

Evaluation of coffee processing suppliers using the Fuzzi Topsis method in the municipality of Colinas, Santa Barbara, Honduras.

Maria Elena Perdomo, Magister en Dirección Empresarial^{1,2}, and Martin G. Martínez-Rangel, Doctor en Ingeniería y Ciencias Aplicadas³

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras Tegucigalpa, Honduras,

² Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) San Pedro Sula, Honduras, maría_perdomo@unitec.edu ³ Universidad Autónoma del Estado de Morelos Morelos, México, mmtzr@uaem.mx

Abstract -- In the municipality of Colinas Santa Bárbara the coffee activity is one of the main economic activities of its inhabitants that has grown during the last years, the production has become greater and its commercialization has diversified not only to the coffee in gold but already packed and ground ready to prepare, the reason why the producers must resort in search of suppliers to carry out part of its final processing as it is the Roasted, ground and packed. The objective of this research is to carry out an evaluation of suppliers that provide coffee processing services in the Colinas Santa Barbara area, based on the Fuzzy TOPSIS method. The methodology to be used for the selection of suppliers is the one proposed by (Gupta et al., 2022) where the global weight of the main factors and secondary factors is applied for the selection of the best logistics supplier. To carry out this evaluation, we will rely on the criteria of 3 experts in the logistics area, who have knowledge of the activities in the Colinas Santa Barbara area. The Fuzzi Topsis method is a tool that helps the evaluation of suppliers by reducing subjectivity. The supplier with the best results was the Honduran Coffee Institute, due to the trajectory and good practices that it has managed over the years, but it is not the most economical option for the producers in the Colinas Santa Bárbara area since it has to travel to another department to process the coffee.

Keywords: Supply chain, supplier selection, Honduras, coffee

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.199>
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

Evaluación de proveedores de procesamiento de café utilizando el método Fuzzi Topsis en el municipio de Colinas, Santa Bárbara, Honduras.

Maria Elena Perdomo, Magister en Dirección Empresarial^{1,2}, and Martin G. Martínez-Rangel, Doctor en Ingeniería y Ciencias Aplicadas³

¹ Universidad Nacional Autónoma de Honduras Tegucigalpa, Honduras,

² Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) San Pedro Sula, Honduras, maria_perdomo@unitec.edu

³ Universidad Autónoma del Estado de Morelos Morelos, México, mmtzr@uaem.mx

Resumen -- En el municipio de Colinas Santa Bárbara la actividad cafetalera es una de las principales actividades económicas de sus habitantes que ha crecido durante los últimos años, la producción se ha hecho mayor y su comercialización se ha diversificado no solo al café en oro sino ya empacado y molido listo para preparar, por lo que los productores deben recurrir en la búsqueda de proveedores para realizar parte de su procesamiento final como lo es el Tostado, molido y empacado. La presente investigación tiene como objetivo realizar una evaluación de proveedores que brindan servicios de beneficio de café en la zona de Colinas Santa Bárbara, en base al método Fuzzy TOPSIS. La metodología a utilizar para la selección de proveedores es la propuesta por (Gupta et al., 2022) donde se aplica el peso global de los factores principales y factores secundarios para la selección del mejor proveedor logístico. Para realizar esta evaluación, nos apoyaremos en el criterio de 3 expertos en el área de logística, quienes tienen conocimiento de las actividades en la zona de Colinas Santa Bárbara. El método Fuzzi Topsis es una herramienta que ayuda a la evaluación de proveedores al reducir la subjetividad. El proveedor con mejores resultados fue el Instituto Hondureño del Café, por la trayectoria y buenas prácticas que ha manejado a lo largo de los años, pero no es la opción más económica para los productores de la zona de Colinas Santa Bárbara ya que tiene que viajar a otro departamento para procesar el café

Palabras clave: cadena de suministro, selección de proveedores, Honduras, café

I. INTRODUCCIÓN

En la década de los 80s, nació la Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFE) y se promovió en las provincias cafetaleras el uso de variedades mejoradas de porte bajo como la Caturra, Pacas y Villa Sarchi, entre otras. En la posterior década, se creó el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) la cual es una institución referente a nivel mundial en la investigación y asistencia técnica al productor de café [1]. Con los años, el cultivo de café se ha convertido en un factor importante de la economía hondureña y sigue siendo el elemento más importante en el sector agrícola. Durante la última década, se ha mostrado un apoyo crucial para la renovación de las fincas después de la crisis de la roya, que se refleja en su producción: [1].

