

# DESARROLLO SUSTENTABLE, NEGOCIOS, EMPRENDIMIENTO Y EDUCACIÓN

latindex  Dialnet  IDEAS

## ANÁLISIS DE PROBLEMAS AMBIENTALES MEDIANTE EL MÉTODO TOPSIS FUZZY Y SU INTERVENCIÓN EN LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

M.Sc. Carlos Alejandro Díaz Schery<sup>1</sup>

Dr. Happy Salas Fuente<sup>2</sup>

Lic. Lisandra Favier Leyva<sup>3</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Carlos Alejandro Díaz Schery, Happy Salas Fuente y Lisandra Favier Leyva (2021): "Análisis de problemas ambientales mediante el método Topsis Fuzzy y su intervención en la competitividad empresarial", Revista de Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación RILCO DS, n. 21 (p.p. 93-102, julio 2021). En línea:

<https://www.eumed.net/es/revistas/rilcoDS/21-julio2021/analisis-problemas-ambientales>

### RESUMEN

Los Métodos de Decisión Multicriterio (MCDM) constituyen una valiosa ayuda en los procesos para solución de los problemas que afectan al medio ambiente, lo que generan la necesidad analizar estos factores dentro del proceso de toma de decisiones, transformándose en una variable importante en el logro de la competitividad empresarial. Estas herramientas pueden ser usadas a solicitud de la comunidad científica en general, o simplemente ayudar a un interesado en el proceso de formular y resolver un problema de decisión particular. El artículo tiene como objetivo la aplicación del método *Topsis fuzzy* con datos difusos para analizar los problemas ambientales que genera la Empresa Alimentaria Guantánamo, con la utilización de diferentes formas de la matriz de decisión y cómo estos inciden en su nivel de competitividad. Además, se presenta la aplicación del método en un estudio de caso para resolver un problema medioambiental, que tiene como salida evaluar si la normalización afecta al resultado final.

**Palabras clave:** toma de decisiones; método multicriterio; Topsis; problema ambiental, competitividad.

### ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS USING THE TOPSIS FUZZY METHOD AND ITS INTERVENTION IN BUSINESS COMPETITIVENESS

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Técnica de la Universidad de Guantánamo, Cuba. Reparto Obrero, Edificio R apart. 820., [calejandro.schery@gmail.com](mailto:calejandro.schery@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Guantánamo, Cuba. Santa Rita No. 1551 esquina 7 Sur, Guantánamo. [happysf@nauta.cu](mailto:happysf@nauta.cu), [happysf@cug.co.cu](mailto:happysf@cug.co.cu), [happymary355@gmail.com](mailto:happymary355@gmail.com)

<sup>3</sup> Licenciada en Contabilidad. Contraloría Provincia de Guantánamo, [cdiaz@cug.co.cu](mailto:cdiaz@cug.co.cu)

## ABSTRACT

The Methods of Decision Multicriterio (MCDM) they constitute a valuable help in the processes for solution of the problems that affect to the environment, what you/they generate the necessity to analyze these factors inside the process of taking of decisions, becoming an important variable in the achievement of the managerial competitiveness. These tools can be used to application of the scientific community in general, or simply to help to an interested one in the process of to formulate and to solve a problem of particular decision. The article has as objective the application of the method *Topsis fuzzy* with diffuse data to analyze the environmental problems that it generates the Alimentary Company Guantánamo, with the use in different ways of the womb of decision and how these they impact in its level of competitiveness. Also, the application of the method is presented in a case study to solve an environmental problem that has as exit to evaluate if the normalization affects to the final result.

**Keywords:** decision making; multicriterio method; Topsis; environmental problem, competitiveness

## INTRODUCCIÓN

En la década del setenta del pasado siglo se empezaron a utilizar los métodos multicriterio con el objetivo básico de apoyar la resolución de conflictos de intereses entre la explotación de bienes y la pérdida o deterioro de servicios ambientales. Porque el medio ambiente cobra una gran relevancia en la actualidad, como arma para luchar en ayuda de la conservación de nuestro entorno. Para inculcar actitudes, conocimientos, aptitudes y habilidades de respeto hacia el medio ambiente donde se entrelaza relaciones entre el hombre y la naturaleza; pero es evidente el conocimiento calzar muchos puntos, así como comprender su problemática. En muchos momentos, los métodos de toma de decisiones multicriterio son un instrumento necesario para ello.

