UNIVERSITAS AGRI VOL. 4, NÚM. 2, E47 (2025)

Artículo de Revisión

Fotoperiodo artificial estimula el “efecto macho” en cabras y ovejas: análisis bibliométrico

Artificial photoperiod stimulates the “male effect” in goats and sheep: bibliometric analysis

Alvarado-Espino Alan Sebastián [1], Ramírez-Gottfried Ricardo Israel [1], Espinosa-Palomeque Bernardo [2,*]

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera Santa Fe S/N, Torreón 27010, México.
[2] Universidad Tecnológica de Escuinapa, Camino al Guasimal S/N, Colonia Centro, Escuinapa de Hidalgo 82400, México.
* Autor para correspondencia: bespinosa@utescuinapa.edu.mx

Recibido:

16/04/2025

Aceptado:

31/07/2025

Publicado:

11/08/2025

Como citar:

Alvarado-Espino A.S., Ramírez-Gottfried R.I., Espinosa-Palomeque B. (2025). Fotoperiodo artificial estimula el “efecto macho” en cabras y ovejas: análisis bibliométrico. Universitas Agri, 4(2): e47. https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.47

RESUMEN

La estimulación artificial del “efecto macho” en cabras y ovejas mediante la manipulación del fotoperiodo es una práctica que permite regular sus ciclos reproductivos y su comportamiento en estas especies. Su implementación ha cobrado relevancia en el sector agrícola, ya que optimiza la eficiencia reproductiva y facilita la sincronización de la cría a lo largo del año, superando las limitaciones estacionales naturales. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la producción científica mundial sobre el uso del fotoperiodo artificial para estimular el “efecto macho” en cabras y ovejas. Para ello, el 26 de febrero de 2025 se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos Scopus utilizando el siguiente algoritmo: (TITLE-ABS-KEY (“male effect" OR "ram effect" OR "buck effect”) AND TITLE-ABS-KEY (goat OR caprine OR sheep OR ovine) AND TITLE-ABS-KEY (photoperiod OR photoperiodic OR "long days”)), aplicado a los títulos, resúmenes y palabras clave de los artículos. El análisis bibliométrico se llevó a cabo con los programas informáticos VOSviewer, Harzing’s Publish or Perish y Tree of Science (ToS). Se identificaron 99 documentos publicados entre 1983 y 2024, de los cuales 86 correspondieron a artículos originales (el 86.87 %) y 9 a artículos de revisión. México fue el país con mayor producción científica en este tema (63 publicaciones), seguido de Francia (54) y España (28). El autor más productivo fue Delgadillo, J.A., con 49 artículos y 1027 citas. Además, se identificaron dos redes principales de coautoría: la primera liderada por Delgadillo, J.A. y Chemineau, P., y la segunda, por Vielma, J. y Flores, J.A. El creciente interés en el uso del fotoperiodo para estimular el “efecto macho” resalta su papel fundamental en la sincronización de las actividades reproductivas, permitiendo optimizar los calendarios de reproducción y mejorar las tasas de producción de corderos y cabritos.

Palabras clave: Anestro, comportamiento sexual, testosteronas, ovulación.

ABSTRACT

Artificial stimulation of the "male effect" through photoperiod manipulation in goats and sheep is a practice that allows regulating the reproductive cycles and behavior of these species. Its implementation has gained relevance in the agricultural sector, as it optimizes reproductive efficiency and facilitates the synchronization of breeding throughout the year, overcoming natural seasonal limitations. The objective of this research was to characterize the global scientific production on the use of artificial photoperiod to stimulate the "male

CC BY SA

effect" in goats and sheep. To this end, a bibliographic search was conducted in the Scopus database on February 26, 2025, using the algorithm: (TITLE-ABS-KEY ("male effect" OR "ram effect" OR "buck effect") AND TITLE-ABS-KEY (goat OR caprine OR sheep OR ovine) AND TITLE-ABS-KEY (photoperiod OR photoperiodic OR "long days")), applied to the titles, abstracts, and keywords of the articles. The bibliometric analysis was carried out using VOSviewer, Harzing's Publish or Perish, and Tree of Science (ToS) software. Ninety-nine documents published between 1983 and 2024 were identified, of which 86 were original articles (86.87 %) and 9 were review articles. Mexico was the country with the highest scientific production on the subject (63 publications), followed by France (54) and Spain (28). The most productive author was Delgadillo, J.A., with 49 articles and 1027 citations. In addition, two main co-authorship networks were identified: the first led by Delgadillo, J.A. and Chemineau, P., and the second by Vielma, J. and Flores, J.A. The growing interest in the use of photoperiod to stimulate the "male effect" highlights its fundamental role in synchronizing reproductive activities, allowing for the optimization of breeding schedules and improving lamb and kid production rates.

Keywords: Anestrus, sexual behavior, testosterone, ovulation.

1. INTRODUCCIÓN

La reproducción caprina es estacional y está regulada principalmente por el fotoperiodo y las interacciones sociosexuales. En los machos, la estación sexual ocurre en verano y otoño, mientras que en las hembras se presenta en otoño e invierno, debido a diferencias en la sensibilidad al efecto inhibitorio de los días largos. Este fenómeno provoca fluctuaciones en la producción de leche y carne, lo que tiene un impacto en la economía de los productores y en la disponibilidad de productos caprinos. Para mitigar estos efectos, se han desarrollado estrategias de bioestimulación sexual sin hormonas exógenas, como el “efecto macho a corto plazo”, el “efecto macho a largo plazo” y el “efecto macho sobre macho”, que favorecen la actividad reproductiva al estimular el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (Delgadillo Sánchez et al., 2024). La modificación artificial del fotoperiodo es una estrategia fundamental en el manejo reproductivo de ovinos y caprinos, ya que permite inducir y sincronizar sus ciclos reproductivos regulando la exposición lumínica. Esta técnica influye directamente en los procesos hormonales y fisiológicos de los animales, favoreciendo la inducción del "efecto macho", un fenómeno por el cual la incorporación de machos a grupos de hembras en anestro provoca el estro y la ovulación. En consecuencia, se optimiza la eficiencia reproductiva y se incrementa la productividad en los sistemas ganaderos. El uso planificado de iluminación artificial se convierte, por tanto, en una herramienta clave para los productores que buscan mejorar la programación de los periodos de parto, especialmente en aquellas razas cuya actividad reproductiva está influenciada por la variación estacional del fotoperiodo (Li et al., 2025). Los estudios sugieren que la aplicación de fotoperiodos artificiales no solo favorece la sincronización y el éxito de los procesos reproductivos, sino que también potencia el desempeño reproductivo en los machos, al mejorar la libido y la calidad seminal. Asimismo, el estrés térmico, un factor ambiental adverso, puede comprometer la fertilidad, lo que resalta la importancia de comprender en profundidad la interacción entre la manipulación de la luz y estas condiciones ambientales para optimizar los parámetros reproductivos (Abecia et al., 2024; Zarazaga et al., 2017). El mecanismo fisiológico por el que funciona el fotoperiodo artificial implica la interrupción del patrón normal de secreción de melatonina de la glándula pineal. La melatonina desempeña un papel crucial en la regulación de las funciones reproductivas, ya que influye en los ciclos hormonales de estos animales (Zarazaga et al., 2017). Por otra parte, el análisis de la literatura existente sobre la aplicación de fotoperiodos artificiales evidencia un creciente interés en este campo, identificando tendencias emergentes, aportes significativos y áreas aún poco exploradas. Las investigaciones han demostrado que la modificación de la exposición lumínica puede influir positivamente en distintos parámetros productivos, como el rendimiento en la producción lechera y la eficiencia reproductiva. Estos hallazgos subrayan la necesidad de profundizar en el estudio de los efectos de la manipulación del fotoperiodo para promover prácticas ganaderas más sostenibles y eficientes (Delgadillo et al., 2002; Luo et al., 2019; Ramírez-Ramírez et al., 2021). No obstante, la implementación de fotoperiodos artificiales enfrenta diversos desafíos, entre ellos la necesidad de un control riguroso de la exposición lumínica y la variabilidad fisiológica individual, factores que

pueden influir en la respuesta de los animales a estas estrategias de manejo (Rivas-Munoz et al., 2007). Asimismo, es fundamental considerar los aspectos económicos asociados a la instalación y mantenimiento de sistemas de iluminación, así como evaluar el impacto del estrés derivado de la intervención humana. Abordar estos aspectos resulta clave para maximizar los beneficios de esta herramienta en la optimización de la reproducción ganadera (Waqas y Tibary, 2025). Desde esta perspectiva, el objetivo del presente estudio fue caracterizar la producción científica global sobre la estimulación artificial del "efecto macho" en cabras y ovejas mediante la manipulación del fotoperiodo con un análisis bibliométrico de la literatura indexada en Scopus. Se buscó identificar las tendencias de investigación, los países y autores más productivos, las principales redes de colaboración y el impacto de las publicaciones en este campo, con el fin de comprender la evolución del conocimiento y su aplicación en la optimización de los ciclos reproductivos de estas especies.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Base de datos

Como fuentes de datos bibliográficos, se utilizó la base de datos Scopus (Elsevier) reconocida por su prestigio e influencia en la comunidad científica. Las búsquedas se realizaron el 26 de febrero de 2025 y se tuvieron en cuenta todos los años de publicación hasta esa fecha.

2.2 Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda considerando el tema, fue la siguiente: (TITLE-ABS-KEY (“male effect" OR "ram effect" OR "buck effect”) AND TITLE-ABS-KEY (goat OR caprine OR sheep OR ovine) AND TITLE-ABS-KEY (photoperiod OR photoperiodic OR "long days”). Los datos se descargaron en formato CSV (valores separados por comas) y RIS (Research Information Systems). La búsqueda no se limitó a ninguna tipología para asegurar un proceso de revisión por pares de la información obtenida. Sólo se incluyeron términos en inglés en las búsquedas y en los documentos recuperados.

