



Abril 2019 - ISSN: 1696-8352

## ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO SOBRE OPTIMIZACIÓN MULTI OBJETIVO CON PROGRAMACIÓN DE METAS APLICADAS EN EL SECTOR AGROPECUARIO

Estudiante. José Iñaguazo Morocho<sup>1</sup>  
Estudiante. Jean Jiménez Novillo<sup>2</sup>  
Tutor. MBA. Harry Vite Cevallos<sup>3</sup>  
Tutor. MBA. Héctor Carvajal Romero<sup>4</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

José Iñaguazo Morocho, Jean Jiménez Novillo, Harry Vite Cevallos y Héctor Carvajal Romero (2019): "Análisis bibliométrico sobre optimización multiobjetivo con programación de metas aplicadas en el sector agropecuario", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (abril 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/04/programacion-metas-agropecuario.html>

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar un estudio sobre la producción de artículos científicos referente a la Optimización Multiobjetivo con Programación de Metas aplicado en el sector Agropecuario, a través de la metodología del análisis bibliométrico, en el cual se indagó 50 artículos científicos, analizando el promedio de citas por artículo, el Índice H, la base de datos de indexación, la procedencia de cada artículo, los cuartiles en que se encuentra ubicados y la revista que posee mayores artículos sobre el tema de investigación, para ello se desarrollaron tablas y gráficos estadísticos con el fin analizar descriptivamente la información y lograr determinar la implementación de la temática en el sector agropecuario.

**Palabras claves:** Optimización Multiobjetivo, Programación de Metas, análisis bibliométrico, sector agropecuario.

### BIBLIOMETRIC ANALYSIS ON MULTI OBJECTIVE OPTIMIZATION WITH PROGRAMMING OF GOALS APPLIED IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Student. José Iñaguazo Morocho  
Student. Jean Jiménez Novillo  
Tutor. MBA. Harry Vite Cevallos  
Tutor. MBA. Héctor Carvajal Romero

<sup>1</sup> Estudiante de la Carrera de Economía Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala. Correo Electrónico: jinaguazo\_est@utmachala.edu.ec

<sup>2</sup> Estudiante de la Carrera de Economía Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala. Correo Electrónico: jcjimenezn\_est@utmachala.edu.ec

<sup>3</sup> Ingeniero en Sistemas. Magister en Administración y Dirección de Empresas. Docente de la Carrera de Economía Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala. Correo Electrónico: hvite@utmachala.edu.ec

<sup>4</sup> Ingeniero Comercial. Magister en Administración y Dirección de Empresas. Docente de la Carrera de Economía Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala. Correo Electrónico: hcarvajal@utmachala.edu.ec

## ABSTRACT

The objective of this research was to prepare a study on the production of scientific articles related to Multiobjective Optimization with Programming of Targets applied in the agricultural sector, through the bibliometric analysis methodology, in which 50 scientific articles were investigated, analyzing the average number of citations per article, the H Index, the indexing database, the origin of each article, the quartiles in which it is located and the journal that has the most articles on the subject of research, for which tables were developed and statistical graphs in order to analyze the information descriptively and to determine the operation of the subject in the agricultural sector.

**Key words:** Multiobjective Optimization, Programming of Goals, bibliometric analysis, agricultural sector.

## INTRODUCCIÓN

La realización de esta investigación está centrada en analizar información de impacto científico, con el fin de elaborar un análisis bibliométrico que permita dar a conocer el estado de las publicaciones, enfocándonos en la temática central referente a la Optimización Multiobjetivo con Programación de Metas, aplicado en la parte Agropecuaria.

Según (*Guevara, 2018*), menciona que los análisis bibliométricos tienen como principal objetivo evaluar las producciones científicas para conocer sus naturalezas y características a través de datos estadísticos, presentando información para ser analizados por los investigadores.

El análisis bibliométrico es un estudio de aplicación tanto matemático y estadístico a la literatura científica, que permite analizar métodos cuantitativos de ciertos aspectos de la ciencia para comparar, medir y proporcionar información sobre los resultados de la actividad científica (*EcuRed, 2018*).

(*Escocia, 2008*), menciona que la bibliometría es una subdisciplina de la cienciometría encargada de proporcionar información sobre los resultados de todo el proceso desarrollado en una investigación ya sea su volumen, evolución, estructura o su visibilidad.

En la actualidad analizar las publicaciones, crea un eslabón fundamental dentro del proceso de investigación, y con ello convirtiéndose en una esencial herramienta que permite calificar la calidad del proceso generado de conocimiento y sobre todo analizar el impacto en su entorno.

Según (*Escorcía-Otálora, Poutou-Piñales, 2008*) clasifican a los indicadores bibliométricos en dos grupos: actividad y los de impacto, en donde a los indicadores de actividad se encarga de visualizar el estado real de la ciencia, detallando números y la distribución de publicidad, productividad, dispersión de las publicaciones, colaboración en la publicaciones, vida media de la citación o envejecimiento, conexiones entre autores, etc., y en los indicadores de impacto se

encuentran la evaluación de documentos más citados y el factor impacto también conocido como FIN, siendo el más conocido en este estudio.

Entre los indicadores bibliométricos más utilizados se encuentran el semiperiodo de Burton y el Keever, a estos se lo definen como la mediana de la distribución de las referencias ordenadas por antigüedad. Aquí también encontramos el índice de aislamiento o también conocido como porcentaje de referencias, el mismo que corresponde a publicaciones del país en donde se desarrolla el estudio. (*Escorcía-Otálora & Poutou-Piñales, 2008*).