Manteniendo una secuencia, los métodos de toma de decisiones multicriterio y el medio ambiente no están tan alejadas como pudiera parecer. Desde un aspecto competitivo, esta cercanía es bastante evidente, existen disimiles de aplicaciones en muchas áreas del conocimiento que lo corroboran y se entrelazan con el medio ambiente, pero necesitan instrumentos de toma de decisiones para su desarrollo. Estos vínculos permiten percibir aspectos medioambientales a la vez que se contextualizan determinados métodos de toma de decisiones multicriterio.

El método Topsis es uno de estos instrumentos de toma de decisiones multicriterio que es significativo por su peculiar tendencia, dado que se insertan en contextos muy diversos para la toma de decisiones. Podemos definir que los modelos multicriterio manifiestan las mejores alternativas decisorias con objeto de proponer, si no las soluciones óptimas, por lo menos las “mejores” soluciones de compromiso para los problemas bajo análisis.

Este tipo de método parte de la idea de que, en un determinado problema real, en el que la complejidad es muy alta, no hay una solución que optimice al mismo tiempo todos los criterios, por lo que es necesario llegar a una solución de compromiso entre los distintos valores e intereses, es decir, una solución multicriterio (Lomas, Martín, Luis, & Montoya, 2005).

Desde el punto de vista de mitigar los conflictos, la gestión ambiental y la toma de decisiones en el contexto que se enmarca esta investigación resulta una tarea compleja en el proceso de medición y el alcance que pueda tomar. El papel de los gestores de proceso de cambios es esencial a la hora de tener que afrontar procesos de toma de decisión en los que las alternativas, los criterios de decisión y las partes interesadas, son numerosos y las interrelaciones entre ellos son extremadamente complicadas, En ese sentido, la capacidad que posea el gestor de proceso de cambio es importante para tomar buenas decisiones en aras de ordenar preferencias por similitud con la solución ideal, superar los errores e insuficiencias detectadas e identificar los principales problemas ambientales que requieren de mayor atención en las condiciones actuales. En correspondencia a lo anteriormente afirmado, los autores (Porter & Van der Linde, 1995), (Porter M. , 1996), (Lever & Turok, 1999) y (Begg, 2002), coinciden que la competitividad no está en manos de un solo elementos micro y macroeconómico, sino también de las capacidades que brinda el zona para facilitar las actividades económicas.

Desde el punto de vista de las influencias de las áreas o zonas de análisis, los autores concuerdan con las siguientes ideas de la autora que se menciona y cito: “concurren elementos que inciden en la competitividad de las empresas localizadas en una zona, que son propios de esa zona, y que no están directamente relacionados con elementos macroeconómicos del lugar, llevado alusión a la siguiente propuesta de (Martin, 2011)”. A pesar de que hay empresas muy competitivas y otras menos competitivas en todos los territorios, hay características comunes dentro de un territorio que afectan a la competitividad de todas las empresas allí ubicadas” (Martin, 2011).

Lo que se presumen la obtención de ventajas competitivas en precio, calidad y reputación del producto con motivo de la utilización eficiente de los recursos suelo, agua, energía y otros recursos naturales. (De la Rosa , 2007) supone que la internalización de la variable ambiente a la gestión global de la empresa da origen a la gestión ambiental, traducida ésta como el conjunto de actividades y metas insertadas en los procesos, de forma tal que el cuidado y respeto del medio ambiente disminuye los riesgos por insumos, residuos o procesos.