En el municipio de Colinas Santa Barbara (ver figura 1) la producción del café es una de las principales actividades económicas de sus habitantes, dicha actividad ha crecido durante los últimos años, la producción se ha incrementado

sustancialmente y su comercialización, se ha diversificado; por lo que los productores deben recurrir en busca de proveedores para realizar parte de su procesamiento final como los es el Tostado, molido y empacado.



Figura 1. Ubicación municipio de Colinas Santa Bárbara.

Algunas de las opciones con las que los productores cuentan dentro de municipio, son la Cooperativa Agropecuaria Cafetalera San José Limitada Cojascol, que fue fundada el 15 de octubre de 1967, desde sus comienzos buscó mejorar la condición social, económica y cultural de sus socios y la comunidad, mediante el mejoramiento de la producción y comercialización del café, buscando fomentar el ahorro, la inversión y el crecimiento del movimiento cooperativo hondureño (Coordinadora Hondureña de Pequeños Productores, 2014), dicha cooperativa presta los servicios del procesamiento de café tanto a socios como clientes en particular, cuenta con maquinaria semiautomática y programas de capacitación.

También se estableció en el municipio el beneficio el Forjador, el cual procesa café molido bajo el mismo nombre y cuenta con maquinaria semiautomática para dicho proceso, además de contar con su propio café, provee servicios a los productores que así lo deseen.

Esta investigación se presenta una propuesta que utiliza el método de evaluación de proveedores Fuzzi Topsis propuesto por varios autores como Gupta [2], Chang [3], Hwang & Yoon,[4] entre otros para comparar la calidad de los proveedores con los que cuentan los productores de la zona de Colinas Santa Bárbara y su objetivo es realizar una evaluación

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.199>
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

a proveedores que prestan servicios para el procesamiento del café en la zona de Colinas Santa Bárbara.

II. BASES TEÓRICAS

La Londe & Masters [5] definen que una cadena de suministros son normalmente un conjunto de empresas independientes que participan en la elaboración de un producto y lo ponen a disposición de un usuario final. En una cadena existen productores de materias primas y materiales, ensambladores de productos y mayoristas además de las empresas de transporte para llegar a las manos del cliente. Mientras que D. Lambert,[6] define una cadena de suministros como una alineación de varias empresas que llevan sus productos o servicios al mercado o consumidor final. En, la obra “*Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services*” C. Martin [7] se menciona que la cadena de suministros es una red de organizaciones que participan a través de vínculos descendentes y ascendentes en los procesos y actividades que añaden valor convertidos en productos o servicios que se entregan al consumidor final, Mentzer [8] señala que una cadena de suministros se compone de varias empresas tanto en la fase del suministro como en las fases de distribución y entrega al consumidor final. Todos los conceptos vertidos coinciden que (el final de la cadena de valor) toma en cuenta al consumidor final.

Singh y otros autores [9] indican que la cadena de suministros se ha convertido en una herramienta de suma importancia y apoyadas en el uso de tecnologías de la información, lo que permite que las gestiones realizadas con proveedores, clientes y la propia cadena de suministros interna sea todavía más eficiente.

Las tecnologías tienen una gran influencia en la práctica de la cadena de suministros, mejorando su velocidad y calidad entre otros aspectos, pese a estos análisis se ha descubierto que las iniciativas tecnológicas que ayudan a la cadena de suministros permiten un retorno de la inversión satisfactorio. y Desafortunadamente durante estos procesos es común que se generan rendimientos negativos a corto plazo, por lo que existe un escepticismo por parte de las empresas en la aplicación de estas tecnologías a las cadenas de suministros [10].

La conciencia que los clientes tienen sobre las normativas sobre la calidad y la seguridad de los productos perecederos ha crecido en los últimos años, por lo que la gestión de las condiciones ambientales que los productos experimenta a lo largo de la cadena de suministros cobra importancia cada vez mayor, según Baruffaldi [11] los almacenes y sus temperaturas son uno de los factores más importantes para poder mantener las propiedades fisicoquímicas de los productos perecederos a lo largo de la cadena de suministros y una estrategia que garantiza la calidad y seguridad de los mismos, por lo que los productos y distribuidores deben tener claro cuáles son las condiciones bajo las que sus productos se mantendrán una vez fuera de sus almacenes y colocados en los almacenes del tránsito internacional.

