

Implementación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para la toma de decisiones en la gestión de abastecimiento; aplicación a una empresa productora de queso costeño

Implementation Analytic Hierarchy Process (AHP) for decision making in managing supply; application to a company producer of queso costeño

César Vergara Rodríguez¹
Gean Pablo Mendoza Ortega²
Rodrigo Salgado Ordosgoitia³

Resumen

El proceso de toma de decisiones se basa en la selección de un curso de acciones a seguir, basándose en una serie de criterios, en busca de alcanzar uno o varios objetivos. Existen situaciones en las que este proceso, contempla varios objetivos o criterios de decisión que se deben tener en cuenta de forma simultánea, debido a este tipo de situaciones han nacido las metodologías multicriterio para la toma de decisiones, como herramientas de apoyo para el ser humano. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una herramienta para la toma de decisiones multicriterio en ambientes complejos, la cual plantea la problemática de una forma lógica y racional. En este trabajo se emplea la metodología AHP para la toma de decisiones en la gestión del abastecimiento en una empresa productora de Queso Costeño en el departamento de Sucre (Colombia).

1 Docente Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia.

2 Docente Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia.

3 Docente Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura, Corporación Universitaria del Caribe, Sincelejo, Colombia.

Implementación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para la toma de decisiones en la gestión de abastecimiento; aplicación a una empresa productora de queso costeño

Palabras clave: Toma De Decisiones, Metodologías Multicriterio, Proceso Analítico Jerárquico.

Abstract

The decision making process is based on selecting a course of action to be based on a number of criteria, seeking to achieve one or more objectives. There are situations in which this process includes several objectives or decision criteria to be taken into account simultaneously, because such situations were born multicriteria methodologies for decision- support tools as humans. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is a tool for multi-criteria decision making in complex environments, which poses the problem in a logical and rational way. In this work the AHP methodology for decision making in supply management in a company producing in the Queso Costeño is used Sucre department (Colombia).

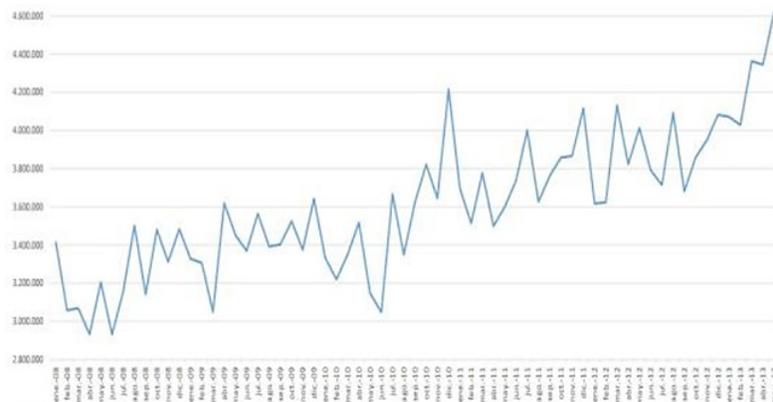
Keywords: Decision Making, Multicriteria Methodologies, Analytic Hierarchy Process.

Introducción.

Gracias a su ubicación estratégica, una de las ventajas comparativas que posee Colombia como país es su diversidad climática, lo que le permite ofrecer una diversidad gastronómica en materia de quesos, donde podemos encontrar quesos salados, dulces, blandos, maduros, frescos, todo depende de la preferencia del cliente y la región donde se quiera adquirir el producto. La oferta regional de quesos en este país la conforma productos como: el queso costeño, el quesito antioqueño, el quesillo tolimense y huilense, entre otros [1].

Según estudios realizados por Nielsen en el año 2013, el consumo de queso en Colombia llegó a las 49.524 toneladas en este año, teniendo un consumo promedio de 1,1 kg/año por colombiano. Esta cifra dista significativamente de los promedios manejados en Argentina, en donde este consumo es de 11 kilogramos año y los de Chile y Venezuela que se encuentran cercanos a los 4 kilogramos año. La brecha se amplía cuando comparamos el promedio de consumo colombiano, con países europeos como Francia, en donde el promedio de consumo de queso de un francés es aproximadamente 26,3 kilogramos por año [2].

