

Capítulo 7

Diseño bioclimático: análisis bibliométrico

Francisco Javier Sol Sampedro¹

aztlan20991@gmail.com

Aracely López Grijalva¹

aracely.lopez@unicach.mx

Raúl Pavel Ruíz Torr²

raul.ruiz@unach.mx

Imer López Grijalva³

imer.lg@regionsierra.tecnm.mx

Xochitl Berenise Gonzales Torres⁴

xbgt77@gmail.com

<https://doi.org/10.61728/AE20252014>



¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

² Universidad Autónoma de Chiapas

³ Tecnológico Nacional de México - ITS de la Región Sierra

⁴ Instituto Tecnológico de Oaxaca/ Tecnológico Nacional de México

Resumen

Hoy en día, el estudio y análisis de la producción científica se ha realizado a través de los análisis bibliométricos. Entendiendo que la bibliometría es la aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a fuentes escritas, estos análisis consideran indicadores como autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma, resumen y palabras claves o descriptores. En este trabajo se generó la bibliometría para la variable diseño bioclimático, teniendo en cuenta que el diseño bioclimático involucra al diseño arquitectónico que utiliza energía solar y otros recursos ambientales para generar confort térmico a los usuarios en interiores y exteriores y mejorar la eficiencia energética en los edificios, para lo cual se consideran los indicadores número de publicaciones del ítem periodo 1980-2023 y número de citas por autor. También, usando el software VOSviewer, se construyeron los mapeos de las interrelaciones de ítems, correlaciones del ítem y correlaciones temporales del ítem, identificando las interrelaciones entre los diferentes ítems con la variable. Se analizaron 372 artículos en un periodo de 44 años. La investigación determinó que la cantidad de publicaciones está relacionada con los requerimientos de solución con respecto a las demandas del cuidado del medioambiente natural y la salud de la población mundial, también muy relacionadas con eventos temporales. De igual manera la variable ámbitos donde el diseño bioclimático muestra correlaciones fuertes con los ítems Diseño arquitectónico, Eficiencia energética, utilización de la energía, arquitectura bioclimática, Edificios, Microclima y Sustentabilidad mismos que participa con el cuidado en el uso de recursos y en la generación bienestar de los usuarios de espacios habitables través de medios pasivos de acondicionamiento térmico en edificaciones.

Introducción

Los estudios métricos de la información permiten explorar, detectar y también mostrar datos relevantes y significativos de grandes bases de datos y documentos, otorgándole un enfoque objetivo a través de información cuantitativa. La medición del esfuerzo y repercusión de la actividad científica se basa hoy en día en la bibliometría (Licea, 2002), la cual es un mecanismo fundamental que permite el análisis de la producción científica y demuestra el comportamiento de diferentes indicadores de la actividad científica (González, 2012).

La bibliometría es la aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a toda fuente escrita que esté basada en las facetas de la comunicación y que considere los elementos tales como autores, título de la publicación, tipo de documento, idioma, resumen y palabras claves o descriptores (Solano, 2009).

En este trabajo se generó la bibliometría para la variable diseño bioclimático, para lo cual se consideran los indicadores número de publicaciones del ítem periodo 1980-2023 y número de citas por autor; también se construyeron los mapeos de las interrelaciones de ítems, correlaciones del ítem y correlaciones temporales del ítem, identificando las interrelaciones entre los diferentes ítems con la variable diseño bioclimático.

Revisión de la literatura

Bienvenido (2021) describe: en el tiempo, ya sea a través del conocimiento tradicional o de la implementación constructiva, se ha ido desarrollando la relación del entorno construido con las condiciones climáticas de un determinado lugar. De igual manera comenta, que el control de estas soluciones simbióticas basadas en un diseño que considera al clima y su enfoque estratégico se ha desarrollado para brindar mejores niveles de bienestar.

