



TENDENCIAS CIENTÍFICAS SOBRE EL ESTRÉS CALÓRICO EN CERDOS: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO CON SCOPUS Y VOSVIEWER

¹María Concepción Chávez-Flores, ^{1,2}Abel Villa-Mancera, ^{1,2}Manuel Robles-Robles
^{1,2,*}Juan Ricardo Cruz-Aviña

¹ Maestría en Producción Animal Sostenible, Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 4 Sur 304, Col. Centro, CP 75482, Tecamachalco, Puebla, México.

²Cuerpo Académico: Salud Veterinaria y Producción Animal (BUAP-CA-298).
Autor de correspondencia: juan.cruzavina@correo.buap.mx

Recibido 10 de diciembre del 2025; Revisado 21 de diciembre del 2025; Aceptado 10 de febrero 2026

RESUMEN

El estrés calórico representa un importante desafío para la producción porcina, al afectar el metabolismo energético, el desempeño productivo y el bienestar animal. Se realizó un análisis bibliométrico de la investigación relacionada con el estrés térmico en cerdos, utilizando Scopus® correspondiente al periodo 2015–2024. Adicionalmente mediante el empleo de VOSviewer® se analizaron patrones de publicación, redes de coautoría, colaboración institucional y tendencias temáticas. La estrategia de búsqueda, basada en los términos: “*stress*”, “*heat*” y “*pigs*” y sus operadores booleanos, permitió identificar un total de 945 documentos. La producción científica mostró una marcada concentración, encabezada por Estados Unidos (267 documentos) y China (260), seguidos por Brasil (68), Alemania (53) y Francia (46); México registró 32 publicaciones, reflejando una participación aún limitada en el contexto global. A nivel autoral, destacaron Baumgard, L.H., Johnson, J.S. y Ross, J.W., mientras que las principales afiliaciones correspondieron a Iowa State University, Purdue University, INRAE y la Chinese Academy of Agricultural Sciences. La mayoría de los documentos correspondieron a artículos científicos (85.4 %), seguidos de revisiones (8.9 %), lo que evidencia la consolidación del tema como una línea activa de investigación. Las áreas temáticas predominantes fueron Agricultura y Ciencias Biológicas (30.7 %), Bioquímica, Genética y Biología Molecular (21.6 %) y Medicina Veterinaria (15 %). En un escenario de cambio climático y aumento sostenido de las temperaturas, estos resultados subrayan la necesidad de fortalecer enfoques integrales que contribuyan al desarrollo de estrategias de mitigación orientadas al bienestar animal y a la sostenibilidad de los sistemas porcinos.

Palabras clave: Bienestar animal, cambio climático, impacto productivo, producción porcina.



ABSTRACT

Heat stress represents a major challenge for swine production, as it negatively affects energy metabolism, productive performance, and animal welfare. A bibliometric analysis of research related to thermal stress in pigs was conducted using data retrieved from Scopus® for the period 2015–2024. Additionally, VOSviewer® was employed to analyze publication patterns, co-authorship networks, institutional collaboration, and thematic trends. The search strategy, based on the terms “*stress*”, “*heat*”, and “*pigs*” and their Boolean operators, identified a total of 945 documents. Scientific production showed a marked concentration, led by the United States (267 documents) and China (260), followed by Brazil (68), Germany (53), and France (46); Mexico accounted for 32 publications, reflecting a still limited participation in the global context. At the author level, Baumgard, L.H., Johnson, J.S., and Ross, J.W. stood out, while the main institutional affiliations included Iowa State University, Purdue University, INRAE, and the Chinese Academy of Agricultural Sciences. Most documents were research articles (85.4%), followed by reviews (8.9%), indicating the consolidation of this topic as an active research line. The predominant subject areas were Agricultural and Biological Sciences (30.7%), Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (21.6%), and Veterinary Medicine (15%). Under a scenario of climate change and sustained increases in environmental temperatures, these findings highlight the need to strengthen integrated approaches aimed at developing mitigation strategies to improve animal welfare and ensure the sustainability of swine production systems.

Keywords: Animal welfare, Climate change, Pig production, Productive impact.

INTRODUCCION

El estrés calórico constituye una interacción compleja entre factores internos y externos que inducen respuestas fisiológicas adversas en los animales (Ross et al., 2017). En el caso de los cerdos, esta condición se ve agravada por la ineficiencia de sus glándulas sudoríparas y su limitada capacidad para disipar el calor corporal (Xiong et al., 2022). Además, las líneas genéticas modernas han sido seleccionadas con el objetivo de aumentar la proporción de tejido magro, lo cual incrementa la susceptibilidad de los animales al estrés térmico debido a un metabolismo más acelerado y una mayor producción de calor endógeno (Mayorga et al., 2019). Este fenómeno representa un reto ambiental significativo para la producción animal, siendo la especie porcina particularmente vulnerable a condiciones climáticas extremas debido a sus limitaciones fisiológicas y a su sensibilidad térmica (Wegner et al., 2014). En este contexto, la identificación de rangos óptimos de confort térmico no solo mejora la eficiencia productiva, sino que también promueve el bienestar animal (Baumgard et al., 2012). El cambio climático global agrava esta problemática. En el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) se estimó que la temperatura media global aumentará entre 0.3 y 0.7 °C durante el periodo 2016-2035 con respecto a los niveles del periodo 1986-2005 (Pachauri et al., 2014).



Estos incrementos térmicos implican que la industria porcina enfrentará desafíos crecientes relacionados con el estrés calórico, con impactos directos sobre la salud y el desempeño productivo de los animales. Medir o cuantificar, el estrés calórico permite identificar factores críticos para el diseño de estrategias de mitigación y la regulación efectiva del ambiente en las granjas. Este tipo de estrés afecta no solo la producción, sino también el desempeño reproductivo, la salud fisiológica y el bienestar general de las cerdas (Pierre et al., 2003). Las pérdidas económicas asociadas pueden ser considerables, dado que el deterioro de la función reproductiva compromete tanto la cantidad como la calidad de los lechones nacidos, afectando la rentabilidad de las unidades de producción. En consecuencia, profundizar en el estudio del impacto del estrés calórico sobre el rendimiento porcino es crucial para el desarrollo de estrategias de manejo más resilientes ante el cambio climático. Por ello, el presente estudio se centra en un análisis bibliométrico de la investigación científica sobre el estrés térmico en cerdos, con el propósito de identificar tendencias, vacíos de conocimiento y oportunidades para la innovación en este campo (Mellado et al., 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como método un enfoque cuantitativo con un diseño, descriptivo, retrospectivo y documental. Se llevó a cabo una búsqueda sistemática en la base de datos Scopus® con el objetivo de recopilar literatura científica relacionada con el estrés calórico en cerdos, publicada en el periodo comprendido entre 2015 y 2024. Para la estrategia de búsqueda se emplearon los términos clave "estrés", "calor" y "cerdos" en español y de manera correspondiente "*stress*", "*heat*" y "*pigs*" y sus operadores booleanos (and, or, * y ""), los cuales fueron aplicados en los campos de título y resumen de los documentos indexados. De los resultados obtenidos se extrajeron variables bibliométricas relevantes, incluyendo: año de publicación, tipo de documento, idioma, revista, título, autor, afiliación institucional, palabras clave, resumen y número de citas. Esta información fue exportada en formatos CSV (Excel) y RIS, lo cual permitió su procesamiento y análisis posterior. El análisis de redes de coautoría, colaboración institucional y tendencias temáticas se realizó mediante el uso del software VOSviewer®, (versión 1.6.20), especializado en la visualización de estructuras bibliométricas. Este enfoque permitió identificar patrones de producción científica, relaciones entre investigadores y temas emergentes dentro del campo de estudio, así como áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la literatura científica se ha consolidado como una herramienta clave para evaluar la dinámica de la actividad investigativa y comprender la estructura y evolución del conocimiento en un campo determinado. En este sentido, el presente estudio desarrolla un análisis bibliométrico de la producción científica relacionada con el estrés calórico en cerdos durante el periodo 2015–2024, con base en información recuperada de la base de datos Scopus®. Los resultados evidencian un interés creciente y sostenido de la comunidad