De tal manera la competitividad y el medio ambiente se convierten en el punto de encuentro de los intereses económicos y ambientales. En la actualidad este binomio toma tal relevancia que abarca a todas las empresas, creando las bases para un manejo de las problemáticas ambientales más prácticos. El tipo de problemas típicos a los que se enfrenta el gestor de proceso de cambio son del tipo multicriterio discreto. En este tipo de problemas el responsable de la decisión (decisor) tiene que establecer sus preferencias entre un conjunto de alternativas, generalmente no muy numerosas, y tener en cuenta múltiples criterios en conflicto. Se debe tener en cuenta además, las opiniones y puntos de vista de las partes interesadas.

Ejemplos típicos son las problemáticas ambientales en las empresas, como anteriormente se ha afirmado que tienen gran relación con la competitividad, que puede ser entendida como la capacidad que poseen las empresas para mantener o aumentar las cuotas de mercado en forma sostenida (Krugman, 1994) o como la capacidad que poseen para disminuir los costos y ofrecer productos de alta calidad a un

precio favorable (Porter & Van Der Linde, 1994) y a la vez esté correlacionada por la variable ambiental. Desde una perspectiva interna de la empresa, estos nuevos requisitos ambientales no necesitan ser interpretado negativamente. El argumento basado en la visión basada en recursos, incluso demostrado empíricamente en algunos trabajos, indica el papel de los enfoques ambientales más avanzados- aquellos de un tipo preventivo-en la generación, interna y externa, de ventajas competitivas más amplias que permiten que la compañía obtenga ventajas extraordinarias (Hart, 1995); (Russo & Fouts, 1997); (Angell & Klassen, 1999); (Handfield, Melnyk, Calantone, & Curkovic, 2001).

Está basado en la lógica que los enfoques preventivos intentan interceptar problemas, en vez de solucionarlos una vez que ellos han aparecido. Así, ya que las cuestiones ambientales circulan a etapas del desarrollo más avanzado, las empresas pueden obtener ventajas competitivas cada vez más importantes de sus acciones de protección del medio ambiente (Sanderlands, 1994).

La presente investigación se centra en la herramienta *Topsis* (*Technique for Order reference by Similarity to an Ideal Solution*) fue desarrollada por Hwang & Yoon (1981) la cual se basa en el concepto de seleccionar la alternativa que se encuentra a una distancia más corta posible de una solución ideal y lo más lejos posible respecto a otra solución anti-ideal, teniendo en cuenta los valores de los pesos de cada criterio, así como si el criterio es un costo o una ganancia.

Hasta ahora, la técnica Topsis Fuzzy más a menudo ha sido usada en muchos campos de análisis, dando mayor fortaleza desde lo ambiental con el empleo de paradigmas desde la cualidad y la cantidad que ambos son mutuamente exclusivo y casi exhaustivos. Ejemplos de aplicación se visualizan en las ideas de (Cheng, Zhao, Chau, & Wu, 2006), (Dai, y otros, 2010), (Afshar, Marino, Saadatpour, & Afshar, 2011), (Wang, Li, & Xu, 2011) y (Nadaban, Dzitac, & Dzitac, 2016) enfocados en el uso de la técnica TOPSIS.

Teniendo en cuenta varias investigaciones que consideran incertidumbres en los aspectos ambientales, los problemas ambientales que se emanan en las organizaciones no tienen en cuenta las incertidumbres en temas ambientales como alternativa de mejoras de la competitividad empresarial, considerando la siguiente idea una problemática. Así, este estudio propone aplicar el método *Topsis fuzzy* con datos difusos para analizar los problemas ambientales que genera la Empresa Alimentaria Guantánamo.

## MÉTODO

Para la elaboración de la investigación se utilizó el método dialéctico-materialista para destacar el carácter contradictorio, y a la vez desarrollador que tienen las relaciones de los componentes del objeto de investigación. Asimismo, el histórico y lógico para el reconocimiento del plano de su desarrollo histórico, haciendo abstracción de desviaciones más o menos frecuentes, el inductivo y deductivo, en el diagnóstico de la fiabilidad y validez en el proceso de selección de la comunidad de expertos asociado al origen de la información utilizada en la selección; el sistémico estructural en el desarrollo del método de análisis de la entidad objeto de estudio tanto desde la perspectiva teórica como práctica, por medio de la descomposición en los elementos que lo componen, para establecer las variables que más inciden y su

interrelación con un enfoque sistémico. Para la obtención de la información se utilizaron los métodos empíricos como la revisión bibliográfica para el estudio de los fundamentos teórico metodológicos sobre las problemáticas ambientales en análisis.