2.3 Criterios de inclusión

Se incluyeron publicaciones relacionadas con el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas. En la primera etapa, los artículos se recuperaron mediante una búsqueda en Scopus con las cadenas de búsqueda seleccionando título, resumen y palabras clave. La segunda etapa consistió en leer el título y resumen completo. En la tercera etapa, los autores analizaron las publicaciones por completo para identificar la aplicación del fotoperiodo artificial (días largos de luz) para estimular el “efecto macho" en cabras u ovejas.

2.4 Análisis bibliométricos

En primer lugar, los datos descargados de Scopus se importaron al programa Harzing’s Publish of Perish 8.0, donde se identificaron los indicadores de productividad, i de impacto y de colaboración descritos en la Tabla 1. Los resultados métricos obtenidos en Harzing´s Publish of Perish se guardaron en formato CSV para Microsoft Excel®, lo que permitió identificar la productividad científica anual, el número de citas, las revistas y la tipología de documentos y artículos más citados. Con las métricas de los análisis descriptivos de los documentos extraídos se calculó la tasa de crecimiento anual, la tasa de crecimiento, el tiempo de duplicación, el índice de eficiencia de publicaciones de los países, el índice de colaboración, el grado de colaboración, y el coeficiente de colaboración (Tabla 2).

En segundo lugar, los archivos descargados de Scopus se importaron al programa informático e VOSviewer 1.6.20 para identificar las instituciones involucradas en las publicaciones mediante el análisis de coautoría, con la métrica “organización”. Los países involucrados en las investigaciones se verificaron mediante el análisis con VOSviewer. Al restringir la coautoría de los documentos a los países, se consideró al menos una publicación con la información obtenida. La curación de datos se realizó en Microsoft Excel. Con VOSviewer se elaboraron mapas bibliométricos con las principales coautorías entre autores, co-ocurrencia entre palabras claves, co-ocurrencia entre países. Los países e instituciones se obtuvieron mediante análisis de co-ocurrencia del VOSviewer en citas con la unidad de análisis “documentos”.

CC BY SA

Finalmente, el archivo RIS obtenido de la base de datos Scopus se cargó en la plataforma en línea Tree of Science (ToS). El algoritmo de ToS se fundamenta en la teoría de grafos, en la que los artículos se representan como nodos y las citaciones entre ellos, como enlaces. Cada nodo representa una unidad de conocimiento ubicada dentro de la red, y los más importantes se identifican por su posición, que se determina por los enlaces que los conectan con otros nodos. Así, los documentos ubicados en la raíz son las referencias seminales del fotoperiodo para estimular el efecto macho, y mientras que los del tronco son estructurales. Las hojas representan documentos que muestran las perspectivas actuales. De esta manera, la información científica puede visualizarse en forma de árbol.

Tabla 1. Descripción de los principales indicadores bibliométricos analizados de la producción científica sobre fotoperiodo artificial que estimula el "efecto macho" en cabras y ovejas.

Indicador	Descripción
Productividad científica total	Número total de publicaciones en el área de estudio.
Citas	Número total de citas recibidas por todas las publicaciones analizadas.
Promedio de citas por año	Relación entre el número total de citas y los años transcurridos desde la primera publicación.
Promedio de citas por publicación	Promedio de citas recibidas por cada artículo publicado.
Promedio de citas por autor	Relación entre el total de citas y el número de autores que han contribuido en las publicaciones.
Promedio de citas por autor por año	Relación entre el número de citas, el número de autores y los años de publicación analizados.
Promedio de artículos por autor	Relación entre el número total de artículos y el número de autores que han participado en ellos.
Promedio de autores por artículo	Promedio de autores que colaboran en cada artículo publicado.
Índice h	Número mínimo "h" de publicaciones que han recibido al menos "h" citas cada una.
Índice g	Variante del índice h que da más peso a las publicaciones con mayor número de citas.
Índice h contemporáneo (hc)	Índice h que otorga mayor peso a las citas más recientes para reflejar el impacto actual.
Índice h individual (hl)	Índice h ajustado al número de autores, dividiendo h por el número de coautores de cada artículo.
Índice hl normalizado	Variante del índice hl que tiene en cuenta la contribución relativa de cada autor en los artículos.
Índice AWCR	Average Weighted Citation Rate; mide el impacto de las publicaciones considerando la antigüedad de las citas.
Índice AW	Variante del AWCR que pondera las citas en función del tiempo transcurrido desde la publicación.
Índice e	Diferencia entre el índice h y el número de publicaciones en el núcleo de mayor impacto.
Índice hm	Índice h modificado que toma en cuenta la mediana del número de citas en lugar del promedio.
Índice hl anual	Versión anualizada del índice hl, que ajusta la contribución de los autores en función del tiempo.
Amplitud H	Diferencia entre el artículo con mayor número de citas dentro del índice h y el de menor número de citas en el mismo conjunto.
Amplitud G	Diferencia entre el artículo con mayor número de citas dentro del índice g y el de menor número de citas en el mismo conjunto.

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.47

Tabla 2. Indicadores de productividad científica calculados en el presente estudio.

Indicador bibliométrico	Descripción
Tasa de crecimiento anual (TCA) (Santha kumar y Kaliyaperumal, 2015)	$TCA = \left(\frac{NP_t - NP_{t-1}}{NP_{t-1}}\right) x100$ Donde NP_t= es el número de publicaciones en el año t y NP_{t-1}= es el número de publicaciones en el año $t-1$.
Tasa de crecimiento relativo por año (TCR) (Dhoble et al., 2018)	$TCR = \left(\frac{In\ NP_2 - InNP_1}{t_2 - t_1}\right)$ Donde In = logaritmo natural, NP_1 y NP_2son el número acumulado de publicaciones en los años t_2 y t_1 ; $t_2 - t_1$ = diferencia entre el año final y el año inicial, aquí se puede tomar el año como unidad de tiempo
Tiempo de duplicación por año (TD) (Dhoble et al., 2018)	$TD = 0.693/TCR$ Donde TCR = tasa de crecimiento relativo.
Índice de eficiencia de publicaciones (IEP) de los países (Chen y Guan, 2011)	$IEP = \frac{(TC_i/\sum TC)}{NP_i/\sum NP}$ Donde TC_i= denota el total de citas del país, $\sum TC$= denota el número total de citas de todos los países, NP_i= denota el número total de publicaciones del país i, $\sum NP$= denota el número total de publicaciones de todos los países
Índice de participación de las instituciones (IP)	$IP = \frac{\text{número de publicaciones por la institución}}{\text{número total de documentos publicados}} * 100$
Índice de colaboración, grado de colaboración, coeficiente de colaboración (Ajiferuke et al., 1988)	$\text{Índice de colaboración} = \frac{\sum_{j=1}^{A} jfj}{N}$ Donde j= el número de autores en una publicación, es decir, 1, 2, 3…, fj= el número de j publicaciones, N= el número total de publicaciones en un año, A= el número total de autores por publicación
	$\text{Grado de colaboración} = 1 - \frac{f1}{N}$ f1= el número de publicaciones de un solo autor, N= número total de publicaciones en un año
	$\text{Coeficiente de colaboración} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{A}\left(\frac{1}{j}\right) fj}{N}$ j = el número de autores en un artículo, es decir, 1, 2, 3…, fj = el número de j artículos escritos, N = el número total de artículos publicados en un año, y A = el número total de autores por artículos

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación registraron 99 documentos publicados y un total de 2122 citas acumuladas a lo largo de 42 años (1983-2024) sobre el efecto del fotoperiodo artificial para estimular el "efecto macho" en cabras y ovejas en la base de datos Scopus. Estas cifras reflejan un promedio de 50.52 citas por año y 21.43 citas por artículo. Además, se evidencia una fuerte colaboración entre autores, con un total de 541.72 citas por autor y un índice de 12.89 citas por autor por año. Se destacan valores como el índice h de 28 (28 publicaciones han sido citadas por lo menos 28 veces) y el índice g de 42, lo que indica la existencia de publicaciones altamente citadas y la capacidad de la producción científica para mantener un impacto sostenido en el tiempo. El índice hc, que mide la producción más reciente, es de 12, mientras que el índice hl, relacionado con la autoría de los artículos más citados, es de 4.78. Estos indicadores ofrecen una perspectiva más

detallada del perfil de citación y la influencia acumulada de los autores en esta temática específica. Por otro lado, los índices AWRC (162.59) y AW (12.75) confirman la relevancia de las publicaciones de alto impacto dentro del corpus analizado. La cobertura de la literatura medida por los índices H y G es de 73.3 y 85.5, respectivamente, lo que evidencia una distribución consistente de citas entre los documentos más influyentes. En conjunto, estos resultados muestran la importancia de las investigaciones sobre el fotoperiodo artificial en rumiantes pequeños y su impacto significativo en el avance del conocimiento científico (Tabla 3).

Tabla 3. Datos recopilados sobre la productividad científica del fotoperiodo artificial para estimular el "efecto macho" en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

Indicadores	Scopus
Documentos	99
Citas	2122
Años	42
Citas/año	50.52
Citas/artículos	21.43
Citas/autores	541.72
Citas/autores/año	12.89
Artículos/autor	21.86
Autores/artículo	6.11
Índice h	28
Índice g	42
Índice hc	12
Índice hl	4.78
Índice hl normalizado	13
AWRC	162.59
Índice AW	12.75
Índice e	27.78
Índice hm	12.6
Índice hl anual	0.31
Cobertura H	73.3
Cobertura G	85.5

