

Artículo de investigación

Priorización multicriterio para la afiliación a un banco de alimentos en Colombia

Multi-criteria prioritization for affiliation to a food bank in Colombia

Priorização de vários critérios para incorporação a um banco de alimentos na Colômbia

Diana Henao^{a*} | Fernanda López^a | Vivian Lorena Chud Pantoja^b | Juan Carlos Osorio^c

^a Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia

^b Universidad del Valle, Zarzal, Colombia

^c Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Colombia

- **Fecha de recepción:** 2019-09-04
- **Fecha concepto de evaluación:** 2019-10-25
- **Fecha de aprobación:** 2019-11-12
<http://dx.doi.org/10.22335/rict.v12i1.1024>

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Henao, D., López, F., Chud Pantoja, V. L. & Osorio, J. C. (2020). Priorización multicriterio para la afiliación a un banco de alimentos en Colombia. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 12(1), 58-70. <http://dx.doi.org/10.22335/rict.v12i1.1024>

RESUMEN

El desperdicio de alimentos ha incrementado a nivel mundial. Asimismo, existe una gran cantidad de población que no se alimenta adecuadamente y que podría aprovechar estos alimentos. Los bancos de alimentos son una estrategia para minimizar el desperdicio de alimento e incrementar la seguridad alimentaria en poblaciones vulnerables. Sin embargo, la toma de decisión para asignar los alimentos a quienes solicitan su apoyo es una situación problemática. Dicha decisión debe considerar múltiples criterios que garanticen que los alimentos vayan a las organizaciones o poblaciones que más los necesiten. Se propone un modelo de decisión multicriterio que integra los métodos AHP y TOPSIS para que un banco de alimentos pueda administrar de la mejor manera posible los recursos disponibles. El modelo utiliza el AHP, para ponderar los criterios que se consideran relevantes, y TOPSIS para valorar dichos criterios en cada una de las alternativas que solicitan el apoyo. Es un modelo que permite la toma de decisiones de manera sustentada y dinámica que fue valorado positivamente por un banco de alimentos en Colombia.

Palabras clave: decisión multicriterio, logística inversa, banco de alimentos, AHP, TOPSIS



* Autor para correspondencia. Correo electrónico: vivian.chud@correounivalle.edu.co

SUMMARY

Food waste has increased worldwide. There is also a large part of the world's population that does not feed properly and could take advantage of these foods. Food banks are a strategy to minimize food waste and increase food security in vulnerable populations. However, the decision to assign food to those who request support is a problematic situation. The decision must consider multiple criteria that ensure that food goes to the organizations or populations that need it most. A multi-criteria decision model is proposed that integrates the AHP and TOPSIS methods so that a food bank can manage the available resources in the best possible way. The model uses the AHP to weigh the criteria that are considered relevant, and TOPSIS to assess these criteria in each of the alternatives that request support. It is a model that allows decision making in a sustained and dynamic way that was positively valued by a food bank in Colombia.

Keywords: multicriteria decision, reverse logistics, food bank, AHP, TOPSI

SUMÁRIO

O desperdício de alimentos aumentou em todo o mundo. Ainda assim, existe uma grande parte da população que não se alimenta adequadamente e poderia aproveitar esses alimentos. Os bancos de alimentos são uma estratégia para minimizar o desperdício e aumentar a segurança alimentar em populações vulneráveis. No entanto, a decisão de atribuir comida a quem precisa é uma situação problemática. Essa decisão deve considerar vários critérios que garantam que os alimentos cheguem às organizações ou populações que mais precisam. É proposto um modelo de decisão com vários critérios que abrange os métodos AHP e TOPSIS para que o banco de alimentos possa gerenciar os recursos disponíveis da melhor maneira possível. O modelo utiliza o AHP, para mensurar os critérios considerados relevantes, e o TOPSIS para valorizar esses critérios em cada uma das alternativas que solicitam suporte. É um modelo que permite a tomada de decisões de maneira sustentada e dinâmica, valorizada positivamente por um banco de alimentos na Colômbia.

Palavras-chave: Decisão multicritério, logística reversa, banco de alimentos, AHP, TOPSI

El problema actual del hambre en el mundo se da sobre todo por problemas de acceso a los alimentos (Friedrich, 2014). Han sido varias las iniciativas que intentan erradicar o, al menos, combatir el hambre y alcanzar la seguridad alimentaria (Basso, 2013) y, de manera general, disminuir el impacto de dicha problemática. Entre estas se encuentran los llamados *bancos de alimentos*, los cuales buscan fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional de poblaciones vulnerables mediante la disminución del desperdicio de alimentos y otros productos de consumo. Su principal actividad consiste en recolectar alimentos de donantes, que pueden ser productores, transformadores o comercializadores, para asignarlos y distribuirlos

entre poblaciones vulnerables. Se enfoca así en disminuir las necesidades básicas alimentarias sociales y atender la desnutrición, especialmente la de los niños procurando donaciones de alimentos aptos para el consumo, aunque no sean comercializables (Maldonado & Moya, 2010).

En los últimos años, se ha venido incrementando el desperdicio de alimentos a nivel mundial. Al año, se presentan cerca de 1300 millones de toneladas de alimentos desperdiciados o perdidos que habían sido producidos para el consumo humano (FAO, 2016). Esto es un problema debido a las pérdidas económicas generadas en las cadenas productivas, al impacto ambiental producido y al

impacto social representado en la cantidad de personas que dejan de ser alimentadas. Según la FAO (2016), se estima que esas toneladas de alimentos serían suficientes para alimentar a 2000 millones de personas y que el 6 % de las pérdidas mundiales de alimentos se dan en América Latina y el Caribe, pues, cada año, esta región pierde y/o desperdicia alrededor del 15 % de sus alimentos disponibles, a pesar de que 42,5 millones de sus habitantes viven con hambre (FAO, 2018).

En el caso de Colombia, según un estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), se pierden o desperdician 9,76 millones de toneladas de comida al año. Dicha cifra es alarmante porque representa el 34 % del total de los alimentos que el país podría consumir durante un año. Esto quiere decir que, por cada tres toneladas de comida disponible, una tonelada va a la basura (DNP, 2016). Además, se estima que el 43 % de los colombianos se encuentra en situación de inseguridad alimentaria (Epstein, 2017). Es decir, aproximadamente cuatro de cada diez personas no tienen los alimentos necesarios para llevar una vida saludable y activa.