Existe otro índice que es el de auto citación que tiene dos variantes o formas, el primero denominado índice de auto citas de la revista en análisis que es el porcentaje de referencias de la propia revista independiente del autor, y en segundo está el índice de auto citas de los autores, que es el porcentaje de referencias publicadas por los mismos autores del artículo, independientemente de la revista bibliográfica (*Udias et al., 2018*). Para lo cual es importante realizar estos estudios y contrastarlo en la actividad económica donde se ejecuta, por ende, la toma de decisiones es una de las actividades que todo individuo se enfrenta a diario, situaciones en las que nos vemos obligados a optar entre variadas opciones, sin saber si se elige la respuesta correcta o la contraria. En problemas de optimización multiobjetivo con objetivos contradictorios no siempre existe una solución única que pueda ser considerada como la mejor, sino un conjunto de soluciones que representan los mejores compromisos entre los distintos criterios.

La Programación de Metas, es una de las técnicas más eficientes para resolver problemas de optimización multiobjetivo, el mismo que se desarrolla dentro del ámbito del paradigma satisfaciente en lugar de hacerlo en el del paradigma optimizador. Según Herbert Simón apunta que los decisores actúan frecuentemente conforme a un paradigma satisfaciente, más que conforme a un paradigma optimizador. Su origen remonta en los años 50 por los autores de Chames, Coaper y Ferguson en donde plantean esta técnica como un modelo alternativo a la estimación de parámetros mínimo cuadrático, con la finalidad de resolver dichos problemas de estimación mediante programación lineal, facilitando los cálculos (*Dunnett et al., 2018*).

La programación lineal clásica considerada como la toma de decisiones, tomando en cuenta la maximización o minimización de un solo objetivo. Según (*Hurtado, 2014*) menciona que es una técnica matemática usada en el análisis económico para la toma de decisiones tendientes a una mejor asignación de recursos dados, las mismas que pueden ser como varias alternativas de solución, una función objetivo, una serie de restricciones y una matriz de coeficientes técnicos. Se puede solucionar el problema de programación lineal, en diferentes métodos, los mismos que pueden ser como el método algebraico, gráfico y el simplex, este último permite solucionar problemas que presentan más de tres restricciones simultaneas (*Schwaab et al., 2018*).

(*Hurtado, 2014*), también habla sobre la programación lineal multiobjetivo que es la que toma en cuenta, simultáneamente dos o más objetivos, estos pueden ser indistintamente de

maximización y/o de minimización; es decir realiza la optimización simultánea de varios objetivos sujetos a un conjunto de restricciones, dando como resultado dos o más soluciones eficientes u óptimas de Pareto, entre las cuales el analista debe elegir el más adecuado, de acuerdo a los objetivos buscados y a criterios de eficiencia. Posee una ventaja adicional que es la solución de problemas, en la que el centro decisor o la persona que tiene el poder para decidir la compra ya que, presenta múltiples aspiraciones, todas ellas expresadas como objetivos y metas añadiendo más realismo a los planteamientos y resoluciones de los problemas de planificación. Dado que el propósito de la programación multiobjetivo es generar el conjunto de respuestas eficientes.

En 1976, James P. Ignizio, publica un libro a la programación multiobjetivo, desde un punto de vista teórico, la principal novedad del libro de Ignizio consiste en demostrar rigurosamente que las técnicas clásicas de programación matemática, son casos particulares de la programación por objetivos, cuando hasta entonces en la mayor parte de la bibliografía se consideraba exactamente lo contrario; es decir, se presentaba a la programación multiobjetivo como una particularización de la programación lineal. En definitiva, el libro de Ignizio proporciona los instrumentos necesarios para poder operativizar al máximo las técnicas multiobjetivo (*Femeena, Sudheer, Cibir, & Chaubey, 2018*).

El sector agropecuario es uno de los pilares fundamentales para cualquier economía mundial, hoy en día existen muchos problemas reales de variadas respuestas, no solo en el sector ya dicho, sino también en otros sectores como ambiental, empresarial, etc. (García & You, 2018), indica que estos problemas requieren de la búsqueda de soluciones que satisfagan de forma simultánea múltiples criterios de desempeño u objetivos, los cuales en muchos de los casos pueden ser contradictorios obtener la solución del problema, basta con encontrar el mínimo o el máximo de una única función que resume todos los objetivos que se desean optimizar.

(*Costa, Fragoso, & Rosario, 2018*), hablan sobre el sector agropecuario, como una de las formas principales de suministro de bienes ambientales, sociales y económicos que son esenciales para la supervivencia del ser humano, es decir la agricultura es un socio principal en el desarrollo sostenible, es por ello que se pretende obtener soluciones eficientes a ciertos problemas que se encuentran en dicho sector, para ello se utilizara la optimización multiobjetivo con programación de metas que es una herramienta de fácil obtención y de un ordenamiento óptimo para la solución de problemas. De esta manera se intenta reducir la inseguridad que tienen ciertos agricultores a la hora de proyectar su actividad económica, obteniendo una planificación inapreciable del terreno acorde a sus expectativas.

La incorporación de modelos simultáneos o también conocidos como modelos de programación lineal multiobjetivo en el sector agropecuario accede al hombre abordar muchos de los problemas que se presentan, ya sea en la agricultura, ganadería o pesca permitiendo desarrollar el problema y encontrarse con planteamientos y resoluciones que generen un sin número de respuestas eficientes en dicho sector de estudio.

En Argentina, los autores (*Bocco, Sayago, & Tártara, 2002*), desarrollan modelos de multicriterio, con el propósito de predecir ex-antes los resultados económicos, maximización del margen bruto y la minimización del riesgo empresarial que se observa en los sistemas hortícolas al adoptar nuevas alternativas de producción, contemplando distintas restricciones agroeconómicas. En este estudio muestra que la programación multiobjetivo constituye una herramienta principal para estudiar efectos predecibles de la incorporación de nuevas alternativas productivas, considerando los distintos factores como el nivel de satisfacción económica del productor, adecuación de recursos y las restricciones productivas dentro de la producción.