Por otra parte, el método Topsis al cual se propone aplicar, fue propuesto por (J Chen & L Hwang, 1992), el cual se basa en una función de agregación que representa "la cercanía al ideal", que se originó en el método de programación compromiso. Determina una solución con la distancia más corta a la solución ideal y la mayor distancia a la solución ideal negativa (Opricovic & Tzeng, 2004).

En este estudio se aplicara el Matlab como entorno de trabajo para el cálculo pero, teniendo en cuenta que no tiene la capacidad de intuición ya que es manipulado por personas. Como no importa que sofisticado sea, es sólo una colección de elevado número de comandos no equipados, como afirma (Lestari, Djanggih, Aswari, Hipan, & Siahaan, 2018) con la capacidad de pensar.

En la aplicación del método Topsis se usara la normalización vectorial. El valor normalizado podría ser diferente para diferentes unidades de evaluación (pesos) de un criterio particular. La alternativa con la clasificación más alta para Topsis es la mejor en términos del índice de clasificación, sin embargo, esto no significa que esta alternativa sea la más cercana a la solución ideal (Young, Ting, & Ching, 1992).

El Algoritmo de Topsis que se pretende aplicar en este estudio, está compuesto por siete pasos principales conocidos como:

1. Definir la Matriz de Decisión con los respectivos pesos de cada criterio.
2. Normalizar la matriz de decisión de forma vectorial.
3. Calcular la matriz de decisión normalizada ponderada.
4. Calcular las medidas de distancia.
5. Determinar la proximidad relativa a la alternativa ideal.
6. Determinar el orden de preferencia de las alternativas (Ranking).
7. Ordenación de preferencias.

El método *Topsis* dentro de sus propiedades de los MCDM como cita (Guarini, 2018), relaciona las variables exógenas y las califica en un sistema binario que se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Propiedades de los MCDM*

Variables Exógenas	Calificación de variables	Propiedades de la herramienta MCDA en el sistema binario TOPSIS
	Número limitado de criterios y subcriterios y un pequeño número de alternativas	0
	Número limitado de criterios y subcriterios y un gran número de alternativas	0
Cantidad de elementos de evaluación	Gran cantidad de criterios y subcriterios y un pequeño número de alternativas	0
	Gran cantidad de criterios y subcriterios y un gran número de alternativas	1
	Cuantitativo	1

Tipología de indicadores	Cualitativo	1
	Mixto	1
Los interesados se incluirán en el proceso de decisión	Proceso participativo no activado	1
	Proceso participativo activado con un número limitado y especializado de partes interesadas	1
	Proceso participativo activado común número significativo de partes interesadas preferiblemente organizadas en categorías	1
	Una mejor definición de la alternativa general para el propósito	0
	Definición de la alternativa ideal más cercana al objetivo	1
Solución esperada	Una mejor definición de la alternativa general para el propósito	
	Definición de la alternativa ideal más cercana al objetivo	1
Asistencia técnica de un especialista en ayuda para la adopción de decisiones	Sí (aconsejable)	0
	No (no es necesario)	1

Fuente: tomado de Guarini (2018).

## RESULTADOS

El análisis de casos permite determinar el comportamiento de las diferentes UEB que más contribuyen a la protección del medio ambiente y cómo este elemento determina los niveles de competitividad. El método propuesto se implementa en la Empresa Provincial Alimentaria de Guantánamo donde se procesa un ejemplo de utilización como caso de estudio, resuelto tanto por el método programado con Matlab y una hoja de cálculo de Excel al no disponer de software propio. Se pudo obtener la evaluar los problemas ambientales y obtener el resultado sugerido, y su incidencia en los niveles de competitividad.