científica en esta problemática, estrechamente vinculada con la intensificación de los sistemas productivos y el cambio climático. Durante el periodo analizado se identificaron 945 publicaciones, lo que refleja la consolidación del estrés térmico en porcinos como una línea activa de investigación. La tipología documental mostró un claro predominio de artículos científicos arbitrados (85.4 %), seguidos por artículos de revisión (8.9 %), lo que indica una alta proporción de literatura original evaluada por pares y un avance progresivo hacia la síntesis del conocimiento existente. Esta distribución sugiere un campo en expansión, con una base empírica robusta y un creciente interés por integrar y analizar de manera crítica los resultados acumulados. En conjunto, estos patrones bibliométricos permiten caracterizar la evolución, madurez y orientación temática de la investigación sobre estrés calórico en cerdos a nivel global, siendo el 2024 el año con mayor producción del tema con 124 documentos y el 2016 el año con menor producción con 54, por lo que esta línea de investigación esta creciendo (véase **Figura 1**).

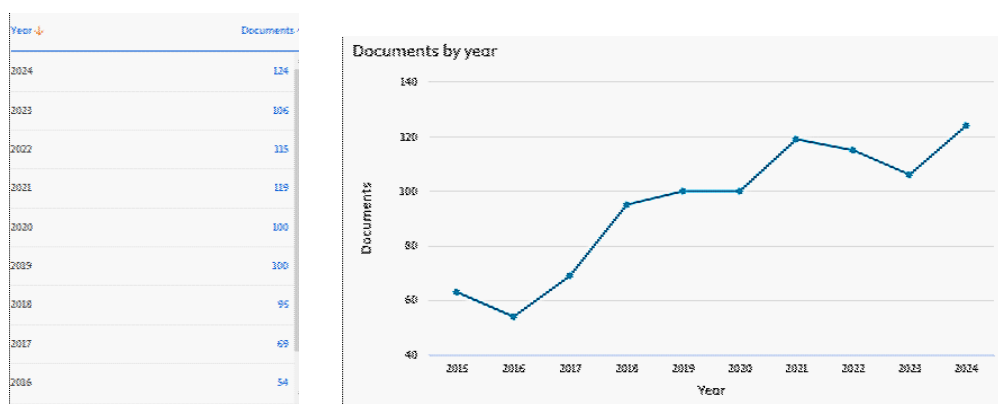


Figura 1. Número de publicaciones por año, para el periodo 2015-2024.

En cuanto a la productividad autoral, los investigadores con el mayor número de publicaciones relacionadas con el estrés calórico en cerdos. Baumgard, L.H. destaca como el autor más prolífico del conjunto de datos, con aproximadamente 65 documentos, en el periodo analizado consolidándose como un referente central en esta línea de investigación. Le sigue Johnson, J.S., con alrededor de 40 publicaciones, mientras que Ross, J.W. registra 35 documentos, lo que refleja una contribución sostenida y relevante al desarrollo del campo. La concentración de la producción científica en este grupo de autores sugiere la existencia de núcleos consolidados de investigación, caracterizados por una alta especialización y una fuerte capacidad de liderazgo científico, los cuales han contribuido de manera significativa a la generación y difusión del conocimiento sobre los efectos del estrés térmico en la producción porcina. En el caso de México, el análisis bibliométrico no permitió identificar autores con una productividad individual comparable a la de los principales referentes internacionales. La producción nacional se caracteriza por una distribución dispersa de autorías, asociada principalmente a grupos de investigación emergentes y a colaboraciones interinstitucionales, lo que sugiere un campo en proceso de consolidación más que la presencia de liderazgos autorales claramente definidos. ver **Figura 2**.

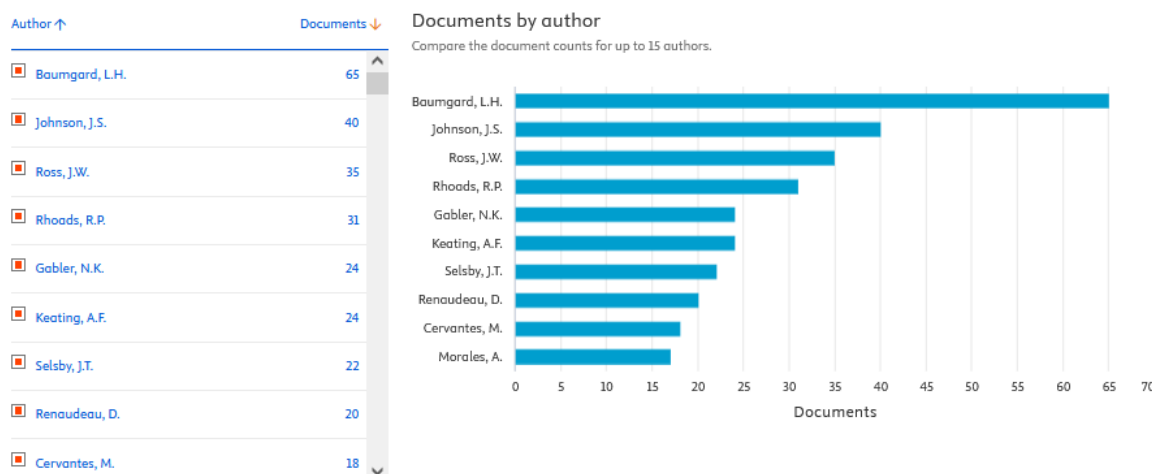
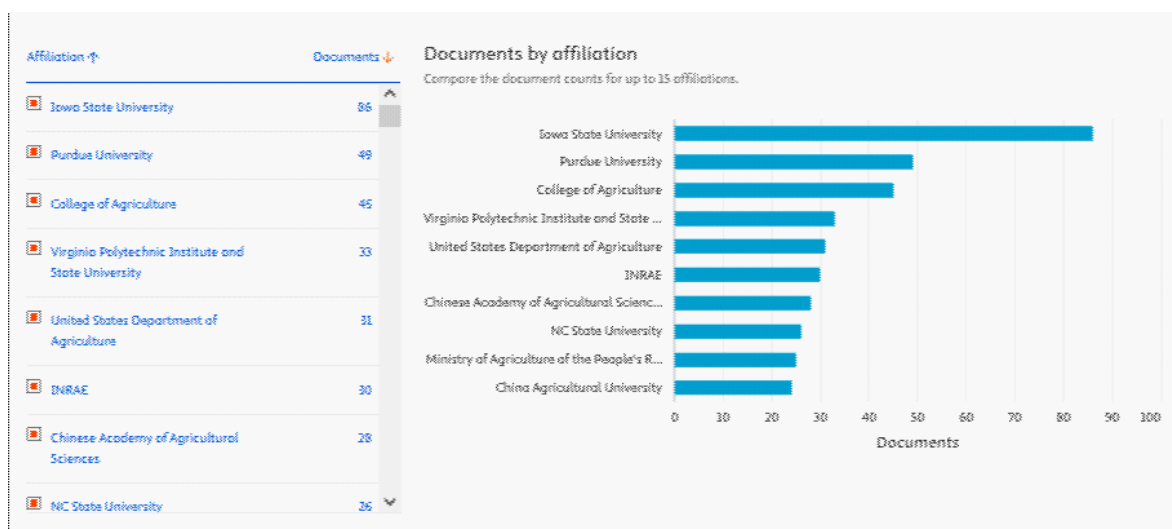