La arquitectura bioclimática ha sido ampliamente aceptada desde los años 1970; esta implementación de sus principios en la práctica es un factor clave para lograr la eficiencia energética en el sector de la construcción (Karkanias y Boemi, 2010). La construcción sustentable es una idea que

busca diseños de edificios que sean compatibles con el medioambiente y la conservación de los recursos durante su vida útil (Elshafei, Vilcekova, Zelenakova, y Negm, 2021). Estos objetivos amplían y complementan las preocupaciones económicas, de utilidad, de durabilidad y de confort del diseño de edificios clásico. Los edificios ecológicos tienen como objetivo minimizar los efectos indeseables totales de la construcción ambiental sobre la salud humana y el medioambiente.

El diseño bioclimático se refiere a un enfoque de diseño arquitectónico que utiliza energía solar y otros recursos ambientales relacionados para proporcionar confort térmico humano en interiores y exteriores (Abdollah, 2019). En tanto, Ness y Andresen y Kleiven (2019) afirman que el Building Bioclimatic Design (BBCD) entiende la arquitectura como un filtro entre el clima exterior y el confort interior, por tanto, BBCD representa una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia energética en los edificios.

Metodología

Se realiza un estudio bibliométrico, descriptivo y de interrelaciones de ítems con la variable Diseño Bioclimático; se analizaron publicaciones de un periodo de 44 años comprendido del año 1980 al año 2023. Esta información fue descargada en formato CSV de la base de datos de Scopus.

La información se procesó con Microsoft Excel y VOSviewer para generar los gráficos y mapeos de análisis puntual de acuerdo al indicador. Estas fuentes incluyeron el título de la revista, la fecha de publicación, los detalles del autor (nombre, afiliación, ID del autor), título del artículo, palabras clave, resumen y número de citas.

En la Figura 1 se observa el diagrama de flujo de la metodología, fundamentada en Noriega (2023), que consta de 6 pasos: Definición del campo de estudio, selección de base de datos, proceso de búsqueda, exportación de datos, procesamiento de datos y análisis de resultados.

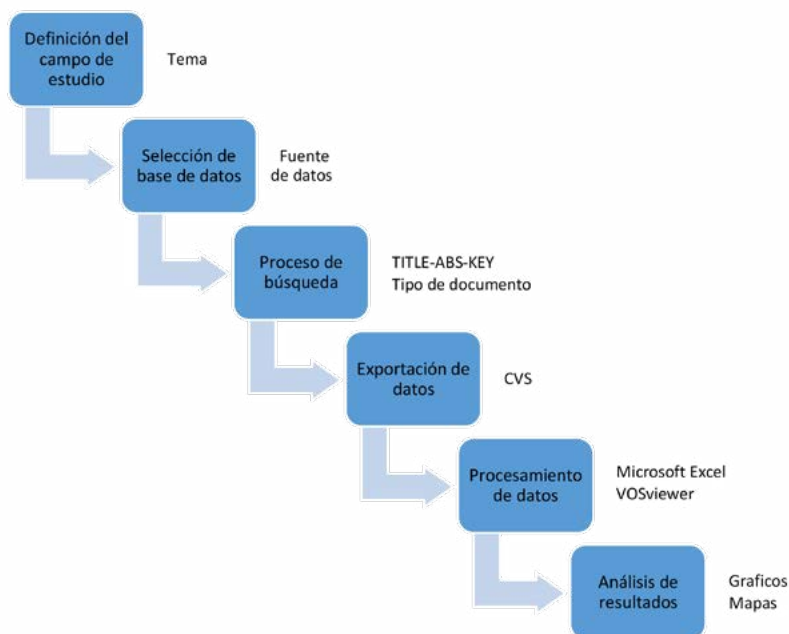


Figura 1. Diagrama de flujo metodología.

Fuente: elaboración propia basado en Noriega (2023).

Resultados

La búsqueda arrojó un total de 372 artículos que contienen el concepto Diseño bioclimático; primeramente, se analizó el número de publicaciones en un periodo de 44 años comprendido del año 1980 al año 2023 (Figura 2). En el inicio de este periodo se publicaron 2 artículos en el año 1980. En el año 1985 hubo un incremento en el número de publicaciones con un total de 11 artículos. Para el periodo 1986-1988 no hubo publicaciones, teniendo un ligero repunte en el año 1989 con 6 publicaciones.

