

Artículo de Revisión
Cognición en cerdos

Pig cognition

*Paredes-Ramos Pedro¹, Espinosa-Palencia Manuel¹, Espejo-Beristáin Guadalupe¹, Ahuja-Aguirre Concepción¹, Hernández-Cruz Bertha¹, Coria-Avila Genaro²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Miguel Ángel de Quevedo s/n esq. Yáñez, Col. Unidad Veracruzana, C.P. 91710, Veracruz, México. ²Centro de investigaciones Cerebrales, Universidad Veracruzana. Av. Adolfo Ruiz Cortines, U.H. del Bosque, 91010 Xalapa-Enríquez, Veracruz, México

Recibido: 06 de febrero de 2020

Aceptado: 25 de mayo de 2020

Puedes encontrar este artículo en: www.uv.mx/eneurobiologia/vols/2020/26/26.html

Resumen

El cerdo es una de las especies animales más utilizadas en la producción de carne para consumo humano por lo que su producción representa una importante fuente de proteína animal y de ingresos económicos para un gran número de personas. Por si fuera poco, en los últimos años, su uso se ha extendido al campo científico donde es utilizado como modelo animal para el desarrollo de técnicas quirúrgicas, evaluación de medicamentos, cultivo de tejidos y para el estudio de muchas enfermedades que actualmente acosan a la humanidad. A pesar del reciente incremento en los estudios sobre el comportamiento y la fisiología del cerdo, la información sobre sus características cognitivas aún es escasa. No obstante, los estudios al respecto sugieren que dichos animales son capaces de llevar a cabo sofisticados procesos cognitivos tales como el uso de la memoria espacial y episódica, la discriminación y generalización de objetos y personas, así como el entendimiento de fenómenos físicos como el reflejo de un espejo. Por todo ello, aquí, realizamos una revisión bibliográfica sobre las características sensoriales y cognitivas del cerdo, y discutimos la potencial aplicación de este conocimiento en beneficio de los seres humanos, pero también en pro de proveer condiciones de cautiverio que favorezcan su bienestar.

Palabras clave: Cerdos, bienestar animal, cognición, producción, comportamiento.

Abstract

The pig is one of the most used animal species in meat production, so its production represents an important source of animal protein and financial support for a large number of families around the world. In the last years, pig production has been extended to the scientific field where it is used as a model for the development of surgical techniques, evaluation of medications and for the study of mental human disorders. While the number of studies on the behavior and physiology of the pig has been increasing, the knowledge about its cognitive characteristics remain scarce. However, studies on pig cognition indicate that these animals are capable of carrying out sophisticated cognitive processes such as the use of spatial and episode memory, discrimination and generalization of objects and people, as well as learning to use the reflection of a mirror to get something desired. Herein, we conducted a literature review on the sensory and cognitive characteristics of the pig and discuss the potential application of this knowledge for the benefit of both human and animal welfare.

Keywords: Pigs, animal welfare, cognition, behavior.

*Correspondencia en: Dr. Pedro Paredes-Ramos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Miguel Ángel de Quevedo s/n esq. Yáñez. Col. Unidad Veracruzana. C.P. 91710. Veracruz, Ver. Teléfono: Correo electrónico: pparedes@uv.mx

Este es un artículo de libre acceso distribuido bajo los términos de la licencia de Creative Commons, (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en algún medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.



1. Introducción

Desde el punto de vista evolutivo y biológico todas las capacidades intelectuales y físicas de un animal están orientadas a su supervivencia y reproducción. La facultad de procesar información interna y externa al individuo, así como de integrarla y gestionarla a través de redes neuronales es lo que fisiológicamente implica la cognición, y puede representar una gran ventaja adaptativa.^{1,2} En los últimos años, un creciente número de estudios científicos sobre el tema ha demostrado que muchas especies animales, entre ellas el cerdo, poseen la capacidad de crear conocimiento a partir del preexistente, relacionarlo entre sí, y realizar conductas complejas que tradicionalmente se consideraban únicas de los humanos.^{3,5}

Históricamente, el estudio de la cognición animal ha generado gran especulación entre la comunidad científica, dadas las comparaciones entre lo observado en humanos y en animales no-humanos. No obstante, es importante entender que la forma en que una capacidad cognitiva se expresa en una especie no necesita ser idéntica a la forma en que se expresa en otra, y sin embargo ser igual de compleja y funcional.⁵ Louis Herman, un destacado profesor emérito de la universidad de Hawái, y pionero en los estudios de cognición en mamíferos marinos plantea la subjetividad en las comparaciones entre humanos y otros animales desde el siguiente escenario: (imaginen que) ... un delfín le platica a otro haber visto a un humano nadar. El otro delfín le pregunta si el humano que vio nadar era capaz de alcanzar la velocidad de los 15 nudos, y si era capaz de sumergirse hasta 300 metros, la respuesta del primer delfín fue que obviamente no. El segundo delfín se muestra confundido y piensa, -eso que hace el humano no se parece ni remotamente a la capacidad de nadar-.⁶ Con respecto a los procesos cognitivos, nuestras conclusiones no deben limitarse a conceptos rígidos o excluyentes que descarten la existencia de complejidad en el pensamiento de los animales, solo porque éste difiera de la forma en que se expresa en los seres humanos.