3.1 Productividad científica y citación

La evolución de la producción científica mostró un crecimiento polinómico en las últimas décadas ($y = -0.002x^2 + 0.2609x - 0.1296$, $R^2 = 0.6473$). Desde 1983, los estudios se han desarrollado de forma continua con un aumento significativo en el número de publicaciones a partir del año 2000. El primer artículo titulado "The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams" y con 43 citas, se publicó en la revista Journal of Steroid Biochemistry. El objetivo del estudio era investigar y clarificar el "efecto del carnero" en ovejas estacionalmente anovulatorias, analizando cómo la introducción del carnero puede inducir el estro y la ovulación. Se pretendía demostrar que la presencia de carneros, a través de la mediación de feromonas, puede influir en la secreción de pulsos de LH (hormona luteinizante) y, por lo tanto, en la activación del ciclo reproductivo de las ovejas (Martin y Scaramuzzi, 1983). El período 2010-2018 destaca por haber acumulado 42 publicaciones y haber alcanzado su mayor productividad en 2014-2018, con 27 documentos y al menos cuatro publicaciones por año. Este comportamiento sugiere la consolidación del campo, probablemente impulsada por nuevos enfoques metodológicos o por la necesidad de validar el uso del fotoperiodo artificial en la reproducción de pequeños rumiantes. A partir de 2020 (seis publicaciones y 40 citas) el número de publicaciones se estabiliza sin registrar picos similares a los años anteriores, la continuidad en la producción científica confirma el interés persistente de la comunidad científica en este tema. En relación al impacto, las citas acumuladas con un total de 2122, presentan una dinámica más variable. Entre 2010 y 2014, se observa un crecimiento notable, con 482 citas durante este

período y un máximo de 219 en 2011, lo que refleja el reconocimiento de estudios clave publicados en años previos. Sin embargo, desde 2015 se observa una disminución progresiva en las citas, posiblemente relacionada con la diversificación de las líneas de investigación en reproducción animal o la saturación de este enfoque específico. Pese a esta disminución, el interés por el tema persiste, y el análisis conjunto de publicaciones y citas permite identificar dos momentos clave: entre 2010 y 2014, con un aumento simultáneo en ambos indicadores que consolidó el campo; y a partir de 2015, con una estabilización en las publicaciones y una disminución en las citas. Estos resultados acentúan la importancia de fomentar nuevas investigaciones que actualicen los conocimientos existentes y de explorar enfoques innovadores, como la aplicación de tecnologías digitales y estrategias sostenibles en la gestión del fotoperiodo artificial (Figura 1).

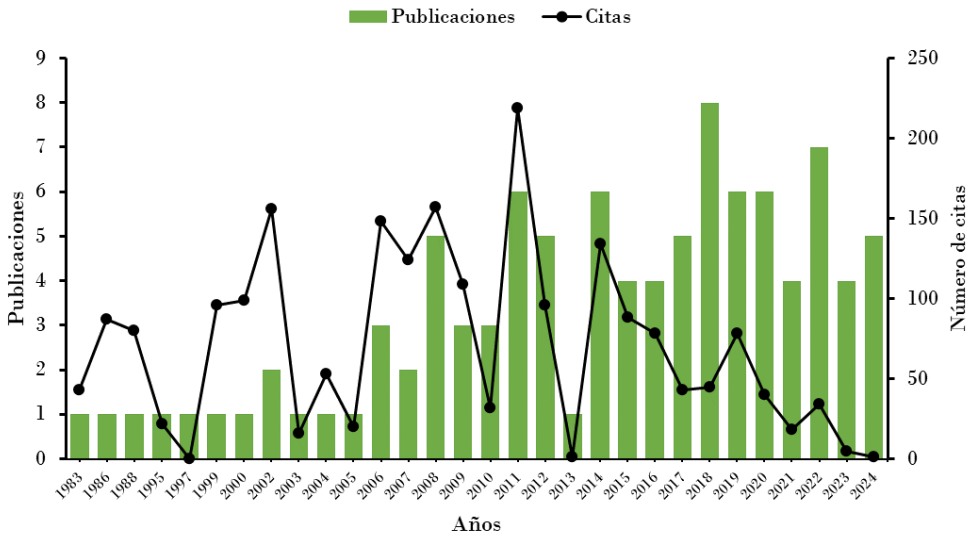


Figura 1. Distribución del número de publicaciones (n = 99) y número de citación (n = 2122) sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras u ovejas en las bases de datos Scopus. ■ = publicaciones; ●= citación.

La producción científica agrupada en bloques de cinco años, evidencia un incremento a lo largo del tiempo. En el periodo inicial de 1983 a 1987, solo se registraron dos publicaciones (2.02 % del total), con una tendencia similar hasta 1997. A partir de 1998, la actividad científica experimentó un incremento significativo, alcanzando su punto más alto entre 2008 y 2012, con 22 publicaciones (un 22.22 %) y 631 citas. En el periodo 1998-2002, las publicaciones mostraron el mayor promedio de citas por publicación (CPP), con 87.8, lo que sugiere que estas investigaciones fueron particularmente importantes. Sin embargo, a partir de 2008, aunque el número de publicaciones se mantuvo alto, el CPP registró una disminución progresiva, llegando a 6.94 en el periodo 2018-2022, lo que podría indicar una mayor diversificación de la literatura o una reducción del impacto individual de las publicaciones recientes. La tasa de citación (TCP) muestra que la mayoría de los bloques quinquenales tienen un 100 % de publicaciones que recibieron al menos una cita, lo que indica la relevancia continua de esta temática en el ámbito científico. No obstante, en el período más reciente (2023-2027), esta tasa desciende hasta el 55.56 %, lo que podría explicarse por la corta distancia temporal desde la publicación de estos estudios, lo que no ha permitido aún su completa difusión e impacto en la comunidad académica (Tabla 4).

Tabla 4. Producción científica en bloques de cinco años sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus (n = 99).

Año	NP	% NP	Acumulación NP	Total de citas	CPP	TCP
1983 - 1987	2	2.02	2	130	65	100.00
1988 - 1992	1	1.01	3	80	80	100.00
1993 - 1997	2	2.02	5	22	11	50.00
1998 - 2002	4	4.04	9	351	87.8	100.00
2003 - 2007	8	8.08	17	361	45.1	100.00

CC BY SA

2008 - 2012	22	22.22	39	613	27.9	100.00
2013 - 2017	20	20.20	59	344	17.2	100.00
2018 - 2022	31	31.31	90	215	6.94	96.77
2023 - 2027	9	9.09	99	6	0.67	55.56

NP= número de publicaciones; % NP = porcentaje del número de publicaciones, CPP= cita promedio de publicaciones, TCP= tasa de citación (porcentaje de publicaciones que recibieron al menos una cita).

3.2 Tipología de las publicaciones

Los artículos originales representaron el 86.87 % del total de publicaciones (86 artículos), con 1782 citas acumuladas lo que supone el 83.98 % del total de citas. Estos datos ponen de manifiesto el papel predominante de los artículos originales en la difusión del conocimiento y el impacto académico. Las revisiones ocupan el segundo lugar en frecuencia, con nueve publicaciones (el 9.09 %) que han recibido 224 citas (el 10.56 % del total), con un promedio de 24.89 citas por publicación, superior al de los artículos originales (20.72 citas por publicación). Esto sugiere que las revisiones tienen un mayor impacto individual, probablemente debido a su papel integrador y su capacidad para sintetizar el estado del arte en esta área de investigación. Por otro lado, los trabajos presentados en conferencias, aunque menos frecuentes (2.02 %), destacan por su alta tasa de citación promedio (58 citas por publicación), lo que refleja su importancia a la hora de presentar avances específicos. Finalmente, se registraron un erratum y una nota (1.01 % cada uno), ambos sin citas hasta el momento, lo que indica un impacto menor dentro del corpus analizado (Tabla 5).

Tabla 5. Tipología de la productividad científica sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus (n =99).

Tipología	Total de publicaciones	Total % de publicaciones	Total de citas	Total % de citación	Promedio de citas por publicación
Article	86	86.87	1782	83.98	20.72
Review	9	9.09	224	10.56	24.89
Conference paper	2	2.02	116	5.47	58.00
Erratum	1	1.01	0	0.00	0.00
Note	1	1.01	0	0.00	0.00

3.3 Tasa de crecimiento anual de las publicaciones

La evolución de la tasa de crecimiento anual registró una trayectoria científica con periodos de expansión y estabilidad entre 1983 y 2024. Durante los primeros años (1983-2000), el crecimiento fue prácticamente nulo, lo que sugiere una fase inicial con investigaciones limitadas y escaso interés en el tema. A partir de 2002 (con dos publicaciones y 156 citas), se observa un cambio significativo, con un crecimiento anual sostenido y picos notables en 2006 (tres publicaciones y 148 citas) y especialmente en 2014 (seis publicaciones y 134 citas), con una tasa de crecimiento del 500 %. Este máximo podría estar vinculado a la publicación de estudios clave y avances metodológicos que promovieron nuevas investigaciones sobre la inducción reproductiva mediante fotoperiodo artificial. Entre 2018 y 2024, la tasa de crecimiento anual se estabilizó entre el 25 % y el 60 %, con variaciones, lo que indica una madurez científica en el campo. Este patrón refleja una consolidación del conocimiento, con un flujo constante de publicaciones que, aunque no presentan picos destacados, mantienen el interés activo de la comunidad investigadora. Factores como el auge de colaboraciones internacionales, el desarrollo de nuevas metodologías y la financiación de proyectos estratégicos pudieron contribuir al crecimiento exponencial de años anteriores. Aunque esta estabilización sugiere la optimización de técnicas existentes, también indica a la necesidad de diversificar las líneas de investigación y explorar nuevas perspectivas como la combinación de biotecnologías reproductivas con fotoperiodo artificial o el análisis de posibles efectos epigenéticos a largo plazo (Figura 2).

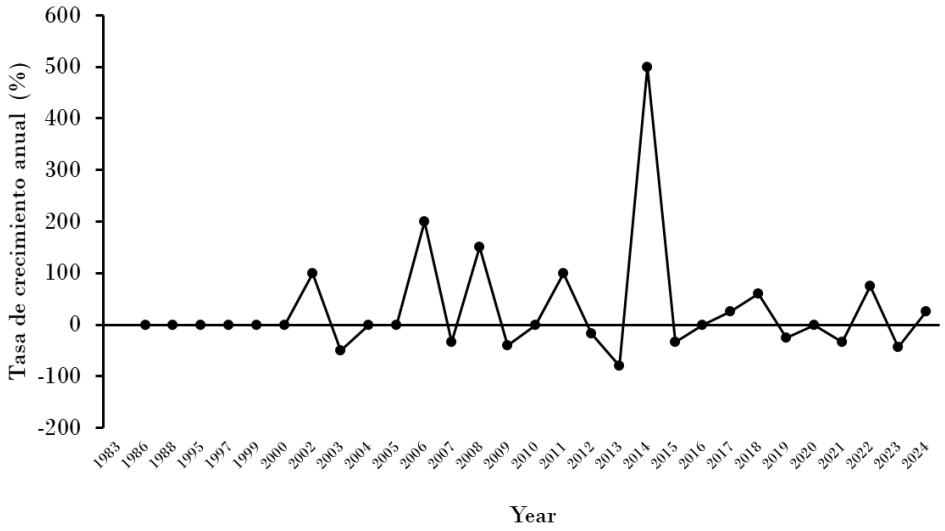


Figura 2. Tasa de crecimiento anual sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus ●= tasa de crecimiento anual.

