

Análisis de la producción científica colombiana en química. Base de datos wok (2001-2012)

Analysis of the colombian scientific production in chemistry.
Wokdatabase (2001-2012)

ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA COLOMBIANO EM QUÍMICA.
WOK DE BANCO DE DADOS (2001-2012)

Nubia Yaneth Gómez Velasco*
Ana Emilce Jiménez González**
Sara Cristina Guerrero***
Yolima Ayala Sánchez****

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis exploratorio, a través de algunos indicadores cuantitativos, de la producción de artículos en el área de Química de autores con afiliación institucional colombiana, reportados en la Web of Knowledge (2001- 2012). Se analizaron indicadores como: número de citas, artículos por año, número de autores por artículo.

Fecha recibido: Febrero 2 de 2014

Fecha de aceptación: Agosto 11 de 2014

DOI: <http://dx.doi.org/10.22335/rict.v6i1.125>

* Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Grupo de Investigación en Estadística -GAMMA. Msc. Estadística Universidad Nacional Colombia. Estudiante Doctorado en Educación Rudecolombia. Integrante del grupo HISULA. <http://orcid.org/0000-0001-7745-1721>

** Docente Escuela de Matemáticas y Estadística Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Grupo de Investigación en Estadística -GAMMA. Msc. Estadística Universidad Nacional Colombia. <http://orcid.org/0000-0003-0063-943X>

*** Docente Escuela de Matemáticas y Estadística Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Grupo de Investigación en Estadística -GAMMA. Msc. Estadística Universidad Nacional Colombia. <http://orcid.org/0000-0002-9777-2706>

**** Docente Escuela de Matemáticas y Estadística Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Grupo de Investigación en Estadística -GAMMA. Msc. Estadística Universidad Nacional Colombia. <http://orcid.org/0000-0003-1002-1887>

El estudio se complementó con técnicas de pruebas estadísticas. Entre los resultados se encontró un gran número de artículos publicados, entre tres a cinco referencias por autores, con coautorías predominantes a partir del 2009 hacia Estados Unidos y España, agrupados en áreas de conocimiento como Bioquímica & Biología Molecular-Biofísica.

Palabras clave: Producción científica, Química, Base Wok, Cuantimetría, Análisis

Abstract

An exploratory analysis is presented through some quantitative indicators of production of articles in the area of chemistry with Colombian author institutional affiliation, reported in the Web of Knowledge (2001 - 2012). Indicators analyzed: Number of citations, articles per year, number of authors per article. The study was complemented with bivariate statistical tests and techniques. Among the results published numerous articles found reference three to five authors, with predominant from 2009 to the United States and

Spain, grouped into areas of knowledge and Biochemistry&Molecular Biology Biophysics

Key words: Scientific Production, Chemistry, Base Wok, Scientometrics, Analysis

Resumo

Uma análise exploratória é apresentada a través de alguns indicadores cientométricos de produção de artigos na área de química com o autor colombiano filiação institucional, publicado na Web of Knowledge (2001 - 2012). Os indicadores analisados foram: Número de citações, artigos por ano, número de autores por artigo. O estudo foi complementado com técnicas bivariado se testes estatísticos. Entre os resultados foram encontrados: grande número de artigos publicados entre três a cinco autores, com predominância a partir de 2009 para os Estados Unidos e Espanha, agrupados em áreas de conhecimento como Bioquímica e Biologia Molecular Biofísica.

Palavras-chave: Produção Científica, Química, Base de Dados Wok, Scientometrics, Análise

Introducción

El análisis de la investigación científica a través de artículos publicados en revistas indexadas con visibilidad internacional en bases de datos, es un tema de creciente interés en las últimas décadas, tanto por el sector académico como el económico y social. Una de las técnicas para analizar la producción científica en cualquier área de conocimiento es a través de la cienciometría, la cual contiene metodologías para elaborar indicadores científicos que surgen de la medición de los insumos y resultados de la institución científica, con técnicas interdisciplinarias de la estadística, economía, administración y documentación (Spinak, 1998).