Aunque la labor de los bancos de alimentos está organizada para tener un impacto positivo en la sociedad, no se debe desconocer que, como en cualquier organización, sus procesos son susceptibles de mejora, a fin de garantizar una adecuada utilización de los recursos y la maximización de su objetivo principal: atender a más personas en condiciones de vulnerabilidad. La operación logística de estas organizaciones sociales, de recolección y entrega de los productos donados, implica variados procesos de toma de decisiones, por lo que se hace necesario diseñar herramientas metodológicas que faciliten dicha operación.

Uno de los problemas que tienen los bancos de alimentos se refiere a decidir a qué organizaciones beneficiar, dado que la demanda de alimentos puede superar la oferta. Es decir, se puede contar con una cantidad de alimentos limitada que es superada por la cantidad de personas u organizaciones solicitantes (Tarasuk, Dachner, Hamelin, Ostry, Williams, Bosckei & Raine, 2014). En este sentido, se efectúa antes un proceso de afiliación de las organizaciones que van a ser beneficiadas, lo que constituye una decisión de selección muy importante, pues se debe garantizar el cumplimiento de la función de llegar a la población más vulnerable, pasando por una etapa de priorización. Según Tarasuk et al. (2014), cuando el acceso a la ayuda es menos restringido, la probabilidad de que un banco de alimentos

se quede sin alimentos es mayor. Dicha decisión implica, entonces, la definición de múltiples criterios y la sistematización de los pasos para priorizar adecuadamente a los potenciales beneficiarios. A pesar de esto, no existen investigaciones que aborden dicho problema.

Se presenta, entonces, una propuesta de metodología multicriterio orientada a priorizar las instituciones que hay para afiliarse a un banco de alimentos de una ciudad colombiana. La metodología integra el proceso jerárquico analítico (*analytic hierarchy process*, AHP) y la técnica de ordenación de preferencias según su similaridad a la solución ideal (*technique for order of preference by similarity to ideal solution*, TOPSIS). Adicionalmente, la metodología propuesta es aplicada en un banco de alimentos en Colombia.

A continuación, se presenta una revisión de la literatura sobre los bancos de alimentos, la definición del funcionamiento general de estos bancos y las metodologías de toma de decisión multicriterio. Después, se expone la metodología propuesta y se presenta su aplicación, los resultados y las conclusiones.

■ Bancos de alimentos

Los bancos de alimentos surgieron en la década de los años sesenta, en Phoenix (Arizona), cuando un ciudadano, John van Hengel, creó el primer banco de alimentos, con el único objetivo de luchar contra el hambre recuperando alimentos consumibles, pero que no se podían comercializar. Actualmente, existen en el mundo tres redes de bancos de alimentos: Red Mundial de Bancos de Alimentos, Red de Bancos de Alimentos de Estados Unidos y la Federación Europea de Bancos de Alimentos. En Colombia, se encuentra la Asociación de Bancos de Alimentos de Colombia (Abaco), que pertenece a la primera red y está conformada por diecinueve bancos (Abaco, 2018).

En Colombia, el objetivo de un banco de alimentos es salvar productos perecederos y no perecederos (aquellos que se acercan a su fecha de vencimiento, que tienen afectada su presentación o baja rotación o que las industrias deciden dar de baja), para que, en lugar de que se conviertan en alimentos para animales o en basura, sean aprovechados por los más necesitados de la ciudad y los municipios cercanos (*El Tiempo*, 2006).

La labor de los bancos de alimentos está sustentada también en el marco de la sostenibilidad, que establece satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esto implica un desarrollo económico y social trascendente en el tiempo y respetuoso del medioambiente (Amato, 2015).

El funcionamiento principal de los bancos de alimentos colombianos tiene la estructura presentada en la figura 1. Inicialmente, hay organizaciones o instituciones que donan alimentos, que son recolectados por los bancos y, luego, almacenados, transformados o acondicionados, según el requerimiento y las condiciones de los productos. Los bancos reciben las solicitudes de poblaciones vulnerables que requieren alimentos, seleccionan a los beneficiarios y entregan los alimentos.

En la actualidad, existen investigaciones encaminadas al análisis y mejoramiento del desempeño de las funciones de los bancos de alimentos, algunas de carácter cualitativo y otras de carácter cuantitativo. Estas estudian aspectos relacionados con la recolección de los alimentos, las operaciones internas del banco y la distribución de estos. En la tabla 1, se presentan algunos de los trabajos de diferentes autores durante los últimos diez años, que fueron hallados en bases de datos tales como Science Direct, Emerald, Ebsco.

Sobre la asignación de los alimentos, se encontró que Cuevas-Ortuño y Gómez-Padilla (2013) consideraron el problema de asignación de recursos limitados (alimentos) a múltiples clientes (familias) con restricciones de disponibilidad en un banco de alimentos. Estos autores desarrollaron un modelo basado en programación lineal entera mixta que considera el problema de la dieta, pero no la decisión de a qué familias atender, teniendo en cuenta la provisión limitada de alimentos y la cantidad superior de personas o poblaciones vulnerables. Por eso, es

necesario contar con un adecuado proceso de selección de dichas familias o beneficiarios, en el cual se incluyan diferentes criterios que son relevantes.

Hasta el momento, no se ha encontrado una investigación que analice el proceso de selección de los beneficiarios, un aspecto que resulta crítico, pues de este depende que se favorezca a aquellos que más lo necesitan a partir de la mejor utilización posible de los alimentos recolectados. Por eso, este estudio se centra en desarrollar una propuesta que permita hacer una adecuada priorización de la población que será beneficiaria del banco de alimentos, lo que incluye establecer varios criterios para seleccionar adecuadamente y administrar de la mejor manera posible los recursos disponibles.

■ Toma de decisión multicriterio

Dada la relevancia que tiene la toma de decisiones para el ser humano, numerosos autores y estudios se han referido al tema, tal es el caso teoría de la decisión, que aborda la naturaleza formal de las decisiones individuales y examina criterios diversos de decisión según el contexto informativo en que se desenvuelva el individuo (Aguilar, 2004).

