

## ESTUDIO DE CASO DE UNA EMPRESA FARMACÉUTICA VETERINARIA: SELECCIÓN DE PROVEEDORES MEDIANTE DECISIÓN MULTICRITERIO

**Laura Plazola Zamora**

Universidad de Guadalajara

Periférico Norte 799, Núcleo Universitario Los Belenes, Zapopan, Jal. México C.P. 045100  
lplazola@gmail.com

**Iván Navarro Hermosillo**

Universidad de Guadalajara

Periférico Norte 799, Núcleo Universitario Los Belenes, Zapopan, Jal. México C.P. 045100  
samhaintool@hotmail.com

**Sara Leticia Marín Maldonado**

Universidad de Guadalajara

Periférico Norte 799, Núcleo Universitario Los Belenes, Zapopan, Jal. México C.P. 045100  
marinsara@hotmail.com

**Ana Torres Mata**

Universidad de Guadalajara

Periférico Norte 799, Núcleo Universitario Los Belenes, Zapopan, Jal. México C.P. 045100  
anatorrescucaudg@gmail.com

### RESUMEN

La selección de proveedores óptima es una estrategia básica para obtener insumos con el mejor precio y calidad. En el presente trabajo se modela el proceso de selección de proveedores mediante el método multicriterio Jerárquico Analítico en una empresa del sector farmacéutico veterinario. Se analiza la red de abastecimiento y ciclo productivo de la empresa con la finalidad de establecer el eslabón que afecta la elaboración de productos con el mejor precio, calidad y entrega a tiempo. La investigación indica que los criterios más importantes para evaluar y seleccionar proveedores en dicha industria se encuentran agrupados en los atributos sistema de calidad y evaluación del desempeño. La significancia del estudio es presentar a la empresa una herramienta de apoyo a la decisión de fácil aplicación y sistematización para la selección eficiente de proveedores.

PALABRAS CLAVE: Decisión multicriterio, jerarquización analítica, selección de proveedores

### ABSTRACT

Optimal selection of suppliers is a basic strategy to obtain inputs with the best price and quality. In this paper the selection process of suppliers is modeled using the analytic hierarchical multicriteria method in a veterinary pharmaceutical company. The network of supply and production cycle of the company is analyzed with the purpose of establishing the link which affects the development of products with the best price, quality and delivery on time. Research indicates that the most important criteria to evaluate and select suppliers in the industry are grouped in the quality system and evaluation of the performance attributes. The significance of the study is to present a tool of support for the decision of easy application and systematization for efficient selection of suppliers to the company. KEYWORDS: Multicriteria decision, analytic hierarchy process, suppliers selection

Topics:

ADM - Multicriteria Decision Support // ADM - Apoyo a la Decisión Multicriterio // ADM - Apoio à Decisão Multicritério

## 1. Introducción.

En los mercados actuales, las empresas se enfrentan a una gran presión competitiva y a clientes sofisticados que buscan la mejor calidad y menor precio en los productos. Las empresas buscan mantener relaciones sólidas con proveedores para mantenerse a la vanguardia con ganancias estables, de lo contrario serán desplazadas del mercado por sus competidores. Es conocido que los proveedores son clave en el éxito de las empresas (Dickson, 1966); éstos son esenciales para que las empresas puedan ofrecer mejores productos, de manera rápida, a menor costo y con mayor flexibilidad. De acuerdo con Nydick y Hill (1992) el problema de selección de proveedores se considera el componente más importante de la función de compras.

Tradicionalmente, las empresas se encuentran divididas en áreas de diversas funciones operativas como mercadotecnia, planeación, producción, compras, contabilidad, finanzas, etc., pero el área de compras era esencialmente una actividad rutinaria que no tenía impacto en la competitividad de la empresa (Nydick y Hill, 1992; Ghodsypour y O'Brien, 2001; Handfield et al. 2002); esto ha cambiado significativamente, porque el costo y calidad de los insumos adquiridos se encuentran directamente relacionados con el costo y calidad de los bienes y servicios producidos. Kraljic (1993), enfatiza la función de compras como una área de gestión muy importante con gran impacto en ganancias y estabilidad a largo plazo. Una buena relación con los proveedores es muy importante para obtener la mejor calidad y el menor precio de insumos, elaborar un mejor producto y expandirse en nuevos mercados, crear una red de abastecimiento más fuerte y eficiente, lograr satisfacer los estándares de calidad y lograr crecimiento a largo plazo (Zaim et al. 2003; Youssef et al. 1996; Yang y Chen, 2005).