Pese a estas estadísticas de consumo, el sector productor de queso en Colombia ha registrado una tendencia creciente (Figura 1) pasando de una producción de 3.400.000 kg de queso en enero de 2008, a una producción de más 4.400.000 kg de queso en enero de 2013, [3].



Fuente: elaboración GIE - Delegatura para la Protección de la Competencia – SIC, a partir de MADR (2013).

Figura 1. Producción queso en Colombia (kg/mes)

Particularmente, el queso costeño es un queso producido con leche descremada, con contenido graso entre el 2,5% y el 3,5%, es de color blanco, fresco y en su fabricación el proceso de salado esta alrededor de 2 horas como también, posee un prensado con 20 veces el peso de este [4]

La mayor producción de este tipo de queso se encuentra en los departamentos de Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre y algunas zonas cálidas en el departamento del Meta [5]. El uso que normalmente le da la industria a este tipo de queso, está en el sector panificador, utilizado preferiblemente en la fabricación de buñuelos, producto que hace parte de gastronomía típica colombiana.

Dentro del sector productor de queso costeño en la costa atlántica colombiana, se ha evidenciado que una de los procesos que demanda más recursos es la gestión del abastecimiento que emplean las empresas para la recolección de la leche, como materia prima esencial para el proceso de producción de queso.

Según Chopra y Meindl [6] “El transporte se refiere al movimiento del producto de un lugar a otro en su recorrido desde el principio de la cadena de suministro hasta el cliente”. Dentro de las directrices trazadas por las cadenas de suministros, el transporte ocupa una posición de alto interés, ya que rara vez los productos son fabricados en el mismo sitio donde se obtienen las materias primas, y de igual forma, el mercado objetivo en pocas ocasiones comparte la misma ubicación de las plantas productoras. Adicionalmente a esta panorámica, el transporte es un elemento relevante dentro de los costos en que incurre la cadena de suministros.

Por todo lo antes expuesto, la eficiencia y rentabilidad de la cadenas están fuertemente ligada a las decisiones que se tomen con respecto al uso apropiado del transporte [6]

Para tener una mejor comprensión acerca del transporte en la cadena de suministro, es esencial entender el punto de vista de los actores que lo conforman. Uno de ellos es el expedidor, que es la parte que necesita que el producto se mueva entre dos puntos. El por su parte, esta interesado en minimizar el costo del transporte, los inventarios, la información, el abastecimiento y las instalaciones. De igual forma que proporcionar un buen nivel de atención al cliente [7]

El transportista es la parte que transporta el producto. Las decisiones que toma este, giran en torno a inversiones en equipos de transporte y en algunas situaciones, el tipo de infraestructura. También este actor toma decisiones en torno a la optimización de la actividad en busca de maximizar la rentabilidad de los activos [7]

La búsqueda constante que tienen las organizaciones para encontrar la productividad, la eficiencia y la competitividad, apoya el desarrollo de herramientas de toma de decisión complejas en ambientes con múltiples criterios de selección. Estas herramientas buscan suprimir el pensamiento intuitivo que acompaña a la mayoría de las decisiones que se toman con referencia a problemas complejos [8]

En este trabajo se emplea la metodología AHP para tomar la decisión de donde realizar la mejor inversión para mejorar el sistema de abastecimiento en una empresa sucreña productora de queso costeño. Para esta investigación se validaran dos escenarios: 1) el primer escenario se plantean proveedores ubicados en zonas de difícil acceso y 2) En el segundo escenario, no existe dificultades para el acceso a proveedores. A continuación se presente el fundamento teórico de los procesos de toma de decisión multicriterio.

Métodos de decisión y evaluación multicriterio

Los métodos de decisión y evaluación multicriterio trabajan la elección entre un conjunto de opciones factibles, la optimización con varias funciones objetivo y un agente de toma de decisiones. Estos métodos son utilizados para la toma de decisiones frente a problemas que abarcan aspectos intangibles a evaluar [9]

Se denominan problemas de decisión multicriterio discretos aquellos en los que las alternativas de decisión son finitas. Estos problemas son los más encontrados regularmente y son los que en este trabajo se tendrán en cuenta, [9]. Dentro de los métodos de decisión y evaluación multicriterio discretos los más conocidos son: Ponderación Lineal (Scoring), Utilidad Multiatributo (MAUT) y El Análisis Jerárquico (AHP) [9].