3.4 Tasa de crecimiento relativo y tiempo de duplicación anual

La tasa de crecimiento relativo muestra una gran variabilidad considerable en la producción científica. Durante los primeros años, se observa un crecimiento moderado con picos ocasionales, seguidos de fluctuaciones más pronunciadas en ciertos periodos. Sin embargo, en años recientes, la tasa de crecimiento tiende a estabilizarse en valores relativamente bajos, lo que sugiere una consolidación del conocimiento en este campo más que una expansión acelerada de nuevas investigaciones. Por otro lado, el tiempo necesario para duplicar la producción científica revela periodos de crecimiento rápido intercalados con fases de menor dinamismo. En los años 1995, 2013, 2021 y 2023, se observan incrementos en el tiempo necesario para duplicar la producción, lo que podría estar asociado a factores como cambios en la financiación de la investigación, el interés académico en la temática o la aparición de nuevas líneas de estudio. A pesar de estas fluctuaciones, se observa una tendencia general hacia un crecimiento más sostenido y predecible. En conjunto, ambos indicadores sugieren que el área de investigación sobre el fotoperiodo artificial y su efecto en la reproducción de pequeños rumiantes ha experimentado distintas fases de crecimiento y consolidación. La estabilización de la tasa de crecimiento y los patrones de duplicación indican que este campo ha alcanzado una madurez relativa, aunque todavía existen oportunidades para futuras investigaciones que amplíen el conocimiento en aspectos específicos de esta temática (Figura 3).

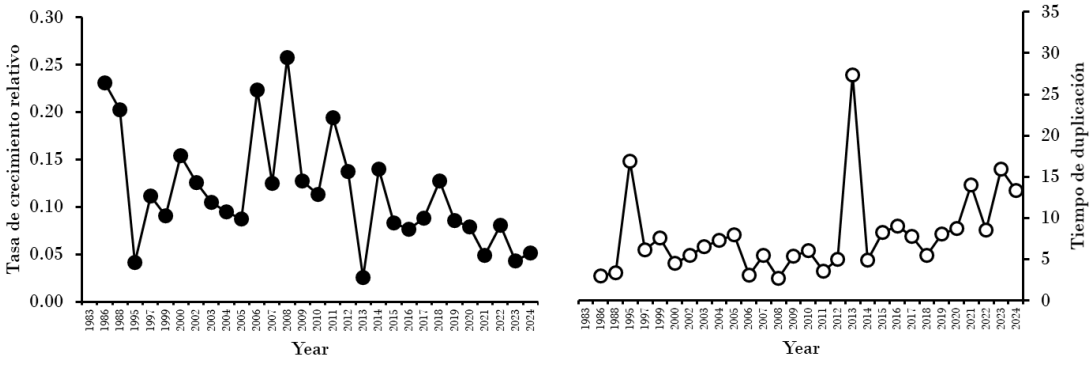


Figura 3. Tasa de crecimiento relativo (a) y tiempo de duplicación (b) de las publicaciones sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus. ●= tasa de crecimiento relativo; ○= tiempo de duplicación.

3.5 Revistas de investigación influyentes

El análisis de las revistas muestra una clara concentración en revistas especializadas en reproducción animal y fisiología endocrina. Las principales fuentes de difusión son la revista Animal Reproduction Science de Países Bajos (ISSN: 1873-2232) y Theriogenology de Estados Unidos (ISSN: 0093-691X) con 11 y 10 publicaciones respectivamente y un total de 443 y 106 citas. Esto sugiere que los estudios sobre esta temática tienen mayor visibilidad en revistas especializadas en reproducción animal, lo que reafirma la relevancia del área en el campo de la fisiología reproductiva. La revista Animal Reproduction Science lidera con un CPP de 40.27, seguida por Hormones and Behavior (ISSN: 1095-6867, de Estados Unidos) con 23.33. Esto indica que los estudios publicados en estas revistas han tenido un mayor impacto en la comunidad científica. No obstante, revistas como Animal y Tropical and Subtropical Agroecosystems presentan valores significativamente menores de CPP (9.13 y 8.80, respectivamente), lo que sugiere que el alcance de los estudios varía según el perfil de la revista y su audiencia. En términos de índice de impacto, destacan las revistas Animal (SJR: 1.010) y Hormones and Behavior (SJR: 0.936), que tienen un mayor posicionamiento en el ámbito académico. Sin embargo, el predominio de publicaciones en revistas con SJR más moderados, como Reproduction in Domestic Animals (0.457) o Journal of Animal Behaviour and Biometeorology (0.503), sugiere que este campo de estudio sigue consolidándose dentro de las revistas especializadas, pero con menor impacto general. En conjunto, estos datos reflejan la necesidad de fortalecer la difusión de estos estudios en revistas con mayor visibilidad global para ampliar su impacto en la comunidad científica (Tabla 6).

Tabla 6. Top ten revistas científicas más productivas en publicaciones sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

Revista	NP	TC	CPP	Ley de Bradford	CiteScore	SNIP	SJR	País	ISSN
Animal Reproduction Science	11	443	40.27	1	4.5	0.967	0.593	Países Bajos	1873-2232
Theriogenology	10	106	10.60	1	5.5	1.036	0.738	USA	0093-691X
Animal	8	73	9.13	1	7.5	1.452	1.010	Reino Unido	1751-7311
Domestic Animal Endocrinology	6	104	17.33	1	5.5	0.924	0.600	USA	0739-7240
Reproduction in Domestic Animals	5	116	23.20	2	3.0	0.679	0.457	Reino Unido	0936-6768
Tropical and Subtropical Agroecosystems	5	44	8.80	2	1.0	0.319	0.184	México	1870-0462
Small Ruminant Research	4	39	9.75	2	3.1	0.963	0.494	Países Bajos	0921-4488
Hormones and Behavior	3	70	23.33	2	6.7	0.822	0.936	USA	1095-6867
Animals	3	12	4.00	2	4.9	1.039	0.698	Suiza	2076-2615
Journal of Applied Animal Research	3	12	4.00	2	2.7	0.775	0.453	Reino Unido	0971-2119
Italian Journal of Animal Science	3	11	3.67	2	4.9	0.866	0.610	Reino Unido	1594-4077
Journal of Animal Behaviour and Biometeorology	3	3	1.00	2	4.0	0.927	0.503	Brasil	2318-1265

NP= número de publicación, TC= total de citas, CPP= cita promedio de publicaciones, SNIP= source normalized impact per paper, SJR = scimago journal rank.

3.6 Países

El índice de eficiencia de los países más productivos mostró que México lidera el número de publicaciones con 63 artículos y 1124 citas, representando el 63.64 % del total de publicaciones, seguido de Francia con 54 publicaciones (54.55 %), mientras que España ocupa el tercer lugar con 28 publicaciones (28.28 %). Sin embargo, el volumen de publicaciones no siempre se traduce en un mayor impacto, ya que países con menor producción, como Australia y el Reino Unido, presentan valores más altos de citas promedio por publicación. En términos de impacto, Francia se posiciona como el país con el mayor número de citas totales (1460), seguido de México (1124) y Australia (313). No obstante, la eficiencia en la producción científica varía: Australia destaca con un índice de eficiencia de países (IEP) de 2.28, lo que indica un alto impacto en relación con su producción. Por otro lado, el Reino Unido (IEP = 1.68) y China (IEP = 1.94) también presentan un buen desempeño en términos de impacto relativo. En contraste, países como Brasil y Chile muestran valores de eficiencia más bajos, reflejando una menor influencia de sus publicaciones. El índice de eficiencia sugiere que la calidad y el impacto de la investigación no dependen únicamente del volumen de publicaciones, sino también de la relevancia de los estudios dentro de la comunidad científica. Mientras que México y Francia destacan por su cantidad de publicaciones,

países con menor producción, como Australia y China, han logrado una mayor visibilidad en términos de citas por artículo (Tabla 7).

Tabla 7. Índice de eficiencia de los países más productivos en publicaciones sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

País	NP	%NP	TC	CPP	IEP
México	63	63.64	1124	17.84	0.91
Francia	54	54.55	1460	27.04	1.38
España	28	28.28	229	8.18	0.42
Australia	7	7.07	313	44.71	2.28
Chile	7	7.07	53	7.57	0.39
Reino Unido	3	3.03	99	33.00	1.68
Estados Unidos	3	3.03	25	8.33	0.42
China	2	2.02	76	38.00	1.94
Italia	2	2.02	35	17.50	0.89
Uruguay	2	2.02	17	8.50	0.43
Brasil	2	2.02	1	0.50	0.03

NP= número de publicación, %NP= porcentaje de número total de publicación TC= total de citas, CPP= cita promedio de publicaciones, IEP= índice de eficiencia de países.

3.7 Patrón de autorías

El análisis de los autores más prolíficos en la investigación sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas revela un claro liderazgo de México. Destacan J.A. Delgadillo con 49 publicaciones, y H. Hernández con 38. Ambos autores han acumulado un alto número de citas, con 1027 y 441 respectivamente, lo que refleja su impacto en la comunidad científica. Francia estuvo representada por P. Chemineau y M. Keller, quienes han contribuido con 34 y 28 publicaciones, respectivamente, mostrando una fuerte participación en este campo. El impacto de estos investigadores no solo se mide por el número de publicaciones, sino también por el índice h, donde J.A. Delgadillo lidera la lista con un valor de 32, seguido de P. Chemineau con 22 y H. Hernández con 16. Este indicador resalta la influencia sostenida de sus trabajos a lo largo del tiempo. Además, el índice de productividad de Lotka muestra que los investigadores mexicanos dominan la producción científica en esta área, con valores superiores a 1.3 en la mayoría de los casos, lo que indica una alta concentración de publicaciones en pocos autores. España también está representada en la lista con L. Zarazaga, quien ha publicado 14 artículos y tiene un índice h de 7, lo que evidencia su una contribución relevante. Sin embargo, el mayor número de publicaciones se registró en México y Francia, lo que sugiere una fuerte vinculación en estos países sobre el efecto del fotoperiodo artificial en pequeños rumiantes. Estos resultados enfatizan la necesidad de fomentar colaboraciones internacionales para diversificar la producción científica y fortalecer el impacto global de estos estudios (Tabla 8).