Los estudios de tipo cienciométrico contribuyen al desarrollo de la actividad científica y permiten analizar factores como: número de investigadores, distribución geográfica o por especialidad, productividad y repercusión, entre otros (Pérez, 2006). La cienciometría es una herramienta que permite situar a un país, una institución, un área

temática o un individuo en el contexto mundial de la productividad científica (Chinchilla, 2006).¹

Una de las áreas de conocimiento que desde siglos atrás ha tenido incidencia en muchos aspectos que rodean al ser humano es la química. Según Jean-Marie Lehn², Premio Nobel de Química de 1987, la química está en todas partes y la sociedad debería darse cuenta que todo es química (Unesco-Año Internacional de la Química, 2011). Para Irina Bokova, directora General de la Unesco, *"la química es la vida. Es el vínculo entre todas las demás ciencias, en particular cuando trata de comprender cuáles son los elementos constitutivos de la materia, la energía y los componentes mismos de la vida"* (Unesco-Año Internacional de la Química, 2011).

A nivel mundial, las investigaciones en química y la difusión de sus contribuciones han tenido un crecimiento sustancial en diferentes aspectos, entre ellos: la industria química, farmacéutica, alimentos. Según datos internacionales del Consejo Estadounidense de Química-ACC y el Consejo Europeo de la Industria Química-CEFIC, al analizar a escala internacional el aumento de la producción química, se reporta para América Latina un crecimiento medio del volumen de producción del 1,7 % entre el 2004 y el 2009 (Unesco-Año Internacional de la Química, 2011). La investigación en química ha motivado estudios de la producción científica publicada en revistas técnicas especializadas, con visibilidad en bases de datos reconocidas a nivel internacional (Arencibia, Araujo, Collymore y Leyva, 2007).

Una plataforma de bases de datos reconocida a nivel internacional, que reúne referencias de las principales publicaciones científicas en diversas disciplinas del conocimiento, es la *Web of Knowledge-Wok*. La *Wok*, pertenece a la Thomson Reuters³, está basada en la tecnología web y se encuentra constituida por una amplia colección de bases de datos bibliográficas, citas y referencias de publicaciones científicas desde 1945. Integra en sus principales bases la *Web of Science (Wos)* y la *Current Contents Connect*, fuentes adicionales de contenido con recursos Web, informaciones académicas (congresos, patentes, actas) y documentos de publicación⁴. El acceso a la *Wok*,

ofrece un doble servicio a los investigadores, como herramienta de investigación y como difusión de los resultados en Investigación Desarrollo e Innovación (I+D+I)⁵.

Si bien hay relativa facilidad de acceso a la *Wok*, siendo una interface web de consulta de las bases de datos de ISI (*Institute for Scientific Information*) y se ha ido constituyendo un entorno desde el cual los investigadores pueden acceder a la información y gestionarla⁶, no hay referencias de estudios en Colombia que analicen, desde una perspectiva cuantitativa, la producción de artículos de autores con afiliación institucional colombiana, en el periodo comprendido entre 2001 y 2012, en el área de Química. Así, se busca analizar este objeto de estudio, desde algunos indicadores cuantitativos como: número de artículos producidos por año, número de autores por artículo, coautoría de publicaciones según país, e identificar las revistas y subáreas con mayores publicaciones en química. Lo anterior permite conocer algunas dinámicas de publicación de los investigadores en el área de química, aspecto que podrá servir de referencia para generar políticas de fomento, apoyo e inversión hacia la investigación en esta área. Este trabajo está vinculado a un proyecto de investigación institucional, auspiciado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y coordinado por el grupo de investigación en Estadística GAMMA.

¹ Zaida Chinchilla, doctora en documentación de la Universidad de Granada e integrante del Grupo SCImago. (www.scimago.es)

² Jean-Marie Lehn, premio nobel de Química (1987), en la Conferencia Internacional de Química de Heteroátomos http://www.soitu.es/soitu/2009/07/04/info/1246721664_766449.html

³ La Thomson Reuters, es una empresa de información con sede en más de 93 países en América y Europa. Cuenta con grandes bases de datos integradas y completas, que permite información a las empresas, instituciones generar investigaciones en el campo de la propiedad intelectual de la innovación y de la ciencia. <http://www.thomsonreuters.com/>.