Como sistemas productivos las empresas se encuentran conectadas unas con otras en redes de abastecimiento (RA) en busca de optimizar el flujo de insumos y servicios necesarios para producir. Los resultados de investigaciones realizadas por Monczka et al. (1993), Verma y Pullman (1998), Hartley y Choi (1996), Degraeve et al. (2000), indican que una decisión fundamental dentro de la RA es la selección de proveedores, ya que ayuda a reducir directamente costos y a lograr alta calidad en los productos. También, Braglia y Petroni (2000, citado por Yang y Chen, 2006, p.926), señala que un proveedor confiable permite a las empresas manufactureras reducir costos en inventarios y mejorar la calidad del producto.

De acuerdo con Beamon (1998, p. 282) “la red de abastecimiento es un proceso integrado donde varias entidades de negocios como proveedores, fabricantes, distribuidores y minoristas, trabajan en conjunto en un esfuerzo por: 1) adquirir materias primas, 2) convertir la materia prima en productos finales específicos, y 3) entregar estos productos finales a minoristas”, debido a su clara explicación de la relación proveedores y empresas, en la cual se hace hincapié en la selección eficiente de proveedores.

Por otro lado, Chan et al. (2008), Noorul y Kannan (2006), concluyen que la meta del proceso de selección de proveedores es maximizar el valor total del proceso productivo, reduciendo el riesgo del suministro de productos y maximizando la satisfacción de los clientes. Además, el objetivo de la selección de proveedores es identificar el proveedor con el más alto potencial que puede mantenerse en los criterios de decisión específicos de la empresa (Chan et al. 2008).

De esta manera, una selección satisfactoria de proveedores es un requisito esencial para cualquier empresa, un buen proveedor suministra los insumos necesarios con buena calidad y al mejor precio que proporciona mayor satisfacción para los clientes. Sin embargo, la

selección de proveedores es complicada, al tener que evaluar múltiples criterios que pueden estar en conflicto y trae consecuencias en términos de ventaja competitiva y planeación estratégica de largo plazo, ya que no se cuenta con un producto al mejor precio y con un panorama de crecimiento estable.

Los empresarios deben evaluar el desempeño de sus proveedores periódicamente basados en varios criterios esenciales y el gran número de criterios, justifica el uso del enfoque de toma de decisiones multicriterio. Este enfoque proporciona un método efectivo para comparar y clasificar proveedores mediante la evaluación de múltiples criterios en conflicto (Shyur y Shih, 2006).

## 2. Descripción de la empresa

La empresa X cuenta con 13 años de presencia en el mercado farmacéutico veterinario. Nació en Jalisco, México, como parte de la estructura de cierto grupo farmacéutico que cuenta con casi 40 años de presencia en el mercado internacional. Se dedica a la producción y comercialización de proteína, en presentaciones de inyectables y premezclas, de la mejor calidad a costos adecuados con garantía de sanidad; los productos van dirigidos al mercado de productores pecuarios, tales como: avicultores, porcicultores y ganaderos.

En la actualidad la empresa cuenta con 49 empleados de los cuales 21 son administrativos, 12 trabajan en producción, 2 en mantenimiento, 4 en control de calidad, 5 en servicios manufactureros y 10 médicos veterinarios zootecnistas. Considerando el elemento cuantitativo del número de empleados que laboran en la empresa, de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 30 de diciembre del 2002, la empresa X es una pequeña empresa (31-100 empleados).

Por otra parte, se calcula un aproximado de 30 compradores potenciales por zona de distribución, que por lo regular suelen ser grandes porcicultores ó avicultores, cuentan con 10 zonas de distribución: Occidente, Guanajuato, Centro, Noreste, Golfo Norte, Noroeste, Pacifico, Península, Sur y Golfo-sur.

La empresa X utiliza alrededor de 200 insumos para la producción, sin embargo, el insumo principal es Clortetaciclina 20 por ciento granular (C20%G), debido a que se utiliza para producir el producto más vendido que es Collinclor-plus (CP); solamente en el último mes, se compraron 20 toneladas del insumo. C20%G contribuye en 95 por ciento del producto final CP, al otro 5 por ciento contribuye el insumo Lincomisina (LM).