Otro estudio realizado en Chile por (*Lora-Freyre & Pellicer-Durán, 2016*), donde mencionan sobre la construcción de modelos económicos matemáticos mediante la utilización de la computación con el fin de optimizar su producción. con este estudio y muchos otros más que da comprobado que la computación es una herramienta esencial que se debe implementar en el sector agropecuario porque este estudio se concluye, que el uso de la tecnología junto a la programación multiobjetivo, permite optimizar recursos, tiempo y costos, en el plano de la planificación, nivel de producción, ingresos obtenidos por las ventas y los costos de producción.

(*Srivastava & Singh, 2017*), hablan sobre la asignación de comandos para las diferentes tierras agrícolas que es una auténtica tarea y muy confusa a la vez, según el autor del presente artículo científico nombra a esto como un Fuzzy Multiobjective Goal Programming (FMGP) en donde se pretende ser imperativo y optimizar valores multiobjetivos al mismo tiempo, todo esto para incorporar exigencias económicas y sociales, con el fin de lograr patrones de cultivo óptimo. Los objetivos incluidos en sus planificaciones son maximizar los rendimientos de tierras productivas, minimizando la dependencia de la importación de alimentos básicos y la inversión requerida para el cultivo.

(*Costa, Fragoso, & Rosário, 2018*), dice que existen modelos muy complejos y difíciles a la vez, y puede tomar tiempo computacional grande para lograr una solución óptima.

En este escenario la investigación plantea como objetivo elaborar un estudio bibliométrico sobre la producción de artículos científicos referente a la Optimización Multiobjetivo con Programación de Metas aplicado en el sector Agropecuario mediante la metodología del análisis bibliométrico, presentándose de la siguiente manera, primera parte se desarrolla el soporte conceptual, en la segunda parte se describe la metodología y datos utilizados en el presente trabajo, como tercera parte se presenta los resultados y por último con las conclusiones o resultados obtenidos de la investigación realizada.

## METODOLOGÍA

Para el actual trabajo investigativo, se ha utilizado la observación, y la técnica de análisis bibliométrico sobre el presente tema de estudio, enfocándonos principalmente en variables tanto cuantitativas como cualitativas con el fin de determinar la relevancia e importancia de este y asegurar la originalidad de la investigación. Además, mediante el método análisis síntesis se realizó la revisión de los artículos relacionados al tema de la investigación.

Para determinar el estado de la producción científica en cuanto al tema de estudio se procesó y analizó 50 artículos científicos, publicados en últimos años desde el 2014 al 2018, los cuales fueron extraídos de tres bases de datos Scopus, Redalyc y Sciece Direct, y se procesó mediante gráficos y tablas, tomando en cuenta los cuartiles, el H indexación, el promedio de citas de cada documento, los cuartiles, la base de datos y la procedencia de cada artículo científico.

Los datos se extrajeron del portal Scimago Journal & Country Rank (SJR) con el fin de determinar la veracidad de la información, a fin de generar el aporte que la investigación plantea.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El detalle de los 50 artículos se presenta en el anexo de la investigación en cual se detalla el cuartil promedio en que se encuentra cada artículo científico, el promedio del H indexación, el país con mayores investigaciones, entre otras variables, a continuación, se presente el análisis de los artículos publicados de programación multiobjetivo aplicado al sector agropecuario.

### **Análisis de Artículos publicados de acuerdo con las Revistas científicas**

Como primer punto se analizó la variable cualitativa de Revistas Científicas en donde se pretende saber la respuesta de la siguiente interrogante, ¿Qué revista es la que posee mayores artículos científicos de acuerdo con el tema del trabajo de investigación?

La Tabla 1 se presentan las revistas que posee mayores artículos científicos de acuerdo con el tema de investigación que la programación multiobjetivo aplicado en la parte agropecuaria.

Tabla 1 Revistas Científicas

REVISTAS CIENTIFICAS	# DE ART. ENCONTRADOS EN LAS REVISTAS CIENTIFICAS	PORCENTAJE (%)
American Society of Civil Engineers	1	2%
Applied Science Publishers	1	2%
Blackwell Publishing Inc.	1	2%
Cambridge University Press	1	2%
Carfax Publishing Ltd.	1	2%
Chemtech Publishing	1	2%
Departamento de Matemáticas, Universidad Católica del Norte	1	2%
Editores académicos de Kluwer	1	2%
<b>Elsevier</b>	<b>33</b>	<b>66%</b>
International Society for Environmental Information Sciences	1	2%
SOCIEDAD AMERICANA DE ING. CIVILES	1	2%
Springer Science + Business Media	1	2%
Taylor y Francis	1	2%
Technische Universitat Munchen	1	2%
Universidad Católica de Chile, Escuela de Agronomía	1	2%
Universidad de Caldas	1	2%
Universidad Nacional de Colombia	2	4%
TOTAL	50	100%

**Fuente:** Los autores

Como se puede observar en la tabla anterior, la revista que posee mayores artículos científicos de Programación Multiobjetivo en el Sector Agropecuario es la revista Elsevier con 33 artículos científicos, porcentualmente con un 66%, esto es debido a que su editorial es uno de los más reconocidos a nivel mundial y sus artículos están publicados en el idioma Inglés, le sigue la Universidad Nacional de Colombia con un 4%, dos artículos encontrados en este editorial y en los siguientes están todas las revistas observadas en la tabla con un 2%, es decir 1 artículo encontrado en cada editorial.