Al final, se muestra el orden de preferencia de las alternativas basadas en las problemáticas ambientales más influyentes, analizado con anterioridad 11 criterios (variables); quedando para el estudio en tener en cuenta 5 criterios ambientales que más influyen en la entidad objeto de estudio, detallados a través de las herramientas del software SPSS versión 26.0 para Windows, con el empleo del criterio de (Cronbach, 1951) lo cual se muestra en la tabla 2, donde se manifiesta una alta confiabilidad y permitiendo el estudio con los siguientes criterios: la contaminación del agua y de los suelos, daños al medio ambiente por emisiones, daños al medio ambiente por desechos, la generación de ruidos y controles biológicos, y a su vez reflejar el comportamiento competitivo empresarial de cada zona de análisis.

Las alternativas también son 5 y se han denominado como A<sub>1</sub> (Baracoa), A<sub>2</sub> (San Antonio del sur), A<sub>3</sub> (Imías), A<sub>4</sub> (Maisí) y A<sub>5</sub> (Guantánamo). Además de los datos correspondientes a la matriz de decisión, se dispone también del peso para cada criterio y del tipo de criterio del que se trata si es de beneficio (positivo) o es de costo (negativo). Los términos lingüísticos usados en este estudio son mostrados en la Tabla 2.

**Tabla 2.***Análisis de fiabilidad y validez*

Análisis de fiabilidad	
Coficiente de Alpha de Cronbach	0,842
Análisis de validez	
Coficiente de Kaiser- Meyer- Olkin	,878
Prueba de Estancidad de Bartlett	
Chi-cuadrado aproximado	526,152
gl	300
Sig.	,000

**La tabla 3.***Escala lingüística para evaluar las alternativas.*

Números difuso	Alternativas
0-0,2	Competitividad muy Pobre
0,2-0,4	Competitividad Pobre
0,4-0,6	Competitividad Moderada
0,6-0,8	Competitividad Bueno
0,8-1	Competitividad muy buena

**Matriz de decisión**

	min	min	min	min	max
contaminación agua y suelos	daños	por emi	daños	por desgeneración	de controles biol
A1:	0.0696047	0.0182653	0.0122697	0.0369192	0.0467416
A2:	0.0220698	0.0420102	0.0460112	0.0890404	0.0920225
A3:	0.0305581	0.0164388	0.0112472	0.0217172	0.0394382
A4:	0.0186744	0.104112	0.0460112	0.128131	0.0920225
A5:	0.0560233	0.0328776	0.0153371	0.030404	0.0525843

**Peso para cada criterio**

contaminación agua y suelos	daños	por emi	daños	por desgeneración	de controles biol
0.3	0.25	0.2	0.1	0.15	

**Normalize Matriz**

contaminación agua y suelos	daños	por emi	daños	por desgeneración	de controles biol
A1:	0.704805	0.152801	0.178096	0.224248	0.305288
A2:	0.223475	0.351442	0.667859	0.540833	0.601037
A3:	0.309426	0.137521	0.163254	0.131911	0.257587
A4:	0.189094	0.870965	0.667859	0.778272	0.601037
A5:	0.567282	0.275042	0.22262	0.184675	0.34345

**Matriz de decisión normalizada ponderada**

contaminación agua y suelos	daños	por emi	daños	por desgeneración	de controles biol
A1:	0.211441	0.0382002	0.0356191	0.0224248	0.0457933

A2:	0.0670424	0.0878605	0.133572	0.0540833	0.0901555
A3:	0.0928279	0.0343802	0.0326509	0.0131911	0.0386381
A4:	0.0567282	0.217741	0.133572	0.0778272	0.0901555
A5:	0.170185	0.0687604	0.0445239	0.0184675	0.0515174