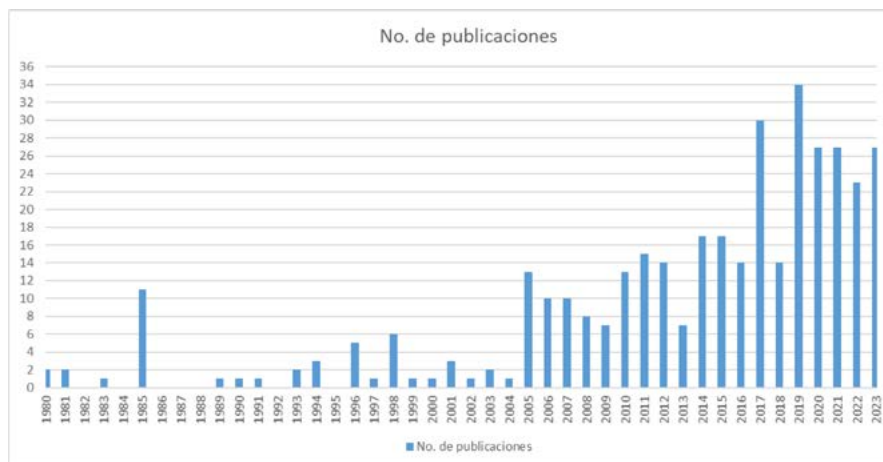


Figura 2. Número de publicaciones del ítem Diseño bioclimático del periodo 1980-2023.

Fuente: elaboración propia.

Volviendo a decaer en el periodo 1999 al 2004. A partir del 2005 al 2016, se incrementaron las publicaciones con un total de 145, promediando 12 artículos por año, teniendo un máximo de 17 artículos en los años 2014 y 2015. En el periodo de los años 2016 al 2023 continúa el incremento de las publicaciones, llegando a un máximo de 34 en el 2019, teniendo un total de 182 publicaciones con un promedio de 26 artículos por año.

En la Figura 3 podemos observar las citas de los 20 autores más citados en el periodo de 1980 a 2023 sobre la temática de diseño bioclimático. En primer lugar, encontramos a Ratti C., Raydan D. y Steemers K., del Departamento de Arquitectura, Centro Martin de Estudios Arquitectónicos y Urbanos, Universidad de Cambridge del Reino Unido, con 273 citas sobre los tópicos Formas arquetípicas, Diseño bioclimático, Clima cálido y árido, Procesamiento de imágenes y Arquitectura vernácula. Con 156 citas se encuentran los autores Vanos J.K., Warland J.S., Gillespie T.J. y Kenny N.A., de la Facultad de Ciencias Ambientales, de la Universidad de Guelph, en Canadá, tocando los temas Diseño bioclimático, Confort humano, Fisiología del ejercicio humano, Salud humana, Microclimatología y Psicología perceptiva.



Figura 3. Número de citas por autor del ítem Diseño bioclimático del periodo 1980-2023.

Fuente: elaboración propia.

En el tercer sitio, con 125 citas, se encuentran los autores Gaitani N., Mihalakakou G. y Santamouris M. del Departamento de Medio Ambiente y Gestión de Recursos Naturales de la Universidad de Ioannina, Grecia; los tópicos desarrollados fueron Principios de la arquitectura bioclimática, Microclima, Espacios al aire libre y Condiciones de confort térmico.

Con 114 citas, en cuarto lugar, se encuentran los autores Bodach S., Lang W. y Hamhaber J. del Instituto de Diseño y Construcción Sostenible y Energéticamente Eficiente, de la Universidad Técnica de Múnich (TUM) y del Instituto de Tecnología y Gestión de Recursos en los Trópicos y Subtrópicos de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia en Alemania; los tópicos desarrollados fueron Diseño bioclimático, Diseño de edificios sensibles al clima, País en desarrollo; Nepal, Técnicas de construcción tradicionales y Arquitectura vernácula. En quinto lugar, están los autores Zhai X.Q., Song Z.P. y Wang R.Z. del Instituto de Refrigeración y Criogenia, Universidad Jiao Tong de Shanghai en China, manejando los temas Configuración integrada, Sistema integrado de energía renovable y chimenea solar, referentes de diseño bioclimático.