#### **Análisis de artículos publicados por Cuartil(Q)**

En segundo lugar, se consideró los Cuartiles de publicación, conocido mayormente con su abreviatura Q, en donde busca respuesta de la siguiente interrogante: ¿En qué cuartil están ubicados la mayoría de artículos científicos y por el impacto que posee la investigación?,

indicando que un cuartil sirve para evaluar la importancia relativa de una revista dentro del total de revistas de su área, es decir las revistas con el factor de impacto más alto estarán el primer cuartil, los cuartiles medios serán el segundo y el tercero y el cuartil más bajo será el cuarto.

En la Tabla 2, se presenta del tema de estudio los artículos publicados en referencia al cuartil de la revista.

**Tabla 2** Artículos publicados por cuartil

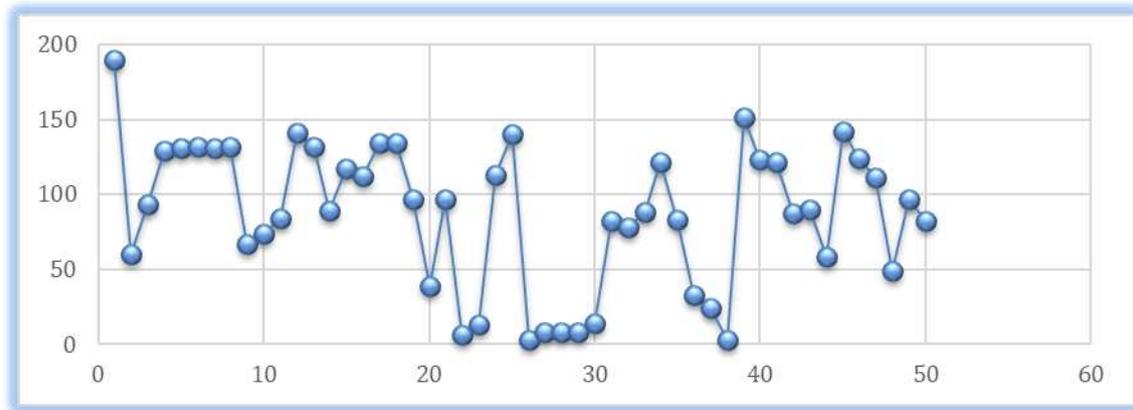
Cuartil (Q)	# de revistas encontradas en cada Q	%
<b>Q1</b>	31	62%
<b>Q2</b>	11	22%
<b>Q3</b>	7	14%
<b>Q4</b>	1	2%
<b>TOTAL</b>	50	100%

**Fuente:** Los autores

Como se puede apreciar en la tabla la mayoría de artículos científicos desarrollados en la programación multiobjetivo en el sector agropecuario se encuentra en el Q1, con 31 artículo encontrados en el presente estudio bibliométrico y porcentualmente con un 62%, le sigue el Q2 con 11 artículos y porcentualmente con un 22%, en tercer lugar está el Q3 con 7 artículos científicos y con un 14% y en último lugar está el Q4 con tan solo 1 artículo y con un 2% lo que quiere decir esto que este tema de investigación tiene gran impacto a nivel mundial.

#### **Análisis de los artículos científicos por el H Indexación**

En tercer punto analizado fue referente a la Indexación, también conocido como índice H, el mismo que sirve para la medir de la calidad profesional de físicos y de otros científicos, en función de la cantidad de citas que han recibido sus artículos científicos, como se aprecia en la Figura 1. En este punto se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál es la calidad profesional de los artículos científicos desarrollados en la actual investigación?



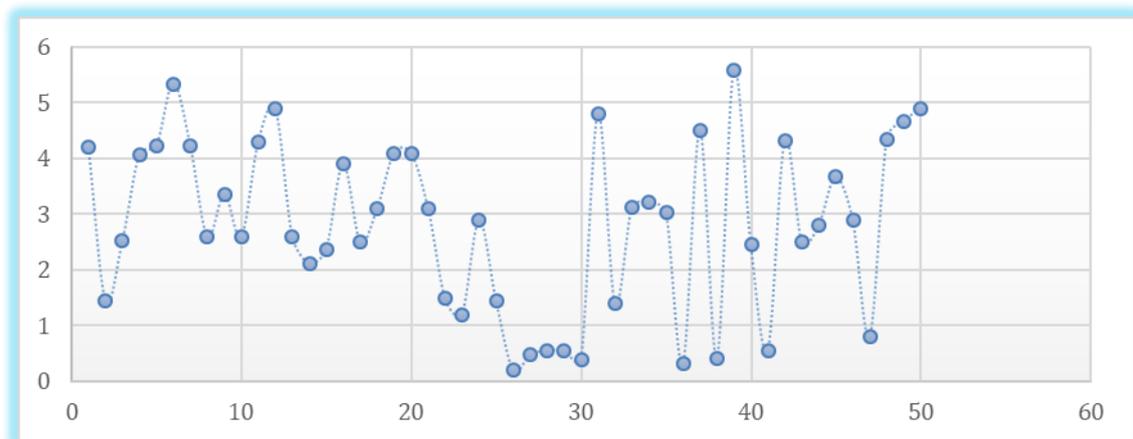
**Figura 1:** Promedio del Índice H de cada artículo científico

**Fuente:** Los Autores

Se puede observar en el gráfico anterior, que la mayoría de artículos posee un rango aproximado de H Indexación entre 80 a 140, los mismos que muchos de ellos se encuentran en él Q1, así también existe artículos que tienen el índice H menor a los 60, a esto se lo interpreta que aunque su Índice H sea bajo, no quiere decir que el artículo sea malo, sucede todo lo contrario pues como se observó en la primera tabla muchos de ellos estaban en cuartil 1.

