iberian pig in the montanera fattening period. *Anim. Prod.*
- Rodríguez-Estévez, V., Sánchez-Rodríguez, M., Gómez-Castro, A.G., Edwards, S.A., 2010. Group sizes and resting locations of free range pigs when grazing in a natural environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127, 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.08.010>
- Rosell, C., Fernández-Llario, P., Herrero, J., 2001. El Jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys* 13.
- Ruckebusch, Y., 1972. The relevance of drowsiness in the circadian cycle of farm animals. *Anim. Behav.* 20, 637–643. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(72\)80136-2](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(72)80136-2)
- Sandom, C.J., Hughes, J., Macdonald, D.W., 2013. Rewilding the scottish highlands: Do wild boar, *sus scrofa*, use a suitable foraging strategy to be effective ecosystem engineers? *Restor. Ecol.* 21, 336–343. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2012.00903.x>
- Spoolder, H., Bracke, M., Mueller-Graf, C., Edwards, S., 2011. Report 1: Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of sow, boar and piglet including aspects related to pig castration.
- Stern, S., Andresen, N., 2003. Performance, site preferences, foraging and excretory behaviour in relation to feed allowance of growing pigs on pasture. *Livest. Prod. Sci.* 79, 257–265. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00171-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00171-9)
- Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M., 1981. The assessment of behavioural needs of pigs under free-range and confined conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74, 388–389. [https://doi.org/10.1016/0304-3762\(81\)90072-9](https://doi.org/10.1016/0304-3762(81)90072-9)
- Tallet, C., Sénèque, E., Mégnin, C., Morisset, S., Val-Laillet, D., Meunier-Salaün, M.-C., Fureix, C., Hausberger, M., 2016. Assessing walking posture with geometric morphometrics: Effects of rearing environment in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 174, 32–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.10.008>
- Temple, D., Manteca, X., Velarde, A., Dalmau, A., 2011. Assessment of animal welfare through behavioural parameters in Iberian pigs in intensive and extensive conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.01.013>
- Thomsen, L.R., Nielsen, B.L., Larsen, O.N., 2010. Implications of food patch distribution on social foraging in domestic pigs (*Sus scrofa*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 122, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.11.006>
- Turner, S.P., Edwards, S.A., 2004. Housing immature domestic pigs in large social groups: Implications for social organisation in a hierarchical society. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87, 239–253. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.01.010>
- Vargas Giraldo, J. de D., Aparicio Tovar, M.A., 2007. La explotación del cerdo ibérico : bienestar y productividad. *Ganadería* 38–40.
- Von Borell, E., Baumgartner, J., Giersing, M., Jäggin, N., Prunier, A., Tuyttens, F.A.M., Edwards, S.A., 2009. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* 3, 1488–1496. <https://doi.org/10.1017/S1751731109004728>

## DISCUSIÓN GENERAL

Zonderland, J.J., Cornelissen, L., Wolthuis-Fillerup, M., Spolder, H.A.M., 2008. Visual acuity of pigs at different light intensities. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111, 28–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.010>



## **CONCLUSIONES**



- 1.** El cerdo ibérico dedica de media a lo largo del año un 56% del tiempo a descansar y un 28% a explorar el terreno durante las horas de luz. (Objetivo 1)
- 2.** Los cerdos se mueven en grupos de 2 a 25 individuos que pueden ser sólo de hembras, sólo de machos o mixtos. (Objetivo 2)
- 3.** Los cerdos situados en el centro del grupo pasan más tiempo descansando mientras que los situados a la periferia se dedican más a vigilar y explorar. (Objetivo 1)
- 4.** Los machos viven mayoritariamente en grupos grandes de sólo machos y se integran en los mixtos o se alejan en solitario a medida que entran en montanera. (Objetivo 2)
- 5.** Las hembras viven mayoritariamente en grupos mixtos y, cuando forman grupos de sólo hembras, suelen ser de tamaño pequeño. (Objetivo 2)
- 6.** Durante el verano los cerdos ibéricos utilizan la charca para bañarse con frecuencia en grupos mixtos, sin embargo, no entran nunca durante el invierno. (Objetivo 1)
- 7.** Los cerdos ibéricos suelen encontrarse a menos de 10 metros de los árboles en pequeños grupos, pero se congregan en grupos más grandes cuando se acercan a las vallas, el comedero o las casetas. (Objetivo 2)
- 8.** Durante el período de montanera, el cerdo ibérico explora durante más tiempo y lo hace en grupos más reducidos que el resto del año. (Objetivos 1 y 2)
- 9.** El patrón conductual de los cerdos no se ve afectado por el sexo o el estado reproductivo de los animales, pero las condiciones atmosféricas modifican el comportamiento exploratorio principalmente. (Objetivo 1)
- 10.** La inmunocastración en cerdos ibéricos aplicada a los 11, 12 y 14 meses da lugar a carne más magra con menos grasa infiltrada que la tradicional. (Objetivo 3)
- 11.** Las cerdas ibéricas sin castrar dan lugar a un producto de calidad comparable al tradicional. (Objetivo 3)
- 12.** La inmunocastración en cerdas ibéricas aplicada a los 11, 12 y 14 meses da lugar a piezas más grandes de calidad comparable a la del producto tradicional. (Objetivo 3)