En el caso de los cerdos, múltiples estudios han mostrado que estos poseen la capacidad de realizar procesos cognitivos, similares a los observados en otras especies animales a las que consideramos superiores e inteligentes, como primates, aves y cetáceos, por mencionar algunos.²⁻⁸ A pesar de ello, el uso que se le ha dado a este conocimiento poco ha impactado el aprovechamiento de su carne, el mejoramiento de sus condiciones de vida, y su uso como modelo animal para el estudio de trastornos y enfermedades comunes el humano.⁹⁻¹¹ Identificar las características sensoriales y cognitivas del cerdo puede ayudarnos a diseñar adecuados programas de manejo reproductivo y de salud, que además de ser eficientes, sean amables con las necesidades biológicas del animal en cuestión. Por otro lado, incrementar nuestro conocimiento sobre la cognición del cerdo puede mejorar su aprovechamiento como modelo animal en el estudio de enfermedades como el Parkinson, el Alzheimer y la depresión, entre otros.

2. Metodología

La búsqueda bibliográfica para la realización de este artículo incluyó dos procesos básicos: 1) buscar y revisar un conjunto de artículos potencialmente relevantes sobre cognición en cerdos, y 2) realizar una búsqueda sobre aspectos del cerdo que permitieran construir una narrativa lógica sobre el origen biológico del cerdo y sus características sensoriales y cognitivas. Las bases de datos consultadas para ambos puntos fueron PubMed, Science Direct y Google Scholar. Para el punto 1, las palabras claves utilizadas fueron “pig cognition”, “animal cognition”, “pig brain”, “pig memory” y “pig animal model”. Para el punto número dos, las palabras claves fueron “domestication” “animal welfare”, “pig behavior” “pig production” y “feral pigs”. En ambos casos las búsquedas incluyeron la palabra escrita en español e inglés. Para resaltar el incremento del interés científico en la cognición del cerdo, en la figura 1 presentamos el número de estudios encontrados en el buscador Google Scholar cuando se introdujo la palabra “Pig cognition”.

NÚMERO DE ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA PALABRA "COGNICIÓN EN CERDOS" EN LOS ÚLTIMOS 100 AÑOS

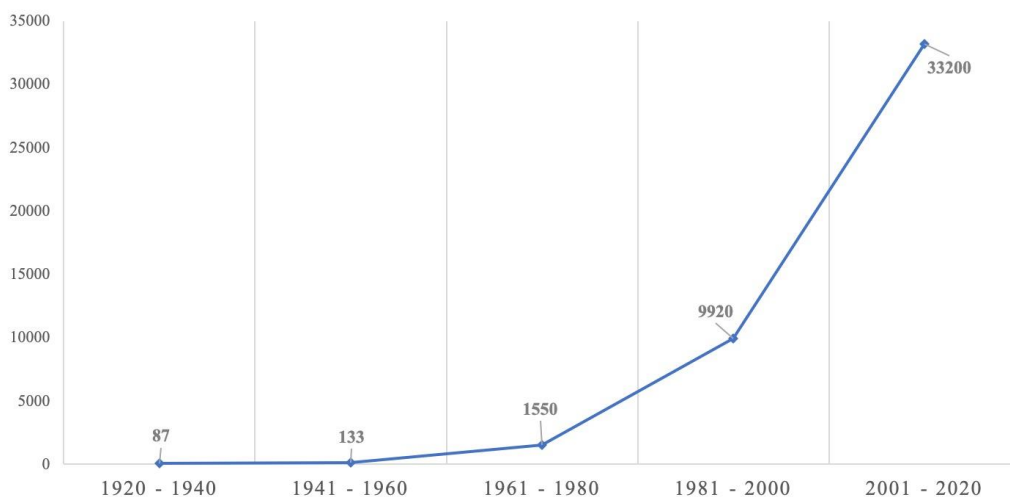


Figura 1. En la imagen se muestra el número de estudios encontrados en el buscador Google Scholar cuando se introdujo la palabra "Pig cognition" con intervalos de veinte años a partir de 1920, y hasta la fecha. Los resultados muestran un exponencial incremento en los últimos sesenta años.

3. ¿Qué es la cognición y para qué sirve?

Desde el punto de vista biológico, la cognición es una estrategia de supervivencia, que ha sido favorecida por la evolución.¹ La cognición parte del supuesto de que los individuos más hábiles para emplearla serán más hábiles para encontrar recursos o para evitar ser comidos, y en consecuencia vivirán lo suficiente para encontrar pareja, reproducirse y con ello fijar sus rasgos en nuevas generaciones.^{12,13} La cognición incluye todas las formas en que los animales adquieren información del ambiente por medio de los sentidos, los procesos que subyacen al procesamiento de la información externa e interna al individuo, y por supuesto la forma en que ésta es almacenada e influye en la toma de decisiones.²⁻⁵ La cognición animal puede ser entendida desde la psicología comparada, pero no implica una posición radical sobre si los animales tienen o no conciencia o autoconciencia de su existencia. Tampoco es excluyente del conductismo, ni con cualquier otra forma de aprendizaje, ya que las utiliza como paradigmas para identificar diferencias y semejanzas entre los

individuos y sus especies por grandes o pequeñas que sean.⁵ Si bien, pioneros en el estudio de los procesos cognitivos tales como B.F. Skinner,¹⁴ decían que un investigador no necesita de una gran variedad de especies animales para comprender la forma en que estos aprenden, porque para él "las reglas del aprendizaje son universales"; la cognición es mucho más que solo "aprendizaje", y aunque los mecanismos básicos del aprendizaje asociativo puedan ser idénticos tanto en un ave como en un mamífero, los procesos adyacentes al aprendizaje tales como la motivación, atención y memoria pueden variar abismalmente entre una especie y otra.⁵ En este sentido, profundizar en el estudio de la cognición de una especie animal, puede ayudarnos a entender la evolución de la mente, y ayudarnos a mejorar la forma en que percibimos y tratamos a las criaturas con las que compartimos el planeta.

4. ¿Por qué y para qué estudiar cognición en cerdos?