Tabla 8. Top ten de los autores con más publicaciones sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

Autor	NP	%NP	TC	CPP	h-index	Lotka Productivity Index Log(n)	País	ORCID
Delgadillo, J.A.	49	49.49	1027	20.96	32	1.69019608	México	0000-0001-8351-0660
Hernández, H.	38	38.38	441	11.61	16	1.579783597	México	0000-0002-0569-8888
Chemineau, P.	34	34.34	842	24.76	42	1.531478917	Francia	0000-0002-1584-7285
Keller, M.	28	28.28	321	11.46	33	1.447158031	Francia	0000-0002-5445-7431
Duarte, G.	22	22.22	458	20.82	10	1.342422681	México	0000-0003-0677-208X
Flores, José A.	22	22.22	508	23.09	15	1.342422681	México	0000-0003-0182-6309
Vielma, J.	20	20.20	450	22.50	10	1.301029996	México	0000-0001-7647-0170
Zarazaga, L.	14	13.90	105	7.50	19	1.079181246	España	0000-0003-0726-7990

Fernández, I.G.	16	16.16	205	12.81	7	1.204119983	México	0000-0001-5838-1369
Bedos, M.	13	13.13	195	15.00	12	1.113943352	México	0000-0002-8564-0909
Fitz-Rodríguez, G.	12	12.12	287	23.92	11	1.079181246	México	0000-0002-6650-3642

NP= número de publicaciones, %NP= porcentaje de número total de publicación, TC= total de citas, CPP = citas promedio por publicaciones.

En el índice de Lotka aplicado a los autores se observa que la mayoría de los investigadores (el 61.97 %) son pequeños productores, es decir, han publicado un solo artículo. Este grupo representa la mayor parte de la comunidad científica interesada en el tema, pero su contribución en términos de producción sostenida es limitada. Por otro lado, los autores clasificados como medianos productores, aquellos con entre dos y nueve publicaciones, representan el 32.39 % del total. Este grupo es crucial, ya que refleja investigadores que participan de manera constante en la temática, lo que favorece la consolidación del campo de estudio. Su presencia sugiere una comunidad activa y en crecimiento que puede generar nuevas colaboraciones y líneas de investigación a largo plazo. Finalmente, los grandes productores, con 10 o más publicaciones, representan solo el 5.63 % de los autores. Aunque son pocos en número, su impacto es significativo, ya que son responsables de una gran parte de la literatura acumulada en este ámbito. Este patrón de distribución es consistente con la ley de Lotka, que establece que un número reducido de autores concentra la mayor parte de la producción científica (Tabla 9).

Tabla 9. Índice de Lotka de autores de publicaciones sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

Nivel productividad	Número de publicaciones	Autores	% Autores
Grandes productores	10 o más	12	5.63
Medianos productores	2 a 9	69	32.39
Pequeños productores	1	132	61.97

3.8 Índice de colaboración, grado de colaboración y coeficiente de colaboración

Desde 1983 hasta 2027, se observa un aumento en el número de publicaciones con autoría múltiple, lo que indica una mayor tendencia a la colaboración entre investigadores. Este incremento en la colaboración se refleja en los valores del índice de colaboración (IC), que muestran una fluctuación con picos notables en los periodos 1988-1992 (IC=9.0) y 2013-2017 (IC=7.1), lo que sugiere periodos de intensa cooperación investigadora. El grado de colaboración (GC) se mantiene consistentemente alto, cercano a 1.00 en la mayoría de los periodos analizados, lo que indica que las publicaciones son el resultado de esfuerzos colaborativos. Este alto nivel de GC subraya la importancia de la colaboración en la investigación sobre fotoperiodo artificial y su impacto en la reproducción de cabras y ovejas. La excepción se observa en el periodo 1993-1997, donde el GC es de 0.80, lo que puede indicar una menor proporción de publicaciones colaborativas en ese período. Finalmente, el coeficiente de colaboración (CC) varía a lo largo de los periodos, reflejando la intensidad de la colaboración en cada uno de ellos. Los valores más altos de CC se encuentran en los períodos 1988-1992 (CC=0.89) y 2023-2027 (CC=0.83), lo que sugiere una colaboración más estrecha y eficiente en estos periodos. En contraste, el periodo 1993-1997 presenta el CC más bajo (0.38), lo que podría indicar colaboraciones menos intensas o una mayor proporción de investigaciones individuales en ese período. En general, se observa una tendencia hacia un aumento de la colaboración con el tiempo, lo que se refleja en los valores de IC, GC y CC (Tabla 10).

Tabla 10. Número de publicaciones sobre sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas de acuerdo al número de autores y período en la base de datos Scopus.

Años	NP	Publicación autor único	Publicación autor múltiple	Total, de autores del total de publicaciones de autorías conjunta	Total, de autores con autoría única	Total, de autores	IC	GC	CC
1983 - 1987	2	0	2	6	0	6	3.0	1.00	0.63
1988 - 1992	1	0	1	9	0	9	9.0	1.00	0.89

1993 - 1997	2	1	1	4	1	5	2.5	0.80	0.38
1998 - 2002	4	0	4	28	0	28	7.0	1.00	0.83
2003 - 2007	8	0	8	43	0	43	5.4	1.00	0.77
2008 - 2012	22	1	21	135	1	136	6.2	0.99	0.75
2013 - 2017	20	1	19	141	1	142	7.1	0.99	0.79
2018 - 2022	31	1	30	188	1	189	6.1	0.99	0.80
2023 - 2027	9	0	9	60	0	60	6.7	1.00	0.83

NP= número de publicaciones, IC= índice de colaboración, GC= grado de colaboración, CC= coeficiente de colaboración.

Las publicaciones con coautorías que fluctúan entre uno a tres autores, presentan una frecuencia moderada, pero registran un mayor impacto en términos de citas, con un total de 17 publicaciones y 624 citas. El grupo de dos autores destaca particularmente, alcanzando un pico de casi 302 citas, lo que sugiere que las colaboraciones reducidas entre investigadores altamente especializados generan estudios de gran relevancia y amplia aceptación en la comunidad científica. En contraste, el número de publicaciones aumenta cuando los grupos de autoría se expanden a entre cinco y ocho autores, con un total de 50 publicaciones y 689 citas. Las publicaciones con seis autores son las más frecuentes en este rango (16 publicaciones y 75 citas), aunque el promedio de citas por publicación es menor en comparación con las publicaciones de coautoría de uno a tres autores, lo que podría reflejar una mayor diversificación de enfoques en proyectos colaborativos más amplios. A partir de nueve autores, tanto las publicaciones como las citas disminuyen de manera notable, con 22 publicaciones y 480 citas en total. Las publicaciones con 12 o más autores son menos frecuentes y tienen un menor impacto, lo que sugiere que las colaboraciones numerosas no son habituales ni influyentes en este campo. Estos resultados subrayan la importancia de mantener equipos de investigación bien estructurados, y de priorizar la colaboración eficiente para maximizar la calidad y el impacto científico (Figura 4).

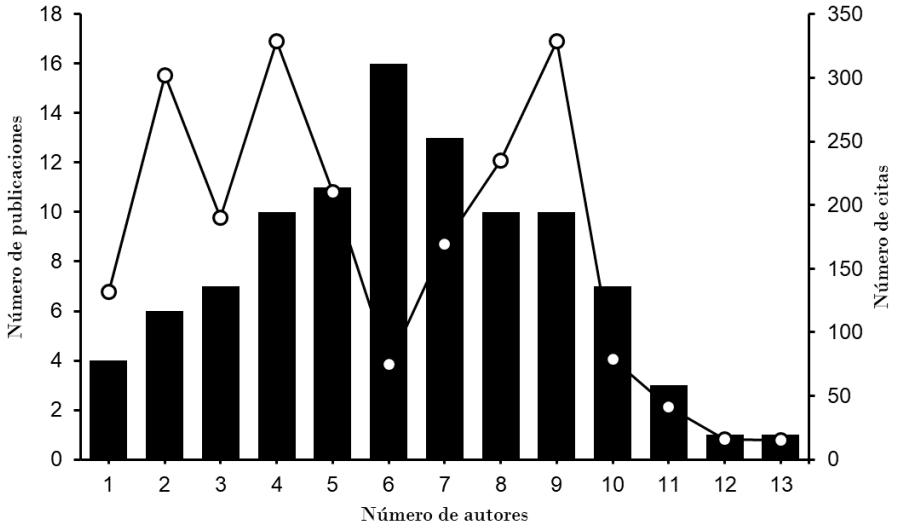


Figura 4. Número de publicaciones y número de citas por número de autor de las publicaciones sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus. ■= número de publicaciones; ○= número de citas.

3.9 Publicaciones más citadas

Las publicaciones más citadas destacan que el artículo más citado es el de Fatet et al. (2011), publicado en Animal Reproduction Science, con un total de 152 citas y una tasa de 10.86 citas por año, lo que indica su alto impacto en la comunidad científica. Otros estudios relevantes son los de Delgadillo et al. (2002) y Flores et al. (2000), con 118 y 99 citas respectivamente, que abordan la inducción de la actividad ovulatoria en cabras mediante el fotoperiodo y el efecto macho. También es notable la presencia de artículos más antiguos, como el de Chemineau et al. (1986), que, aunque cuenta con 87 citas, tiene un impacto menor en citas por año (2.23). La distribución de las publicaciones en revistas como Journal of

Animal Science, Biology of Reproduction y Reproduction and Development sugiere que estos estudios han sido citados principalmente en el ámbito de la fisiología y la biotecnología reproductiva. En general, las publicaciones más citadas reflejan el interés sostenido en la regulación reproductiva mediante factores ambientales y su relevancia para la producción animal (Tabla 11).