Las decisiones siempre suponen diferentes alternativas y, en ocasiones, variados y complejos criterios que hacen el proceso de toma de decisión mucho más difícil:

En este sentido, las técnicas de análisis multicriterio permiten trabajar con varios criterios simultáneamente, usualmente en conflicto entre sí. A su vez, a cada criterio original debe asociarse un criterio generalizado o función de preferencia, para poder así proceder a calcular la matriz de índices de preferencias multicriterio. (Fernández, 2002)

Escuelas de pensamiento como la estadounidense y la europea, entre otras, desarrollaron varios métodos avanzados de ayuda a la toma de decisiones, como los de suma

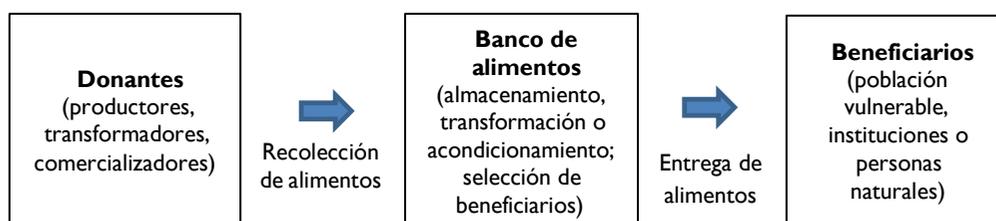


Figura 1. Estructura general de un banco de alimentos en Colombia.

Tabla 1. Trabajos relacionados con los bancos de alimentos

Autor	Descripción de la investigación
Farrimond y Leland (2006)	Evaluaron un método para aumentar el número de artículos donados a un banco de alimentos de un supermercado.
Warshawsky (2010)	Presenta una investigación completa sobre el crecimiento de los bancos de alimentos en Chicago (EE. UU.), su papel dentro de los Gobiernos locales y la importancia de dichos bancos en el incremento de la seguridad alimentaria.
Cuevas-Ortuño y Gómez-Padilla (2013)	Desarrollaron un modelo de asignación-empaque de despensas personalizadas para bancos de alimentos: un sistema sujeto a condiciones nutricionales y logísticas. La contribución de esta investigación radica en considerar simultáneamente las características y restricciones de tres problemas que han sido estudiados en la literatura de forma separada: el problema de asignación limitada de recursos en una cadena de suministro; el problema de la dieta; y el problema de empaque de alimentos.
Cavatorta y Pieroni (2013)	Presentan un estudio estadístico sobre la correlación existente entre el riesgo de inseguridad alimentaria y riesgos asegurable (como el riesgo sobre la salud). Para eso, utilizan información de Palestina.
Yanquen y López (2013)	Presentan una propuesta para aplicar el Modelo Europeo de Excelencia Empresarial en las organizaciones adscritas a un banco de alimentos. Este permite diagnosticar la situación socioeconómica de las redes adscritas al banco de alimentos, con base en el modelo de excelencia total, a fin de mitigar las falencias encontradas en el desarrollo de la evaluación, diagnóstico y caracterización de las fundaciones.
Davis et al. (2014)	Establecen una propuesta de programación de recolección y entrega de los alimentos que mejora el acceso y la seguridad alimentaria. Para esto, desarrollaron cronogramas de transporte que le permiten al banco de alimentos (1) recolectar donaciones de alimentos de fuentes locales y (2) entregar alimentos a agencias benéficas. Identificaron ubicaciones satelitales, denominadas puntos de entrega de alimentos, en donde las agencias pueden recibir entregas de alimentos. Desarrollaron un modelo de cobertura, para determinar la asignación de agencias a un punto de entrega, que considera tanto la capacidad del vehículo como las restricciones de deterioro de los alimentos. Al utilizar la asignación óptima de agencias para puntos de entrega de alimentos, propone un programa de transporte semanal que aborda la recolección y distribución de alimentos donados e incorpora restricciones relacionadas con la seguridad alimentaria, el día de trabajo del operador, la frecuencia de recolección y la capacidad de la flota.
Tarasuk et al. (2014)	En este documento, se utilizan los datos, del año 2010, de un inventario de aprovisionamiento de bancos de alimentos de cinco ciudades canadienses, para examinar críticamente la asistencia alimentaria proporcionada por los bancos en estas comunidades. Se describe el alcance y la naturaleza de las actividades del banco de alimentos en cada ciudad, se examinan los factores que facilitan y limitan las operaciones del banco y se evalúa el potencial de estas iniciativas para satisfacer las necesidades alimentarias de quienes buscan su ayuda.
Brock III y Davis (2015)	Evalúan cuatro métodos para estimar la disponibilidad de alimentos en los supermercados, usando un subconjunto de datos históricos proporcionado por el Banco de Alimentos de Carolina del Norte (EE. UU.). Los cuatro métodos de aproximación se evalúan en términos de su capacidad para estimar los costos de transporte.
Mosquera (2015)	Establece un plan estratégico para el Banco Diocesano de alimentos de Pereira (Colombia), a fin de encaminarlo hacia el cumplimiento de objetivos y, de esta manera, de proyectos que benefician a toda la región.
Davis et al. (2016)	Realizan un estudio sobre la incertidumbre en las donaciones y su efecto en la gestión de los bancos de alimentos. Plantean un esquema para pronosticar dichas donaciones e interpretan la relación entre el pronóstico y la incertidumbre propia de estas actividades.
Caho y Robayo (2016)	Proponen una mejora del sistema de alistamiento de pedidos, mediante la aplicación de técnicas de ubicación de referencias y el diseño de rutas, que disminuye la distancia recorrida por el Banco de Alimentos de Bogotá.
González-Torre y Coque (2016)	Estudian cómo es la administración de los bancos de alimentos en España. Buscan establecer si todos los bancos son similares o si se pueden identificar diferentes grupos en función de algunas características y condiciones. Teniendo en cuenta que no se tenía un amplio conocimiento de estos bancos, y que el principal objetivo era explorar la posible existencia de diferentes grupos dentro de ellos, proponen un análisis de conglomerados en una gran cantidad de datos de encuestas.
Knoblock-Hahn et al. (2017)	Presentan un programa piloto mediante el cual se busca integrar la educación y la asesoría nutricional con el soporte brindado por los bancos de alimentos. Muestran que se logran mejores resultados cuando se involucra la participación nutricional en el esquema de estos bancos.

ponderada, AHP (por sus siglas en inglés), SMART, ELECTRE, TOPSIS (por sus siglas en inglés), entre otros.

En este estudio se integran dos modelos. El primero, el proceso jerárquico analítico (AHP), es un método propuesto por Thomas Saaty. Es una herramienta para decisiones multicriterio que permite evaluar los factores que influyen en la resolución de un problema (Gramajo, Karanik, Pinto, Cabrera & Alurralde, 2011).

El segundo es la técnica de ordenación de preferencias según su similitud a la solución ideal (TOPSIS). Fue desarrollada por Hwang y Yoon (1995) y define un índice de similitud (o proximidad relativa) que combina la proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía a la solución ideal negativa. Se selecciona aquella alternativa que presenta la máxima similitud a la solución ideal positiva.