Estudiar la cognición del cerdo puede tener implicaciones que van más allá del aprovechamiento de su carne. Comparado con animales de laboratorio convencionales como roedores y aves, la neuroanatomía, bioquímica y desarrollo del cerebro del cerdo es mucho más parecida a la nuestra, lo que permite el uso de equipo clínico de uso humano, y lo posiciona como un excelente modelo animal para estudios del área biomédica y particularmente para las neurociencias.^{7-10,15} Dada la cercanía histológica entre cerdos y humanos, se piensa que muy pronto se podrán cultivar tejidos y órganos humanos en el cuerpo de cerdos, mismos que podrían ser trasplantados a las personas que lo necesiten.¹⁵ Por si esto fuera poco, el cerdo representa un modelo mucho más económico, accesible y de fácil alojamiento que el de primates e incluso perros. Así mismo, su uso puede evitar dilemas éticos, y sentimentales que aparecen cuando se utilizan animales con los que las personas se sienten más afines.^{10,15}

Con respecto a su producción, el estudio de la cognición del cerdo es importante ya que la porcicultura es una de las principales actividades económicas del sector agropecuario en todo el mundo, y representa una de las fuentes de proteína animal de más bajo costo.¹⁶ De acuerdo con cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), en el 2018 la producción de carne de cerdo a nivel mundial superó los 121 millones de toneladas, quedando por encima de otras carnes como la de bovinos y ovinos.¹⁷ Desafortunadamente, el crecimiento de la población humana, así como el alto consumo de carne de cerdo, ha ocasionado que su producción se lleve a cabo en condiciones en las que se da más prioridad a la ganancia de peso de los animales que a la satisfacción de sus necesidades básicas y por ende su bienestar. Ante este escenario, la ciencia del bienestar animal (BA) surge como una disciplina cuyo objetivo es mejorar las condiciones de vida de los animales en cautiverio a través de la evaluación de indicadores, principalmente fisiológicos, que

reflejan la forma en que el animal responde a su medio.^{18,19} Aunado a esto, el creciente interés de la sociedad por conocer la forma en que los animales son tratados ha generado que, en muchas partes del mundo, la legislación obligue a las empresas a modificar la forma en que alojan y manejan a los animales de producción.¹⁶ Para todos los animales, pero en especial para aquellos cuyo destino es servir como alimento, la legislación mundial intensificó el compromiso ético por brindarles mejores condiciones de hábitat para que puedan expresar comportamientos naturales y propios de su especie.²⁰ Por si esto fuera poco, se espera que, en poco tiempo, muchos países prohíban la compra y venta de carne que provenga de países que no consideren criterios de bienestar durante su producción.^{21,22} Para países en vía de desarrollo, esto representa un gran reto ya que, para seguir comercializando, las empresas productoras de carne de cerdo tendrán que emprender acciones que mejoren el bienestar de los animales sin que encarezcan los costos y gastos de su producción. Por todo ello, los estudios sobre cognición en cerdos pueden ser vitales para generar información que permita el desarrollo de programas de BA, sin disminuir las utilidades de las empresas. Estudiar la cognición del cerdo tiene gran relevancia para las ciencias biomédicas, pero también puede ser determinante en el acceso de la población humana a fuentes de proteína animal, y en el desarrollo y economía de los países.

5. Efecto de la domesticación en la cognición del cerdo

La domesticación se refiere al proceso evolutivo en el que un grupo de animales se adapta generacionalmente a un estilo de vida basado en las necesidades humanas, creando una brecha entre el fenotipo doméstico y del fenotipo salvaje.²³ Se piensa que la domesticación del cerdo ocurrió hace aproximadamente 9000 años, y que uno de sus antepasados más cercano es el jabalí o cerdo salvaje euroasiático (*Sus scrofa*), un mamífero artiodáctilo de la familia de los

suidos, que aún existe en Europa, Asia y África del Norte.²⁴ Durante la época del Mioceno, hace 23 millones de años, una serie de cambios climáticos importantes condujeron a la expansión de ecosistemas de tipo llanuras herbáceas, lo que favoreció el éxito y expansión de las especies animales especializadas en la búsqueda de forrajes y tubérculos como su principal fuente de alimento.^{24,25} Estudios arqueológicos sugieren que, durante esa época, prosperó uno de los primeros géneros, *Sus*, cuya dieta no era especializada, y utilizaba madrigueras y nidos para refugiar a sus crías.^{24,26} Con el paso de los años, la domesticación generó cambios anatómicos y conductuales importantes en el cerdo doméstico (*Sus scrofa domestica*) con respecto de su antepasado salvaje.²⁷ Algunos de los cambios más notorios incluyeron cambios en el color y grosor de su piel, la disposición y porcentaje de grasa subcutánea, así como el tiempo de desarrollo físico y sexual, y el número de crías por camada.^{23,26} Con respecto a su comportamiento, la domesticación generó cambios en el temperamento de los cerdos haciéndolos menos agresivos y con mayor tolerancia a la presencia del humano, sin afectar comportamientos asociados a la cópula, el cuidado materno, así como la búsqueda y el consumo de alimento.^{23,27}

A diferencia de los animales silvestres cuya evolución ha dependido de su capacidad para adecuarse al medio y transmitir esos rasgos a nuevas generaciones. En el caso de los animales domésticos, las diferencias individuales poco han influido en su permanencia, ya que han sido los intereses del humano los que han determinado que características se conservan y cuales se pierden.⁵ La evidencia sugiere que cuando la presión de depredación disminuye y la disponibilidad de alimentos aumenta, la diversidad y flexibilidad cognitiva de una especie animal va en aumento.²⁸ Por ello, mientras que los procesos cognitivos de un animal silvestre obedecen a su adecuación y supervivencia, los del fenotipo doméstico podrían ser mucho más diversos y flexibles, ya que no han sido determinantes en su

permanencia. Dado que el objetivo de la domesticación del cerdo siempre fue el aprovechamiento de su carne, resulta difícil especular sobre el tipo y la forma en que la cognición puede materializarse en esta especie, y sobre qué diferencias pueden observarse entre la versión salvaje y la doméstica.