El producto CP es una premezcla que puede aplicarse en todos los animales para prevenir cuadros neumónicos. CP representa casi el 20 por ciento de ventas totales, cabe mencionar que, después de CP, el producto de mayor contribución a las ventas totales es de solamente 8 por ciento; en el último año, la venta de CP, representó 4,475 sacos vendidos, alrededor de 373 sacos mensuales. Dando lugar a 111,875 kilos de producto de CP. Además, con información acumulada hasta el mes de agosto del 2010, se han vendido 57.2 toneladas del producto CP y se han comprado 74.5 toneladas del insumo C20%G.

La empresa X ha estado trabajando con varios proveedores para surtir C20%R, sin embargo, el director de planta está considerando la opción de seleccionar un solo proveedor que abastezca el insumo C20%G con la intención de establecer una buena relación a largo plazo, con mejores precios y calidad, además de acortar el tiempo de solicitud y entrega.

Debido a que las características del insumo C20%G, como calidad, precio y servicio proporcionado por cada proveedor son diferentes, el Director de planta desea determinar cual

proveedor es el mejor, por lo tanto, el problema es seleccionar el mejor proveedor del insumo C20%G considerando las políticas de estricta calidad, mejor precio y buen servicio.

La red de abastecimiento de la empresa X presenta proveedores, distribuidores y clientes finales. La empresa X trabaja con alrededor de 13 proveedores, los cuales son intermediarios, no elaboran el insumo en sus plantas y lo importan de países como China. Cuando el producto es elaborado se embarca a diferentes distribuidores tales como, Insumos Veterinarios, Industrial Veterinario de Aguascalientes, Tiegel Pharma, RENAPEC, Marcas Farmacéuticas, Tecnología Pecuaria Aplicada, entre otros. Por último, el cliente final son todas las granjas que utilizan el producto, tanto dentro del país como internacionalmente.

Los clientes finales se encuentran distribuidos en estados de la república como Jalisco, Sonora, Baja California, Coahuila, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Veracruz, Estado de México, entre otros, la demanda de productos es diferente en cada estado, por ejemplo, Jalisco es el mayor productor avícola pero no es tan fuerte en la ganadería como Sonora. Además, se exporta a gran parte de países sudamericanos como Honduras, Guatemala, Colombia, Costa Rica, Panamá, Ecuador, entre otros, los embarques se realizan vía terrestre y marítima y los clientes pagan los fletes.

Todo comienza al planear y programar la producción, lo cual se realiza analizando las ventas de los meses de años anteriores y la cantidad de producto terminado en inventario. Cabe mencionar, que la demanda de sus productos no sigue un patrón de venta año con año, como en el caso de la farmacéutica en humanos, en este caso la demanda es dinámica y puede variar mes con mes, inexplicablemente. Una vez que se concilian las cantidades del producto CP que se desea a producir y la existencia en inventario, arroja cierta cantidad a producir; a continuación, se verifica el principio activo, para el producto CP es C20%G y LM, y se prepara para la solicitud de materia prima a los proveedores.

### **3. Pasos estructurados metodología AHP**

La metodología AHP permite al tomador de decisión estructurar un problema complejo creando una jerarquía que contiene, por lo menos, tres niveles: meta, criterios y alternativas (Nydick, 1992). El primer paso en el problema de selección de proveedores es establecer la meta u objetivo del modelo de estructura jerárquica. De acuerdo con Choudhury et al. (2004), el objetivo principal de todas las redes de abastecimiento es maximizar el valor total generado. Para la empresa X las materias primas son parte esencial del precio, calidad y servicio del producto final ofrecido y, además, son el primer eslabón de su red de abastecimiento, por lo tanto, en el estudio se pretende seleccionar el mejor proveedor del insumo Clortetaciclina 20 por ciento granular (C20%G) satisfaciendo todos los criterios de la mejor manera mediante la aplicación de la metodología multicriterio jerárquica analítica.