Las diferentes metodologías existentes para facilitar la toma de decisiones multicriterio se han aplicado en operaciones logísticas y de mejora de cadenas de suministros, a fin de solucionar más fácilmente las innumerables complicaciones que se presentan al integrar diferentes factores que son de importancia para los gerentes logísticos. Ese es el caso de la metodología usada en una empresa industrial colombiana que comprende un modelo que combina los modelos de AHP difuso y TOPSIS, a fin de seleccionar un aliado estratégico para la operación de carga terrestre (Urbano, Muñoz & Osorio 2016).

Entre los trabajos recientes que utilizan combinaciones del AHP y TOPSIS para la toma de decisiones multicriterio se pueden mencionar los siguientes: Ball y Korukoğlu (2009); Gumus (2009); Muralidhar, Ravindranath y Srihari (2012); Awasthi y Chauhan (2012); Choudhary y Shanka (2012); Bas (2012); Vinodh, Prasanna y Prakash (2014); Urbano, Muñoz y Osorio (2016); Hernández et al. (2017); y Osorio, García y Manotas (2018).

En la revisión de la literatura, no se encontraron antecedentes de la utilización de metodologías multicriterio para el proceso de toma de decisión en bancos de alimentos. Dado que dicho proceso es crítico para este tipo de bancos, resulta conveniente el desarrollo y la aplicación de una metodología apropiada para este tipo de organizaciones. Sin embargo, es importante mencionar el trabajo de Saaty y Shang (2011). Estos autores plantean una interesante discusión sobre el orden de magnitud en comparaciones de criterios y alternativas que incluyen elementos diferentes a los tradicionales (tales como el

altruismo) y el beneficio que para la sociedad implican algunas alternativas (tal como es el caso de los bancos de alimentos), en las cuales, por ejemplo, se consideran criterios asociados al beneficio de la comunidad.

Metodología

La metodología utilizada se presenta en la figura 2. Esta se estableció en dos fases: una de definición de los criterios, características y alternativas por considerar; y otra de selección de los beneficiarios del banco. La primera comprende la aplicación del método AHP. La segunda, la aplicación de la metodología TOPSIS. La fase 1 podría considerarse estratégica. La fase 2, táctica.

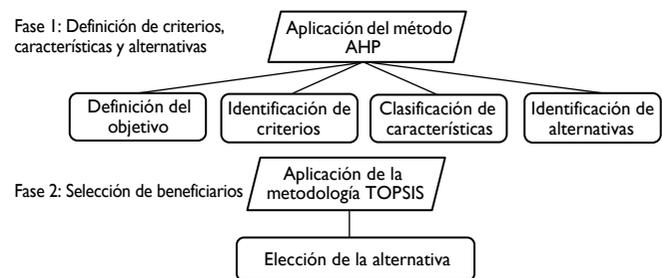


Figura 2. Metodología para priorizar los beneficiarios de un banco de alimentos.

Fase I: definición de criterios, características y alternativas

La primera fase consiste en identificar los criterios y las características que deben ser considerados por un banco de alimentos para realizar la priorización de la población vulnerable que se podría convertir en beneficiaria o afiliada de la entidad. Se debe resaltar que los criterios son propios de cada entidad u organización y dependerán de las políticas que esta establezca. Además, se debe buscar que estos sean fácilmente medibles. En esta fase, se aplica el AHP siguiendo estos pasos que se proponen: (a) definición del objetivo, (b) identificación y ponderación de criterios, (c) clasificación de las características por evaluar y (d) identificación de alternativas.

Teniendo estos datos, se continúa con la segunda fase, en la que se aplica la metodología TOPSIS, que permite elaborar un *ranking* para seleccionar quiénes serán los beneficiarios.

En la figura 3, se puede observar la estructura general que se propone para aplicar la metodología AHP-TOPSIS en un banco de alimentos. Primero, usando el AHP, se

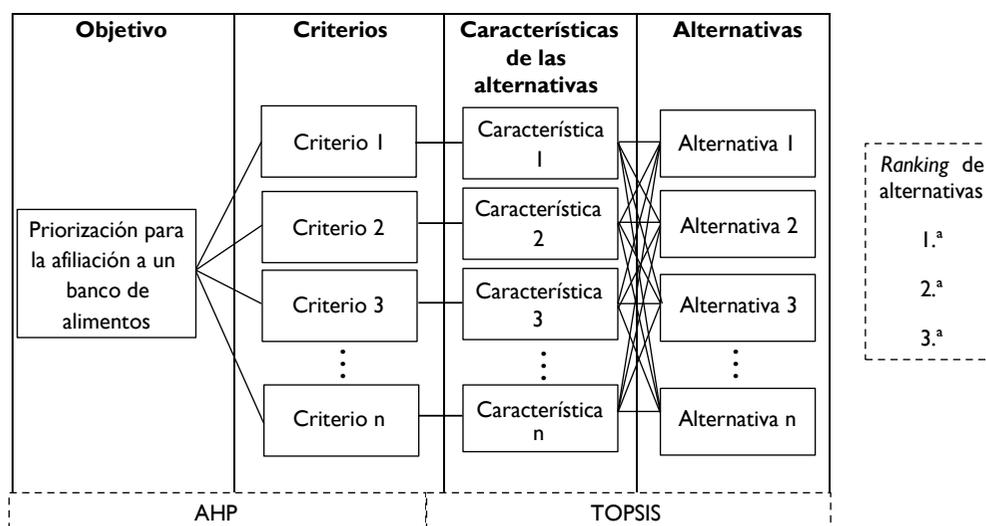


Figura 3. Estructura de la aplicación de la metodología AHP-TOPSIS para priorizar la afiliación a un banco de alimentos.

Fuente: elaboración propia a partir de Berumen (2007).

definen el objetivo, los criterios y su ponderación. Después, usando la TOPSIS, se establecen las características que se evaluarán de cada una de las alternativas y, finalmente, se elabora un *ranking* de alternativas. Las líneas que relacionan las características con las alternativas indican que todas las alternativas serán evaluadas considerando todas las características definidas.

Una vez que se hayan identificado y/o definido los criterios, estos deben ponderarse o calificarse. Para eso, se propone aplicar la escala de Saaty (2011). Asimismo, es necesario que dichas calificaciones sean dadas por expertos (en este caso, el equipo directivo del banco de alimentos, como unidad decisora de la entidad). De esta manera, se elabora una matriz de comparación por pares, que refleja la dominación relativa de un criterio sobre otro, se efectúan las comparaciones y se establecen las preferencias.