El método de ponderación lineal o Scoring, permite trabajar situaciones con pocos niveles de información. En este se fabrica una

función de valor para cada alternativa. Este es un método compensatorio y manipulable, pero de igual forma sencillo y utilizado a nivel mundial [9]

Por otra parte el método de utilidad multiatributo (MAUT) determina para cada atributo su función de utilidad (parcial), para luego agregarlas en una función de utilidad multiatributo. Después de que se determine la utilidad para cada alternativa se obtiene la ordenación del conjunto finito de alternativas [9].

Materiales y métodos

Estructura metodológica del Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

A continuación se describirá el Proceso Analítico Jerárquico, metodología utilizada en este trabajo para tomar decisiones en la gestión de abastecimiento en una empresa productora de queso costeño.

Conformación del Modelo Jerárquico

A través de la construcción de un modelo jerárquico, el AHP facilita la organización de la información de una forma gráfica, la desagregación de esta y su posterior análisis. El AHP tiene sus fundamentación en:

- La conformación de un modelo jerárquico
- Priorización de los elementos del modelo
- Cotejos binarios entre los elementos
- Análisis de los elementos a través de la asignación de pesos.
- Ranking de las alternativas
- Síntesis
- Y análisis de sensibilidad.

Estructura Del Modelo AHP

La estructuración jerárquica del problema, constituye la parte más importante de método AHP. En esta parte el grupo decisor elegido debe desagregar el problema en sus partes más relevantes. La base de la jerarquía

básica está constituida por: meta u objetivo general, criterios y alternativas [9]

A continuación se enumeraran los pasos para la fabricación del modelo jerárquico (Figura 2):

1. Identificación del Problema
2. Definición del Objetivo
3. Identificación de Criterios e
4. Identificación de Alternativas.

La identificación del problema es la situación que se le quiere dar solución a través de la escogencia de una de las alternativas que se posee o la priorización de ellas. Estas serán evaluadas unas con otras mediante los criterios escogidos.

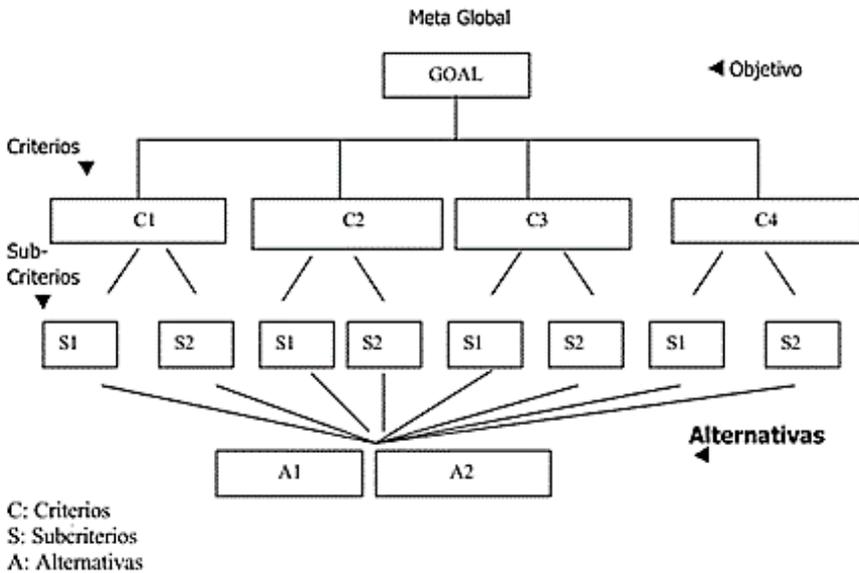


Figura 2. Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones con el AHP

La definición del objetivo se encuentra en un nivel independiente con respecto a los otros elementos jerarquizados. Este objetivo será determinado por el grupo decisor, que representara las necesidades de la organización; la identificación de criterios son los principales aspectos que impactan a los objetivos y deben marcar preferencias de los involucrados en el proceso de toma de decisión. Es preferible incluir aspectos tanto cualitativos como cuantitativos en la toma de decisión [9].