Los clientes cada día tienen un mayor nivel de exigencia debido a la personalización de los productos, el precio que desean pagar y el nivel de servicio que desean recibir, aunado al aumento de la complejidad de los productos debido a la alta velocidad de los cambios en la tecnología y la continua introducción de nuevos productos en los mercados [12].

Las nuevas tecnologías que se han introducido como parte de la revolución industrial, como la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la automatización de procesos con robótica, están siendo incorporadas por las cadenas de suministros para poder reducir sus costos operativos [13]. El día de hoy muchas son las industrias que enfrentan una competencia mundial en avances tecnológicos. La mejora de procesos entre otros, a creando la necesidad de crear una administración basada en la búsqueda de socios industriales que ayuden a las empresas a crear cadenas de suministros eficientes, por lo que en este desarrollo las empresas se han apoyado en el uso de simuladores que ayuden a generar panoramas y tomar decisiones más acertadas [14].

Para crear capacidades operativas, los proveedores de logística también están sometidos a una presión continua para ofrecer una calidad de servicio sostenible, los factores con los que usualmente se clasifican los proveedores logísticos son su competencia, comunicación, compromiso, coordinación y colaboración y creatividad y personalización [2]. El factor de competencia es el más influyente entre los proveedores de servicio logístico, lo que es necesario para la aplicación de prácticas sostenibles, además la competencia incluye la optimización de la red sostenible, la mano de obra para operaciones y la infraestructura verdes [2]. Otros autores tienen un mayor enfoque en la satisfacción del cliente, como la metodología de evaluación en un caso estudio donde el algoritmo muestra su potencial para averiguar los factores principales que tienen un gran efecto sobre la satisfacción del cliente final en una cadena de suministro, evaluando tres parámetros del proceso tiempo de entrega de los proveedores, tamaño del material de los proveedores, el tamaño del material pedido y el ángulo de fijación de la máquina han sido identificados como los factores importantes relacionados con la satisfacción del cliente final [15].

Un ejemplo de la sostenibilidad en las operaciones es el que muestran las organizaciones en India. Estas organizaciones se han centrado en prácticas ecológicas basadas en la certificación ISO 14001 [9]. Lo que ha llevado a la reducción de residuos, la reducción de materiales de embalaje, diseño ecológico, programas limpios, reducción de la huella de carbono, reducción de los costos de transporte la logística inversa y la refabricación, la gestión de la cadena de suministro ha surgido como una herramienta importante para garantizar el rendimiento sostenible de las organizaciones [9].

La logística y la cadena de suministros desempeña cada vez más un papel muy importante en los productos alimenticios, el conocimiento sobre el estado de la calidad de los productos merecen una especial atención, y esta debe mantenerse a lo largo de toda la cadena, ya que los estudios han comprobado los

efectos que puede tener en la calidad de los alimentos la exposición incontrolada a la luz, al calor, el someter los productos a una variabilidad de temperatura y presiones o vibraciones mecánicas que puede sufrir durante el transporte a sus puntos de consumo final, por lo que es necesario tener definida la cadena de suministros y sus puntos de control [16].

Accorsi [17] en su estudio sobre el análisis de la totalidad de las cadenas de suministros de alimentos, mencionan los aspectos y preocupación más relevantes de estas, como los problemas relacionados a los procesos de cultivo, la fabricación o procesamiento, la distribución y la importancia de mantener los más altos estándares de calidad y seguridad de los alimentos, que se convierten en indicadores claves en el desempeño de la cadena de suministros, además, según Manzini [18] se espera un aumento en las investigaciones integración y logística alimentaria. Esta integración conlleva a la evaluación de la calidad y la seguridad de los alimentos que percibe el consumidor, así como con los aspectos medioambientales, con los cuales los consumidores detectan la marca y el origen de los productos a partir de la etiqueta y los envases, informando también de las certificaciones y normas cumplidas.