Esto se logra utilizando la estrategia propia del AHP de asignación directa, por la que cada unidad decisora solo realiza una valoración sobre la importancia del criterio, verbalizada en términos cualitativos, y, después, se acude a una escala previamente establecida, con lo cual se obtienen los valores numéricos correspondientes a su valoración. La escala utilizada es la sugerida por Saaty (2011), que se presenta en la tabla 2.

Después de contar con la ponderación de los criterios, se deben examinar las características con base en las cuales se evaluarán las alternativas, las cuales deben tener una relación con los criterios identificados. Para esto, se

debe definir, con un grupo de expertos en temas sociales, cómo serán las mediciones de las características. Además, se debe establecer una escala de valoración para cada una. En este caso, se utiliza una valoración Likert, que consiste en un procedimiento o técnica de evaluación cualitativa cuya escala puede tomar los valores de 1, 2, 3, 4, 5 o 6, siendo 1 el que menor peso tendrá y 6, el de mayor peso. Al respecto, se debe buscar siempre que el proceso evaluativo sea transparente, así como que los niveles de valoración sean excluyentes entre sí (Himmel, Olivares & Zabalsa, 1999). Adicionalmente, aquellos criterios cualitativos deben tener una revisión inicial de puntuación de 1 a 15, siendo 1 el menor valor de cumplimiento y 15 el mayor valor.

Tabla 2. Escala de Saaty

Escala numérica	Escala verbal
1	Igual importancia
3	Importancia moderada de un elemento sobre otro
5	Importancia fuerte de un elemento sobre otro
7	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes
Incrementos 0,1	Valores intermedios en incrementos

Fuente: Saaty (2011).

Posteriormente, se deben identificar las alternativas que serán evaluadas. En este caso, se debe tomar un grupo de solicitudes de afiliación de organizaciones, que pueden ser fundaciones o programas sociales.

Fase 2: selección de beneficiarios

Una vez identificados los criterios y sus pesos, así como las alternativas y sus características, se debe establecer su priorización para decidir así cuáles serán las organizaciones que el banco va a afiliar. Para esto, se deben seguir los pasos de la metodología TOPSIS, que se presentan en la figura 4.

Una vez que se ha efectuado cada uno de estos pasos, se obtiene la ordenación de las alternativas, según la proximidad relativa. Es decir, se obtiene la priorización de las organizaciones que serán afiliadas al banco. Este resultado es un *ranking* para seleccionarlas. El descripción detallada de la aplicación de TOPSIS se puede consultar en Ishizaka y Nemery (2013).

Resultados

La metodología propuesta se aplicó en un banco de alimentos de una ciudad colombiana y se enfocó en una de sus

principales áreas: el área de Gestión Social, que tiene relación directa con los programas sociales beneficiados (es decir, no atiende a personas individuales). Esta área se encarga de aprobar su afiliación y de brindar acompañamiento y desarrollo, lo que le demanda contar con un profundo análisis de las características de los programas solicitantes.

Fase 1: definición de criterios, características y alternativas

En conjunto con el equipo directivo del banco, se dieron los primeros pasos de la fase 1: la definición de los criterios. Se usó la técnica de decisión multicriterio para así identificar los criterios relevantes para lograr los objetivos de la organización. Esto se hizo con base en las características más relevantes de los programas que buscaban afiliación. A continuación, en la tabla 3, se describen los criterios identificados y seleccionados y se detallan las características tenidas en cuenta y la forma de valoración de cada una de ellas.



Figura 4. Pasos para priorizar alternativas, según la metodología TOPSIS.

Fuente: elaboración propia a partir de Behzadian, Otagsara, Yazdani y Ignatius (2012).

Tabla 3. Descripción de los criterios y características de las alternativas

Criterio	Descripción	Características de las alternativas
C1: Cobertura	Número de personas beneficiadas por el programa solicitante	Se presentan los diferentes rangos por n.º de beneficiados
C2: Ubicación	Ubicación del programa en comunas categorizadas como territorio TIO ^a	Grupos de comunas categorizadas como TIO
C3: Grupo poblacional	Rangos de edades de los beneficiados por el programa	Se presentan los diferentes rangos de edad
C4: Tiempos de alimentación	Número de raciones entregadas expresadas en modalidades de atención	Se presentan las diferentes modalidades de atención
C5: Programa	Nivel de organización del programa solicitante, con base en su planeación, gestión y recursos financieros y humanos	Puntos obtenidos en la evaluación del programa
C6: Recursos físicos	Calificación obtenida en cuanto sus instalaciones	Puntos obtenidos en la evaluación de los recursos físicos (instalaciones)

^a Los TIO (territorio de inclusión y oportunidades) son una estrategia de intervención con un enfoque poblacional y territorial que está orientada a crear condiciones de equidad en las áreas del municipio de Santiago de Cali (Valle del Cauca) en donde se registran indicadores críticos de pobreza, violencia e inseguridad.

La estructura específica del modelo jerárquico adaptado para este banco de alimentos se presenta en la figura 5. En primera instancia, se estableció el objetivo (priorización para la afiliación a un banco de alimentos). En segundo lugar, se identificaron los criterios importantes para el banco a la hora de elegir un nuevo programa beneficiado. Dada la naturaleza de la organización, los criterios se diferencian de los comúnmente utilizados en otras investigaciones, siendo estos definidos desde el ámbito social (en este caso seis criterios) y según las características de cada una de las alternativas.

Posteriormente, a cada criterio seleccionado se le asignó una calificación de importancia usando la metodología AHP y contando con la participación de expertos del banco que trabajaban en la misma área y tenían conocimiento en temas sociales. Finalmente, como resultado de las comparaciones pareadas, se obtuvieron los pesos o importancia de los criterios, los cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la calificación de los criterios

C1	C2	C3	C4	C5	C6
Cobertura	Ubicación	Grupo poblacional	Capacidad autogestión	Programa	Recursos físicos
15 %	17 %	43 %	10 %	4 %	11 %

Fuente: elaboración propia.

Como se evidencia en la tabla 3, los criterios 5 y 6 (*programa y recursos físicos*) reúnen varios factores cualitativos que son importantes y que se evaluaron en el momento de la visita de verificación. El equipo asignó un puntaje para su estimación numérica por las particularidades de cada alternativa. En el caso de la evaluación del criterio 5 (*programa*), se tuvieron en cuenta variables de organización como la clara definición del tipo de atención, el tiempo de funcionamiento, la definición de la misión, la visión y los objetivos, así como la forma de financiamiento y los recursos humanos disponibles. Se fijó un total de 15 puntos para aceptar el cumplimiento ideal del criterio. Para el criterio 6 (*recursos físicos*), se tuvieron en cuenta variables como el tipo de instalaciones, el menaje, la cadena de frío y de calor y el abastecimiento de servicios públicos. Se asignó también un total de 15 puntos para aceptar el cumplimiento ideal del criterio.