Figura 2. Número de publicaciones por autor para el periodo 2015-2024.

En cuanto a la producción por institución, se observó una marcada concentración de publicaciones en universidades y centros de investigación de países líderes. Iowa State University destacó como la institución con el mayor número de documentos durante el periodo analizado, con 86 publicaciones, seguida por Purdue University, con 49 documentos. A nivel internacional, estas instituciones concentran una proporción significativa de la investigación sobre estrés calórico en cerdos. En el contexto nacional, la producción científica se distribuyó entre diversas instituciones, sin un liderazgo dominante. Destacó la Universidad Autónoma de Nuevo León, con siete publicaciones, mientras que el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) registró cinco documentos. Por su parte, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad de Sonora contribuyeron con cuatro publicaciones cada una durante el periodo de estudio. En conjunto, estas instituciones concentraron la mayor parte de la producción científica nacional, que alcanzó un total de 32 publicaciones, lo que refleja una participación aún limitada de México con el (3.2 %) en la investigación global sobre estrés calórico en porcinos y pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la investigación institucional y la colaboración interinstitucional en esta línea temática. **Figura 3.**



Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations.

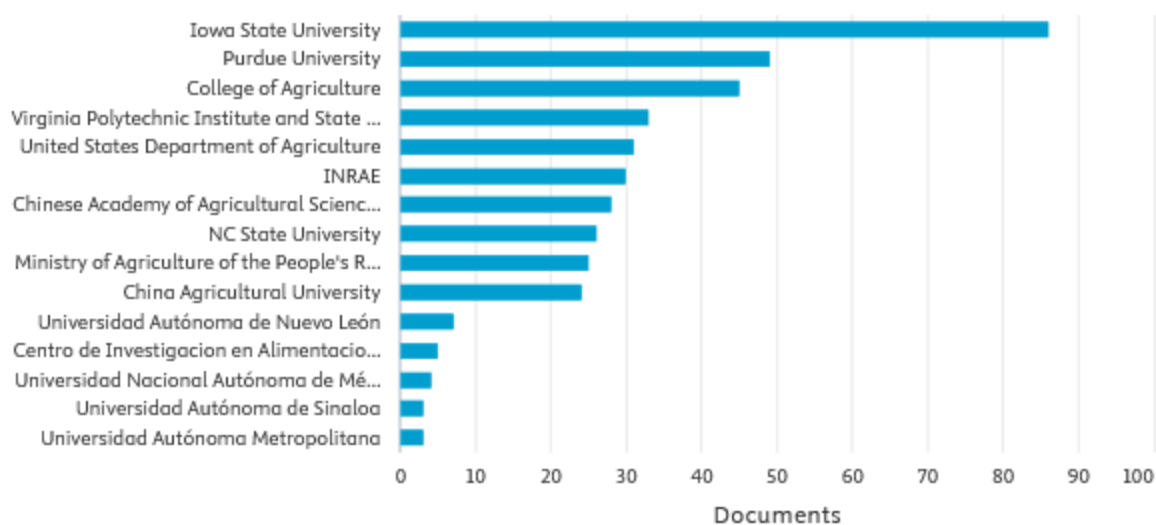


Figura 3. Número de publicaciones por Institución para el periodo 2015-2024.

Por otra parte, con respecto al tema de entidad, Estados Unidos se posicionó como el país con la mayor producción científica sobre estrés calórico en cerdos con 265 artículos en el periodo de estudio, seguido muy de cerca por China, con 260 publicaciones. Estos resultados reflejan el liderazgo de ambos países en esta línea de investigación, sustentado por infraestructuras científicas consolidadas, una elevada capacidad institucional y una inversión sostenida en ciencia, tecnología e innovación, particularmente en el ámbito agropecuario y biomédico. En contraste, México registró una producción significativamente menor, con 32 artículos, lo que representa una proporción reducida en el contexto global. Esta limitada participación sugiere la existencia de restricciones estructurales, entre las que destacan la

menor disponibilidad de financiamiento para la investigación, la limitada consolidación de grupos especializados y una menor articulación en redes internacionales de colaboración.
Figura 4.

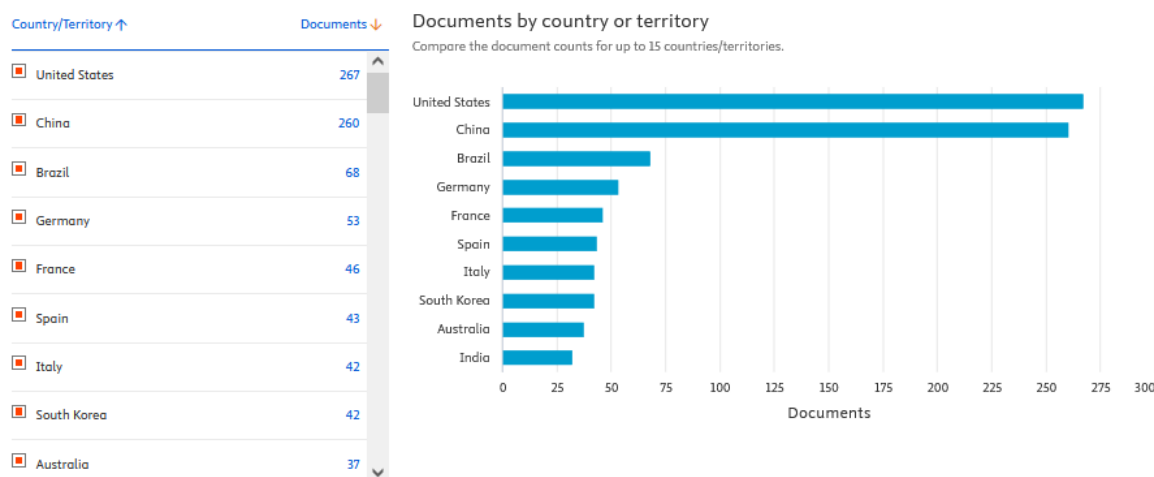


Figura 4. Número de publicaciones por entidad, para el periodo 2015-2024.