Chang [3] menciona que las prácticas de la gestión de la cadena de suministros se vuelto más importantes desde la década de 1990, cuando las empresas se han vuelto consientes que pueden obtener una gran cantidad de beneficios directos e indirectos partiendo de adecuadas prácticas de la cadena de suministros, como la selección de proveedores que tiene un alto impacto en la integración de la cadena de suministros, cuando se toman decisiones eficaces y precisas.

Boran [19] en su estudio para seleccionar proveedores indica la importancia que tiene estos procesos de selección para seleccionar a aquellos que sean capaces de proporcionar los productos o servicios de calidad adecuados, en el momento adecuado y en la cantidad adecuada ya que es una de las actividades más críticas para que una cadena de suministros sea eficaz

III. METODOLOGÍA

La metodología a utilizar para la selección de proveedores es la propuesta por Gupta [2] en donde se aplica el peso global de los principales factores y factores secundarios para la selección del mejor proveedor de logística como se describe en la Tabla 1. Para realizar esta evaluación se contará con el criterio de 3 expertos en el área de logística, quienes tiene conocimiento de las actividades en la zona de Colinas Santa Bárbara.

Tabla 1 (ojo, mejorar la calidad de la tabla):
Peso global de los factores primarios y secundarios para la selección de proveedores.

Principales Factores	Individual	Global
Compromiso (C1)	0.20	0.20
Confianza para servicios ecológicos (REL)	0.44	0.09

Capacidad de respuesta hacia prácticas ecológicas (RES)	0.36	0.07
Garantía para operaciones ecológicas (ASS)	0.20	0.04
Capacidades (C2)	0.27	0.27
Infraestructura verde (INF)	0.20	0.06
Mano de obra para implementar operaciones verdes (MAN)	0.24	0.06
Optimización de red sostenible (NTW)	0.28	0.08
Capacidad para la optimización de la sostenibilidad (CAP)	0.13	0.04
Optimización de costos (COST)	0.15	0.04
Comunicación (C3)	0.25	0.25
Soporte TI para prácticas verdes (IT)	0.20	0.05
Optimización de la calidad de la información (IQ)	0.41	0.10
Optimización del tiempo de respuesta (RT)	0.39	0.10
Creatividad y personalización (C4)	0.13	0.13
Procesos verdes y flexibles (FLEX)	0.51	0.07
Capacidad de innovación (INN)	0.06	0.01
Adopción de tecnologías para operaciones sostenibles (TECH)	0.43	0.06
Coordinación y Colaboración (C5)	0.14	0.14
Gestión logística sostenible integrada (ILM)	0.32	0.05
Relación y confianza mutua (MTR)	0.45	0.07
Optimización de recursos (RO)	0.23	0.03

Fuente:[2]

Partiendo de esto se aplica la técnica Fuzzy TOPSIS la cual muestra muchas ventajas sobre otras técnicas matemáticas, ya que trata de considerar tanto las mejores como las peores situaciones a la vez y que no trabaja con subjetividades [4]. Los pasos del Fuzzy TOPSIS, se describen a continuación:

Para la implementación del método TOPSIS se realizan escalas lingüísticas (ver tabla 2) basadas en un vector fila de tres columnas. Este vector fila representa una función difusa de forma triangular tal como se muestra en (1).

Tabla 2
Escala Lingüística con función difusa triangular.

Estado	Vector		
Muy Deficiente	1	1	3
Deficiente	1	3	5
Medio	3	5	7
Bueno	5	7	9
Muy Bueno	7	9	11

Fuente : (Gupta et al., 2022)

$$x_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) x_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) \quad (1)$$

Cada evaluador selección la escala lingüística con la que evalúa al proveedor de donde se saca un nuevo vector con las características que se muestran en (2). Donde se calcula el mínimo de todos los evaluadores del elemento a, el promedio del elemento b y el máximo del elemento c.

$$\begin{aligned} \bar{x}_{ij} &= (\min \{a_{ij}\}, \text{prom} \{b_{ij}\}, \max \{c_{ij}\}) \\ \bar{x}_{ij} &= (\min \{a_{ij}\}, \text{prom} \{b_{ij}\}, \max \{c_{ij}\}) \end{aligned} \quad (2)$$

Posteriormente se calcula el vector de criterio de beneficio como se muestra (3).