La identificación de las alternativas se refiere a opciones factibles por medio de las cuales se podrán lograr el objetivo general. Cada una de las alternativas posee características con pro y contras [9]

Evaluación del Modelo

En esta parte se analizan los elementos del problema a través de comparaciones por pares de forma independiente. Los analistas son los encargados de emitir los juicios por los cuales se realizan este tipo de comparaciones. Los pasos a seguir para la realización de la evaluación de los elementos del modelo son: el establecimiento de las prioridades y la emisión de juicios y evaluaciones [9].

Después de la definición del modelo jerárquico, se determina la importación relativa de cada una de sus partes en la fase de establecimiento de prioridades. En la parte de emisión de juicios y las evaluaciones, estos pueden estar influenciados por información técnica, la experiencia y conocimientos particulares del grupo decisor [9].

El modelo AHP posee de una escala elaborada por el propio Saaty⁴, que evalúa los juicios expresados por el grupo decisor (Figura 3). El paso de la emisión de juicios trata de: para cada elemento perteneciente a un nivel de jerarquía, se compara de a pares de ellos. Seguidamente se encuentra el vector propio relacionado al valor propio más grande de la matriz de comparación por pares [9].

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
1.0	Ambos elementos son de igual importancia.	Ambos elementos contribuyen con la propiedad en igual forma.
3.0	Moderada importancia de un elemento sobre otro.	La experiencia y el juicio favorece a un elemento por sobre el otro.
5.0	Fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es fuertemente favorecido.
7.0	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es muy fuertemente dominante.
9.0	Extrema importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia.
2.0,4.0,6.0,8.0	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Usados como valores de consenso entre dos juicios.
Incrementos de 0.1	Valores intermedios en la graduación más fina de 0.1 (Por ejemplo 5.2 es una entrada válida).	Usados para graduaciones más finas de los juicios.

Figura 3. Escala De Saaty

4

Matemático de la Universidad de Pennsylvania, Creador del AHP

El proceso se continúa hasta acabar todas las comparaciones de los componentes del modelo (criterios y alternativas). Cuando se hayan realizado todas las comparaciones se obtiene un resultado final en donde aparecen todas las alternativas ordenadas por prioridad [9].

Resultados

Uno de los principales productos del municipio de Sincé es el queso costeño, el cual ha sido por décadas el sustento de centenares de hogares de esta zona; dentro del proceso de producción uno de los principales problemas es la baja eficiencia en la recolección de la leche de sus proveedores, como materia prima esencial de este producto.

Este trabajo se enfocó en utilizar una metodología de toma de decisiones multicriterio discreta para la selección de una opción de inversión en medios de transporte que le permita a una empresa productora de queso costeño particular en el municipio de Sincé mejorar su gestión de abastecimiento, teniendo como criterios de evaluación la menor inversión inicial posible, la capacidad y la accesibilidad a todos sus proveedores de leche.

La metodología seleccionada para realizar la toma de decisiones es el Proceso de Análisis Jerárquico. En esta investigación se validaran dos escenarios, en el primero el acceso a los proveedores reviste una problemática, y en el segundo esta dificultades no se presenta.

A continuación se describirá la implementación de los dos escenarios de este proceso en la empresa productora de queso costeño en el municipio de Sincé.

Conformación Del Diagrama Jerárquico

La empresa productora de queso designó como grupo decisor para este proyecto a la asistente administrativa, el supervisor de producción y un proveedor. Quienes se reunieron, y determinaron que el objetivo principal era seleccionar un medio de transporte para la recolección de la leche desde los proveedores.

Las opciones que se manejaban para mejorar el abastecimiento de leche en la empresa era la compra de un parque de motos, de una camioneta o un camión liviano. Los criterios por los cuales se debería tomar la decisión serían el costo fijo inicial, la capacidad y el nivel de acceso a los proveedores que presenta cada una de las alternativas. A continuación se presenta el diagrama jerárquico de esta problemática (Figura 4).