No obstante, la presencia de producción científica nacional indica un interés creciente en la problemática, especialmente relevante dadas las condiciones climáticas del país. Asimismo, el análisis por áreas temáticas mostró que las investigaciones se concentran principalmente en Agricultura y Ciencias Biológicas, Bioquímica, Genética y Biología Molecular, Medicina Veterinaria y Medicina, lo que evidencia el carácter multidisciplinario del estudio del estrés calórico en porcinos y resalta la necesidad de fortalecer enfoques integrales que contribuyan al bienestar animal y a la sostenibilidad de los sistemas productivos, tal como se observa en la **Figura 5.**

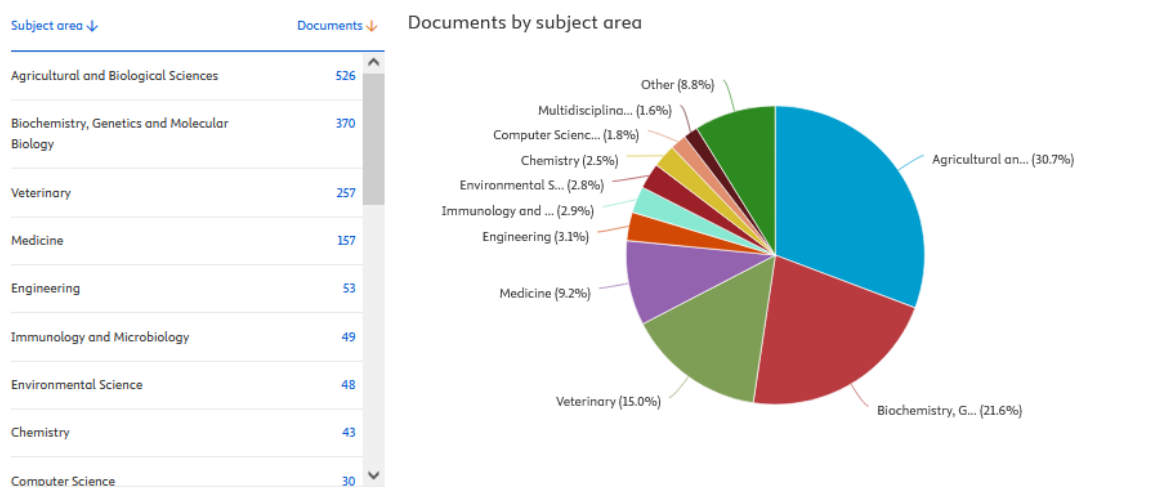




Figura 5. Número de publicaciones por área del conocimiento, para el periodo 2015-2024.

En lo que respecta a la distribución de la producción científica sobre estrés por calor en cerdos, analizada por tipo de revista entre 2015 y 2024, no solo refleja las tendencias temáticas de la investigación, sino también la jerarquización del conocimiento en función del impacto y prestigio editorial medido por el Journal Citation Reports (JCR). En este sentido, la concentración de artículos en revistas indexadas en cuartiles altos (Q1–Q2) evidencia la consolidación del estrés térmico como un problema prioritario dentro de la ciencia animal y la producción pecuaria a nivel internacional. El *Journal of Animal Science*, que lidera el número total de publicaciones, es una revista históricamente posicionada en Q1 del JCR dentro de las categorías *Agriculture, Dairy & Animal Science*. Su peso editorial y elevado factor de impacto relativo explican que numerosos estudios sobre estrés por calor en cerdos se orienten hacia esta revista, particularmente aquellos enfocados en desempeño productivo, eficiencia alimenticia, metabolismo energético y respuestas fisiológicas integradas. La producción sostenida observada a lo largo del periodo analizado sugiere que los efectos del estrés térmico han sido reconocidos como un factor estructural que compromete la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas porcinos, lo cual resulta altamente pertinente para revistas con fuerte orientación aplicada y alto impacto. En conjunto, la gráfica evidencia que la investigación sobre estrés por calor en cerdos se concentra mayoritariamente en revistas con alto impacto JCR, lo que confirma la relevancia científica y aplicada del tema. Para un artículo científico, estos resultados sugieren que la elección de la revista debe alinearse con el enfoque del estudio: trabajos centrados en desempeño productivo y manejo se ajustan mejor a revistas como *Journal of Animal Science*; investigaciones con énfasis en bienestar y sostenibilidad encuentran mayor afinidad en *Animals*; mientras que estudios fisiológicos o mecanicistas tienen un nicho natural en *Journal of Thermal Biology*. Esta diferenciación estratégica incrementa la probabilidad de aceptación y maximiza la visibilidad del trabajo dentro de la literatura indexada de mayor impacto. **Ver Figura 6**

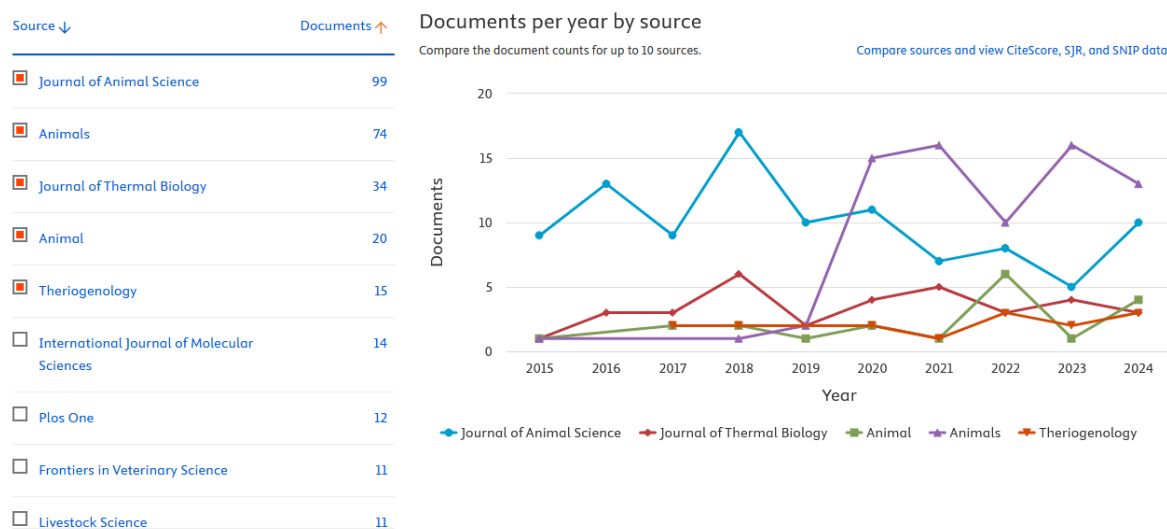




Figura 6. Número de publicaciones por fuente o nombre de revista, para el periodo 2015-2024.