Posteriormente, para tener una calificación numérica para cada característica de cada alternativa, con las personas que conocen el proceso se elaboró una escala de valoración según la priorización que el banco de alimentos le otorga a cada característica. En el criterio 1 (*Cobertura*), se estimó el número de personas beneficiadas y se calificó según el conocimiento y tendencia. Por ejemplo,

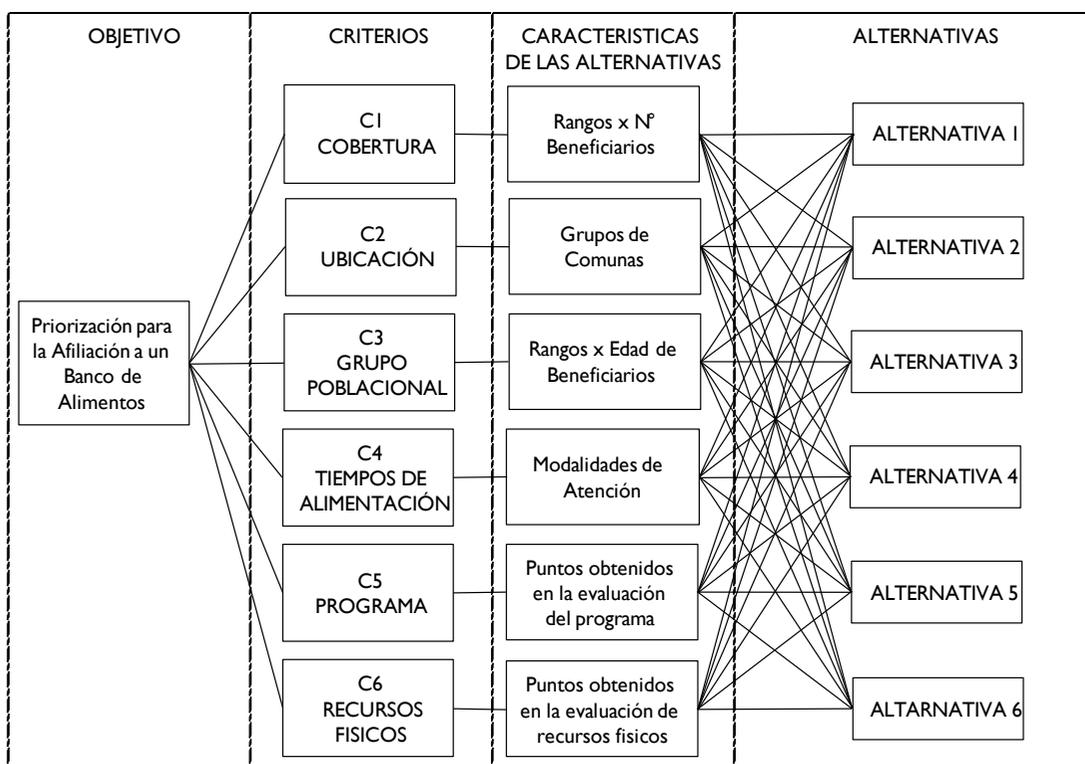


Figura 5. Estructura del modelo jerárquico para priorizar la afiliación al banco de alimentos.

Fuente: elaboración propia, a partir de Berumen (2007).

una cobertura de 10 a 25 personas la presentan, en su mayoría, hogares de adulto mayor o niños internos, que son prioridad para el banco de alimento; mientras que los programas sociales con cobertura de 151 a 200 personas son claves para la ampliación de beneficiarios y suelen ser comedores estudiantiles que ofrecen refrigerios. En este sentido, se da más valoración a los programas que tienen una mayor cobertura.

En el criterio 2 (*ubicación*), se consideraron los territorios en donde se registran indicadores críticos de pobreza, violencia e inseguridad (TIO) y se asignó mayor valor a los que tuvieran mayor criticidad. En el criterio 3 (*grupo poblacional*), se definió la escala según la importancia del grupo poblacional: por ejemplo, los niños entre 0 y 5 años tienen mayor importancia. En el criterio 4 (*tiempos de alimentación*), se tuvieron en cuenta el número de comidas por día. Así, las organizaciones que tenían internos tuvieron mayor prioridad. En los criterios 5 y 6, se valoraron las condiciones de sostenibilidad que presentaba la organización social solicitante.

A continuación, en la tabla 5, se muestra la escala de valoración de los criterios, las características tenidas en cuenta y las calificaciones asignadas, según el nivel de importancia para el banco de alimentos. Como ya se señaló, esto permitió asignar un valor numérico a cada una de ellas.

En cuanto a la identificación de las alternativas, se consideraron diez solicitudes de afiliación. Por lo tanto, se consideraron diez alternativas, como se muestra en la tabla 6.

Sin embargo, cabe aclarar que el proceso puede aplicarse con la cantidad de alternativas que halla, sin importar cuántas sean en total.

Tabla 6. Alternativas para el proceso de priorización

Nombre de la organización
Fundación 1
Fundación 2
Fundación 3
Fundación 4
Fundación 5
Fundación 6
Fundación 7
Fundación 8
Fundación 9
Fundación 10

A continuación, se presentan dos ejemplos de solicitudes de afiliación. El primero es la Fundación 2. Esta es una institución sin ánimo de lucro que trabaja para la población de adultos mayores en la modalidad de Centro Día. Actualmente, tienen 24 adultos mayores y se encuentra ubicada en la Comuna 14. El segundo es la Fundación 4. Esta es una entidad sin ánimo de lucro que se encuentra ubicada en un municipio aledaño. Su objeto social son las madres cabeza de hogar que trabajan en el cuidado de sus niños (de 6 a 12 años), en los diferentes aspectos del