6. Diferencias cerebrales entre cerdos domésticos y salvajes

A mediados del siglo pasado, un estudio²⁹ realizó una comparación alométrica entre la proporción de los pesos y tamaños de cerebros de cerdos ferales de las Islas Galápagos y los de cerdos domésticos europeos. Los resultados mostraron que el regreso de los cerdos al estado de vida salvaje produjo algunos cambios importantes en sus cerebros. Por ejemplo, se observó que mientras que el diencéfalo y la médula oblonga fueron más grandes en los cerdos ferales comparados con los domésticos, el cerebelo de los ferales fue un 11% más pequeño que el de los totalmente domésticos. Otras diferencias importantes fueron observadas en estructuras como la neocorteza, el estriado y algunos núcleos del sistema límbico. Aunado a esto, el estudio reportó que comparado con su ancestro el jabalí europeo (*Sus scrofa scrofa* L.), el cerebro de los cerdos domésticos era un 33% más pequeño.²⁹ De acuerdo con los autores, las diferencias entre cerdos domésticos y silvestres pudo deberse a un proceso de adaptación en el que los individuos salvajes que expresaron una mayor agudeza sensorial y locomotora para encontrar recursos y para evitar ser comidos fueron los que lograron reproducirse y con ello dar paso a la selección natural. No obstante, es importante considerar que la inteligencia o complejidad cognitiva de un animal no puede ser atribuida al peso o tamaño de su cerebro, ni a la proporción que esto guarda con su peso corporal. El error de usar un parámetro como éste para juzgar la inteligencia radica en que cuando uno compara la proporción de un animal desnutrido contra la de uno sano de su misma

edad, raza y especie, la proporción del animal desnutrido será mayor que la del sano, porque su peso corporal es menor. Sin embargo, si realizamos pruebas cognitivas encontraremos que un animal desnutrido muestra un desempeño más pobre que uno sano, y que incluso puede presentar deterioro cognitivo. Por ello, las diferencias en el tamaño y peso de los cerdos salvajes, feral y domésticos deben ser tomadas con reserva. No obstante, resulta interesante reflexionar sobre como en este estudio, tan solo 100 años de vida feral en las Islas Galápagos fueron capaces de generar cambios en las dimensiones y pesos de muchas estructuras cerebrales del cerdo, que son responsables de importantes procesos cognitivos, tales como el control de las emociones, la integración de los sentidos, e incluso el razonamiento y la toma de decisiones.

7. Los sentidos

Dado que el cerdo, es un animal altamente social, la información sensorial juega un papel muy importante en su comportamiento y comunicación.^{29,30} El cerdo cuenta con una alta densidad de receptores táctiles en el hocico,³⁰ que utiliza como su principal herramienta para encontrar alimento, desenraizar plantas, transportar, empujar objetos y para realizar un gran número de interacciones sociales.^{31,32} Por otro lado, el olfato es uno de los sentidos más agudos del cerdo, y es su principal instrumento para encontrar elementos en el ambiente, incluso por encima del sentido de la vista.³¹ Como animal omnívoro y oportunista, el cerdo depende en gran medida del olfato para encontrar comida, determinar su frescura y decidir si es apropiado consumirla o no.³⁰ El sofisticado sentido del olfato del cerdo no se limita a la búsqueda de comida, de hecho, se piensa que el éxito en sus relaciones sociales depende en gran medida de su habilidad para obtener información olfativa de sus congéneres en una amplia gama de contextos. Gracias al olfato, el cerdo es capaz de discriminar entre individuos familiares y desconocidos,³³ determinar el estatus sexual

de las hembras,³⁴ el estado emocional de otros cerdos,³⁵ y el mantenimiento de jerarquías que eviten confrontaciones.³⁶

Por otro lado, los cerdos utilizan el oído como una importante fuente de información social. Derivado de su grado de especialización, la audición es posiblemente el segundo sentido más útil en la vida de estos animales. Mediante la interpretación de vocalizaciones, los cerdos determinan el estado emocional y de salud de otros individuos, y con ello su identidad y afiliación.³⁷ Durante el periodo de lactancia, la capacidad auditiva de la hembra juega un papel fundamental en su interacción con las crías, en la atención que ésta les ofrece y por lo tanto en sus posibilidades de supervivencia.^{37,38} Estudios indican que el rango de audición de los cerdos va desde los 40 Hz hasta los 500 Hz,³⁹ lo que les da una capacidad auditiva muy superior a la del humano, haciéndolos capaces de detectar incluso sonidos ultrasónicos.