La revista *Animals*, también ubicada en Q1 del JCR, muestra un incremento significativo de publicaciones a partir de 2019. Este crecimiento coincide con la expansión de enfoques interdisciplinarios que integran bienestar animal, fisiología, nutrición y cambio climático, dimensiones que han cobrado mayor relevancia en los criterios editoriales de revistas de alto impacto. El aumento en la producción científica en *Animals* sugiere que el estrés por calor ha dejado de abordarse exclusivamente como un problema productivo, para consolidarse como un fenómeno complejo que involucra aspectos éticos, ambientales y de salud animal, alineándose con las tendencias actuales del JCR hacia investigaciones con mayor alcance conceptual y social. Por su parte, el *Journal of Thermal Biology*, clasificado generalmente en Q1–Q2 dentro de las categorías de fisiología y biología, presenta una menor cantidad de documentos, pero con una relevancia estratégica elevada. Los estudios publicados en esta revista suelen centrarse en los mecanismos termofisiológicos y celulares del estrés por calor, proporcionando una base mecanicista sólida que sustenta las investigaciones aplicadas publicadas en revistas de ciencia animal. Aunque su volumen es menor, su peso en el JCR confiere alta visibilidad a los trabajos que profundizan en la comprensión biológica del fenómeno. Las revistas *Animal* y *Theriogenology*, ambas ubicadas consistentemente en Q1–Q2 del JCR, muestran patrones de publicación más variables, pero con incrementos relevantes en años recientes. En el caso de *Theriogenology*, esto refleja un interés creciente en los efectos del estrés térmico sobre la reproducción porcina, un aspecto crítico dada la alta sensibilidad de los procesos reproductivos a las condiciones ambientales. El posicionamiento de estas revistas en cuartiles altos refuerza la importancia del estrés por calor como un tema transversal que afecta no solo la productividad, sino también la eficiencia reproductiva y la viabilidad a largo plazo de los sistemas de producción. **Ver Tabla I**

Tabla I. Principales revistas donde se publican estudios sobre estrés térmico en cerdos, periodo 2015-2024.

Tabla I. Principales revistas científicas que publican estudios sobre estrés por calor en cerdos y su posicionamiento en el JCR				
Revista	Área temática principal	Enfoque predominante en estrés por calor	Posición JCR (cuartil)*	Relevancia para el tema
<i>Journal of Animal Science</i>	Ciencia animal, producción pecuaria	Productividad, eficiencia alimenticia, fisiología aplicada, metabolismo	Q1	Revista líder en ciencia animal; alta visibilidad para estudios aplicados sobre impacto del estrés térmico en el desempeño porcino
<i>Animals</i>	Ciencia animal, bienestar animal	Bienestar, fisiología, nutrición, cambio climático	Q1	Enfoque multidisciplinario; adecuada para integrar estrés por calor con bienestar animal y sostenibilidad
<i>Journal of Thermal Biology</i>	Fisiología, biología térmica	Termorregulación, respuestas celulares y metabólicas	Q1–Q2	Alto valor mecanicista; sustenta bases fisiológicas del estrés térmico
<i>Animal</i>	Producción animal integrada	Sistemas productivos, fisiología, ambiente	Q1	Visión holística del sistema animal; adecuada para estudios integrales
<i>Theriogenology</i>	Reproducción animal	Fertilidad, eficiencia reproductiva bajo estrés térmico	Q1–Q2	Especializada en reproducción; clave para estudios sobre efectos del calor en desempeño reproductivo
<i>Frontiers in Veterinary Science</i>	Ciencias veterinarias	Salud intestinal, fisiología, nutrición, estrés	Q2	Plataforma de acceso abierto; útil para estudios con enfoque veterinario y fisiológico



En contraste El análisis de la tipología documental asociada a la investigación sobre estrés por calor en cerdos revela una marcada predominancia de los artículos originales de investigación, los cuales representan el 85.4% del total de documentos (807 publicaciones). Este patrón indica que la temática se encuentra en una fase de madurez científica, o consolidación, caracterizada por una producción sostenida de datos experimentales y estudios empíricos, más que por una dependencia de literatura secundaria o de síntesis. La alta proporción de artículos originales sugiere que el estrés por calor continúa siendo un problema dinámico y vigente dentro de la producción porcina, impulsando investigaciones orientadas a evaluar respuestas fisiológicas, productivas, reproductivas y metabólicas, así como estrategias de mitigación relacionadas con nutrición, manejo ambiental y genética. Este comportamiento es consistente con la necesidad de generar evidencia primaria que permita adaptar los sistemas productivos ante escenarios de incremento de la temperatura ambiental y variabilidad climática. En contraparte, los artículos de revisión, que constituyen el 8.9% de la producción total (84 documentos), cumplen un papel estratégico en la consolidación del conocimiento. Aunque su proporción es menor en comparación con los estudios originales, su presencia refleja un interés periódico por sistematizar avances conceptuales y metodológicos, identificar vacíos de información y proponer nuevas líneas de investigación. La frecuencia relativa de revisiones sugiere que el campo ha alcanzado un volumen suficiente de información como para requerir análisis integradores, especialmente en temas emergentes como bienestar animal, estrés oxidativo y adaptación al cambio climático. En contraste, los trabajos derivados de congresos (conference papers y conference reviews), en junto con capítulos de libro, representan una fracción reducida de la producción científica (en conjunto, menos del 6%). Esto indica que la difusión del conocimiento sobre estrés por calor en cerdos se orienta preferentemente hacia revistas científicas arbitradas, particularmente aquellas indexadas en bases de datos de alto impacto, en lugar de medios de circulación académica preliminar o de divulgación ampliada. Este comportamiento editorial refuerza la percepción del tema como un eje central de investigación aplicada con implicaciones directas para la industria porcina. Finalmente, la presencia marginal de editoriales, notas, erratas y cartas (<2%) sugiere que el debate científico en torno al estrés por calor se desarrolla principalmente a través de estudios completos y revisiones estructuradas, más que mediante comunicaciones breves o discusiones editoriales. Esto puede interpretarse como un indicio de consenso metodológico y conceptual en torno a la relevancia del fenómeno, aunque también señala oportunidades para fomentar espacios de reflexión crítica y discusión teórica. En conjunto, la distribución por tipo de documento evidencia que la investigación sobre estrés por calor en cerdos se sustenta fundamentalmente en evidencia empírica sólida, con un soporte estratégico de revisiones científicas, lo que fortalece su posicionamiento como una línea de investigación prioritaria dentro de la ciencia animal y la producción pecuaria contemporánea.