Tabla 5. Escala de valoración de los criterios

Criterios	C1: Cobertura (n.º de personas beneficiadas)		C2: Ubicación (grupo por ubicación)		C3: Grupo poblacional (grupo por rangos de edad)		C4: Tiempos de alimentación (raciones entregadas)		C5: Programa (planeación, gestión y recursos)		C6: Recursos físicos (instalaciones)	
Características	De 51 a 100	6	Grupo 1 (comunas 13-14-15-18-20-21)	6	0-5 años	6	Internos	6	Entre 13 y 15 puntos	6	Entre 13 y 15 puntos	6
	De 26 a 50	5	Grupo 2 (comunas 1-3-6-7-16)	5	6-11 años	5	Almuerzos	5	Entre 10 y 12 puntos	5	Entre 10 y 12 puntos	5
	De 101 a 150	4	Grupo 3 (comunas 9-10-17-19-22)	4	<60 años	4	Centro Día	4	Entre 7 y 9 puntos	4	Entre 7 y 9 puntos	4
	De 151 a 200	3	Grupo 4 (municipios aledaños)	3	Mujeres gestantes y lactantes	3	Almuerzo/refrigerio	3	Entre 5 y 6 puntos	3	Entre 5 y 6 puntos	3
	200 o más	2	Grupo 5 (rural)	2	12-18 años	2	Refrigerios	2	Entre 3 y 4 puntos	2	Entre 3 y 4 puntos	2
	De 10 a 25	1	Grupo 6 (comunas 4-5-6-11-12)	1	19-59 años	2	Atenciones eventuales	1	Entre 1 y 2 puntos	1	Entre 1 y 2 puntos	1

desarrollo integral, con énfasis en la educación y el trabajo social. La población infantil es de 125 niños, a los que les suministra desayunos y almuerzos diarios. Gestiona un proyecto de reciclaje para la compra de alimentos.

Después de considerar todas estas características para cada una de las fundaciones, se puede proceder a ejecutar la fase 2.

Fase 2: selección de beneficiarios

Con base en la escala de valoración, se calificaron las características de cada una de las fundaciones o programas sociales solicitantes, según los criterios definidos. Luego, se procedió a aplicar la metodología TOPSIS, para así definir la escala priorizada de afiliación de dichos programas. Cada fundación solicitante presenta unas características especiales que son evaluadas según el peso de importancia de los criterios definidos. Esto hace que sea más o menos prioritaria la afiliación de una fundación en comparación con las demás. La matriz de decisión, en donde se encuentra la valoración de cada característica para cada alternativa, se presenta en la tabla 7.

El estudio de las diez solicitudes de afiliación permitió obtener un *ranking* de priorización que facilitó la decisión. Cabe destacar que los resultados obtenidos, más que definir *per se* cuáles programas debían ser afiliados, constituyen una herramienta que facilita el proceso de afiliación de manera transparente y teniendo como base los factores que el banco de alimentos considera relevantes para cumplir sus objetivos. Dicho *ranking* se presenta en la tabla 8.

Tabla 7. Matriz de decisión para el proceso de priorización

	C1: Cobertura	C2: Ubicación	C3: Grupo poblacional	C4: Tiempos de alimentación	C5: Programa	C6: Recursos físicos
Peso de los criterios / Alternativas	0,15	0,17	0,43	0,10	0,04	0,11
Fundación 1	1	6	4	4	4	3
Fundación 2	4	3	2	3	3	4
Fundación 3	2	3	2	3	1	2
Fundación 4	2	6	6	4	5	5
Fundación 5	6	3	2	2	4	3
Fundación 6	5	3	2	3	3	4
Fundación 7	2	3	2	4	6	5
Fundación 8	1	6	1	6	6	6
Fundación 9	1	6	4	6	2	5
Fundación 10	6	1	6	4	5	4

Tabla 8. Ranking de priorización para la afiliación

Organización	Puntuación
Fundación 7	0,777332608
Fundación 5	0,761439065
Fundación 9	0,739526938
Fundación 3	0,724994997
Fundación 6	0,69401438
Fundación 2	0,664971853
Fundación 1	0,436344235
Fundación 10	0,431267659
Fundación 4	0,241728726
Fundación 8	0,212901274

Como puede observarse, las cinco fundaciones a las que se les debe dar prioridad de afiliación, según los cupos de afiliación existentes, son, en orden de mayor prioridad a menor, las fundaciones 7, 5, 9, 3 y 6. Por lo tanto, serán estas las fundaciones que el banco debe priorizar para ocupar los cupos de afiliación que tiene disponibles.

La metodología propuesta fue aplicada por el equipo mismo que toma la decisión dentro de la organización. Sus integrantes consideraron significativos varios de los aportes de la metodología, en especial la sistematización del proceso de toma de decisión, la imparcialidad del proceso y la inclusión de los diferentes factores que son relevantes para la afiliación.

■ Conclusiones

La utilización de métodos de apoyo para las decisiones multicriterio no se limita a modelos que usan solo criterios económicos, financieros, de eficiencia o de productividad, entre otros comúnmente utilizados, sino que, como aquí ha podido observarse, incluye también modelos con fines sociales, para los cuales resultan relevantes otro tipo de criterios.

Todos los bancos de alimentos están enfocados en la intervención social. Pero no tienen los mismos parámetros de atención. Por esa razón, los criterios o el peso se les da puede variar de acuerdo con, por ejemplo, la zona de localización. Sin embargo, a pesar de esta variación, la metodología propuesta les facilita a este tipo de entidades el proceso de toma de decisión sobre afiliaciones.

La integración de metodologías y técnicas científicas dentro del sector social se hace indispensable cada vez más, a fin de mejorar los procesos y, a su vez, aumentar el impacto en focos de intervención. Esto convierte a este tipo de aportes en una manera de integrar la academia con el desarrollo social de las comunidades.

El análisis multicriterio desarrollado ha permitido priorizar programas sociales que requieren y solicitan un apoyo para llevar a cabo su operación de intervención social en comunidades vulnerables. Se destaca, por consiguiente, la flexibilidad del método, que se ajusta a las ponderaciones de los evaluadores, lo que permite distintos puntos de vista para elaborar un *ranking* ideal. Es, entonces, una herramienta útil y versátil que puede utilizarse en modelos de ayuda humanitaria.

■ Referencias

Abaco (Asociación de Bancos de Alimentos de Colombia) (2018). Información sobre los bancos de alimentos de Colombia. Recuperado de <http://www.abaco.org.co/que-es-un-banco-de-alimentos>.

Aguilar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *Empiria*, 8, 139-160.

Amato, C. (2015). Relación entre logística inversa y desempeño. Estudio de casos en Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Administración*, 31 (53).

Awasthi, A. & Chauhan, S. S. (2012). A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. *Applied Mathematical Modelling*, 36, 573-584.

Ball, S. y Korukoğlu, S. (2009). Operating system selection using fuzzy AHP and Topsis methods. *Mathematical and Computational Applications*, 14, 119-130.

Bas, E. (2012). The integrated framework for analysis of electricity supply chain using an integrated SWOT-fuzzy TOPSIS methodology combined with AHP: The case of Turkey. *Electrical Power and Energy Systems*, 44, 897-907.