Con respecto al sentido de la vista, los cerdos cuentan con dos clases de conos en la retina lo que les permite tener una visión dicromática, capaz de distinguir entre variantes del azul y el amarillo.⁴⁰ A pesar de ello, su vista periférica y sentido de la profundidad son pobres por lo que se piensa que la visión no es el sentido más sofisticado, aunque parece ser perfectamente funcional tanto para la vida diurna como nocturna.⁴⁰ Sin embargo, estudios en ambientes controlados indican que el cerdo depende de la vista para reconocer y discriminar objetos. Por ejemplo, se ha visto que cuando se altera la capacidad visual de los cerdos, su capacidad para discriminar objetos se reduce significativamente.⁴¹ Asimismo, cuando se les permite explorar objetos mediante el uso de un solo sentido, los cerdos muestran gran eficacia en su reconocimiento y discriminación cuando el sentido utilizado es la vista, pero no cuando el único sentido es el tacto o el olfato.^{41,42}

En un estudio⁴³ en el que se evaluó el papel de la vista en el establecimiento de jerarquías, se incluyeron tres grupos de cerdos; en el primer grupo los cerdos fueron cegados parcialmente por la colocación de

lentes opacos, en el segundo grupo se les cegó totalmente mediante la colocación de una capucha que cubría completamente sus ojos, y en el tercero se les colocó una capucha con perforaciones a la altura de los ojos, lo cual permitió el uso pleno de su vista. Los resultados mostraron que mientras que los animales completamente cegados fueron incapaces de establecer jerarquías sociales con otros cerdos, los que portaban lentes opacos y los de la capucha con perforaciones sí lograron establecer acuerdos sociales, lo que sugiere que el sentido de la vista es fundamental para el sano establecimiento de las jerarquías.

Si bien el conocimiento de las características sensoriales del cerdo puede orientarnos sobre su desarrollo intelectual, los estudios específicamente orientados a explorar su cognición son determinantes para mejorar nuestro entendimiento sobre cómo esta especie percibe el mundo y hasta en qué grado es consciente de lo que ocurre en él.

8. Cognición en el cerdo

A pesar de que el estudio de la cognición en animales ha tomado auge en los últimos años. Una de las primeras evidencias sobre la complejidad cognitiva de los cerdos obtenidas bajo una metodología rigurosa fue publicado hace ya más de 100 años. Dicho estudio, consistió en evaluar la capacidad de dos cerdos blancos (un macho y una hembra) para disociar la relación esencial y constante en un paradigma de patrón de elección (PE).⁴⁴ En palabras más simples, el experimento consistió en exponer a los cerdos a nueve cajas de madera colocadas una después de la otra, en dos líneas rectas paralelas. Cada caja estaba equipada con puertas de guillotina instaladas a cada lado, las cuales podían abrirse y cerrarse manualmente mediante el uso de poleas. Para generar aprendizaje, algunas cajas contenían comida que era colocada cerca de la puerta de salida. En cada prueba, de dos a nueve cajas permanecieron abiertas para permitir el PE de los cerdos. El objetivo del estudio fue determinar si los cerdos eran capaces de recordar el PE que les permitía

acceder a la comida. Cada vez que el animal ingresaba a una caja, la puerta de entrada se cerraba, si se elegía la caja correcta la guillotina de salida se abría permitiendo obtener la comida, y la salida del animal para su próxima elección. Si el animal entraba en la caja equivocada quedaba encerrado por un minuto y posteriormente era liberado para intentarlo de nuevo. Los cerdos fueron expuestos a cuatro PE en los que el alimento fue colocado en diferentes cajas y en diferente orden. Si los animales eran capaces de aprender los patrones, y elegir correctamente las cajas durante 10 pruebas consecutivas, se consideraba que los cerdos habían aprendido el PE y se le exponía al siguiente. En el patrón 1) los cerdos debían seleccionar la primera caja de la derecha, en el 2) debían seleccionar la segunda caja de la izquierda, en el 3) el PE consistía en seleccionar alternadamente la primera caja de la derecha y la primera caja de la izquierda, y finalmente en el PE 4) los cerdos debían seleccionar solo la caja de en medio, ignorando todas las demás. Los resultados mostraron que los cerdos cumplieron con la primera situación sin problema, la hembra logró el criterio en 40 intentos y el macho en 45. Con respecto al segundo patrón, ambos cerdos lograron superarlo incluso cuando las 9 puertas permanecían abiertas y los patrones de puertas abiertas eran distintos, la hembra lo logró en 400 repeticiones y el macho en 520. El tercer patrón fue resuelto en 420 repeticiones por la hembra y en 470 por el macho. Hasta aquí el desempeño de los cerdos fue exitoso, sin embargo, con respecto al cuarto PE, los cerdos fueron incapaces de cumplir con el criterio. Aunque los errores disminuyeron a lo largo de las repeticiones, fue claro que controlar la impulsividad y llegar hasta las cajas de en medio fue el mayor reto que los cerdos enfrentaron. Este estudio fue significativo, ya que mostró la complejidad y flexibilidad cognitiva del cerdo y lo postuló como un excelente candidato para estudiar el comportamiento y la cognición de los animales, e incluso de los humanos.

Increíblemente, los estudios sobre cognición en cerdos desaparecieron por los siguientes 50 años, hasta que, un grupo de

investigadores de la Universidad de Iowa, publicó un estudio⁴⁵ en el que mostró que el aprendizaje por evasión en los cerdos, es decir aprender a realizar un comportamiento para evitar un estímulo desagradable, era más eficiente si estos recibían un entrenamiento masivo (40 repeticiones por día, 2) comparado con entrenamientos espaciados como recibir de 10 a 20 repeticiones por día. Dicha publicación aportó dos aspectos importantes sobre el aprendizaje y la memoria del cerdo, 1) que pueden mantener sesiones prolongadas de entrenamiento sin disminuir la motivación, y 2) que su memoria de corto plazo (MCP) es más eficiente que la de largo plazo.