#### **Promedio de citas de cada Uno de los artículos científicos**

En cuarto lugar, como se aprecia en la Figura 2, se identificó el promedio de citas del documento que es un indicador esencial para conocer el promedio a nivel mundial de citas que posee el artículo investigado, consideran la siguiente interrogante, ¿Cuál es promedio aproximado de citas que posee nuestro estudio bibliométrico?



**Figura 2:** Promedio de citas de cada artículo científico

**Fuente:** Los Autores

Al observar el gráfico, se lo puede interpretar que existe algunos artículos científicos que tienen un promedio de citación muy bajo, menores al 2%, otros mayores en donde dos de ellos sobrepasan el 5% y el rango intermedio con un aproximado de citación de entre el 3% al 5%, con esto se puede decir que el promedio aproximado de citación de cada uno de los artículos investigados es aproximadamente de 4% al 4,5%.

### **Análisis de artículos publicados por Base de datos**

En quinto lugar, se pretende contestar a la siguiente interrogante ¿En qué base de datos posee el mayor número de artículos científicos sobre el tema de investigación?, para lo cual se analizaron tres bases de datos, los cuales fueron Redalyc que es una Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal; también se trabajó con Sciencie Direct que es un sitio web que proporciona acceso por suscripción a una gran base de datos de investigación científica y médica en todo el mundo y por ultimo con Scopus que también es una base de datos que presenta resúmenes y citas de artículos de revistas científicas, el cual abarca áreas de ciencia, tecnología, medicina y ciencias sociales, la información se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 3** Cantidad de artículos publicados por Base de Datos

<b>Base de Datos</b>	<b># de artículos encontrado en cada base de datos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Redalyc</b>	12	24%
<b>Sciencie Direct</b>	18	36%
<b>Scopus</b>	20	40%
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Los Autores

Al interpretar tanto la tabla, la base de datos que posee mayores artículos científicos es Scopus con 20 artículos encontrados en esta herramienta de búsqueda de información científica y está representado porcentualmente con un 40%, en segundo esta Science Direct con 18 artículos y porcentualmente con un 36% y finalmente a Redalyc con 12 artículos y porcentualmente con un 24%, lo que quiere decir que Scopus es la base de datos que posee mayor información sobre el tema que se está analizando.

### **Análisis de artículos publicados por su Procedencia**

Como último punto, en la tabla siguiente se analiza la procedencia del artículo, dando contestación a la siguiente interrogante ¿Cuál es el país con mayores artículos científicos en cuanto al tema de estudio?

**Tabla 4:** País de origen de los artículos científicos de estudio

<b>País</b>	<b># de artículos encontrados en cada país</b>	<b>Porcentaje %</b>
Alemania	1	2%
Canadá	1	2%
Chile	2	4%
China	1	2%
Colombia	3	6%
Cuba	1	2%
Estados Unidos	14	28%
España	1	2%
Países Bajos	16	32%
Reino Unido	9	18%
Uruguay	1	2%
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Los Autores

Al observar la tabla, se denota que Países Bajos con un 32%, posee mayores artículos científicos, así también tenemos que Estados Unidos con un 28% y Reino Unido con un 18%, que son los países con mayores artículos científicos desarrollados en la zona, los otros países, la mayoría de Latinoamérica tienen un nivel muy bajo de investigación en cuanto al tema.

## CONCLUSIONES

Una vez definido el problema y encontrada la información necesaria para el presente estudio bibliométrico sobre la optimización multiobjetivo - programación de metas aplicadas principalmente en el sector agropecuario, se encontró información desarrolladas en algunas partes de América Latina como Chile y Argentina y algunos países del viejo continente como Portugal, España, etc., en donde se ha aplicado Modelos matemáticos de Optimización Multiobjetivo, algoritmos a proyectos agropecuarios, sistemas de riego, entre otros sectores, con el fin de encontrar una solución óptima, ahorrar tiempo y costos a las diferentes problemáticas que existen dentro del sector agropecuario.

De los 50 artículos científicos investigados y analizados en el presente estudio bibliométrico se obtuvo como resultado que la revista que posee mayores artículos de Programación Multiobjetivo en el Sector Agropecuario es la revistas Elsevier con 33 artículos científicos, porcentualmente con un 66%, además se analizó los cuartiles en donde la mayoría de artículos científicos se encuentra en el Q1, con 31 artículo y porcentualmente con un 62%, otro punto que se analizo fue el Índice H, en el cual se concluyó que existe calidad profesional en cada uno de los artículos investigados, también se identificó el promedio de citas de cada uno de los artículos desarrollados en el presente tema en donde el promedio aproximado de citación de cada uno de los artículos es de aproximadamente 4% al 4,5%, además se analizó en que base datos se obtuvo mayor información sobre el presente análisis bibliométrico dando como respuesta a Scopus como la herramienta más rica en información sobre el tema con 20 artículos científicos y representado porcentualmente con un 40%, y por último se determinó la procedencia de cada artículo científico en el cual dio como resultado que Países Bajos con un 32%, posee la mayoría de artículos científicos, así también tenemos que Estados Unidos con un 28% y Reino Unido con un 18%, que fueron los países con mayores artículos científicos desarrollados en el tema.