---

#### Determinar el orden de preferencia de las alternativas (Ranking)

---

A1:	0.567948
A2:	0.624317
A3:	0.798384
A4:	0.42674
A5:	0.600526

---

#### Puntuación final de las alternativas ordenadas:

1. Tercih >>>	<b>A3</b>	<b>:0.798384 (competitividad muy buena)</b>
2. Tercih >>>	A <sub>2</sub>	:0.624317 (competitividad buena)
3. Tercih >>>	A <sub>5</sub>	:0.600526 (competitividad moderada)
4. Tercih >>>	A <sub>1</sub>	:0.567948 (competitividad moderada)
5. Tercih >>>	A <sub>4</sub>	:0.42674 (competitividad pobre)

---

## DISCUSIÓN

Se pudo constatar que los resultados obtenidos con la aplicación de los instrumentos de toma de decisiones multicriterio en especial el método Topsis, se pudo integrar fácilmente variables numéricas determinísticas, de intervalo y difusas, en temáticas ambientales, siendo una preocupación creciente de la comunidad científica debido al incremento en los efectos negativos que emanan las organizaciones actuales. Por lo que este estudio reincide, como muchos otros a estimular en la medición de las transgresiones negativas al medio ambiente de las empresas, atribuibles al proceso o producto, a lo largo de todo su ciclo de vida.

Al aplicar el método *Topsis fuzzy* se evidencia que la alternativa adecuada o sugerida, es decir, la que más se ajusta a los criterios considerados en el caso de estudio, es la opción A<sub>3</sub> (Imías), con un valor de 0.798384 de preferencia (opción que se encuentra a mayor proximidad de la solución ideal positiva A + y más lejos de la solución ideal negativa A - ). Por ende, se sugiere a la empresa seleccionar la UEB Imías, como el centro con mayor incidencia positiva en la competitividad desde la arista ambiental.

LA UEB Imías es la que mejor gestiona sus impactos ambientales dígame: reduce la contaminación del agua y de los suelos en un 0.0928279, en caso de los daños al medio ambiente por emisiones se reportó una disminución de 0.0343802, en relación a las alternativas analizadas es el valor más favorable, seguido de otro indicador ambiental, daños al medio ambiente por desechos, se obtuvo un valor de 0.0326509, comportándose de manera propicia con el resto de las alternativas examinadas. Sin embargo, en cuanto a la generación de ruidos se obtuvo un 0.0131911, donde se evidencia que se influye fuertemente en las afectaciones acústicas que se mantengan en un rango permisible por debajo de los 85 Db y para finalizar con respecto a los controles biológicos, se obtuvo un valor de 0.0386381, donde se constata que se debe seguir insistiendo en la prevención de enfermedades antes que se propaguen de manera acelerada.

## CONCLUSIONES

Las problemáticas ambientales han pasado de ser un elemento ajeno a las organizaciones a convertirse en una variable determinante de la competitividad, sobre todo cuando se plantean estrategias de prevención y reducción de la contaminación del agua y suelo, daños por emisiones, muchas de las cuales se han transformado en reducciones de costos.

El concepto ideal positivo y negativo posibilita la comparación entre cada alternativa de los criterios establecidos, esta investigación se centra en revelar el comportamiento de cada alternativa y los resultados obtenidos sólo basado en la aplicación del método *Topsis fuzzy*.

La aplicación del método *Topsis fuzzy* permite determinar como la mejor alternativa a la UEB Imías, como el centro con mayor incidencia en la competitividad desde las aristas medio ambientales, comportándose de muy buena y mientras la UEB Maisí trasgrede fuertemente al medio ambiente reportando valores que reflejan esa condición y manifestando una competitividad pobre.

En futuras investigaciones, el método *Topsis fuzzy* podría ser aplicado para la evaluación de las competencias ambientales de organizaciones públicas o privadas combinando o comparando con otros métodos para obtener resultados variados.