Ver Figura 7

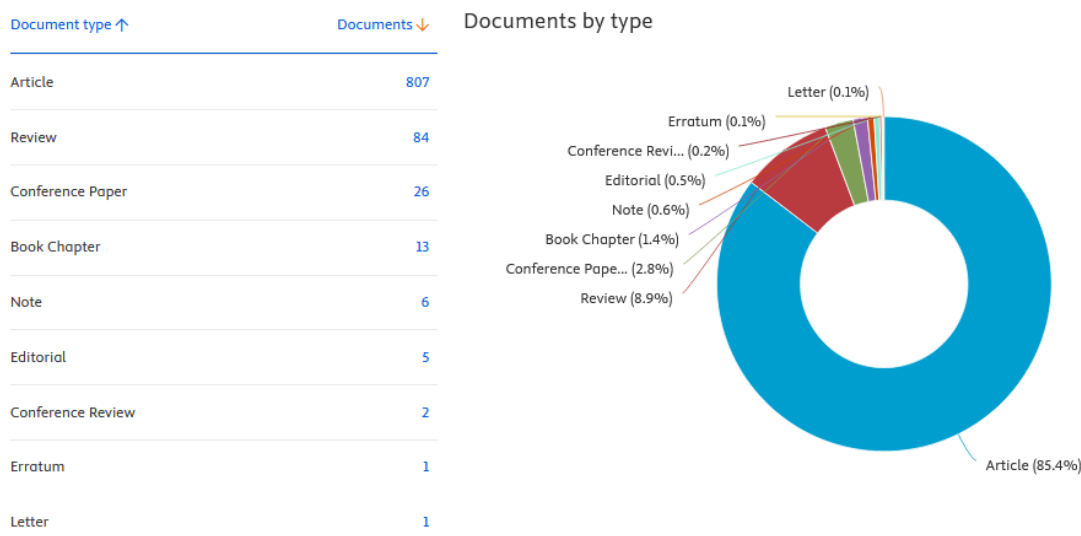


Figura 7. Número de publicaciones por tipo de documento, para el periodo 2015-2024.

Por lo que respecta al análisis de los documentos por patrocinador de financiamiento revela una alta concentración de la investigación sobre estrés por calor en cerdos en agencias nacionales de ciencia y tecnología, particularmente en países con una fuerte inversión estratégica en producción animal y seguridad alimentaria. Destaca de manera notable la National Natural Science Foundation of China (NSFC), que encabeza el número de documentos financiados (117), lo cual refleja el papel protagónico de China en la generación de conocimiento sobre estrés térmico en sistemas porcinos. La preeminencia de la NSFC y del National Key Research and Development Program of China sugiere que el estrés por calor es considerado en ese país como un problema prioritario de investigación aplicada, estrechamente vinculado a la eficiencia productiva, la salud animal y la resiliencia de los sistemas pecuarios frente al cambio climático. Este patrón es coherente con la magnitud del sector porcino chino y con la vulnerabilidad de sus sistemas productivos ante eventos de estrés térmico extremo, especialmente en regiones subtropicales. En segundo término, instituciones como el National Institute of Food and Agriculture (NIFA) y el U.S. Department of Agriculture (USDA) concentran una proporción relevante de los documentos financiados. La participación de estas agencias refleja el interés de Estados Unidos en abordar el estrés por calor desde una perspectiva integral, que combina productividad, bienestar animal y sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios. La financiación por parte del USDA, en particular, indica una orientación hacia soluciones prácticas y transferibles al sector productivo, incluyendo estrategias de manejo, nutrición y mejoramiento genético. La presencia de agencias de financiamiento de países emergentes y bloques regionales, como la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) y el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) de Brasil, así como la European Commission, evidencia que el estrés por calor en cerdos es reconocido como una

problemática transversal y global, con implicaciones tanto en regiones tropicales como templadas. En el caso de Brasil, la financiación sugiere un interés particular en sistemas de producción expuestos de manera crónica a altas temperaturas ambientales. Asimismo, la participación del National Pork Board destaca el involucramiento directo del sector productivo en la generación de conocimiento científico. Este tipo de financiamiento sectorial indica que la investigación sobre estrés por calor no responde únicamente a intereses académicos, sino también a necesidades concretas de la industria porcina, orientadas a reducir pérdidas económicas, mejorar el bienestar animal y mantener la competitividad del sector. En conjunto, la distribución de los patrocinadores de financiamiento demuestra que la investigación sobre estrés por calor en cerdos está fuertemente respaldada por agencias de alto peso institucional, lo que refuerza su relevancia estratégica a nivel científico, productivo y político. Para un artículo científico, estos resultados permiten argumentar que el tema se inserta dentro de agendas nacionales e internacionales de investigación prioritaria, particularmente en el contexto del cambio climático y la seguridad alimentaria, y subrayan la necesidad de fortalecer la inversión en regiones que, como América Latina, presentan alta vulnerabilidad térmica pero menor representación relativa en la financiación global. Ver **Figura 8**.

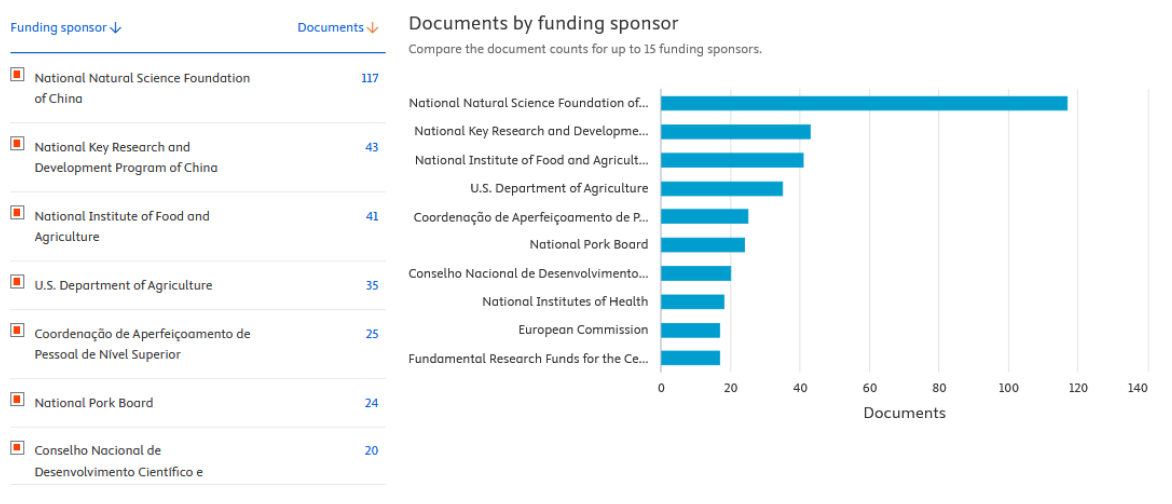


Figura 8. Principales fuentes de financiamiento de las publicaciones, para el periodo 2015-2024.