⁴ La *Wok*, actualmente denominada Web of Science-Wos, contiene entre sus principales índices de citación: Science

Citation Index (SCI-E), Social Science Citation Index (SSCI) y Journal Citation Reports (JCR), https://www.accesowok.fecyt.es/?page_id=4100, y http://www5.unileon.es/bibportalex/recurso_detalle?id=62602

⁵ https://www.accesowok.fecyt.es/?page_id=1772

⁶ www.uaoc.eu.es/es/servicios/biblioteca/recursos/wok-guia.pdf

Metodología

Los artículos analizados se obtuvieron a través de la *Science Citation Index Expanded* (ISI) de la *Web of Knowledge* (*Wok*), previo acceso bajo identificación con código de usuario y clave (login)¹. Se tomaron como variables delimitadoras de búsqueda: periodo de estudio (2001-2012), campo (artículos), afiliación del autor (institución colombiana), subárea (ciencias básicas y con búsqueda avanzada área de química). Bajo estas especificaciones, se obtuvieron 1167 registros y 65 variables, varias de ellas con información incompleta. Se clasificaron 928 artículos, con la variable filtro "tipo de documento", los demás registros, correspondieron a: resúmenes de artículo, revisiones, registros editoriales, cartas informativas, artículo capítulos de libro, entre otros. La consolidación del archivo se realizó en agosto de 2013.

Teniendo en cuenta el volumen de datos que se obtuvo de la base de datos *Wok*, no era factible utilizar herramientas como Excel para su procesamiento, se requirió utilizar un lenguaje de programación que no se viera limitado por la cantidad de información. Por tanto, se desarrolló un algoritmo en lenguaje de programación JAVA 1.6 con el IDE de desarrollo Eclipse, con el cual se realizaron los filtros a que hubo lugar. Lo anterior, adicionalmente, permitió separar los campos de variables que reportaban información en la misma columna, como: autores, universidad, departamento y país de procedencia.

Así mismo, elaborar un programa que permitiera el conteo del número de autores por cada institución y país.

Finalmente, el archivo se constituyó con una población de 928 registros (artículos) y aproximadamente 20 variables, algunas de ellas

clasificadas según objeto de estudio como variable principal, de control o filtro.

En este trabajo se presenta el análisis de indicadores simples como: idioma de publicación, número de revistas donde se publicó, total de subáreas específicas en química, autores por artículo, total de artículos publicados por año; así mismo el análisis de indicadores normalizados², que permite comparar variables de interés en relación con el número de elementos que la componen, entre ellos: promedio de citas por artículo, porcentajes de artículos publicados por año. Se usaron medidas de localización (cuartiles y deciles) y medidas de dispersión (desviación estándar, coeficientes de variación), a fin de contar con otros elementos, para una mejor interpretación de los datos. En algunos casos, el análisis bivariado se complementó con pruebas estadísticas como la Chi cuadrado de independencia (X^2) y el coeficiente de correlación. Los datos se analizaron a través de algunas aplicaciones en Microsoft Excel y del software estadístico SPSS.

¹ Acceso a la plataforma Wok: <https://www.accesowok.fecyt.es/>

² Existen varios procedimientos para llevar a cabo la normalización de los indicadores, algunos de ellos, como el caso de las proporciones, hacen un cambio de escala ubicando valores entre (0,1). (Cloquell, Santamarina y Hospitaler, 2001)

Resultados

A partir de la distribución según área de conocimiento, se observó que los 928 artículos publicados en el área de química por autores con alguna afiliación institucional colombiana reportados en la *Wok* (2001- 2012), se encuentran agrupados en 78 áreas del conocimiento, entre las cuales predominan: Bioquímica & Biología Molecular-Biofísica, con un 14,65 % de la producción y el área de Química-Física con un 13,56 %. La totalidad de los artículos se encuentran escritos en inglés y fueron publicados en 213 revistas diferentes. Las tres revistas que concentran un mayor porcentaje de publicaciones son: *Biochemical and Biophysical Research Communications* (9,06 %); *Molecular Phylogenetics and Evolution* (3,84 %), *Journal of Physical Chemistry* (2,9 %).