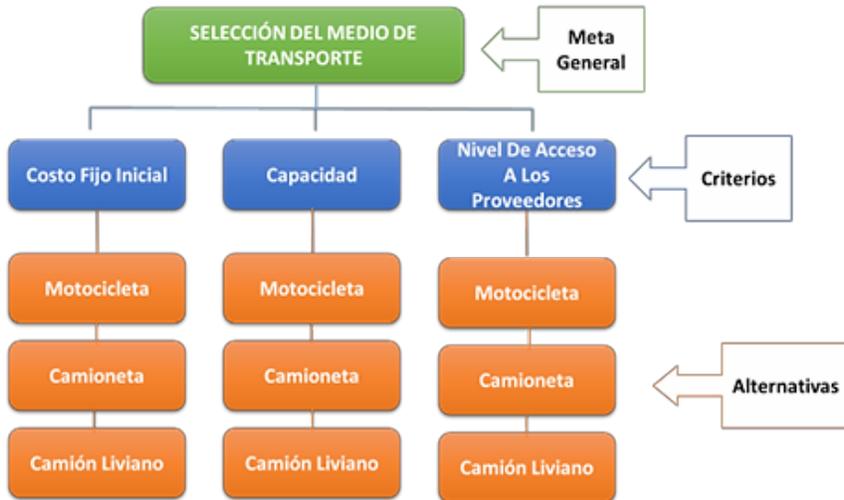


Figura 4. Diagrama Jerárquico

Después de definido el objetivo principal, las alternativas y los criterios de decisión, se procedió a reunir información que permitiera producir juicios coherentes.

En las siguientes tablas se detalla la información recabada, con respecto a inversión inicial, capacidad y nivel de acceso para cada opción tenida en cuenta, y por cada escenario evaluado (Tabla 1 y 2).

Tabla 1

Información Inicial (Escenario 1: difícil acceso a proveedores).

Criterios Alternativas	Costo Fijo Inicial (\$)	Capacidad (L)	Nivel De Acceso A Los Proveedores (%)
Motocicleta	\$ 33.290.000,00	400	100
Camioneta	\$ 67.250.000,00	360	70
Camion Liviano	\$ 68.510.000,00	800	40

Tabla 2

Información Inicial (Escenario 2: Sin dificultad en el acceso a proveedores).

Criterios Alternativas	Costo Fijo Inicial (\$)	Capacidad (L)	Nivel De Acceso A Los Proveedores (%)
Motocicleta	\$ 33.290.000,00	400	100
Camioneta	\$ 67.250.000,00	360	100
Camion Liviano	\$ 68.510.000,00	800	100

Conformación Del Modelo De Análisis Jerárquico

Inicialmente se realizó una reunión con el equipo decisor seleccionado por la empresa y se hizo el análisis por pares de las alternativas (motocicleta, camioneta, camión liviano), por criterios (costo fijo inicial, capacidad y nivel de acceso a proveedores) y por escenario evaluado (buen acceso a proveedores, mal acceso a proveedores). Cabe anotar que cuando se evaluaron estas matrices en los dos escenarios, solo se registraron cambios entre los escenarios cuando se evaluaron las matrices de comparación por pares de alternativas bajo el criterio de acceso a proveedores.

Utilizando la escala de Saaty, se construyeron las matrices de comparación por pares para cada una de las alternativas, por criterio y cada uno de escenarios evaluados.

Para cada alternativa, teniendo en cuenta el criterio de costo fijo inicial, y evaluando en el primer escenario, tenemos la siguiente matriz de comparación por pares (Tabla 3):

Tabla 3

Matriz de Comparación. Criterio Costo Fijo Inicial. Escenario

Criterio:	Costo Fijo Inicial		
	Motocicleta	Camioneta	Camión Liviano
Motocicleta	1	5	5
Camioneta	1/5	1	1
Camion Liviano	1/5	1	1
Σ	1 2/5	7	7

1. En la tabla anterior se puede apreciar que la opción de las motocicletas es fuertemente preferida (5, escala de Saaty) con relación a la opción de la camioneta.

Este procedimiento se repite para las otras alternativas como se muestra en la Figura 5 y la figura 6.