El análisis de la producción científica por autor en la temática de estrés por calor en cerdos muestra una concentración significativa de documentos en un grupo reducido de investigadores, encabezado por *Baumgard, L. H.*, quien destaca como el autor con mayor número de publicaciones (65 documentos). Este liderazgo cuantitativo posiciona a dicho investigador como una figura central en el desarrollo de esta línea de investigación, particularmente en estudios relacionados con fisiología metabólica, respuestas productivas y adaptación al estrés térmico.

Sin embargo, al contrastar esta información con el análisis de redes de coautoría realizado mediante VOSviewer®, se observa que el principal autor no aparece claramente integrado en los núcleos de colaboración dominantes identificados en el mapa de calor. Autores también altamente productivos, como *Johnson, J. S.*, *Ross, J. W.* y *Rhoads, R. P.*, conforman grupos que, al menos desde la perspectiva de la coautoría directa visualizada por la herramienta, parecen operar de manera relativamente independiente. Este patrón sugiere que el liderazgo de *Baumgard, L. H.* en la línea de investigación no necesariamente se traduce en una alta interconectividad con otros grupos líderes, lo cual puede explicarse por varias razones. En primer lugar, es posible que su producción científica se concentre en redes internas estables, asociadas a su institución o a colaboraciones recurrentes con estudiantes de posgrado y colaboradores cercanos, que no se superponen de manera significativa con otros grupos consolidados. En segundo término, la especialización temática y metodológica dentro del amplio campo del estrés por calor podría haber favorecido el desarrollo de trayectorias paralelas de investigación, con escasa coautoría intergrupar. Es importante señalar que VOSviewer® identifica únicamente relaciones explícitas de coautoría, por lo que la ausencia de vínculos directos en la red no implica necesariamente falta de interacción académica. La influencia científica de un autor líder puede manifestarse también a través de citas, adopción de marcos conceptuales o validación metodológica, dimensiones que no quedan reflejadas en este tipo de análisis. No obstante, desde una perspectiva bibliométrica estricta, los resultados sugieren una estructura fragmentada, donde incluso los autores más productivos operan dentro de circuitos de colaboración relativamente delimitados. Este hallazgo refuerza la idea de que la investigación sobre estrés por calor en cerdos, a pesar de contar con líderes científicos claramente identificables, presenta un potencial no explotado para la integración de redes colaborativas más amplias. Fomentar la interacción entre autores líderes y grupos consolidados podría facilitar la convergencia de enfoques fisiológicos, productivos, reproductivos y de bienestar animal, fortaleciendo la robustez y el alcance global de esta línea de investigación, particularmente en el contexto del cambio climático. **Ver Figura 9.**

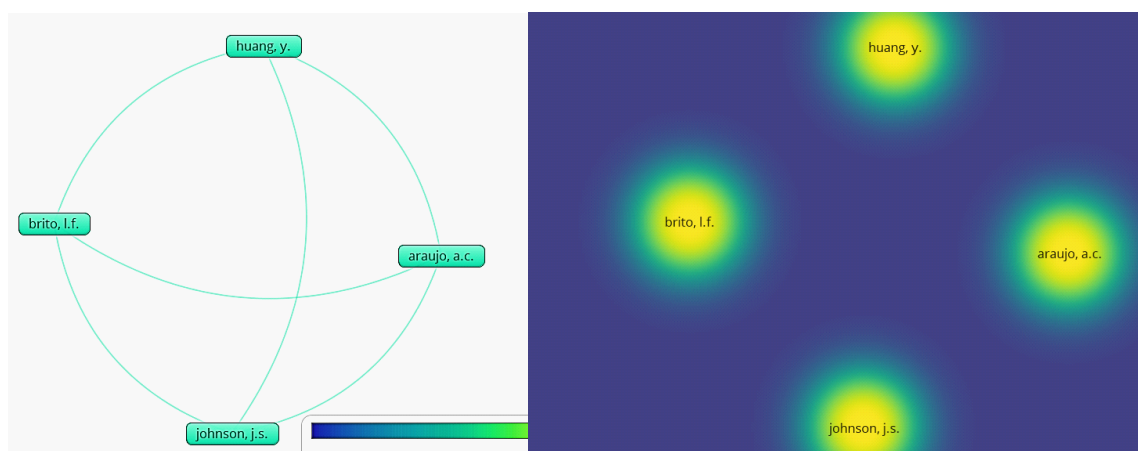


Figura 9. Red de colaboración entre autores para el periodo, conforme a VOSviewer.



Hay que mencionar además que el análisis de citación de los autores más productivos en la investigación sobre estrés por calor en cerdos permite complementar la evaluación cuantitativa de la producción científica con una aproximación a la influencia real del conocimiento generado. En este sentido, la citación constituye un indicador clave del impacto intelectual, ya que refleja el grado en que los trabajos de un autor son utilizados como referencia por la comunidad científica. Los resultados sugieren que autores con alta productividad, como *Baumgard, L. H., Johnson, J. S., Ross, J. W. y Rhoads, R. P.*, no solo destacan por el número de documentos publicados, sino también por su capacidad de estructurar el discurso científico en torno al estrés por calor, particularmente en aspectos relacionados con fisiología metabólica, homeostasis energética y respuestas productivas. No obstante, al contrastar los patrones de citación con la red de coautoría generada en VOSviewer®, se observa que la influencia científica no siempre coincide con una alta conectividad colaborativa. En particular, el autor líder en productividad aparece como un nodo de alta citación, aun cuando su integración en los principales clusters de coautoría es limitada. Este desacoplamiento entre citación y colaboración sugiere que su contribución al campo se ejerce principalmente a través de la producción de trabajos seminales o altamente referenciados, más que mediante la construcción de redes colaborativas extensas. Este patrón es consistente con el rol de investigadores que definen marcos conceptuales, hipótesis centrales o metodologías ampliamente adoptadas, las cuales son citadas de manera transversal por distintos grupos de investigación. Por otro lado, algunos autores con menor volumen de publicaciones muestran una alta densidad de citación relativa, lo que indica que sus contribuciones, aunque menos numerosas, poseen un impacto significativo dentro del campo. **Ver Tabla II**

Tabla II.- Autores más influyentes en la investigación de estrés térmico en cerdos en el periodo analizado

Tabla II. Autores más influyentes en la investigación sobre estrés por calor en cerdos según productividad y citación