$$\begin{aligned} \tilde{r}_{ij} &= \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) * w_j, \text{ donde } c_j^* = \max \{c_{ij}\} \\ \tilde{r}_{ij} &= \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) * w_j, \text{ donde } c_j^* = \max \{c_{ij}\} \end{aligned} \quad (3)$$

Luego se seleccionan las soluciones ideales tanto positiva que se basa en valor máximo en c o negativa basada en el valor mínimo en a. Estos valores se utilizan para el cálculo de las distancias finales conocida como defusificación como se muestra en (4) y (5).

$$\begin{aligned} d_i^+ &= \sqrt{\frac{1}{i} [(a_{ij} - a_+)^2 + (b_{ij} - b_+)^2 + (c_{ij} - c_+)^2]} \\ d_i^+ &= \sqrt{\frac{1}{i} [(a_{ij} - a_+)^2 + (b_{ij} - b_+)^2 + (c_{ij} - c_+)^2]} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} d_i^- &= \sqrt{\frac{1}{i} [(a_{ij} - a_-)^2 + (b_{ij} - b_-)^2 + (c_{ij} - c_-)^2]} \\ d_i^- &= \sqrt{\frac{1}{i} [(a_{ij} - a_-)^2 + (b_{ij} - b_-)^2 + (c_{ij} - c_-)^2]} \end{aligned} \quad (5)$$

Finalmente se calcula el coeficiente de cercanía CCI con el cual se determina la mejor opción de proveedor como se muestra en la ecuación 6.

$$CCI = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (6)$$

Los proveedores para evaluar están ubicados en la Zona noroccidental de Honduras, en los municipios de San Pedro Sula y Colinas Santa Bárbara, estos prestan el servicio de procesamiento final de los granos de café (Tostado, molido y empackado), para los que se seleccionaron los siguientes; Inversiones EL forjador que cuenta con maquinaria industrial para el procesamiento ubicado en el municipio de Colinas en el departamento de Santa Bárbara, la cooperativa cafetalera del municipio de Colinas Santa bárbara Cocasjol, que cuenta con maquinaria industrial para todos sus afiliados y aquellos que necesiten el servicio y el Instituto Hondureño del café que brinda el servicio en todo el país y cuenta con maquinaria

completamente automatizada para estos proceso y está ubicada en la ciudad de San Pedro Sula, en el departamento de Cortés.

IV. RESULTADOS

La tabla 3 muestra los vectores según la tabla 1 descrita en el apartado de metodología, donde cada evaluador puntuó cada uno de los criterios de acuerdo con sus conocimientos y experiencia. De igual forma se realizaron para el Forjador y el IHCAFE que se encuentra descritos en el apéndice 1.

Tabla 3.

Vectores de función lingüística triangular Cooperativa

Factores	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3
C1			
REL	3 5 7	3 5 7	3 5 7
RES	3 5 7	5 7 9	5 7 9
ASS	3 5 7	3 5 7	3 5 7
C2			
INF	1 3 5	1 3 5	7 9 11
MAN	1 3 5	1 3 5	1 3 5
NTW	1 1 3	1 3 5	3 5 7
CAP	1 1 3	1 3 5	3 5 7
COST	7 9 11	5 7 9	5 7 9
C3			
IT	5 7 9	3 5 7	1 1 3
IQ	3 5 7	3 5 7	3 5 7
RT	7 9 11	5 7 9	5 7 9
C4			
FLEX	7 9 11	5 7 9	5 7 9
INN	3 5 7	3 5 7	1 1 3
TECH	3 5 7	3 5 7	1 1 3
C5			
ILM	3 5 7	1 3 5	1 3 5
MTR	7 9 11	7 9 11	5 7 9
RO	3 5 7	5 7 9	3 5 7

Fuente Propia.

Una vez realizadas las evaluaciones se aplica la ecuación 2 para obtener el vector $(\bar{x}_{ij}, \tilde{x}_{ij})$, la tabla 4 muestra los resultados del vector basados en los criterios de evaluación uno, dos y tres.

Tabla 4

Ejemplo de cálculo de los vectores x.

Factor	Eval. 1	Eval. 2	Eval. 3	Vector x
C1				
REL	3 5 7	3 5 7	3 5 7	3 5 7
RES	3 5 7	5 7 9	5 7 9	3 6 9

ASS	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente propia.

Se aplica la ecuación 3 para el cálculo de los vectores $\tilde{x}_i$ entre el máximo componente c de los vectores x. Ver tabla 5.