Uno de los indicadores cuantitativos asociados a la importancia de la publicación científica es el factor de impacto, también denominado índice de impacto, el cual en términos generales valora el número de citas que recibe la revista según el número de documentos que publica, valor calculado con referencia de un año base y un periodo de estudio¹. Los factores de impacto en el 2013 de las tres revistas que concentraron mayor número de publicaciones en el área de Química son respectivamente: de 2, 406; 4, 066 y 4, 814.²

○ Indicador de visibilidad de los artículos

Dentro de los indicadores de visibilidad de las publicaciones, se encuentra el número de citas recibidas. Tomando como referencia la *Web Of Science- Wos*³, una de las bases de la *Wok*, los 928 artículos presentan en promedio 10,58 citas, (fecha de cierre agosto 2013), con una dispersión relativa muy alta (coeficiente de variación superior al 60 %).

El artículo más citado se encuentra publicado en la revista *Proteins-Structure Function and Bioinformatics*, con 174 citas (entre el 2003 y fecha de consulta -agosto 2013), es decir el artículo reporta en promedio 17,4 citas por año. De alguna manera, este número de citas podría estar asociado al prestigio de la revista y su factor de impacto, el cual en el 2012 registró un valor de 4,68⁴.

Otro factor vinculado al número de citas que reciben los artículos, es el área de conocimiento registrada. Todos los artículos que recibieron mínimo 70 citas (hasta agosto 2013) pertenecen al área de conocimiento asociadas a la *Biochemistry & Molecular Biology, Life Sciences & Biomedicine - Other Topics*, una de las áreas con mayor número de artículos en esta base.

A pesar que la *Wos* pertenece a una base internacional de reconocido prestigio y cuenta con niveles de accesibilidad en diferentes países, el 13,2 % de los 928 artículos ha recibido cero citas, con una antigüedad promedio de 3 a 4 años. Así mismo, el 9,2 % de los artículos ha recibido una cita.

Dada la gran variación presentada en el número de citas de los artículos, las medidas de localización permiten una mejor representación del conjunto de datos. Así el decil 5, correspondiente a la mediana ($D_5 = 6$), permite concluir que el 50 % de los 928 artículos reportaron 6 o menos citas en el periodo de circulación; en el mismo contexto, el decil 7 ($D_7 = 11$), permite concluir que el 70 % de los artículos recibió 11 o menos citas.

El indicador citas por artículo fue analizado según el año de publicación. Si bien podría ser previsible que entre más reciente es el artículo menor número de citas, se encontraron artículos publicados del 2001 al 2003 con una o menos citas, en contraste con artículos recientes del 2010 al 2012 con dos o más citas. A pesar de la alta dispersión encontrada y de los diferentes factores que pueden incidir en la citación, se logra ratificar la tendencia decreciente entre el año de publicación y el promedio de citas por artículos, arrojando un coeficiente de correlación significativo al 5 % de $R = -0,877$. (Figura 1).

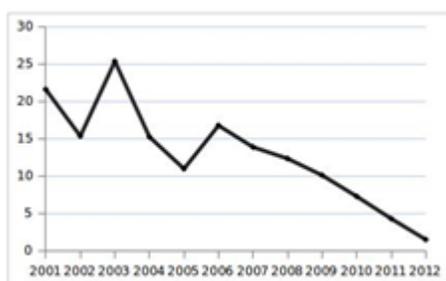


Figura 1. Promedio de citas según año de publicación

○ Producción científica por año

El análisis del total de artículos por año arroja un promedio de 77,3 artículos, con una desviación estándar de 33,14 artículos y un coeficiente de variación $CV = 42,8 \%$.⁵ Esta alta variación se debe al crecimiento notable, especialmente en los últimos años, en la producción científica en química. La tasa de crecimiento del año 2012 respecto al año de inicio 2001 fue de 410 %.