## REFERENCIAS

- Afshar, A., Marino, M. A., Saadatpour, M., & Afshar, A. (2011, Octubre). Fuzzy TOPSIS multicriteria decision analysis applied to karun reservoirs system. *Water Resour. Manag*, 25(2), 545–563. doi: 10.1007/s11269-010-9713-x
- Angell, L., & Klassen, R. (1999). Integrating Environmental Issues into the Mainstream : An Agenda for Research in Operations Management. *Journal of Operations and Production Management*, 11(3), 63–76. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(99)00006-6
- Begg, I. (2002). Urban Competitiveness: Policies for dynamic cities. *The Policy Press, Bristol*. doi:DOI: 10.1177/030913250402800112
- Cheng, C. T., Zhao, M. Y., Chau, K. W., & Wu, X. Y. (2006). Using genetic algorithm and TOPSIS for Xinanjiang model calibration with a single procedure. *Journal of Hydrology(Amsterdam)*, 316, 129–140. doi:DOI: 10.1016/j.jhydrol.2005.04.022
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. doi:https://doi.org/10.1007/BF02310555
- Dai, J., Qi, J., Chi, J., Chen, S., Yang, J., & Ju, L. (2010). Integrated water resource security evaluation of Beijing based on GRASS and TOPSIS. *Front. Earth Sci*, 4, 357–362. doi:DOI: 10.1007/s11707-010-0120-7
- De la Rosa, M. (2007). La responsabilidad y la gestión medioambiental de la industria maquiladora. *Revista Contaduría y Administración*(22), 83-10.
- Guarini, M. (2018). A Methodology for the Selection of Multi-Criteria Decision Analysis Methods in Real Estate and Land Management Processes. doi:https://doi.org/10.3390/su10020507

- Handfield, R., Melnyk, S., Calantone, R., & Curkovic, S. (2001). 'Integrating Environmental Concerns into the Design Process: The Gap between Theory and Practice. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 18(2), 189–208.
- Hart, S. (1995). A Natural Resource-Based View of the Firm. *Academy of Management Review*, 20(4), 986–1014.
- J Chen, S., & L Hwang, C. (1992). *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods*. New York: Springer-Verlag. doi:[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90282-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90282-8)
- Krugman. (1994, March/April). Competitiveness: A dangerous obsesión. *Foreign Affairs*, 73(2).
- Lestari, V. S., Djanggih, H., Aswari, A., Hipan, N., & Siahaan, U. (2018). *Revista internacional de Ingeniería & Tecnología*, 7(14), 281-285. doi:DOI: 10.14419/ijet.v7i2.12.14693
- Lever, W., & Turok, I. (1999, May 1). Competitive Cities: Introduction to the Review. *Urban Studies*, 36(5-6), 791-793. doi:10.1080/0042098993213
- Lomas, P., Martín, B., Luis, D., & Montoya, D. (2005). Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. *Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez, Vol 1*.
- Martin, R. (2011). *A Study on the Factors of Regional Competitiveness*. Final report for The European Commission Directorate-General Regional Policy.
- Nadaban, S., Dzitac, S., & Dzitac, I. (2016). Fuzzy TOPSIS: A General View. *Procedia Computer Science*, 91, 823 – 831. doi:doi: 10.1016/j.procs.2016.07.088
- Oprić, S., & Tzeng, G. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156 (2): 445–55. doi:doi:10.1016/S0377-2217(03)00020-1
- Porter, M. (1996). *What is Strategy?* Harvard Business Review.
- Porter, M., & Van Der Linde, C. (1994). *Towards a new conception of the environment – competitiveness relationship*.
- Porter, M., & Van der Linde, C. (1995). Towards a New Conception of the Environment - Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4).
- Russo, M., & Fouts, P. (1997). A Resource-Based Perspective on Corporate Environmental Performance and Profitability. *Academy of Management Journal*, 40, 534–59.
- Sanderlands, G. (1994). '3M Find Brass in Muck'. *Management Decision*, 32(5), 63–4.
- Wang, Z., Li, K. W., & Xu, J. (2011). A mathematical programming approach to multi-attribute decision making with interval-valued intuitionistic fuzzy assessment information. *Expert Syst. Appl*, 38, 12462–12469.
- Young, J., Ting, Y., & Ching, L. (1992). TOPSIS for MODM. 76, 486–500. doi:[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90282-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90282-8)