8.1. Memoria

Existen distintos tipos de memoria, las cuales cumplen diferentes funciones y poseen ciertas particularidades.⁴⁶ Por ejemplo, durante la MCP el individuo retiene información, que tiende a perderse en poco tiempo y es sensible a la interferencia. Por su parte, mediante la memoria de trabajo (MT) se manipula información que se utiliza para planear y llevar a cabo una conducta, siendo también sensible a la interferencia y a decaer con el tiempo si no se evoca con frecuencia. A diferencia de las anteriores, la memoria de largo plazo (MLP) requiere de cambios estructurales en las neuronas, y es dependiente de la síntesis de proteínas lo que permite la creación de redes neuronales. La MLP se divide en memoria declarativa (MD) o explícita, y no declarativa o implícita (MI). Mientras que la MI está arraigada a las experiencias y es vital en la ejecución de tareas o respuestas mecánicas, la MD se limita a la adquisición consciente del conocimiento, de lugares y cosas, y el animal puede utilizarla para relacionar objetos con eventos, y planear conductas.⁴⁶ Dado que la MD requiere del uso consciente y racional de la información, muchos autores consideran que dicha memoria es única de los humanos. La MD se subdivide en memoria episódica (ME) y memoria semántica (MS). Mientras que la ME está relacionada con un evento específico en

el tiempo y en el espacio, y por lo tanto requiere de la recolección consciente y la discriminación de eventos pasados, la MS es independiente del tiempo y del espacio, y por lo tanto su contexto no la altera, pero está íntimamente ligada al lenguaje verbal.⁴⁷

En animales, los estudios sobre ME están orientados a explorar la habilidad para recordar el “qué”, el “dónde” y el “cuál” de las cosas.⁴⁷ Dentro de la ME el evento debe ser recordado de manera incidental y ocurrir cuando la información es almacenada, sin importar si será recordada para utilizarse en un evento importante en el futuro.⁴⁸ Gracias a estudios de resonancia magnética en distintas especies incluido el humano, se sabe que la ME es dependiente del hipocampo, una estructura del cerebro estrechamente relacionada con el almacenamiento y asociación de información de todo tipo.⁴⁹

En un estudio en el que se exploró la capacidad de los cerdos para utilizar la ME,⁴⁷ los animales fueron expuestos a una serie de combinaciones de objetos colocados en cierto orden dentro de un cuadrante dibujado sobre el piso. Los animales debían reconocer objetos conocidos frente a los desconocidos e identificar los menos familiares en dos configuraciones de objeto / ubicación / contexto. Es decir, no solo reconocer si un objeto era nuevo o conocido, si no que tenían que identificar si su colocación y orden de presentación era también una condición nueva o conocida, algo similar al proceso que los humanos realizamos cuando asociamos un determinado lugar y tiempo con el acto de conocer a una nueva persona. Partiendo del supuesto de que los cerdos exploran por mayor tiempo un objeto desconocido comparado con uno familiar, los resultados concluyeron que los animales fueron capaces de recordar la combinación del objeto y su ubicación según su contexto, es decir, el “qué”, “dónde” y “cuándo”. Este hallazgo representa una de las pocas evidencias sobre ME en animales no-humanos, y debería ser considerado como una clara prueba de la complejidad cognitiva de los cerdos.

8.2. Cognición espacial

Otro proceso cognitivo en el que los cerdos muestran un desempeño sobresaliente es la cognición espacial.^{50,51} Dicha facultad se refiere a la capacidad de un individuo para adquirir, almacenar y organizar información sobre los aspectos espaciales del entorno, para después utilizarla en diversas actividades como la localización de recursos, la evitación de depredadores y la elección del sitio donde se construirá un nido o refugio. La cognición espacial requiere de representaciones mentales que el animal almacena en MCP y MLP.^{46,51}

Los cerdos en estado salvaje o en pastoreo requieren de una buena memoria espacial para orientarse en grandes extensiones de tierra, para recordar la ubicación de sus nidos, y de buenas fuentes de agua y alimento.⁴⁷ Estudios en ambientes controlados han mostrado que los cerdos son muy hábiles resolviendo laberintos y recordando la ubicación de premios de comida.^{47,52} Uno de los modelos más utilizados para evaluar memoria espacial en el cerdo es el llamado tablero de hoyos.^{51,52} Dicho tablero es una arena de campo abierto en la que se disponen numerosos orificios o puntos de exploración (normalmente de 6 a 12) donde el animal puede encontrar comida. Bajo este paradigma, el investigador puede evaluar factores tales como el número de repeticiones requeridas para recordar la ubicación de un punto de comida, el uso de referencias en el ambiente, e incluso evaluar como factores ambientales o estresantes afectan el desempeño del cerdo.^{50,53}

Mediante esta metodología, se ha encontrado que cuando la cantidad de alimento varía entre un hoyo y otro, los cerdos identifican claramente esta diferencia y visitan con mayor frecuencia y menor latencia los puntos que contienen más alimento comparado con los que tienen menos alimento o que están vacíos.⁵¹ Asimismo, se ha observado que la competencia social y la presencia de individuos extraños no afectan la memoria espacial de los cerdos, ya que son capaces de recordar los puntos que contienen

alimento de manera similar a cuando realizaron la actividad en ausencia de estos factores.⁵⁴ Lo cual indica que el cerdo posee características cognitivas que los postulan como un excelente modelo para explorar las áreas del cerebro responsables del almacenamiento de información, el efecto de factores internos y externos en la memoria, la capacidad de los animales para generar mapas mentales que les permitan la categorización y discriminación de elementos en el ambiente, y finalmente explorar la neurobiología de trastornos de la memoria, tales como la demencia y el Alzheimer.^{9,10}