En Latinoamérica la investigación de esta temática es casi nula, situación que contrasta la realidad, por cuanto la mayoría de los países de esta región, basan su economía en la agricultura, sin embargo, la investigación es limitada, lo que de cierta manera ha impedido que estos países se desarrollen al mismo nivel que los países de primer mundo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bocco, M., Sayago, S., & Tártara, E. (2002). Modelos Multicriterio: Una Aplicación A La Selección De Alternativas Productivas. *Agricultura Técnica*, 62(3), 450–462. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072002000300010>
- Costa M.,Fragoso R., & Rosário (2018). A regional composite indicator for analysing agricultural sustainability in Portugal: A goal programming approach. *Ecological Indicators*, 89, 84–100. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2018.01.048>
- Dunnett, A., Shirsath, P. B., Aggarwal, P. K., Thornton, P., Joshi, P. K., Pal, B. D., Ghosh, J. (2018). Multi-objective land use allocation modelling for prioritizing climate-smart agricultural interventions. *Ecological Modelling*, 381, 23–35. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2018.04.008>
- EcuRed. (2018). Bibliometría. Retrieved from <https://www.ecured.cu/Bibliometría>
- Escorcia-Otálora A., & Poutou-Piñales, A. (2008). *Análisis bibliométrico de los artículos originales publicados en la revista Universitas Scientiarum (1987-2007)* (Vol. 13). Retrieved from [www.javeriana.edu.co/universitas\\_scientiarum](http://www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum)
- Escocia T. (2008). *El Análisis Bibliométrico Como Herramienta Para El Seguimiento De Publicaciones Científicas, Tesis Y Trabajos De Grado Tatiana Alexandra Escorcia Otalora*. Bogota. Retrieved from <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis209.pdf>
- Félix Hurtado Huamán. (2014). Programación Lineal Multiobjetivo Aplicado A Sistemas Campesinos: Simulación De Efectos Medioambientales Félix Hurtado Huamán Cusco-Perú. *Google Académico*, (Programación Multiobjetiva), 8–30. Retrieved from <http://www.unsaac.edu.pe/investigacion/iur/librosiur/programacionMultilineal.pdf>
- Femeena, P. V., Sudheer, K. P., Cibir, R., & Chaubey, I. (2018). Spatial optimization of cropping pattern for sustainable food and biofuel production with minimal downstream pollution. *Journal of Environmental Management*, 212, 198–209. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.01.060>
- García, D. J., & You, F. (2018). Addressing global environmental impacts including land use change in life cycle optimization: Studies on biofuels. *Journal of Cleaner Production*, 182, 313–330. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.012>
- Guevara J. (2018). Análisis Bibliométrico Sobre La Producción De Artículos Científicos Relacionados Con Rutas Turísticas En (Redalyc) En El P. Retrieved July 24, 2018, from <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mY9StwtAcu4J:revistasdigitales.upe.c.edu.ec/index.php/sathiri/article/download/503/528/+&cd=1&hl=es19&ct=clnk&gl=ec>
- Lora-Freyre, R. J., & Pellicer-Durán, R. G. (2016). *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales* (Vol. 2). Retrieved from <https://revistas.uo.edu.cu/index.php/aeco/article/view/648/621>
- Schwaab, J., Deb, K., Goodman, E., Kool, S., Lautenbach, S., Ryffel, A., ... Grêt-Regamey, A. (2018). Using multi-objective optimization to secure fertile soils across municipalities. *Applied Geography*, 97, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.06.001>
- Srivastava, P., & Singh, R. M. (2017). Agricultural Land Allocation for Crop Planning in a Canal Command Area Using Fuzzy Multiobjective Goal Programming. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(6), 04017007. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001175](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001175)
- Udias, A., Pastori, M., Malago, A., Vigiak, O., Nikolaidis, N. P., & Bouraoui, F. (2018). Identifying efficient agricultural irrigation strategies in Crete. *Science of The Total Environment*, 633, 271–284. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.152>

## BIBLIOGRAFIA

Alexandra Escorcía-Otálora, T., Raúl, ;, & Poutou-Piñales, A. (2008). *Análisis bibliométrico de los artículos originales publicados en la revista Universitas Scientiarum (1987-2007)* (Vol. 13). Retrieved from [www.javeriana.edu.co/universitas\\_scientiarum](http://www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum)

Andrés, A.-L., Ricardo Alberto, H.-I., & Mauricio, G.-E. (2014). Programación óptima del mantenimiento de la vegetación bajo redes aéreas de distribución usando una técnica de optimización multiobjetivo. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 15(1), 139–150. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(15\)30012-3](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(15)30012-3)

Ascough, J. C., Ahuja, L. R., McMaster, G. S., Ma, L., & Andales, A. A. (2018). Agriculture Models. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11173-X>

Biswas, A., & Pal, B. B. (2005). Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system. *Omega*, 33(5), 391–398. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2004.07.003>

Bocco, M., Sayago, S., & Tártara, E. (2002). Modelos Multicriterio: Una Aplicación A La Selección De Alternativas Productivas. *Agricultura Técnica*, 62(3), 450–462. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072002000300010>

Bokrantz, R., & Fredriksson, A. (2017). Necessary and sufficient conditions for Pareto efficiency in robust multiobjective optimization. *European Journal of Operational Research*, 262(2), 682–692. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2017.04.012>

Boland, N., Charkhgard, H., & Savelsbergh, M. (2017). A new method for optimizing a linear function over the efficient set of a multiobjective integer program. *European Journal of Operational Research*, 260(3), 904–919. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2016.02.037>

Cai, Z., Qian, W. (2017). Evaluation analysis and structural optimization of crop planting structure in Northeast China. Retrieved July 18, 2018, from <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85046101961&origin=inward&txGid=e74142e740aa6df8449eb810008f7c43>

De Luca, A. I., Iofrida, N., Leskinen, P., Stillitano, T., Falcone, G., Strano, A., & Gulisano, G. (2017). Life cycle tools combined with multi-criteria and participatory methods for agricultural sustainability: Insights from a systematic and critical review. *Science of The Total Environment*, 595, 352–370. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.03.284>