Los autores situados en lugares del seis al veinte reportan un máximo de 98 y un mínimo de 42 citas, donde los tópicos diseño bioclimático,

edificios energéticamente eficientes y ahorro de energía son recurrentes, apareciendo la simulación de sistemas relacionados con el flujo de fluidos, transferencia de calor y otros fenómenos asociados (simulación CFD) y la simulación térmica de edificios como tema integrante del diseño bioclimático. De igual manera, se observa que la tendencia sobre el tema de diseño bioclimático es latente en todas partes del mundo.

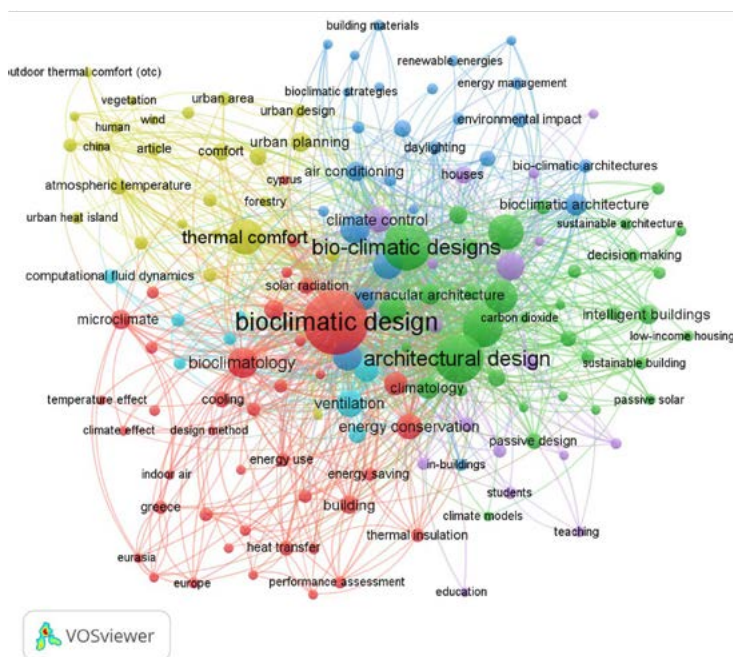


Figura 4. Mapeo de las interrelaciones de ítems con la variable *Diseño bioclimático* del periodo 1980-2023.

Fuente: elaboración propia.

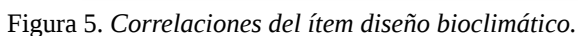
Utilizando la herramienta VOSviewer, se realizaron los mapeos de las palabras claves de los 372 artículos (Figura 4) y la correlación entre ellas. Se analizaron un total de 151 ítems agrupados en 6 clústeres. En el Clúster 1, con 40 ítems, destacan por recurrencia los ítems Bioclimática, Edificios y energía; el Clúster 2 y sus 35 ítems destacan por la recurrencia de tópicos Diseño, Clima, Rendimiento energético y Diseño pasivo. Los 25 ítems del Clúster 3, la recurrencia se encuentra en los ítems Arquitectura y diseño bioclimático, Edificios y eficiencia energética en

edificios. Los ítems Confort, Temperatura y Urbe son los temas recurrentes en el Clúster 4, compuesto de 25 ítems, en el cual aparece un nuevo término, Simulación. En el Clúster 5, con 17 ítems, se destacan los temas Desempeño ambiental y control del climático; finalmente, el Clúster 6, con 8 ítems, no muestra repetición en los tópicos, destacando el término Fluidos dinámicos computacionales (CFD).

De igual manera, en la Figura 5 observamos las 7899 ligas entre los ítems analizados, en donde el Diseño bioclimático y Diseño arquitectónico muestran la mayor cantidad de ligas en relación al resto de los ítems. Sobre el ítem Diseño bioclimático, las correlaciones fuertes son con los ítems Diseño arquitectónico, Eficiencia energética, utilización de la energía, arquitectura bioclimática, edificios, microclima y sustentabilidad.