Basso, N. (2013). Las huellas del despilfarro. *Alimentos argentinos*, 8-13.

Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M. & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051-13069.

Brock, L. G. & Davis L. B. (2015). Estimating available supermarket commodities for food bank collection in the absence of information. *Expert Systems with Applications*, 42(7), 3450-3461.

Caho, F.J. & Robayo, P.A. (2016). *Propuesta de mejora del sistema de alistamiento de pedidos en el banco de alimentos de Bogotá* (trabajo de grado). Programa de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle, Bogotá.

Cavatorta, E. & Pieroni, L. (2013). Background risk of food insecurity and insurance behaviour: Evidence from the West Bank. *Food Policy*, 43, 278-290.

Cuevas-Ortuño, J. & Gómez-Padilla, A. (2013). Un modelo de asignación-empaque de despensas personalizadas para bancos de alimentos: un sistema sujeto a condiciones nutricionales y logísticas. *DYNA: Ingeniería e Industria*, 88(5), 560-573.

Choudhary, D. & Shanka, R. (2012). An STEEP-fuzzy AHP-TOPSIS framework for evaluation and selection of thermal power plant location: A case study from India. *Energy*, 42, 510-521.

Davis, L. B., Jiang, S. X., Morgan, S. D., Nuamah, I. A. & Terry, J. R. (2016). Analysis and prediction of food donation behavior for a domestic hunger relief organization. *International Journal of Production Economics*, 182, 26-37.

Davis, L. B., Sengul, I., Ivy, J. S., Brock III, L. G. & Miles, L. (2014). Scheduling food bank collections and deliveries to ensure food safety and improve access. *Socio-Economic Planning Sciences*, 48(3), 175-188.

- DNP (2016). Colombianos botan 9,76 millones de toneladas de comida al año. Departamento Nacional de Planeación. Gobierno de Colombia. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Colombianos-botan-9,76-millones-de-toneladas-de-comida-al-a%C3%Bl o.aspx>.
- Epstein, L. (2017). Seguridad alimentaria en Colombia. Asociación Ambiente y Sociedad. Recuperado de <http://www.ambienteysociedad.org.co/es/nueva-publicacion-seguridad-alimentaria-en-colombia/>.
- El Tiempo* (2006). Un banco para alimentar a los pobres. Disponible en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2020319>.
- FAO (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/home/es/>.
- FAO (2018). El hambre aumenta en América Latina y el Caribe: 42,5 millones de personas están subalimentadas. Recuperado de <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1037377/>.
- Farrimond, S. J. & Leland, L. J. (2006). Increasing donations to supermarket food-bank bins using proximal prompts. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 39(2), 249-251.
- Fernández, G. (2002). Una metodología de ayuda a la toma de decisiones multicriterio discreta, *Revista Recta*, 1, 5-28.
- Friedrich, T. (2014). La seguridad alimentaria: retos actuales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4).
- Gramajo, S., Karanik, M., Pinto, N., Cabrera, D. & Alurralde, M. (2011). Modelo de apoyo para la toma de decisiones en QoS. XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- Gómez, C. (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible: una revisión crítica. *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 144(18), 107-118.
- González-Torre, P. L. & Coque, J. (2016). How is a food bank managed? Different profiles in Spain. *Agriculture and Human Values*, 33(1), 89-100.
- Gumus, A. T. (2009). Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two-step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology. *Expert Systems with Applications*, 18, 4067-4074.
- Hernández S., M. I., Giraldo, L. F., Gaviria, L. A., Wilches, A. M. & Osorio, J. C. (2017). Priorización de despachos con AHP difuso y TOPSIS. *Revista Tecnura*, 21(52), 102-110.
- Himmel, E., Olivares, M. A. & Zabalza J. (1999). *Hacia una evaluación educativa. Aprender para evaluar y evaluar para aprender*, I. Santiago: PUC y Mineduc.
- Hwang, C. L. & Yoon, K. P. (1995). *Multiple attribute decision making: an introduction* (vol. 104). Sage Publications.
- Ishizaka, A. & Nemery, P. (2013). *Multi-criteria decision analysis methods and software*. John Wiley & Sons.
- Knoblock-Hahn, A, Murphy, A, Brown, K. & Medrow, L. (2017). Integrative nutrition and health models targeting low-income populations: A pilot intervention in three food banks. *J. Acad. Nutr. Diet.* 117(1), 128-131.
- Maldonado, M. B. & Moya, S. (2010). Posibles mejoras para paliar el hambre mediante el Banco de Alimentos de Mendoza. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 16(2), 98-104.
- Martínez, E. (2014). La seguridad alimentaria y nutricional de Colombia, una prioridad. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*.
- Mosquera, D. (2015). *Plan estratégico del banco de alimentos de Pereira* (trabajo de grado). Programa de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Universidad de la Salle, Bogotá.
- Muralidhar, P., Ravindranath, K. & Srihari, V. (2012). Evaluation of green supply chain management strategies using Fuzzy AHP and TOPSIS. *IOSR Journal of Engineering*, 2, 824-830.
- Osorio, J. C., García, J. L. y Manotas, D. F. (2018). AHP TOPSIS para la selección de proveedores considerando el riesgo asociado a la calidad. *Revista espacios*, 39(16).
- Saaty, T. L. & Shang J. S. (2011). An innovative orders-of-magnitude approach to AHP-based multi-criteria decision making: Prioritizing divergent intangible humane acts. *European Journal of Operational Research*, 214, 703-715.
- Tarasuk, V., Dachner, N., Hamelin, A. M., Ostry, A., Williams, P., Bosckei, E. & Raine, K. (2014). A survey of food bank operations in five Canadian cities. *BMC Public Health*, 14(1), 12-34.
- Urbano, L. C., Muñoz, L. S. y Osorio, J. C. (2016). Selección multicriterio de aliado estratégico para la operación de carga terrestre. *Estudios Gerenciales*, 32, 35-43.
- Vinodh, S., Prasanna, M. & Prakash, N. H. (2014). Integrated Fuzzy AHP-TOPSIS for selecting the best plastic recycling method: A case study. *Applied Mathematical Modeling*, 38, 4662-4672.
- Warsawsky, D. N. (2010). New power relations served here: The growth of food banking in Chicago, *Geoforum*, 41(5), 763-775.
- Yanquen, Y. P. & López, Y. M. (2013). *Propuesta para la aplicación del modelo EFQM a las organizaciones adscritas al banco de alimentos* (trabajo de grado). Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Universidad de la Salle, Bogotá.