Díaz-Madroño, M., Pérez-Sánchez, M., Satorre-Aznar, J. R., Mula, J., & López-Jiménez, P. A. (2018). Analysis of a wastewater treatment plant using fuzzy goal programming as a management tool: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 180, 20–33. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.01.129>

Dunnett, A., Shirsath, P. B., Aggarwal, P. K., Thornton, P., Joshi, P. K., Pal, B. D., ... Ghosh, J. (2018c). Multi-objective land use allocation modelling for prioritizing climate-smart agricultural interventions. *Ecological Modelling*, 381, 23–35. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2018.04.008>

Dunnett, A., Shirsath, P. B., Aggarwal, P. K., Thornton, P., Joshi, P. K., Pal, B. D., ... Ghosh, J. (2018b). Multi-objective land use allocation modelling for prioritizing climate-smart agricultural interventions. *Ecological Modelling*, 381, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.04.008>

Dunnett, A., Shirsath, P. B., Aggarwal, P. K., Thornton, P., Joshi, P. K., Pal, B. D., ... Ghosh, J. (2018a). Multi-objective land use allocation modelling for prioritizing climate-smart agricultural interventions. *Ecological Modelling*, 381, 23–35. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2018.04.008>

Eckart, K., McPhee, Z., & Bolisetti, T. (2018). Multiobjective optimization of low impact

development stormwater controls. *Journal of Hydrology*, 562, 564–576. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2018.04.068>

EcuRed. (2018). Bibliometría. Retrieved from <https://www.ecured.cu/Bibliometria>

Ekkawong, P., Han, J., Olalotiti-Lawal, F., & Datta-Gupta, A. (2017). Multiobjective design and optimization of polymer flood performance. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 153, 47–58. <https://doi.org/10.1016/J.PETROL.2017.03.026>

Félix Hurtado Huamán. (2014). Programación Lineal Multiobjetivo Aplicado A Sistemas Campesinos: Simulación De Efectos Medioambientales Félix Hurtado Huamán Cusco-Perú. *Google Académico*, (Programación Multiobjetiva), 8–30. Retrieved from <http://www.unsaac.edu.pe/investigacion/iur/librosiur/programacionMultilineal.pdf>

Femeena, P. V., Sudheer, K. P., Cibir, R., & Chaubey, I. (2018). Spatial optimization of cropping pattern for sustainable food and biofuel production with minimal downstream pollution. *Journal of Environmental Management*, 212, 198–209. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.01.060>

Ficko, A., Lidestav, G., Ní Dhubháin, Á., Karppinen, H., Zivojinovic, I., & Westin, K. (2017). European private forest owner typologies: A review of methods and use. *Forest Policy and Economics*. <https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2017.09.010>

Fuentes, A., Ploteau, J. P., & Glouannec, P. (2015). Predictive control with multiobjective optimization: Application to a sludge drying operation. *Computers & Chemical Engineering*, 78, 70–78. <https://doi.org/10.1016/J.COMPCHEMENG.2015.04.017>

Garcia, D. J., & You, F. (2018). Addressing global environmental impacts including land use change in life cycle optimization: Studies on biofuels. *Journal of Cleaner Production*, 182, 313–330. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.012>

He, H., He, C., & Chen, G. (2015). Inverse determination of temperature-dependent thermophysical parameters using multiobjective optimization methods. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 85, 694–702. <https://doi.org/10.1016/J.IJHEATMASSTRANSFER.2015.01.143>

Jairo Guevara, N. L. (2018). Análisis Bibliométrico Sobre La Producción De Artículos Científicos Relacionados Con Rutas Turísticas En (Redalyc) En El P. Retrieved July 24, 2018, from <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mY9StwtAcu4J:revistasdigitales.upe.c.edu.ec/index.php/sathiri/article/download/503/528/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>

Jana, R. K., Sharma, D. K., & Chakraborty, B. (2016). A hybrid probabilistic fuzzy goal programming approach for agricultural decision-making. *International Journal of Production Economics*, 173, 134–141. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2015.12.010>

juan. (2013). *AGRICULTURA*. (Organización Mundial del Comercio, Ed.). Retrieved from [https://www.wto.org/spanish/res\\_s/booksp\\_s/agrmtseries3\\_ag\\_2008\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/agrmtseries3_ag_2008_s.pdf)

López, J. C. L., Chavira, D. A. G., & Ruiz, M. U. (2004). *A comparative approach of economic sectors in Sinaloa, Mexico, based on multicriteria decision aiding*. *EconoQuantum* (Vol. 13). Universidad de Guadalajara, Departamento de Métodos Cuantitativos y Maestría en Economía. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125043459005>

Mandryk, M., Reidsma, P., & van Ittersum, M. K. (2017). Crop and farm level adaptation under future climate challenges: An exploratory study considering multiple objectives for Flevoland, the Netherlands. *Agricultural Systems*, 152, 154–164. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.12.016>

Miranda-Ackerman, M. A., & Azzaro-Pantel, C. (2017). Extending the scope of eco-labelling in the food industry to drive change beyond sustainable agriculture practices. *Journal of Environmental Management*, 204, 814–824. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.027>

Mosleh, Z., Salehi, M. H., Amini Fasakhodi, A., Jafari, A., Mehnatkesh, A., & Esfandiarpour Borujeni, I. (2017). Sustainable allocation of agricultural lands and water resources using suitability analysis and mathematical multi-objective programming. *Geoderma*, 303, 52–59.