La producción de artículos según año de publicación mostró su tendencia creciente y el repunte en los últimos cuatro años del periodo de estudio. El coeficiente de correlación ($R = 0,897$), resultó significativo al 5 %, ratificando la relación lineal entre el año de publicación y el número de artículos publicados. (Figura 2).

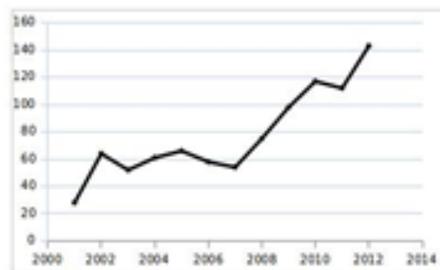


Figura 2. Producción de artículos en química con afiliación colombiana, base wok (2001-2012)

El número de artículos según año de publicación permitió caracterizar las revistas que fueron preferidas en ciertos periodos de tiempo. La revista "*Biochemical and Biophysical Research Communications*", entre el 2004 y el 2008, concentró el 66,7 % de sus artículos. La revista "*Molecular Phylogenetics and Evolution*", en los últimos años, ha despertado mayor interés en los autores colombianos, el 69,5 % de sus publicaciones están entre el 2009 y el 2012, aun cuando estaba activa desde el 2001.

Entre el 2010 y el 2012 han ido emergiendo otras revistas, entre ellas la *Applied Surface Science*, que congregó el 6 % de la publicación de estos tres años, porcentaje cercano al obtenido por revistas reconocidas como la *Biophysical Research Communications* en 12 años de referencia (2001 a 2012).

○ Indicadores de colaboración

La colaboración científica se puede dar en diferentes niveles, regional, nacional e internacional, en el que se vinculan las coautorías o números de autores por artículo. Lo anterior propicia la formación de grupos de investigación y redes científicas, poniendo de manifiesto la

interdisciplinariedad, la internacionalización y la globalización de la ciencia (Sancho et al, 2006).

De los 928 artículos publicados entre el 2001 y el 2012, en el área de química, se encontró que aproximadamente el 3 % fue publicado por un solo autor; el 7, 5 % por dos autores; el 42, 5 %, entre 3 a 5 autores y el 33,1 %, entre 6 a 9 autores⁶. En el Figura 3 (a, b y c), se presenta el número de autores y la proporción de artículos según el total de publicaciones realizadas por año. Al analizar el comportamiento de las coautorías, a través de los 12 años de estudio; con un solo autor se observó una mayor proporción de artículos entre el 2001 y 2002, con una tendencia decreciente en los años subsiguientes⁷ (Figura 3-a). Respecto a la coautoría entre dos autores, se observó una mayor proporción de artículos entre el 2005 y el 2007, con un decrecimiento notable entre el 2008 y el 2012 (Figura 3-b). Finalmente, la coautoría entre tres a cinco autores (Figura 3-c), evidencia un ligero crecimiento entre el 2009 y el 2012, sin embargo, es de anotar que este número de coautorías también estuvo presente, con una proporción similar a comienzos del periodo de estudio (2001-2002).

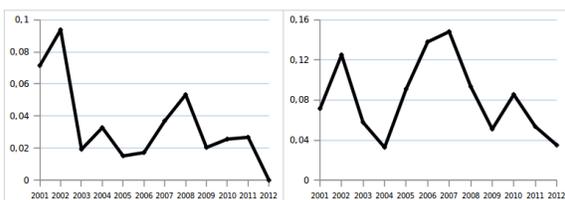


Gráfico (a)

Gráfico (b)

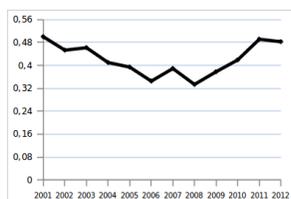


Figura 3. Proporción de artículos por año, según número de autores por artículo. Base *Wok* (2001-2012)

Con lo anterior, podría ser presumible concluir que a medida que avanzan los años (época actual), existe una ligera tendencia a publicar en

colaboración, es decir, publicar con mayor número de autores. Sin embargo, la respectiva prueba X^2 de independencia, resulto no significativa al 5 %, interpretándose con ello que estadísticamente no hay evidencias para concluir alguna asociación entre estas dos variables.⁸