Continuando con los análisis, se elaboró el gráfico de la correlación entre los ítems y el periodo temporal de los años 2010 al 2018, donde se localiza la mayor correlación entre ítems (Figura 5). Predominando la relación entre diseño bioclimático y diseño arquitectónico, en dichos clústeres se observa los conceptos, uso de la energía y eficiencia energética como puntos centrales de las ligas. Así mismo, en el clúster de Sustentabilidad, Diseño y Confort térmico destacan las interrelaciones con el clima y sus características. En tanto, el clúster Diseño Arquitectónico y Sustentabilidad comparte los análisis computacionales con el diseño asistido por computadora y fluidos dinámicos computacionales (CFD), respectivamente.

En la Figura 6 observamos cómo, a partir del año 2010, los temas diseño bioclimático, control del clima, climatología, conservación de la energía, confort y diseño pasivo eran las correlaciones recurrentes. Para el año 2014 se encontró una fuerte correlación con el Diseño arquitectónico, la bioclimatología, el confort térmico, la arquitectura vernácula y la arquitectura bioclimática principalmente. Y en año 2018 aparece un nuevo termino Diseños bio-climáticos, pero sin cambiar la fortaleza de las ligas con los ítems de ligas con mayor fortaleza.



Fuente: elaboración propia

De los años 2005 al 2016 se realizaron un total de 145 publicaciones, con un promedio de 12 artículos por año. Lo cual corresponde a que en este periodo se dieron las principales tendencias hacia el desarrollo sustentable, iniciando en 2005, correspondiente a la entrada en vigor del Protocolo de Kioto sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En 2006 se realiza el comunicado de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre una estrategia temática para el medioambiente urbano; para el 2008 se realiza el Reporte de Desarrollo Sostenible 2008, en México se presenta el Reporte de Desarrollo Sostenible en función de la agenda de responsabilidad; en 2009, México es el primer país en desarrollo en proponer una meta para reducir sus emisiones de gases. Para el 2012 se lleva a cabo la Cumbre Río, en la que los miembros decidieron poner en marcha un proceso para desarrollar un conjunto de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); también se adoptaron directrices innovadoras sobre políticas de economía verde y se puso en marcha una estrategia para financiar el desarrollo sostenible (UN, 2023).

En la Conferencia Mundial de la UNESCO sobre la Educación para el Desarrollo Sustentable (EDS) de 2014, en Aichi-Nagoya, Japón, se lanzó el Programa de Acción Global sobre Educación para el Desarrollo Sustentable, a manera de contribución de la UNESCO a la formulación de la Agenda de Educación Post 2015 y la Agenda de Desarrollo Post 2015 (SER, 2023); eventos que coinciden con los años de mayor numero de publicaciones en ese periodo.

En el periodo de los años 2016 al 2023 se encontró un total de 182 publicaciones, este periodo, en el cual se muestra un notable incremento, coincide con la publicación de los Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en el año 2016, para el siguiente año se realiza la Cumbre sobre el Impacto del Desarrollo Sostenible 2017, donde entre sus objetivos principales se encuentra garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos en todas las edades, año en el cual se publican un total de 30 artículos segundo más alto del periodo.

Posteriormente en el 2018 se publica el 8º Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2018, se celebra el Día Mundial del Medio Ambiente 2020 dedicado a la biodiversidad celebrado en Colombia; para el 2021 se crea el Programa de Conservación para el Desarrollo

Sostenible PROCODES 2021 que promueve que los habitantes de las Áreas Naturales Protegidas aprovechen los recursos naturales de forma sustentable (CENAP, 2023). Con respecto a todo lo anterior, se puede determinar que la cantidad de publicaciones están relacionadas con los requerimientos de solución con respecto al cuidado al medioambiente natural y salud de la población mundial, ámbitos donde el diseño bioclimático participa con el cuidado en el uso de recursos y en la generación bienestar de los usuarios de espacios habitables través de medios pasivos de acondicionamiento térmico en edificaciones.