Tabla 11. Top ten de documentos más citados relacionados sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

Autores	Títulos	Revista	Año	Citas	Citas por año
Fatet et al. (2011)	Reproductive cycle of goats	Animal Reproduction Science	2011	152	10.86
Delgadillo et al. (2002)	Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days	Journal of Animal Science	2002	118	5.13
Flores et al. (2000)	Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats	Biology of Reproduction	2000	99	3.96
Walkden-Brown et al. (1999)	Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats.	Journal of reproduction and fertility. Supplement	1999	96	3.69
Chemineau et al. (1986)	Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect	Journal of Reproduction and Fertility	1986	87	2.23
Martin y Kadokawa (2026)	"Clean, green and ethical" animal production. Case study: Reproductive efficiency in small ruminants	Journal of Reproduction and Development	2006	83	4.37
Chemineau et al. (1988)	Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats	Reproduction Nutrition Developpement	1988	80	2.16
Rivas-Munoz et al. (2007)	Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males	Journal of Animal Science	2007	66	3.67
Pellicer-Rubio et al. (2007)	The Importance of Interactions Among Nutrition, Seasonality and Socio-sexual Factors in the Development of Hormone-free Methods for Controlling Fertility	Reproduction in Domestic Animals	2008	58	3.41
Scaramuzzi y Martin (2008)	Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod	Animal Reproduction Science	2007	58	3.22

3.10Red de las coautorías

En la red de coautorías se registraron 213 autores, lo que muestra una estructura colaborativa compleja, con núcleos bien definidos y conexiones significativas entre los principales autores. El autor más destacado es Delgadillo, J.A., de la UAAAN de México quien aparece como el nodo central con 49 publicaciones, 1027 citas y un índice h de 32, lo que refleja

su papel clave como referente en esta línea de investigación. Su colaboración sostenida con Chemineau, P. (INRAE, Francia), con 34 publicaciones y 842 citas y un h-índice de 24.76 y con Hernández, H. de la UAAAN de México con 38 publicaciones, 441 citas y h-índice 11.61 destaca como una alianza estratégica que ha fortalecido el avance del conocimiento en este campo. La red muestra cuatro clusters diferenciados, cada uno representando subgrupos de colaboración más estrecha. El clúster rojo, liderado por Delgadillo, J.A. y Chemineau, P., agrupa a los investigadores más prolíficos, centrados en aspectos fundamentales del fotoperiodo artificial y su impacto en la reproducción de pequeños rumiantes. Por su parte, el clúster verde, encabezado por Vielma, J. de UAAAN de México, con 20 publicaciones, 458 citas y un h-índice de 22.50 y Flores, J.A. de la UAAAN de México con 22 publicaciones, 508 citas y un h-índice de 23.09, parece estar orientado a estudios aplicados en diferentes condiciones productivas y climáticas. Además, las colaboraciones internacionales, con autores como Malpaux, B. de Francia, con nueve publicaciones, 502 citas, y h-índice de 47, y Poindron, P. de Francia, con seis publicaciones, 389 citas, y h-índice de 39, han sido fundamentales para la transferencia de conocimientos y metodologías. Esta red refleja la evolución del campo hacia una comunidad más integrada y colaborativa, consolidando su relevancia como un área fundamental en la investigación sobre reproducción animal (Figura 5).

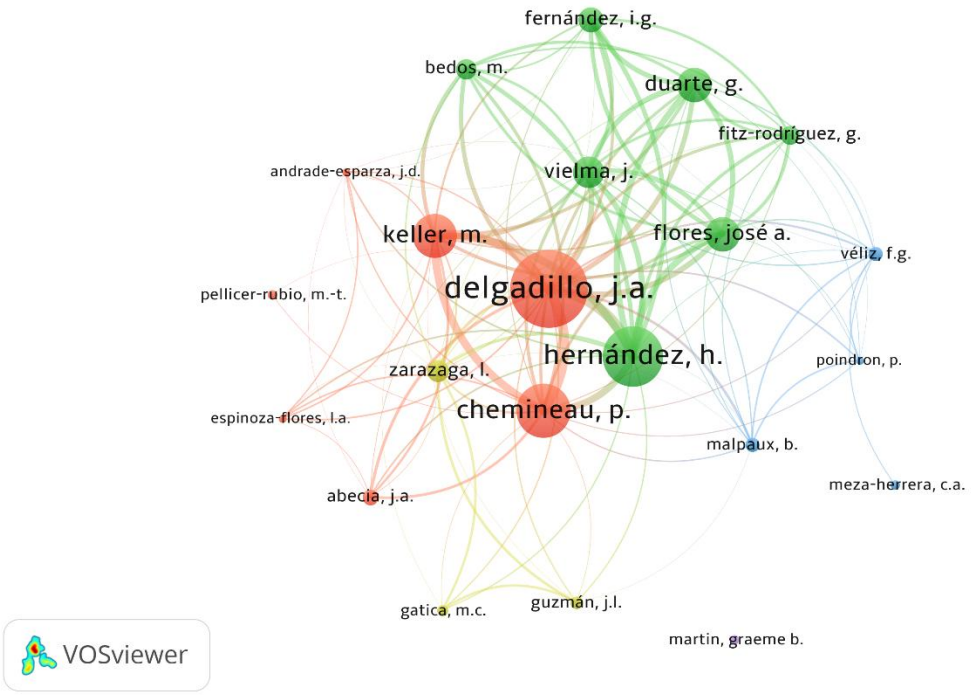


Figura 5. Red de coautoría entre autores por documento sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

3.11Red de instituciones

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) de México se posiciona como el nodo central más importante, con 59 publicaciones, 1104 citas y una fuerza de enlace de 80, lo que destaca su papel clave en la producción científica y su activa colaboración con otras universidades y centros de investigación de México y de otros países. Esta sólida red de colaboraciones refuerza el liderazgo de la UAAAN en este campo, ya que facilita el intercambio de conocimientos y metodologías esenciales para avanzar en la investigación. Otras instituciones que destacan son el INRAE de Francia, con 44 publicaciones y una fuerza de enlace de 80, y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con 15 publicaciones, 309 citas y una fuerza de enlace de 26. Estas instituciones forman un núcleo internacional de colaboración centrado en mejorar la eficiencia reproductiva de pequeños rumiantes mediante el uso del fotoperiodo artificial. El grupo Physiologie de la Reproduction et des Comportements (PRC) de INRAE, con 49 publicaciones y una fuerza de enlace de 68, contribuye con la comunidad científica europea, complementando el trabajo desarrollado en México

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.47

y otros países de América Latina. Además, universidades como las españolas de Zaragoza y Huelva y la Universidad Autónoma Chapingo de México, refuerzan las redes de colaboración regionales. Esta red nacional bien articulada facilita la generación de conocimiento, la transferencia tecnológica y un enfoque integral para resolver los desafíos relacionados con el manejo reproductivo de cabras y ovejas, impulsando la aplicación práctica de los resultados científicos (Figura 6).

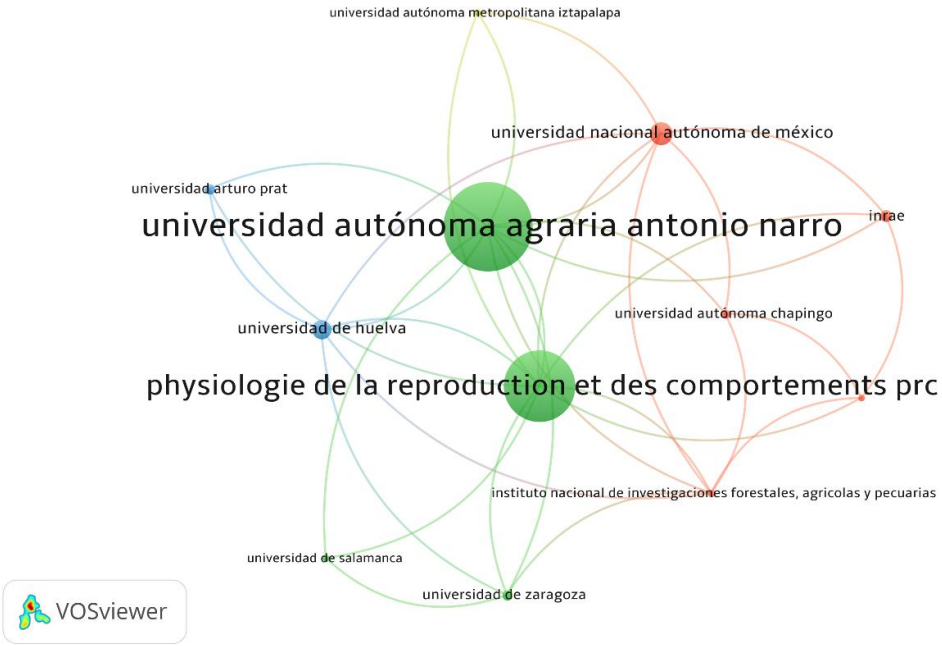


Figura 6. Red de coautoría entre instituciones por documento sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos de Scopus.