Otro indicador de colaboración es la cooperación entre países. Según la reunión anual de Ministros de Ciencia y Tecnología de los países de la OCDE, la cooperación en ciencia y tecnología a nivel nacional e internacional es de gran importancia, entre otros aspectos por: el desarrollo sostenible, la movilidad de los investigadores y el aumento del acervo cultural y científico (OCDE, 2003) citado en (Sancho et al, 2006). De los artículos analizados en el área de química, entre el 2001 y el 2012, el 48,9 % fue publicado entre autores con afiliación exclusivamente colombiana, el 51, 1% de los artículos restantes reportaron alguna afiliación con países extranjeros⁹.

El porcentaje de artículos en colaboración con países de otros continentes se presenta en el Figura 4, (para efectos comparativos, se incluye el porcentaje de artículos que son publicados exclusivamente con coautorías colombianas, 48,9 %). A partir de la gráfica, se observa que el 18,4 % de los artículos publicados en química, según los registros de la base *Wok*, tienen coautoría con investigadores afiliados a alguna institución de Europa; el 17, 4 % con Norte América; el 8,6 % con países de Suramérica (excluyendo Colombia); el 4, 2 % con países de Centro América; el 2, 2 % con países de Asia y el 0, 2 % con países de África.

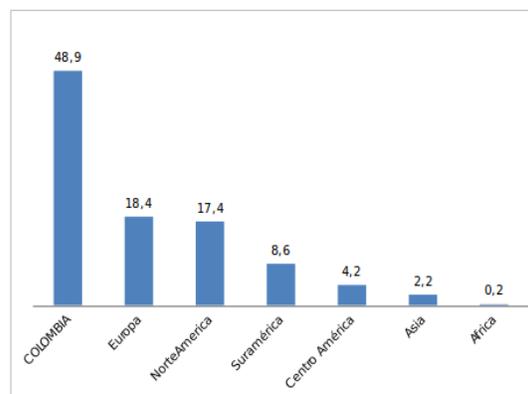


Figura 4. Porcentaje de coautorías, Colombia con otros continentes. Base *Wok* (2001-2012)

La colaboración de Colombia con otros países fue dispersa (41 países diferentes), sin embargo, se observó mayor frecuencia de coautorías conjuntas con: Estados Unidos 31,5 %; España 11,2 % y Alemania 7,1 %. En la tabla 1, se indica el porcentaje de coautoría entre investigadores con afiliación colombiana y otros países.

Tabla 1. Porcentaje de coautorías, Colombia con otros países. Base Wok (2001-2012)

País de coautoría	Porcentaj e
Estados Unidos	31,5
España	11,2
Alemania	7,1
Chile	6,8
Brasil	6,5
Francia	5,0
México	4,4
Canadá	4,1
Otros países	23,5

Es de anotar que la colaboración con ciertos países no se manifestó en todo el periodo de estudio. En los últimos años, se incrementó el porcentaje de artículos con investigadores extranjeros. El 78,5 % de los artículos con Estados Unidos, fueron publicados en los 4 últimos años (2009 al 2012). Con España, el 89,5 % de los artículos en coautoría se concentra entre el 2009 y 2012. En este mismo periodo: Alemania (83,3 %), Chile (78,3 %) y Brasil (63,6 %).

Por otra parte, al analizar la subáreas de publicación en los diferentes países, con Estados Unidos se observó que el 81,7 % de los artículos se encuentra publicado en temas asociados con bioquímica y biología molecular y sus diferentes énfasis (genética, biofísica, microbiología, microbiología, celular), entre otros. Tendencia coincidente con Brasil y España cuyo porcentaje de artículos publicados en estas áreas son del 94,4 % y 68,4 % respectivamente.

Los artículos que fueron publicados en su totalidad por autores con afiliación institucional colombiana registran un notable porcentaje (48,3 %) en temáticas de química asociadas con la física (biofísica, química-física, ciencia de materiales, entre otros). Las temáticas tienen mayor concentración en las revistas: *Biochemical and Biophysical Research Communications* (14,8 %) y *Applied Surface Science* (6,8 %).