9. Conclusión

Dada la relevancia de los cerdos como fuente de alimento e ingreso económico para millones de personas alrededor del mundo, así como su potencial uso en las ciencias biomédicas, resulta crucial mejorar nuestro entendimiento sobre la forma en que estos animales perciben el mundo, procesan la información y se adaptan cognitivamente al mundo que les rodea. El conocimiento actual sobre la cognición del cerdo indica que son animales neurobiológicamente complejos cuya adaptación a la vida en contacto con el humano se remonta a varios miles de años, durante los cuales su forma de vida ha pasado de vivir en grandes extensiones de tierra donde vivían principalmente del pastoreo, a granjas intensivas donde su alojamiento se reduce a jaulas individuales o colectivas con limitado espacio vital y acceso a estímulos. De acuerdo con los estudios actuales, el cerdo posee una gran complejidad cognitiva superior o similar al de otras especies animales que consideramos “inteligentes”. Si bien el interés principal de esta revisión ha sido el de compartir el conocimiento actual sobre la cognición del cerdo, consideramos importante también enfatizar la necesidad de que este conocimiento impacte la forma en que los cerdos, sobre todo los de producción son tratados alrededor del mundo. Entender la complejidad cognitiva de los animales, sobre todo los de consumo, debería impactar la legislación y acciones de los gobiernos en

materia de bienestar y protección animal, así como incrementar la creación de políticas públicas que generen un cambio de percepción sobre el trato que le damos al resto de animales no-humanos. Solo conociendo a profundidad la forma en que los animales piensan es como deberíamos decidir que es ético, hasta qué punto es válida la explotación o aprovechamiento intensivo de animales, y en qué momento se comete maltrato. Entender la cognición de los animales, y particularmente la del cerdo, parece aún un camino largo, pero por lo menos ya ha comenzado.

10. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

11. Agradecimientos

Gracias a Conacyt por la beca UV-SNI 236463 y al financiamiento SEP-prodep UV-PTC-863 para PP-R.

12. Referencias

1. Penn DC, Holyoak KJ, Povinelli DJ. Darwin's mistake: explaining the discontinuity between human and nonhuman minds. *Behav Brain Sci* 2008 31:109-130.
2. Mendl M, Held S, Byrne RW. Pig cognition. *Curr Biol* 2010 20:796-798.
3. Thornton A, Boogert NJ. Animal Cognition: The Benefits of Remembering. *Curr Biol* 2019 29:324-327.
4. Healy SD. Animal cognition. *Integr Zool* 2019 14:128-131.
5. Shettleworth S. Animal cognition and animal behaviour. *Anim Behav* 2001 61:277-286.
6. Herman L. The language of animal language research: Reply to Schusterman and Gisiner. *The Psychol Rec* 1988 38:349-362.
7. Kornum BR, Knudsen GM. Cognitive testing of pigs (*Sus scrofa*) in translational biobehavioral research. *Neurosci Biobehav Rev* 2011 35:437-451.
8. Lind NM, Moustgaard A, Jelsing J, Vajta G, Cumming P, Hansen AK. The use of pigs in neuroscience: modeling brain disorders. *Neurosci Biobehav Rev* 2007 31:728-751.
9. Vodicka P, Smetana K, Dvorankova B, Emerick T, Xu YZ, Ourednik J, Ourednik V, Motlik J. The miniature pig as an animal model in biomedical research. *Ann N Y Acad Sci* 2005 1049:161-171.
10. Gieling ET, Schuurman T, Nordquist RE. The pig as a model animal for studying cognition and neurobehavioral disorders. *Curr Top Behav Neurosci* 2011 7:359-383.
11. Hockenull J, Main DCJ, Mullan S. 'Would it sell more pork?' Pig farmers' perceptions of Real Welfare, the welfare outcome component of their farm assurance scheme. *Anim* 2019 1:1-12.
12. Byrne RW, Bates LA. Cognition in the wild: exploring animal minds with observational evidence. *Biol Lett* 2011 7:619-622.
13. Jeffreys DS. Review of Donald R. Griffin. 2001. *Animal minds: beyond cognition to consciousness*. *Am J Bioeth* 2002 2:70-71.
14. Skinner B. *The behavior of organisms: an experimental analysis*. Oxford, England. Appleton-Century 1938.
15. Dolezalova D, Hruska-Plochan M, Bjarkam CR, Sirensen JCH, Cunningham M, Weingarten D, Ciacci JD, Juhas S, Juhasova Jana, Motlik J, Hefferan MP, Hazel T, Johe K, Carromeu C, Muotri A, Bui J, Strnadl J, Marsala M. Pig models of neurodegenerative disorders: Utilization in cell replacement-based preclinical safety