#### **3.1. Estructura del modelo jerárquico**

El segundo paso en el problema de selección de proveedores es establecer los criterios y alternativas a utilizar para su evaluación. Varios factores han sido utilizados como criterios para la selección de proveedores como precio, entrega, reputación en la industria, tamaño de la empresa, localización geográfica, calidad, cumplimiento ambiental, capacidad, servicio, tiempo de entrega, empaquetado, transporte de almacenamiento y desarrollo del producto pero, la aplicabilidad de estos criterios, depende del producto o servicio producido y el mercado al que van dirigidos (Sevкли, 2007).

La estructura jerárquica completa está conformada por 5 niveles. El primer nivel es el “objetivo general” el cual es seleccionar el mejor proveedor del insumo Clortetaciclina 20 por ciento

granular (C20%G), después, el 2 nivel “atributos” se consideran: evaluación del desempeño (EVD), criterios de entrega (CRE), sistema de calidad (SCL), consistencia manufacturera (CMF) y estructura de negocio (ESN).

En el nivel 3 “criterios primarios” se describen como: precio (PRC), crédito (CRT), tiempo de entrega (TEG), tolerancia (TOL), cantidad exacta (CAX), confiabilidad del insumo (CFI), de acuerdo a especificaciones (DAE), solución de problemas (SPS), acceso a la información (AIF), reputación en la industria (RPI), ubicación geográfica (UBG) e historial de desempeño (HDD); en el nivel 4 “criterios secundarios” son: calificación revisiones periódicas (CRP), certificados actualizadas (CRA), lote de análisis (LAN), orden de compra (OCP), caducidad (CDC), rapidez (RAP) y flexibilidad (FLX); por último, en el nivel 5 “alternativas” son los diferentes proveedores propuestos: Proveedor A, Proveedor B y Proveedor C.

Para este estudio se identificaron 24 criterios en total después de un análisis detallado de la literatura técnica y una discusión con el jefe de planta de la empresa X, de los cuales, 5 se encuentran clasificados en atributos, 12 se encuentran clasificados en criterios primarios y los 7 restantes se encuentran dentro de los criterios secundarios.

### 3.2 Identificación y definición de atributos y criterios

Los atributos, criterios primarios y criterios secundarios en el problema de selección de proveedor para la empresa X se definen de la siguiente manera:

- a. Evaluación del desempeño
- b. Criterios de entrega
- c. Sistema de calidad
- d. Consistencia manufacturera
- e. Estructura de negocio

En la tabla 1, se muestran los atributos y los criterios, tanto primarios como secundarios, clasificados por objetivo, unidad de medida y tipo de indicador.

Como se mencionó anteriormente, la empresa X mantiene contacto con alrededor de 13 proveedores, sin embargo, se pueden identificar tres proveedores que surten frecuentemente el insumo C20%G:

1. Proveedor A
2. Proveedor B
3. Proveedor C

Tabla 1. Resumen de atributos y criterios Empresa X

Atributo	Criterio (secundario/terciario)	Objetivo (Max/Min)	Unidad de medida	Indicador
Evaluación del desempeño	Precio (PRC)	Minimizar	Precio en dólares	Cuantitativo
	Crédito (CRT)	Maximizar	Plazos quincenales	Cuantitativo
Criterios de entrega	Tiempo de entrega (TEG)	Minimizar	Periodo de tiempo	Cuantitativo
	Tolerancia (TOL)	Minimizar	Periodo de tiempo para entregar restante	Cuantitativo
	Cantidad exacta (CAX)	Maximizar	Entrega exacta del insumo restante	Cualitativo
Sistema de calidad	Calificación revisiones periódicas (CRP)	Maximizar	Calificación revisiones periódicas	Cuantitativo
	Certificados actualizados (CRA)	Maximizar	Cantidad de certificados actualizados	Cuantitativo
	Lote de análisis (LAN)	Maximizar	Lote de análisis correcto	Cualitativo
	Orden de compra (OCP)	Maximizar	Orden de compra correcta	Cualitativo
	Caducidad (CDC)	Maximizar	Fecha de caducidad	Cuantitativo
Consistencia manufacturera	Rapidez (RAP)	Minimizar	Periodo de tiempo en reabastecer	Cuantitativo
	Flexibilidad (FLX)	Maximizar	Atención para tratar eventualidades	Cualitativo
	Acceso a la información (AIF)	Maximizar	Facilidad para obtener información	Cualitativo
Estructura de negocio	Reputación en la industria (RPI)	Maximizar	Reputación basada en competidores	Cualitativo
	Ubicación geográfica (UBG)	Minimizar	Distancia referente a la empresa	Cuantitativo
	Historial de desempeño (HDD)	Maximizar	Negociaciones satisfactorias	Cuantitativo