Autor	Documentos publicados	Rol en la red de citación	Interpretación científica
Baumgard, L. H.	65	Alta citación / nodo conceptual	Autor líder; sus trabajos estructuran el marco fisiológico y metabólico del estrés por calor, con alta influencia transversal
Johnson, J. S.	40	Alta citación / citador recurrente	Contribuciones clave en fisiología y respuestas productivas; influencia sostenida en estudios posteriores
Ross, J. W.	35	Citación media–alta	Impacto relevante en líneas específicas; participación en clusters temáticos definidos
Rhoads, R. P.	31	Citación media–alta	Aportes mecanicistas y metabólicos ampliamente referenciados
Gabler, N. K.	24	Citación media	Contribuciones especializadas; influencia concentrada en subtemas
Keating, A. F.	24	Citación media	Impacto moderado; participación en estudios aplicados
Selsby, J. T.	22	Citación media	Aportes focalizados, principalmente fisiológicos
Renaudeau, D.	20	Citación media	Relevante en sistemas productivos y contextos climáticos específicos
Cervantes, M.	18	Citación media–baja	Influencia regional; menor integración en redes globales



Este comportamiento es característico de estudios clave, como revisiones de referencia o trabajos experimentales pioneros, que funcionan como puntos de convergencia conceptual para investigaciones posteriores. En este contexto, la citación actúa como un indicador de centralidad cognitiva, complementario a la centralidad estructural derivada de la coautoría. El análisis de citación también revela una fragmentación temática del campo, donde distintos grupos citan de manera recurrente a ciertos autores líderes sin que ello se traduzca necesariamente en colaboraciones directas. Este fenómeno refuerza la idea de que la investigación sobre estrés por calor en cerdos avanza mediante trayectorias paralelas, conectadas a nivel conceptual pero escasamente integradas a nivel operativo. Desde una perspectiva bibliométrica, este patrón sugiere un campo científicamente activo, pero con oportunidades claras para fortalecer la convergencia interdisciplinaria. En conjunto, el análisis de citación confirma que la influencia científica en la investigación sobre estrés por calor en cerdos se concentra en un núcleo reducido de autores altamente citados, cuya producción ha contribuido de manera decisiva a la consolidación del campo. Sin embargo, la limitada superposición entre redes de citación y coautoría indica que el liderazgo intelectual no siempre se acompaña de colaboración directa, lo que abre la posibilidad de promover estrategias que fomenten sinergias entre autores influyentes y grupos emergentes, incrementando así el impacto y la integración del conocimiento generado.

CONCLUSIÓN

El análisis bibliométrico de la investigación sobre estrés por calor en cerdos indica que esta temática se encuentra consolidada, con una producción científica dominada por artículos originales publicados en revistas de alto impacto (Q1–Q2, JCR), principalmente orientadas a la ciencia animal, la fisiología y el bienestar animal. Este patrón refleja la relevancia científica y aplicada del estrés térmico como un factor crítico que afecta la productividad y la sostenibilidad de los sistemas porcinos. La investigación está fuertemente respaldada por agencias nacionales de financiamiento de países con alta producción porcina, destacando China y Estados Unidos, lo que refuerza el carácter estratégico del tema en el contexto del cambio climático. En contraste, México presenta una participación limitada en la producción científica, a pesar de su vulnerabilidad a condiciones de estrés térmico, lo que evidencia una brecha relevante entre la problemática productiva nacional y la generación de conocimiento científico. Los análisis de colaboración y citación realizados mediante VOSviewer muestran la presencia de autores líderes altamente influyentes desde el punto de vista conceptual, aunque con una estructura colaborativa fragmentada, caracterizada por grupos de investigación relativamente independientes. Esta limitada interconectividad sugiere oportunidades claras para fortalecer redes de colaboración internacionales e incorporar de manera más activa a regiones subrepresentadas. En conjunto, estos resultados destacan la necesidad de impulsar la investigación sobre estrés por calor en cerdos en México, promoviendo esquemas de financiamiento, colaboración y publicación en revistas de alto impacto, con el fin de generar conocimiento contextualizado y fortalecer la resiliencia de la porcicultura nacional frente al cambio climático.



BIBLIOGRAFIA

- Baumgard, L. H. (2012). Impact of climate change on livestock production. En E. Galindo-Leal (Ed.), *Environmental stress and amelioration in livestock production* (pp. 413–468). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29205-7_15
- Mayorga, E. J., Renaudeau, D., Ramírez, B. C., Ross, J. W., & Baumgard, L. H. (2019). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers*, 9(1), 54–61. <https://doi.org/10.1093/af/vfy035>
- Mellado, M., Gaytán, L., Macías-Cruz, U., Avendaño, L., Meza-Herrera, C., Lozano, E. A., Rodríguez, Á., & Mellado, J. (2018). Effect of climate and insemination technique on reproductive performance of gilts and sows in a subtropical zone of Mexico. *Australian Journal of Veterinary Sciences*, 50(1), 27–34. <https://doi.org/10.4067/S0719-81322018000100106>
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J. A., Clarke, L., Dahe, Q., & Dasgupta, P. (2014). *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <https://hdl.handle.net/10013/epic.45156>
- Pierre, F. J., Brown-Brandl, T. M., & Eigenberg, R. A. (2003). Effects of heat stress on sow performance. *Journal of Animal Science*, 81(Suppl 2), 1–11. <https://doi.org/10.1071/AN17725>
- Ross, J. W., Hale, B. J., Seibert, J. T., Romoser, M. R., Adur, M. K., Keating, A. F., & Baumgard, L. H. (2017). Physiological mechanisms through which heat stress compromises reproduction in pigs. *Molecular Reproduction and Development*, 84(9), 934–945. <https://doi.org/10.1002/mrd.22859>
- St-Pierre, N. R., Cobanov, B., & Schnitkey, G. (2003). Economic losses from heat stress by the US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86(E), E52–E77. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
- Wegner, K., Lambertz, C., Das, G., Reiner, G., & Gauly, M. (2014). Climatic effects on sow fertility and piglet survival under the influence of a moderate climate. *Animal*, 8(9), 1526–1533. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001219>
- Xiong, X., Tan, B., Song, M., Ji, P., Kim, K., Yin, Y., & Liu, Y. (2019). Nutritional intervention for the intestinal development and health of weaned pigs. *Frontiers in veterinary science*, 6, 46. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00651-6>

Copyright: © 2026 Arnulfo Villanueva-Castillo. This is an open-access article published under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist. Available Online First: ¹María Concepción Chávez-Flores, ^{1,2}Abel Villa-Mancera, ^{1,2}Manuel Robles-Robles ^{1,2,*}Juan Ricardo Cruz-Aviña. TENDENCIAS CIENTÍFICAS SOBRE EL ESTRÉS CALÓRICO EN CERDOS: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO CON SCOPUS Y VOSVIEWER. Rev Cien Vet Bio 2026; 3 (3):38-53.