- and efficacy studies. *J Comp Neurol* 2014 522:2784-2801.
16. USDA-FAS. Servicio de Agricultura del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos 2017.
 17. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018.
 18. Carroll GA, Boyle LA, Hanlon A, Palmer MA, Collins L, Griffin K, Armstrong D, O'Connell NE. Identifying physiological measures of lifetime welfare status in pigs: exploring the usefulness of haptoglobin, C-reactive protein and hair cortisol sampled at the time of slaughter. *Ir Vet J* 2018 7:1-8.
 19. Keeling L, Tunon H, Olmos Antillon G, Berg C, Jones M, Stuardo L, Swanson J, Wallenbeck A, Winckler C, Blokhuis H. Animal Welfare and the United Nations Sustainable Development Goals. *Front Vet Sci* 2019 6:336.
 20. FAWC. Calls for rigorous enforcement of welfare legislation. *Farm Animal Welfare Council. Vet Rec* 1999 1:145:178.
 21. Animal welfare: what has changed in the past 50 years? *Vet Rec* 2014 1:175:37.
 22. Nalon E, Stevenson P. Addressing Lameness in Farmed Animals: An Urgent Need to Achieve Compliance with EU Animal Welfare Law. *Animal* 2019;9.
 23. Hunter P. The genetics of domestication: Research into the domestication of livestock and companion animals sheds light both on their "evolution" and human history. *EMBO Rep* 2018 19:201-205.
 24. Cai Y, Quan J, Gao C, Ge Q, Jiao T, Guo Y, Zheng W, Zhao S. Multiple Domestication Centers Revealed by the Geographical Distribution of Chinese Native Pigs. *Animal* 2019 9: 709
 25. Wu GS, Yao YG, Qu KX, Ding ZL, Li H, Palanichamy MG, dUAN zy, Li N, Chen YS, Zhang YP. Population phylogenomic analysis of mitochondrial DNA in wild boars and domestic pigs revealed multiple domestication events in East Asia. *Genome Biol* 2007 8:245.
 26. Clutton-Brock J. A natural history of domesticated mammal. Cambridge University press. United Kingdom. 1999 pp 16.
 27. Giuffra E, Kijas JM, Amarger V, Carlborg O, Jeon JT, Andersson L. The origin of the domestic pig: independent domestication and subsequent introgression. *Genet* 2000 154:1785-1791.
 28. Jensen P, Andersson L. Genomics meets ethology: a new route to understanding domestication, behavior, and sustainability in animal breeding. *Ambio* 2005 34:320-324.
 29. Kruska D, Rohrs M. Comparative--quantitative investigations on brains of feral pigs from the Galapagos Islands and of European domestic pigs. *Z Anat Entwicklungsgesch* 1974 144:61-73.
 30. Kruska D. Mammalian domestication and its effect on brain structure and behavior In: Verlag. S, ed. *Intelligence and Evolutionary Biology* New York:, 1988 11:211-250.
 31. Croney C, Adams, KM, Washington, CG, Stricklin, WR. A note on visual, olfactory and spatial cue use in foraging behavior of pigs: indirectly assessing cognitive abilities. *Appl Anim Behav Sci* 2003 83:303-308.
 32. Croney C. Cognitive abilities of domestic pigs (*Sus scrofa*). 1999, PhD Diss. The Pennsylvania State Univ., University Park. University Park. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, 1999.

33. Mendl M RK, Pope S. Young female pigs can discriminate individual differences in odours from conspecific urine. *Anim Behav* 2002 64:97-101.
34. Reed H MD, Patterson R. Androgen steroids as an aid to the detection of oestrus in pig artificial insemination. *BritisVet Jour* 1974 130:61-67.
35. McGlone J. Olfactory signals that modulate pig aggressive and submissive behavior In: Dantzer RZaR, ed. *Social Stress in Domestic Animals*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1990.
36. Beilharz R CD. Social dominance in swine. *Anim Behav* 1967 15:117-122.
37. Weary DM LG, Thompson BK. Sows show stronger responses to isolation calls of piglets associated with greater levels of piglet need. *Anim Behav* 1996 52:1247-1253.
38. Weary D, Ross, S, Fraser, DV. Vocalizations by isolated piglets: a reliable indicator of piglet need directed towards the sow. *Appl Anim Behav Sci* 1997 53:249-257.
39. Weary DM RS, Fraser D. Vocalizations by isolated piglets: a reliable indicator of piglet need directed towards the sow. *Appl Anim Behav Sci* 1997 53:249-257.
40. Neitz J, Jacobs, GH. . Spectral sensitivity of cones in an ungulate. *Visu neurosc* 1989 2:97-100.
41. Lomas CA PD, Phillips CJC. . Visual awareness *Appl Anim Behav Sci* 1998 57:247-257.
42. Koba Y TH. How do miniature pigs discriminate between people?: Discrimination between people wearing coveralls of the same colour. *Appl Anim Behav Sci* 2001 73:45-48.
43. Ewbank R MG, Cox JE. Individual recognition and the dominance hierarchy in the domesticated pig. The role of sight. *Anim Behav* 1974 22:473-480.
44. Yerkes RM CC. A study of the behavior of the pig *Sus scrofa* by the multiple choice method. *Journ Anim Behav* 1915 5:185-225.
45. Karas GG WR, Cox DF. Avoidance learning in swine. *Psychol Repor* 1962 11:51-54.
46. Medimorec S, Milin P, Divjak D. Working memory affects anticipatory behavior during implicit pattern learning. *Psychol Res* 2019.
47. Kouwenberg WC, Morgan B, Martin G. Episodic-like memory in crossbred Yucatan minipigs (*Sus scrofa*). *Appl Anim Behav Sci* 2009 117:165-172.
48. Mulder CK, Gerkema MP, Van der Zee EA. Role of Aging and Hippocampus in Time-Place Learning: Link to Episodic-Like Memory? *Front Behav Neurosci* 2015 9:362.
49. Zeidman P, Maguire EA. Anterior hippocampus: the anatomy of perception, imagination and episodic memory. *Nat Rev Neurosci* 2016 17:173-182.
50. Siegford JM RG, Zanella AJ. Effects of pre-weaning exposure to a maze on stress responses in pigs at weaning and on subsequent performance in spatial and fear-related tests. *Appl Anim Behav Sci* 2008 110:189-202.
51. Arts JW, van der Staay FJ, Ekkel ED. Working and reference memory of pigs in the spatial holeboard discrimination task. *Behav Brain Res* 2009 205:303-306.

52. Van der Staay FJ, Gieling ET, Pinzon NE, Nordquist RE, Ohl F. The appetitively motivated "cognitive" holeboard: a family of complex spatial discrimination tasks for assessing learning and memory. *Neurosci Biobehav Rev* 2012 36:379-403.
53. Mendl M, Laughlin K, Hitchcock D. Pigs in space: spatial memory and its susceptibility to interference. *Anim Behav* 1997 54:1491-1508.
54. Held S, Baumgartner J, Kilbride A, Byrne RW, Mendl M. Foraging behaviour in domestic pigs (*Sus scrofa*): remembering and prioritizing food sites of different value. *Anim Cogn* 2005 8:114-121.