En tanto la variable Diseño bioclimático muestra correlaciones fuertes, señaladas en los mapas, con los ítems Diseño arquitectónico, Eficiencia energética, utilización de la energía, arquitectura bioclimática, Edificios, Microclima y Sustentabilidad; lo que genera un conjunto de conceptos que son participes del diseño de edificaciones sustentables. Finalmente, con respecto a lo cronología de las interrelaciones se observa que ítems como Control solar pasivo, Diseño pasivo se unen a ala variable en años recientes fortaleciendo los conceptos de Ahorro de energía y Arquitectura sustentable.

Conclusiones

Esta investigación genera una visión el estado actual de la producción científica en la línea de investigación del Diseño bioclimático con referencia a las diferentes vertientes del mismo. Lo anterior es útil para poder determinar los enlaces con las diferentes líneas con respecto a la relación entre la bioclimática con el ahorro energético realizado a través de la integración del diseño con su medio y las formas de poder generar soluciones a partir de análisis teóricos y simulaciones computacionales que ayudan a predeterminar el comportamiento de los edificios en su etapa de proyección y otorgar la oportunidad de la toma de decisiones con respecto a su operación, así como también, al confort y salud del usuario.

Referencias

- Abdollah Baghaei Daemei, S., Eghbali, R., & Mehrinejad Khotbehsara, E. (2019). Bioclimatic design strategies: A guideline to enhance human thermal comfort in Cfa climate zones. *Journal of Building Engineering*, 25, 100758. <https://doi.org/10.1016/j.jobte.2019.100758>
- Bienvenido H., D., Rubio B., C., Marín G., D., & Canivell Jacinto, C. (2021). Influence of the Representative Concentration Pathways (RCP) scenarios on the bioclimatic design strategies of the built environment. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103042. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103042>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2021). *Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES) 2021*. <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programa-de-conservacion-para-el-desarrollo-sostenible-procodes-2021> (Consulta: 15 de noviembre de 2023)
- Elshafei, G., Vilcekova, S., Zelenakova, M., & Negm, A. M. (2021). Towards an adaptation of efficient passive design for thermal comfort buildings. *Sustainability*, 13 (17), 9570. <https://doi.org/10.3390/su13179570>
- González S., F., Pulsant T., J. G., Tito G., C., Oliva Prevots, M., & Cintra C., M. (2012). Análisis de algunos indicadores bibliométricos de la Revista de Información Científica de la Universidad Médica de Guantánamo. *Revista Información Científica*, 75 (3), julio-septiembre. Universidad de Ciencias Médicas de Guantánamo.
- Karkanias, C., Boemi, N., Papadopoulos, A., Tsoutsos, T., & Karagianidis, A. (2010). Energy efficiency in the Hellenic building sector: An assessment of the restrictions and perspectives of the market. *Energy Policy*, 38 (5), 2776–2784. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.009>
- Licea de A., J., & Santillán R., E. G. (2002). *Bibliometría ¿para qué?* *Biblioteca Universitaria*, 5 (1), 3–10. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Naciones Unidas. (2012). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible*. 20 a 22 de junio de 2012, Río de Janeiro. <https://www.un.org/es/conferences/environment/rio2012> (Consulta: 15 de noviembre de 2023)

- Ness, B., Andresen, I., & Kleiven, T. (2019). Building bioclimatic design in cold climate office buildings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 352 (1), 012066. <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/352/1/012066>
- Noriega N. de G., C. A., Zambrano F., F. J., Guerrero B., M. A., & Silva S., D. R. (2023). Desempeño organizacional en las empresas: un análisis bibliométrico. *Telos*, 25 (2), 509–522. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99375872020>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2019). *Manual del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono* (1985) (12.^a ed.). Secretaría del Ozono. ISBN: 978-9966-076-69-4
- Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE). (s. f.). *Grandes programas de la UNESCO - Educación*. <https://mision.sre.gob.mx/unesco/index.php/grandes-programas-de-la-unesco/educacion>
- Solano L., E., Castellanos Q., S. J., López R. del R., M. M., & Hernández F., J. I. (2009). La bibliometría: una herramienta eficaz para evaluar la actividad científica postgraduada. *MediSur*, 7 (4), 59–62. Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos.