En el método AHP los criterios y subcriterios son comparados de acuerdo con su importancia relativa con respecto al elemento principal en el nivel superior adyacente. Primero, los atributos son comparados con su elemento adyacente que es el objetivo; asignando los valores numéricos de los juicios, obtenemos la siguiente matriz de comparaciones por pares:

Selección de proveedor insumo Clortetaciclina 20% granular

	EVD	CRE	SCL	CMF	ESN	Vector de prioridad
EVD	1	5	1/5	5	3	0.251
CRE	1/5	1	1/7	1	5	0.108
SCL	5	7	1	3	7	0.489
CMF	1/5	1	1/3	1	3	0.107
ESN	1/3	1/5	1/7	1/3	1	0.045

$$\lambda_{\max} = 6.079 \quad CI = 0.270 \quad CR = 0.170$$

Por ejemplo, en la matriz de comparaciones anterior, de los cinco atributos con respecto al objetivo “seleccionar el mejor proveedor para el insumo Clortetaciclina 20% granular”, el atributo *evaluación del desempeño* (EVD) es fuertemente más importante que *criterios de entrega* (CRE) y se le asignó el número absoluto 5. De manera similar, el atributo *sistema de calidad* (SCL) es fuertemente más importante que *evaluación del desempeño* (EVD) y se le asignó el número racional (recíproco) 1/5. El atributo *evaluación del desempeño* (EVD) es fuertemente más importante que *capacidad manufacturera* (CMF) y se le asignó el número absoluto 5. Así queda registrado en la matriz de comparación la importancia de los criterios de acuerdo con la escala de Saaty.

En cada matriz de comparación se calculan prioridades que se muestran en el lado derecho de la matriz en el vector de prioridad. El vector de prioridad es el autovector normalizado de la matriz de comparación que es el promedio de cada fila de matriz de comparación normalizada. Además,  $\lambda_{\max}$  representa la desviación de los juicios de la aproximación coherente, denotado por

$$\lambda_{\max} = \sum_{r=1}^n Aw$$

donde  $A$  es la matriz de comparación y  $w$  es el vector de prioridad .

Para comprobar la consistencia de los juicios de cada matriz de comparación, el enfoque AHP utiliza la relación de consistencia (CR), representada de la siguiente manera