¹ Este indicador por su construcción, a mayor índice de impacto, mayor importancia de la publicación. (Campanario, 2006).

² Fuente de consulta:
<http://www.journals.elsevier.com/biochemical-and-biophysical-research-communications/>,
<http://www.journals.elsevier.com/molecular-phylogenetics-and-evolution/> y <http://pubs.acs.org/journal/jpccck>

³ La Wos, es una plataforma basada en tecnología Web que recoge las referencias de las principales publicaciones científicas de cualquier disciplina del conocimiento.
https://www.accesowok.fecyt.es/?page_id=13

⁴ www.cic-ctic.unam.mx/isi_unam/revistas/revistas_centros.cfm

⁵ Una alta dispersión, puede ser evidencia de una sobredispersión en la variable de interés, aspecto que afectan las estimaciones de los parámetros requeridos. Hinde, J., Demetrio, C. (1998).

⁶ Con los artículos que fueron publicados por más de 6 autores, se hizo verificación de éste ítems, a través de una muestra aleatoria del 5% de los artículos, la verificación no presentó inconsistencias.

⁷ En el 2012, de los 143 artículos publicados en el área de química, según la base Wok, ninguno es realizado con un solo autor.

⁸ Es pertinente precisar que, la existencia de gran variabilidad en el número de autores por artículo, especialmente entre el 2009 y el 2012, con una dispersión promedio, en esos cuatro años de 7.8 autores por artículo. Posiblemente, fue el factor determinante para que la prueba X^2 , haya resultado no significativa.

⁹ Base de cálculo 665 artículos en los cuales se pudo establecer el país de procedencia de los autores. La dificultad de contar con una base más completa con todos los campos de afiliación, generó dificultades en el análisis de ésta variable. Sin embargo se considera que la tendencia marcada por los 665 artículos, brinda alguna idea del comportamiento de la variable "colaboración en la publicación de artículos o denominada también coautoría".

Referencias bibliográficas

Arencibia, R., Araujo, J., Collymore, A., Leyva, Y. (2007). Estudio bibliométrico de la producción científica de la Revista CENIC - Centro Nacional de Investigaciones Científicas Ciencias Químicas 1996-2005. *Revista CENIC*, 38(1), 262-267

Campanario, J. (2006). *El factor de impacto de las revistas académicas: preguntas y respuestas*. Recuperado de <http://www2.uah.es/jmc/factordeimpacto.pdf>. Consultado 15/04/2014

Chinchilla, Z. (2006). *Cienciometría: Midiendo la Productividad*. Agosto 2006. Recuperado de <http://www.med.uchile.cl/2005/agosto/2162-cienciometria-midiendo-la-productividad.html>. Consultado 20/05/2014.

Cloquell, V., Santamarina, M., Hospitaler, A. (2001) *Nuevo Procedimiento para la Normalización de Valores Numéricos en la Toma de Decisiones*. XVII Congreso Nacional De Ingeniería de Proyectos–Murcia-2001. Recuperado de <http://www.unizar.es/aeipro/finder/ORGANIZACION%20Y%20DIRECCION/DD18.htm> Consultado 15/03/2014.

Hinde, J., Demetrio, C. (1998). *Overdispersion: models and estimation, ABE*. Sao Paulo, Brazil: SINAPE.

Pérez, M. (2006). *Usos y abusos de la cienciaometría*. *Cinvestav*, 25, 29-33.

Sancho, R., et al. (2006). *Indicadores de colaboración científica inter-centros en los países de América Latina*. *INCI*, 31(4), 284-292. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000400008&lng=es&nrm=iso

Spinak, E. (1998). *Indicadores cienciaometricos. Ciência da Informação*, 27(2). Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/spinak.pdf>

UNESCO. (2011). *Documento Año Internacional de la Química 2011*. París: UNESCO.

Web of Knowledge – WOK. Plataforma de consulta. Portal de acceso a la Web https://www.accesowok.fecyt.es/?page_id=13