Matriz de comparación Por Pares-Alternativas			
Criterio:	Capacidad		
	Motocicleta	Camioneta	Camion Liviano
Motocicleta	1	2	1/5
Camioneta	1/2	1	1/4
Camion Liviano	5	4	1
Σ	6 1/2	7	14/9

Figura 5. Matriz De Comparación. Capacidad. Escenario 1.

Matriz de Comparacion Por Pares-Alternativas			
Criterio:	Acceso A Proveedores		
	Motocicleta	Camioneta	Camion Liviano
Motocicleta	1	5	8
Camioneta	1/5	1	3
Camion Liviano	1/8	1/3	1
Σ	1 1/3	6 1/3	12

Figura 6. Matriz de comparación. Criterio acceso a proveedores. Escenario 1.

Como ya se había marcado anteriormente, los cambios de las matrices de comparación por pares de alternativas entre los dos escenarios se presentaron cuando se evaluó el criterio de acceso a proveedores tabla 4.

De igual forma, también se construyó la matriz de comparación por pares para los criterios (Tabla 5). En ella se aprecia que por ejemplo, el criterio de acceso a proveedores es fuertemente preferida (5, en la escala de Saaty) con relación al criterio de capacidad.

Tabla 4

Matriz de comparación. Criterio acceso a proveedores. Escenario 2.

Criterio:	Acceso A Proveedores		
	Motocicleta	Camioneta	Camión Liviano
Motocicleta	1	1	1
Camioneta	1	1	1
Camión Liviano	1	1	1
Σ	3	3	3

Seguidamente todas las matrices de comparación por pares creadas, fueron normalizadas. De igual forma como ocurrió con las matrices de comparación por pares, solo se apreció diferencia en estas entre los escenarios, en las matrices que tenían como criterio de selección el acceso a proveedores.

Tabla 5

Matriz de comparación. Criterios. (Independiente de los escenarios)

	Costo Fijo Inicial	Capacidad	Acceso a Proveedores
Costo Fijo Inicial	1	2	1/4
Capacidad	1/2	1	1/5
Acceso a Proveedores	4	5	1
Σ	5 1/2	8	1 4/9

En la tabla 6 se muestra la matriz de comparación por pares normalizada de las opciones teniendo como criterio el costo fijo inicial.

Tabla 6
Matriz de comparación por pares normalizada. Escenario 1

Criterio:	Costo Fijo Inicial		
	Motocicleta	Camioneta	Camion Liviano
Motocicleta	0,71	0,71	0,71
Camioneta	0,14	0,14	0,14
Camión Liviano	0,14	0,14	0,14

A continuación se calculó el vector de priorización asociado al mayor valor propio de cada una de estas matrices (Tabla 7).

Tabla 7
Vector de priorización asociado a la matriz de comparación que tiene como criterio el costo fijo inicial. Escenario 1.

Vector Prioridad	
Criterio:	Costo Fijo Inicial
Motocicleta	0,71
Camioneta	0,14
Camion Liviano	0,14

En el vector de prioridad encontrado para las alternativas, teniendo en cuenta como criterio de selección el costo fijo inicial y evaluándolo en el primer escenario, se evidencia que si solo se tuviera en cuenta este criterio de selección, la motocicleta sería la mejor opción con una priorización de aproximadamente el 71%.

Seguidamente se armó la matriz de prioridad para cada escenario evaluado, con todos los vectores de priorización encontrados (Tabla 8 y 9)

Tabla 8
Matriz de Prioridad. Escenario 1.

Criterios/ Alternativas	Costo Fijo Inicial	Capacidad	Acceso A Proveedores
Motocicleta	0,71	0,19	0,74
Camioneta	0,14	0,13	0,19
Camion Liviano	0,14	0,68	0,08

Tabla 9
Matriz de Prioridad. Escenario 2.

Criterios Alternativas	Costo Fijo Inicial	Capacidad	Acceso A Proveedores
Motocicleta	0,71	0,19	0,33
Camioneta	0,14	0,13	0,33
Camion Liviano	0,14	0,68	0,33

En las matrices de prioridad anteriores se puede notar que la diferencia principal radica en el vector de prioridad que aporta el criterio de acceso a proveedores. Este vector, para el caso particular del escenario 2, no aporta ningún criterio de decisión sobre las alternativas evaluadas, ya que no prioriza ninguna de ellas (Tabla 8).