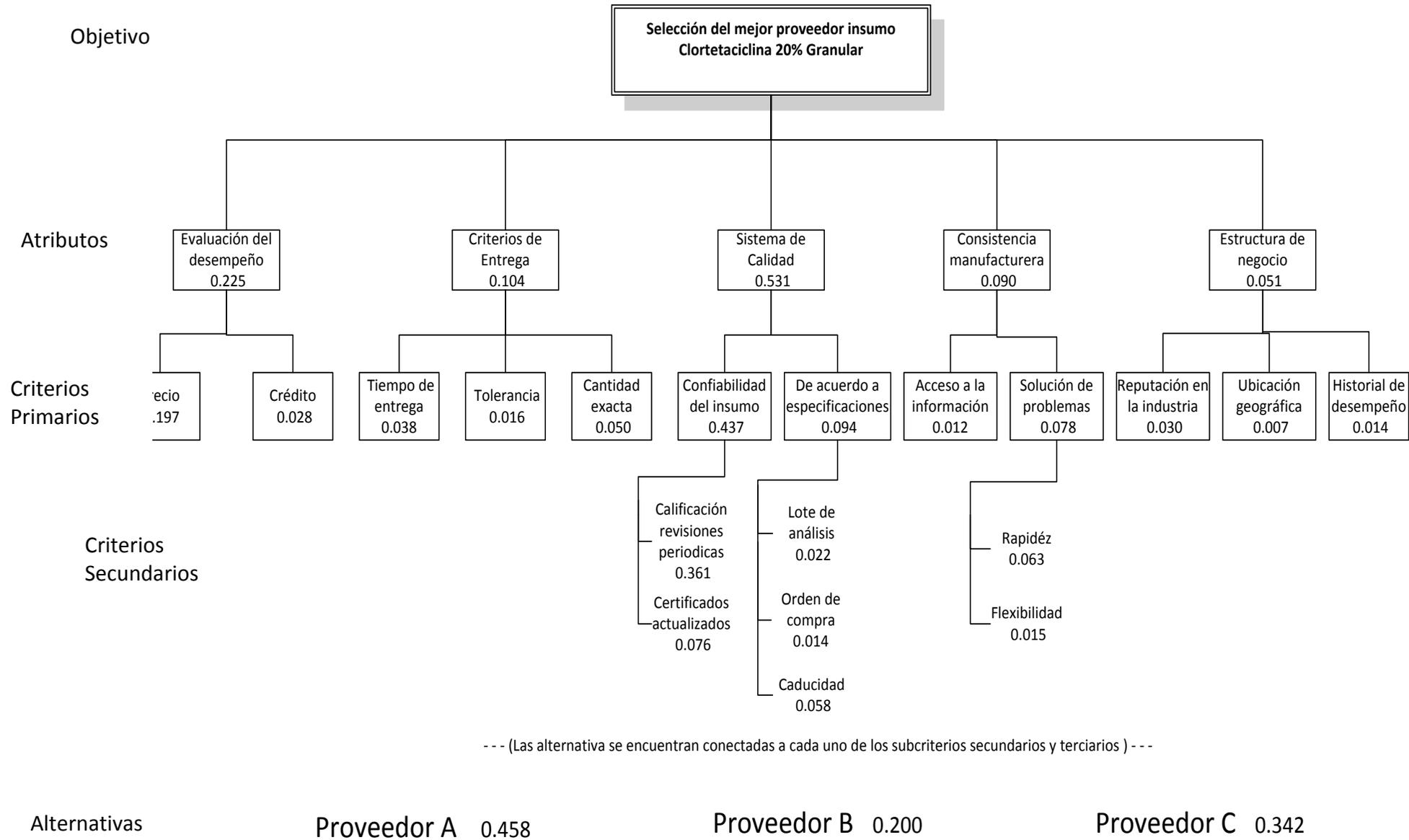
$$CR = \frac{(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)}{[1.98(n - 2)/n]}$$

Si  $CR \leq 0.1$ , el nivel de consistencia en los juicios es aceptable. En caso contrario, la inconsistencia en la matriz  $A$  es alta, y se debe modificar los juicios de comparación para obtener una matriz más consistente. Por ejemplo, en la matriz de comparación *evaluación del desempeño*, la desviación de los juicios de comparación es  $\lambda_{\max} = 2.0$ , y la relación de consistencia es  $CR = 0$ . Por lo tanto, la matriz de comparación *evaluación del desempeño* es consistente.

Tabla 2. Síntesis del modelo

Atributos y criterios	Síntesis distributivo			modo					Síntesis modo ideal		
	Prioridades	Prov . A	Prov . B	Prov . C	Prioridades	Prov . A	Prov . B	Prov . C			
Evaluación del desempeño	<b>0.248</b>				<b>0.225</b>						
Precio (PRC)	0.216	0.040	0.018	0.158	0.197	0.037	0.016	0.144			
Crédito (CRT)	0.032	0.003	0.006	0.023	0.028	0.002	0.005	0.021			
Criterios de entrega	<b>0.095</b>				<b>0.104</b>						
Tiempo de entrega (TEG)	0.038	0.025	0.007	0.006	0.038	0.025	0.007	0.006			
Tolerancia (TOL)	0.012	0.005	0.002	0.005	0.016	0.007	0.002	0.007			
Cantidad exacta (CAX)	0.045	0.027	0.009	0.009	0.050	0.030	0.010	0.010			
Sistema de calidad	<b>0.519</b>				<b>0.531</b>						
Confiabilidad del insumo (CFI)	0.434				0.437						
Calificación revisiones periódicas (CRP)	0.361	0.242	0.031	0.088	0.361	0.241	0.032	0.088			
Certificados actualizadas (CRA)	0.073	0.046	0.008	0.019	0.076	0.048	0.008	0.020			
De acuerdo a especificaciones (DAE)	0.086				0.094						
Lote de análisis (LAN)	0.022	0.005	0.015	0.002	0.022	0.005	0.015	0.002			
Orden de compra (OCP)	0.009	0.004	0.001	0.004	0.014	0.006	0.002	0.006			
Caducidad (CDC)	0.055	0.035	0.014	0.006	0.058	0.037	0.015	0.006			
Consistencia manufacturera	<b>0.095</b>				<b>0.090</b>						
Solución de problemas (SPS)	0.083				0.078						
Rapidez (RAP)	0.069	0.006	0.050	0.013	0.063	0.005	0.046	0.012			
Flexibilidad (FLX)	0.014	0.001	0.009	0.004	0.015	0.002	0.009	0.004			
Acceso a la información (AIF)	0.012	0.002	0.008	0.002	0.012	0.002	0.008	0.002			
Estructura de negocio	<b>0.044</b>				<b>0.051</b>						
Reputación en la industria (RPI)	0.028	0.003	0.018	0.007	0.030	0.003	0.019	0.008			
Ubicación geográfica (UBG)	0.005	0.001	0.002	0.002	0.007	0.001	0.003	0.003			
Historial de desempeño (HDD)	0.011	0.007	0.002	0.002	0.014	0.008	0.003	0.003			
Síntesis		<b>0.452</b>	<b>0.200</b>	<b>0.350</b>		<b>0.458</b>	<b>0.200</b>	<b>0.342</b>			