3.12Análisis de las palabras claves

En la red de palabras clave los términos "male effect", "photoperiod" y "goat" son los principales nodos, lo que refleja la centralidad de estos conceptos en la producción científica del área. El efecto macho aparece como el nodo más prominente, lo que evidencia su importancia como estrategia reproductiva en pequeños rumiantes, principalmente en condiciones de manejo controlado mediante el uso de fotoperiodo artificial. La relación entre las palabras clave como "seasonality", "melatonin" y "ovulation" sugiere un enfoque recurrente en estudios relacionados con la modulación del ciclo reproductivo mediante fotoperiodo y melatonina, tanto en cabras como en ovejas. La conexión de "progesterone" y "ovarian activity" con el nodo central refleja la relevancia de las hormonas reproductivas en el análisis del efecto macho, ya que su impacto en la sincronización del estro y la mejora de la fertilidad en animales de granja es significativo. Asimismo, el término "artificial photoperiod" acentúa el uso de esta técnica como herramienta clave para inducir cambios fisiológicos que favorecen la actividad reproductiva fuera de la temporada natural. Otro aspecto relevante es la interconexión de "sexual behavior", "testosterone" y "duration of contact", lo que indica que muchos estudios se centran en la duración e intensidad del estímulo del macho para garantizar su efectividad. La estacionalidad reproductiva (seasonal anestrus) también ocupa un papel fundamental, ya que se estudia la posibilidad de superar este período mediante intervenciones artificiales. La presencia de términos como "sheep" y "caprine" confirma que las investigaciones se han centrado en ambas especies, lo que permite extrapolar resultados y validar estrategias en distintos sistemas de producción. Esta red de palabras clave evidencia la consolidación del conocimiento y la integración de conceptos fundamentales para optimizar el manejo reproductivo en pequeños rumiantes (Figura 7).

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.47

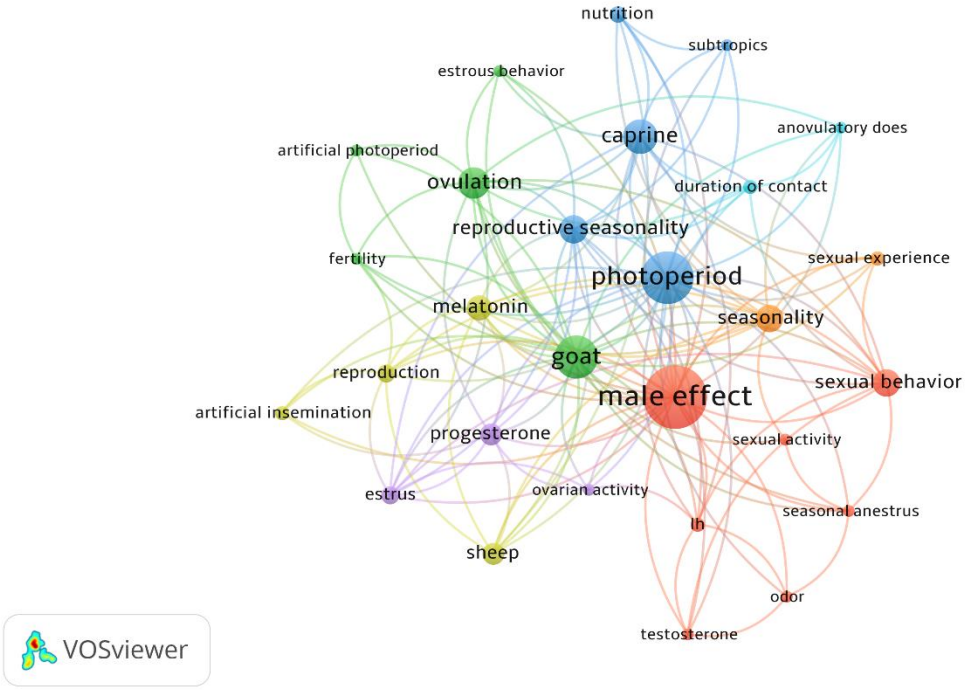


Figura 7. Red de co-ocurrencia de las palabras clave en artículos científicos por autores sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

3.13Red de coautoría entre países

México aparece como el nodo central más prominente en la red de coautoría entre países, lo que refleja su liderazgo. Esto sugiere una sólida trayectoria de investigación en instituciones mexicanas, con frecuentes colaboraciones internacionales, particularmente con Francia y España, que también ocupan posiciones destacadas en la red. La cooperación entre estos países ha dado lugar a publicaciones conjuntas de alto impacto, lo que consolida su relevancia en el campo de la reproducción animal. Francia se presenta como un actor clave en la red, vinculado no solo con México, sino también con otros países europeos como Italia, Suiza y Portugal, lo que evidencia la importancia de las instituciones francesas en la investigación sobre la regulación del ciclo reproductivo mediante el uso del fotoperiodo y el efecto macho. España, por su parte, ocupa una posición central en el fortalecimiento de las colaboraciones europeas y latinoamericanas, particularmente con Chile y Uruguay, lo que sugiere un interés común en la aplicación de estas técnicas en sistemas de producción de pequeños rumiantes en diferentes contextos agroecológicos. Además de Europa y América Latina, en la red también están presentes países como Australia, China y Japón también están presentes en la red, aunque con menor intensidad en las colaboraciones internacionales. La participación de estos países refleja un interés global en el tema, particularmente en regiones con una importante producción ovina y caprina desde el punto de vista económico. Esta red de colaboración internacional es fundamental para el intercambio de conocimientos y el desarrollo de estrategias innovadoras para mejorar la eficiencia reproductiva de cabras y ovejas, lo que permite avanzar en la transferencia tecnológica y en la adaptación de estas técnicas a distintos entornos productivos (Figura 8).

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.47

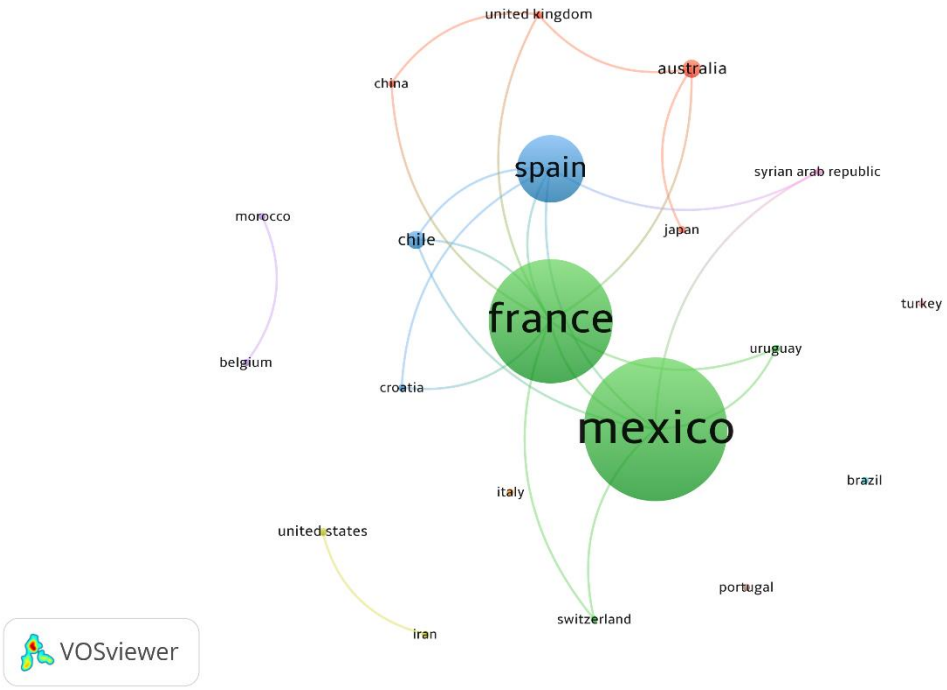


Figura 8. Red de co-autorías entre países por documento sobre el fotoperiodo artificial para estimular el efecto macho en cabras y ovejas en la base de datos Scopus.

3.14Árbol del conocimiento

La Figura 9 muestra el árbol del conocimiento, que ilustra la evolución y las relaciones entre las publicaciones científicas clave relacionadas con el fotoperiodo artificial y el efecto macho en cabras y ovejas. En este árbol, las raíces representan las primeras investigaciones fundamentales en este campo, mientras que las ramas y el follaje simbolizan los estudios más recientes y especializados. Destaca la presencia de Delgadillo, J.A., como uno de los autores más prolíficos y relevantes, cuyas publicaciones han influido en el desarrollo del conocimiento actual sobre la inducción de actividad reproductiva en pequeños rumiantes mediante la manipulación del fotoperiodo. En las raíces del árbol se encuentran estudios pioneros realizados entre las décadas de 1980 y 2000, que sentaron las bases científicas del efecto macho y la regulación estacional de la reproducción en ovinos y caprinos. Investigadores como Chemineau, P. y Walkden-Brown, S.W. son fundamentales, ya que sus contribuciones han sido ampliamente citadas y utilizadas como base para estudios posteriores. Estos trabajos iniciales se centraron en la fisiología reproductiva y el uso de estímulos ambientales, como la melatonina y la exposición a machos, para controlar la estacionalidad reproductiva. En las ramas superiores, se observa una mayor diversificación de temas y un aumento del número de publicaciones en los últimos años. Estudios recientes, como los de Loya-Carrera et al. (2017) quienes indican que la exposición a machos con alto comportamiento sexual, activados por estímulos lumínicos, puede extender la actividad sexual en la población femenina y potenciar la respuesta en épocas en las que usualmente no sería esperada su conducta reproductiva. Las hembras jóvenes e inexpertas exhiben comportamientos reproductivos similares a las experimentadas tras la exposición a machos estimulados, lo que amplía las posibilidades de manejo reproductivo sin necesidad de experiencia previa en la hembra. De acuerdo a Delgadillo et al. (2022), sugieren que las interacciones sociales entre machos activos pueden ser utilizados para estimular la actividad reproductiva en machos en descanso sexual, y que este estímulo también puede transferirse a las hembras, abriendo nuevas oportunidades para el control reproductivo fuera de temporada en cabras y potencialmente en otras especies con estacionalidad reproductiva. Lo anterior es determinante para la colaboración internacional debido a las múltiples coautorías con investigadores de diferentes países, lo que ha permitido avanzar en técnicas innovadoras para la sincronización reproductiva, aplicables tanto en contextos de producción extensiva como intensiva. Este árbol del conocimiento refleja la evolución de una línea

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.47

de investigación sólida y en constante expansión con un legado científico importante que es liderado por investigadores mexicanos.