Por último, para obtener la priorización de las alternativas propuestas según el escenario escogido. Esta se encuentra al multiplicar cada matriz de prioridad por el vector propio obtenido de la matriz de comparación por pares de las alternativas teniendo como resultado la priorización de las alternativas (Tablas 10 y 11)

Tabla 10
Vector de Priorización de las alternativas. Escenario 1.

Vector de Prioridad de las Alternativas	
Motocicleta	0,67
Camioneta	0,17
Camión Liviano	0,16

Tabla 11
Vector de priorización de las alternativas. Escenario 2.

Vector de Prioridad de las Alternativas	
Motocicleta	0,39
Camioneta	0,2
Camion Liviano	0,34

Conclusiones y recomendaciones

Después de realizar el anterior estudio se llegaron a las siguientes conclusiones:

Metodologías como la propuesta por Saaty, son herramientas que apoyan la toma de decisiones dentro de las organizaciones, cuando existen múltiples criterios de decisión. Esta metodología realiza un análisis de prioridad por pares de cada una de las alternativas frente a cada criterio de decisión, arrojando al final una priorización de estas según los criterios de selección elegidos.

En la implementación de la metodología de análisis jerárquico de Saaty, es de vital importancia que el grupo decisor tenga conocimiento pleno de la problemática, ya que a partir de los juicios emitidos por ellos, es que parte la priorización de las alternativas. Adicionalmente, esta metodología también nos permite calcular un índice de consistencia que nos deja ver la coherencia de la calificación realizada en la comparación por pares de los elementos del modelo. Si este índice es menor que 0,1 se asume que los juicios emitidos por el grupo evaluador carecen de consistencia.

Para el caso de estudio de este trabajo, y teniendo en cuenta que solo se utilizaron 3 criterios de evaluación (costo fijo inicial, capacidad y acceso a proveedores) y 3 alternativas (moto, camioneta, camión liviano) en dos escenarios diferentes (primero: difícil acceso a proveedores, segundo: sin dificultad de acceso a proveedores), la mejor opción para mejorar la gestión de abastecimiento de leche para ambos escenarios es la compra de 10 motocicletas con sus debidos montajes, con un nivel de priorización del 67% para el primer escenario y solo 39% para el segundo. Cabe anotar, para el segundo escenario, que la elección entre el parque de motocicletas con relación a la compra de un camión liviano no es fuerte y obedece a que la inversión inicial en el parque de motocicletas es mucho menor que la realizada en la compra del camión liviano. También se puede observar que en el segundo escenario, el nivel de priorización de la opción del camión liviano está por encima que la de la camioneta, caso contrario se presentó en el primer escenario en donde el orden de priorización fue motocicletas, camioneta y por ultimo camión liviano.

Referencias

- [1] Contexto Ganadero, “Contexto Ganadero,” 2013. [Online]. Available: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/colombia-la-vanguardia-en-produccion-de-quesos-informe>. [Accessed: 01-Dec-2015].
- [2] Portafolio, “No Title,” Portafolio, 2013.
- [3] “Super Intendencia de Industria Y Comercio,” 2013. [Online]. Available: http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudios_Economicos/Estudio_Sectorial_Leche1.pdf. [Accessed: 02-Dec-2015].
- [4] SENA, “SENA,” 2015. .
- [5] UNAD, “Universidad Nacional Abierta y A Distancia,” 2013. .
- [6] S. Chopra and P. Meindl, Administración de la cadena de suministro. Pearson educación, 2013.
- [7] S. Chopra and P. Meindl, Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. Pearson Educación, 2008.
- [8] E. M. Rodríguez, “Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de la localización de una PYME,” Anu. jurídico y económico Ecur., no. 40, pp. 523–542, 2007.
- [9] R. Avila, “EL AHP (PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO) Y SU APLICACIÓN PARA DETERMINAR LOS USOS DE LAS TIERRAS. EL CASO DE BRASIL,” Santiago: FAO, 2000. [Online]. Available: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/doctec02.pdf>.