Se seleccionan las soluciones ideales tanto positiva que se basa en valor máximo en c o negativa basada en el valor mínimo en a, tal como lo muestra la tabla 6. Estos valores se utilizan para el cálculo de las distancias finales conocida como defusificación.

Tabla 5

Ejemplo calculo vector $\tilde{x}_i$

C*	Vector r		
9	0.333	0.556	0.778
11	0.273	0.576	0.818
9	0.333	0.556	0.778

Fuente propia.

Tabla 6

Soluciones difusas ideales positivas y negativas.

	Solución Difusa Ideal					
	Positiva			Negativa		
REL	0.33	0.70	1.00	0.11	0.33	0.78
RES	0.45	0.70	1.00	0.09	0.27	0.64
ASS	0.56	0.78	1.00	0.11	0.33	0.78

Fuente propia.

Finalmente se calculan el coeficiente de cercanía cci con la ecuación 6 y se multiplicaron los pesos según las ponderaciones establecidas por (Gupta et al., 2022) [2], obteniendo los resultados finales que muestran en la tabla 7.

Tabla 7

Resultados finales de evaluación

	COCASJOL	El Forjador	IHCAFE
C1	0.54	0.00	1.00
C2	0.50	0.16	0.80
C3	0.59	0.34	0.90
C4	0.57	0.00	1.00
C5	0.69	0.00	0.83
TOTAL	0.57	0.14	0.90

Fuente propia.

Los resultados muestran que el IHCAFE es el mejor proveedor para el servicio de procesamiento de café, fue el mejor puntuado en compromiso no solo con la región donde se

ubica si no con el país en general aportando las mejores prácticas verdes, las capacidades debido a que sus procesos se ha venido desarrollando de manera sostenible a través de los años, con una red de comunicación basada en las tecnologías de la información que permiten se realice manera efectiva, la creatividad también es un punto a su favor con el desarrollo de laboratorios y formación de su personal para brindar un mejor servicio y coordinación/colaboración que han desarrollado con procesos logísticos eficientes para brindar una adecuada velocidad de respuesta a cada uno de sus clientes. En el caso de la cooperativa Cocasjol que obtuvo el segundo lugar, es una cooperativa que viene trabajando con la comunidad de Colinas Santa Bárbara tratando de incluir alguna tecnologías y buenas prácticas dentro de lo que sus presupuestos lo permiten, lo que ha logrado que tengan un crecimiento en los últimos años y mejorado el servicio que prestan y por ultimo le forjador que presento los resultado más bajos pero que sigue siendo una opción para el procesamiento del café que posee algunas oportunidades de mejora para sus operaciones.

V. CONCLUSIONES

El método Fuzzi Topsis es una herramienta que ayuda a la evaluación de proveedores reduciendo la subjetividad de esta. El proveedor con los mejores resultados fue el Instituto Hondureño del café, debido a la trayectoria y buenas prácticas que este ha manejado durante los años, pero que no es la opción más económica para los productores de la zona de Colinas santa bárbara ya que tiene que desplazarse a otro departamento para poder hacer el procesamiento del café.

El método Fuzzi Topsis puede ayudar a los proveedores a identificar sus puntos de mejora y establecer planes para brindar un mejor servicio dentro del municipio de Colinas Santa Bárbara, como la cooperativa Cocasjol que uno de sus puntos de mejora es las redes o medios de comunicación y el uso de tecnologías de la información. Dado que el café es un producto vital en el país para mantener el PIB es necesario mejorar la cadena de suministros del café iniciando con los proveedores de los sectores rurales.

REFERENCES

- [1] «memoria cosecha web IHCAFE – IHCAFE – Instituto Hondureño del Cafe», 2021. <https://www.ihcafe.hn/mdocs-posts/memoria-cosecha-web-ihcafe/> (accedido 23 de julio de 2022).
- [2] A. Gupta, R. K. Singh, y S. K. Mangla, «Evaluation of logistics providers for sustainable service quality: Analytics based decision making framework», *Ann Oper Res*, vol. 315, n.º 2, pp. 1617-1664, ago. 2022, doi: 10.1007/s10479-020-03913-0.
- [3] B. Chang, C.-W. Chang, y C.-H. Wu, «Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria», *Expert Systems with Applications*, vol. 38, n.º 3, pp. 1850-1858, 2011, doi: 10.1016/j.eswa.2010.07.114.