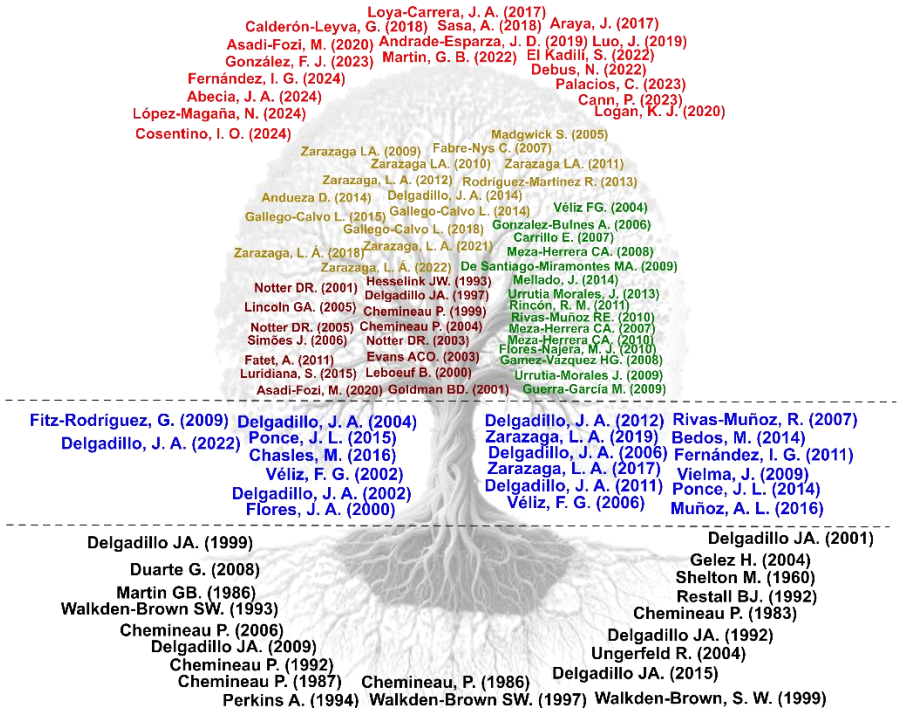


Figura 9. El árbol de la ciencia describe los autores más hegemónicos (raíz), luego los autores consolidan las investigaciones básicas (tronco) y por último las tendencias recientes (ramas y hojas) sobre el fotoperiodo artificial para estimular el "efecto macho" en cabras y ovejas.

4. CONCLUSIÓN

El análisis bibliométrico mostró un incremento en la cantidad de publicaciones sobre el efecto del fotoperiodo artificial y el efecto macho en cabras y ovejas en las últimas dos décadas, lo que sugiere un creciente interés en estrategias para mejorar la eficiencia reproductiva en la producción pecuaria. Se identificó una alta concentración de estudios en revistas de reproducción animal y fisiología, lo que indica que la investigación en esta área se centra en aspectos endocrinos y conductuales. Asimismo, se observó una tendencia a utilizar metodologías más sofisticadas, como mediciones hormonales y análisis genómicos, lo que demuestra una evolución en la forma en que se estudia la interacción entre el fotoperiodo y la reproducción. A pesar del avance en el conocimiento, persisten brechas en la aplicación práctica de estos hallazgos en sistemas productivos comerciales, lo que resalta la necesidad de estudios que aborden la viabilidad económica y la implementación de estas técnicas a gran escala. Finalmente, los resultados sugieren que la modulación del fotoperiodo podría ser una herramienta efectiva para optimizar la eficiencia reproductiva en cabras y ovejas, especialmente en regiones donde las condiciones naturales y la estacionalidad limitan la reproducción. Sin embargo, es fundamental considerar la variabilidad genética entre razas y la adaptación de los animales a diferentes condiciones ambientales. Además, los estudios futuros deberían centrarse en evaluar los efectos a largo plazo del fotoperiodo artificial sobre la salud reproductiva y el bienestar animal. Desde una perspectiva bibliométrica, se recomienda continuar el monitoreo del impacto de estos estudios en la literatura científica y su influencia en el desarrollo de nuevas tecnologías pecuarias. La integración de herramientas como el análisis de redes de colaboración y la evaluación de citas permitirá un mejor entendimiento de la evolución del conocimiento en este campo y facilitará la identificación de áreas prioritarias para futuras investigaciones.

CC BY SA

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Contribución de autoría

Conceptualización: E.-P.B., Metodología: E.-P.B., Investigación: A.-E.A.S., E.-P.B., Análisis formal: E.-P.B., Redacción -borrador original: R.-G.R.I., E.-P.B., Supervisión: R.-G.R.I., E.-P.B., Redacción -revisión y edición: A.-E.A.S., R.-G.R.I., E.-P.B. Todos los autores leyeron y están de acuerdo con la publicación de esta versión del manuscrito.

Literatura citada

Abecia, J. A., Chemineau, P. y Delgadillo, J. A. 2024. Advances in photoperiodic and bio-stimulations of seasonal reproduction in small ruminants. *Small Ruminant Research*. 235: 1-9. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2024.107286

Ajiferuke, I., Burell, Q. y Tague, J. 1988. Collaborative coefficient: A single measure of the degree of collaboration in research. *Scientometrics*. 14(5): 421-433.

Chemineau, P., Normant, E., Ravault, J. P. y Thimonier, J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *Journal of Reproduction and Fertility Ltd*. 78: 497-504.

Chemineau, P., Pelletier, J., Guérin, Y., Colas, G., Ravault, J. P., Touré, G., Almeida, G., Thimonier, J. y Ortavant, R. 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reprod. Nutr. Dévelop*. 28: 409-422.

Chen, K. y Guan, J. 2011. A bibliometric investigation of research performance in emerging nanobiopharmaceuticals. *Journal of Informetrics*. 5(2): 233-247. https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.007

Delgadillo, J. A., Espinoza-Flores, L. A., Abecia, J. A., Hernandez, H., Keller, M. y Chemineau, P. 2022. Sexually active male goats stimulate the endocrine and sexual activities of other males in seasonal sexual rest through the "buck-to-buck effect". *Domest Anim Endocrinol*. 81: 106746. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2022.106746

Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F. G., Hernández, H. F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P. y Malpaux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci*. 80: 2780-2786.

Delgadillo Sánchez, J. A., Chemineau, P., Abecia, J. A., López-Magaña, D., Hernández, H. y López-Magaña, N. 2024. El "efecto macho" y el "efecto macho sobre macho" permiten el control sostenible de la reproducción caprina. *Universitas Agri*. 3(NE1): 5-12. https://doi.org/10.59741/agri.v3iNE.24

Dhoble, S., Kumar, S. y Kumar, S. 2018. Publication productivity of Indian scientists in groundnut research : A bibliometric study. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*. 12(1): 149-159. https://doi.org/10.1080/09737766.2018.1433090

Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T. y Leboeuf, B. 2011. Reproductive cycle of goats. *Anim Reprod Sci*. 124(3-4): 211-219. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.029

Flores, J. A., Véliz, F. G., Pérez-Villanueva, J. A., Martínez, d. l. E. G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B. y Delgadillo, J. A. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biology of Reproduction*. 62: 1409-1414.

Li, C., Shu, H. y Gu, X. 2025. Photoperiod Management in Farm Animal Husbandry: A Review. *Animals (Basel)*. 15(4). https://doi.org/10.3390/ani15040591

Loya-Carrera, J. A., Ramírez, S. R., Terrazas, A., Hernández, H., Vielma, J., Duarte, G. y Fernández, I. G. 2017. Sexually inexperienced anestrous goats are able to exhibit sexual behaviours exposed to sexually active bucks. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 5(2): 64-71. https://doi.org/10.26667/2318-1265jabb.v5n2p64-71

Luo, J., Wang, W. y Sun, S. 2019. Research advances in reproduction for dairy goats. *Asian-Australas J Anim Sci*. 32(8): 1284-1295. https://doi.org/10.5713/ajas.19.0486

Martin, G. B. y Kadokawa, H. 2026. Clean, green and ethical animal production. Case study Reproductive efficiency in small ruminants. *Journal of Reproduction and Development*. 52(1): 145-152.

Martin, G. B. y Scaramuzzi, R. J. 1983. The induction of oestrus and ovulation in seasonally anovular ewes by exposure to rams. *J. steroid Biochem*. 19(1): 869--875.

Pellicer-Rubio, M. T., Leboeuf, B., Bernelas, D., Forgerit, Y., Pougnard, J. L., Bonne, J. L., Senty, E. y Chemineau, P. 2007. Highly synchronous and fertile reproductive activity induced by the male effect during deep anoestrus in lactating goats subjected to treatment with artificially long days followed by a natural photoperiod. *Anim Reprod Sci*. 98(3-4): 241-258. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.03.002

Ramírez-Ramírez, A. I., Delgado-Tiburcio, G. I., Cruz-Espinoza, F., Herrera-Corredor, A. C. y Gallegos-Sánchez, J. 2021. Photoperiod and its relationship to sheep reproduction. *Agro Productividad*. https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.1620

Rivas-Munoz, R., Fitz-Rodriguez, G., Poindron, P., Malpaux, B. y Delgadillo, J. A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J Anim Sci*. 85(5): 1257-1263. https://doi.org/10.2527/jas.2006-115

Santha kumar, R. y Kaliyaperumal, K. 2015. A scientometric analysis of mobile technology publications. *Scientometrics*. 105(2): 921-939. https://doi.org/10.1007/s11192-015-1710-7

Scaramuzzi, R. J. y Martin, G. B. 2008. The Importance of Interactions Among Nutrition, Seasonality and Socio-sexual Factors in the Development of Hormone-free Methods for Controlling Fertility. *Reproduction in Domestic Animals*. 43(s2): 129-136. https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01152.x

Walkden-Brown, S. W., Martin, G. B. y Restall, B. J. 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *Journal of Reproduction and Fertility*. 52(243-257).

Waqas, M.-S. y Tibary, A. 2025. Manipulation of ovarian function in sheep and goats. *Clinical Theriogenology*. 17: 24-35. https://doi.org/10.58292/CT.v17.11653

Zarazaga, L. Á., Gatica, M. C., Gallego-Calvo, M. L. y Guzmán, J. L. 2017. When using photostimulated bucks to induce the male effect in female goats living at Mediterranean latitudes, a male: female ratio of 1:20 is optimum. *Journal of Applied Animal Research*. 46(1): 883-887. https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1418669

Aviso legal/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de Universitas agri ni de sus editores. Universitas agri y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.