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.05.015>

Nafarzadegan, A. R., Vagharfard, H., Nikoo, M. R., & Nohegar, A. (2018). Socially-Optimal and Nash Pareto-Based Alternatives for Water Allocation under Uncertainty: an Approach and Application. *Water Resources Management*, 32(9), 2985–3000. <https://doi.org/10.1007/s11269-018-1969-6>

Osuna-Gómez, R., Hernández-Jiménez, B., Chalco-Cano, Y., & Ruiz-Garzón, G. (2017). New efficiency conditions for multiobjective interval-valued programming problems. *Information Sciences*, 420, 235–248. <https://doi.org/10.1016/J.INS.2017.08.022>

Patro, K. K., Acharya, M. M., Biswal, M. P., & Acharya, S. (2015). Computation of a multi-choice goal programming problem. *Applied Mathematics and Computation*, 271, 489–501. <https://doi.org/10.1016/J.AMC.2015.09.030>

Péres, M., Ruiz, G., Nesmachnow, S., & Olivera, A. C. (2018). Multiobjective evolutionary optimization of traffic flow and pollution in Montevideo, Uruguay. *Applied Soft Computing*, 70, 472–485. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2018.05.044>

Schwaab, J., Deb, K., Goodman, E., Kool, S., Lautenbach, S., Ryffel, A., ... Grêt-Regamey, A. (2018). Using multi-objective optimization to secure fertile soils across municipalities. *Applied Geography*, 97, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.06.001>

Schwaab, J., Deb, K., Goodman, E., Lautenbach, S., van Strien, M. J., & Grêt-Regamey, A. (2018). Improving the performance of genetic algorithms for land-use allocation problems. *International Journal of Geographical Information Science*, 32(5), 907–930. <https://doi.org/10.1080/13658816.2017.1419249>

Singh, A. (2014). Simulation–optimization modeling for conjunctive water use management. *Agricultural Water Management*, 141, 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.04.003>

Song, J., Yang, Y., Wu, J., Wu, J., Sun, X., & Lin, J. (2018). Adaptive surrogate model based multiobjective optimization for coastal aquifer management. *Journal of Hydrology*, 561, 98–111. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2018.03.063>

Srivastava, P., & Singh, R. M. (2017a). Agricultural Land Allocation for Crop Planning in a Canal Command Area Using Fuzzy Multiobjective Goal Programming. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(6), 04017007. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001175](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001175)

Srivastava, P., & Singh, R. M. (2017b). Agricultural Land Allocation for Crop Planning in a Canal Command Area Using Fuzzy Multiobjective Goal Programming. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(6), 04017007. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001175](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001175)

Sun, Q., Xu, G., Ma, C., & Chen, L. (2017). Optimal Crop-Planting Area Considering the Agricultural Drought Degree. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(12), 04017050. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001245](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001245)

Tatiana Alexandra Escorcía-Otálora; Raúl Alberto Poutou-Piñales. (2009). Análisis bibliométrico de los artículos originales publicados en la revista Universitas Scientiarum (1987-2007). Retrieved July 24, 2018, from <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:wO-dzmnnlZYJ:revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1432/html+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>

Tatiana Escocía. (2008). *El Análisis Bibliométrico Como Herramienta Para El Seguimiento De Publicaciones Científicas, Tesis Y Trabajos De Grado Tatiana Alexandra Escorcía Otálora*. Bogota. Retrieved from <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis209.pdf>

Tecnología Difusa Bilbao-Terol Amelia, con, MMar, A.-P., MVictoria, R.-U., & Fernández Verónica, C. (2009). Selección de Carteras de Fondos de Inversión Socialmente Responsables mediante Programación por Metas. *Rect@*.

Udias, A., Pastori, M., Malago, A., Vigiak, O., Nikolaidis, N. P., & Bouraoui, F. (2018). Identifying efficient agricultural irrigation strategies in Crete. *Science of The Total Environment*, 633, 271–284. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.152>

Universidad De La Salle Bajío., I. C., Aguirre, A. H., & Cervantes, J. G. A. (2008). *Automatic segmentation of coronary arteries using a multiscale Top-Hat operator and multiobjective optimization*. *Nova Scientia* (Vol. 7). Universidad De La Salle Bajío. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203342741018>

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería., A., Hincapié-Isaza, R. A., & Granada-Echeverri, M. (2014). *Ingeniería, investigación y tecnología*. *Ingeniería. Investigación y Tecnología* (Vol. XV). Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40429649012>

Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería., M. P., & Vikhe, G. J. (2016). *Optimization of the linear quadratic regulator (LQR) control quarter car suspension system using genetic algorithm*. *Ingeniería e Investigación* (Vol. 36). [Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería]. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64345266004>

Xavier, A., Costa Freitas, M. de B., Fragoso, R., & Rosário, M. do S. (2018). A regional composite indicator for analysing agricultural sustainability in Portugal: A goal programming approach. *Ecological Indicators*, 89, 84–100. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2018.01.048>

Yagyasen, D., Darbari, M., Shukla, P. K., & Singh, V. K. (2013). Diversity and Convergence Issues in Evolutionary Multiobjective Optimization: Application to Agriculture Science. *IERI Procedia*, 5, 81–86. <https://doi.org/10.1016/J.IERI.2013.11.074>

Yu, W.-J., Li, J.-Z., Chen, W.-N., & Zhang, J. (2017). A parallel double-level multiobjective evolutionary algorithm for robust optimization. *Applied Soft Computing*, 59, 258–275. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2017.06.008>

Zhai, Z., Martínez Ortega, J.-F., Lucas Martínez, N., & Rodríguez-Molina, J. (2018). A Mission Planning Approach for Precision Farming Systems Based on Multi-Objective Optimization. *Sensors*, 18(6), 1795. <https://doi.org/10.3390/s18061795>

Zheng, M., Yi, Y., Wang, Z., & Liao, T. (2017). Efficient solution concepts and their application in uncertain multiobjective programming. *Applied Soft Computing*, 56, 557–569. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2016.07.021>