- [4] C.-L. Hwang y K. Yoon, «Methods for Multiple Attribute Decision Making», en *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey*, C.-L. Hwang y K. Yoon, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer, 1981, pp. 58-191. doi: 10.1007/978-3-642-48318-9_3.
- [5] B. J. La Londe y J. M. Masters, «Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century», *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 24, n.º 7, pp. 35-47, sep. 1994, doi: 10.1108/09600039410070975.
- [6] D. Lambert, «Douglas M. Lambert, and James R. Stock, “Strategic Planning for Physical Distribution,” *Journal of Business Logistics*, Vol. 3, No. 2 (1982), pp. 26-46.», *Journal of Business Logistics*, vol. 3, pp. 26-46, ene. 1982.
- [7] C. Martin, *Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving services*. London: Financial Times, 1992.
- [8] J. T. Mentzer *et al.*, «DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT», *Journal of Business Logistics*, vol. 22, n.º 2, pp. 1-25, 2001, doi: 10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x.
- [9] R. K. Singh, H. O. Sharma, y S. K. Garg, «Study on Supply Chain Issues in an Auto Component Manufacturing Organization: Case Study», *Global Business Review*, vol. 17, n.º 5, pp. 1196-1210, oct. 2016, doi: 10.1177/0972150916656692.
- [10] R. Glenn Richey, M. Tokman, y V. Dalela, «Examining collaborative supply chain service technologies: a study of intensity, relationships, and resources», *J. of the Acad. Mark. Sci.*, vol. 38, n.º 1, pp. 71-89, feb. 2010, doi: 10.1007/s11747-009-0139-z.
- [11] G. Baruffaldi, R. Accorsi, D. Santi, R. Manzini, y F. Pilati, «The storage of perishable products: A decision-support tool to manage temperature-sensitive products warehouses», en *Sustainable Food Supply Chains: Planning, Design, and Control through Interdisciplinary Methodologies*, 2019, pp. 131-143. doi: 10.1016/B978-0-12-813411-5.00009-0.
- [12] M. Ben-Daya, E. Hassini, y Z. Bahroun, «Internet of things and supply chain management: a literature review», *International Journal of Production Research*, vol. 57, n.º 15-16, pp. 4719-4742, 2019, doi: 10.1080/00207543.2017.1402140.
- [13] R. Ashima, A. Haleem, S. Bahl, D. Nandan, y M. Javaid, «Automation of AM Via IoT Towards Implementation of e-logistics in Supply Chain for Industry 4.0», *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, pp. 181-189, 2023, doi: 10.1007/978-981-16-9057-0_20.
- [14] J. G. A. J. Van Der Vorst, S. Tromp, y D.-J. D. Van Zee, «A simulation environment for the redesign of food supply chain networks: Modeling quality controlled logistics», 2005, vol. 2005, pp. 1658-1667. doi: 10.1109/WSC.2005.1574436.
- [15] H. C. W. Lau, G. T. S. Ho, Y. Zhao, y N. S. H. Chung, «Development of a process mining system for supporting knowledge discovery in a supply chain network», *International Journal of Production Economics*, vol. 122, n.º 1, pp. 176-187, nov. 2009, doi: 10.1016/j.ijpe.2009.05.014.
- [16] R. Manzini y R. Accorsi, «The new conceptual framework for food supply chain assessment», *Journal of Food Engineering*, vol. 115, n.º 2, pp. 251-263, 2013, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2012.10.026.
- [17] R. Accorsi *et al.*, «Life cycle modelling for sustainable food supply chain», presentado en 22nd International Conference on Production Research, ICPR 2013, 2013.
- [18] R. Manzini *et al.*, «Sustainability and quality in the food supply chain. A case study of shipment of edible oils», *British Food Journal*, vol. 116, n.º 12, pp. 2069-2090, ene. 2014, doi: 10.1108/BFJ-11-2013-0338.
- [19] F. E. Boran, S. Genç, M. Kurt, y D. Akay, «A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method», *Expert Systems with Applications*, vol. 36, n.º 8, pp. 11363-11368, 2009, doi: 10.1016/j.eswa.2009.03.039.