Figura 1. Estructura jerárquica Empresa X con síntesis modelo ideal



#### 4. Evaluación y análisis de resultados

En la parte inferior, de la tabla 2, se muestra las tasas de prioridad de las alternativas, el proveedor A ( $P_A$ ) presenta la mayor (0.458), después el proveedor C (0.342) y, finalmente, el proveedor B (0.200). Por lo tanto, la relación de preferencia  $P_A \succ P_C \succ P_B$  se mantiene como resultado de las prioridades de las alternativas.

Alternativa	Prioridad	Clasificación
$P_A$	0.458	1
$P_C$	0.342	2
$P_B$	0.200	3

Cabe mencionar, que el proveedor A presenta la mayor tasa de prioridad en ambos modos de síntesis, por lo tanto, seleccionar el proveedor A para surtir el insumo C20%G sería el mejor curso de acción en este momento considerando la importancia relativa de los atributos y criterios sugerida por el director de planta de la empresa X.

Además, en la misma tabla, se muestra el resumen de las prioridades obtenidas, por ejemplo, el proveedor A, dentro de la tasa de prioridad 0.458 sobre la meta global, los criterios primarios, tales como precio (PRC), crédito (CRT), tiempo de entrega (TEG), tolerancia (TOL), cantidad exacta (CAX), acceso a la información (AIF), reputación en la industria (RPI), ubicación geográfica (UBG) e historial de desempeño (HDD) aportaron 0.037, 0.002, 0.025, 0.007, 0.030, 0.002, 0.003, 0.001 y 0.008, respectivamente; además, los criterios secundarios, tales como, calificación de revisiones periódicas (CRP), certificados actualizadas (CRA), lote de análisis (LAN), orden de compra (OCP), caducidad (CDC), rapidez (RAP) y flexibilidad (FLX) aportaron 0.241, 0.048, 0.005, 0.006, 0.037, 0.005 y 0.002, respectivamente.

El desglose anterior, se encuentra desarrollado para cada proveedor, este resumen es muy importante, debido a que muestra las compensaciones (*Trade-offs*) existentes entre cada proveedor. En la tabla 3, se puede observar las prioridades máximas y mínimas que aportaron a la prioridad total de cada proveedor. Por lo tanto, en los valores que el proveedor A sobresale son los criterios secundarios *calificación de revisiones periódicas* y *certificaciones actualizadas*, pero en los criterios secundarios *acceso a la información* y *ubicación geográfica* no es muy bueno. Mientras que, el proveedor B sobresale en los criterios secundarios *Rapidez* y *calificación de revisiones periódicas*, pero en el criterio primario *tolerancia* y el criterio secundario *orden de compra* no es muy bueno. Por último, el proveedor C sobresale en el criterio primario *precio* y el criterio secundario *calificación de revisiones periódicas*, pero no es muy bueno en el criterio secundario *lote de análisis* y en el en el criterio primario *acceso a la información*.

Tabla 3. Trade-offs

Trade-offs					
Proveedor	Max/Min	Prioridad	Criterio		Atributo
Proveedor A	Max	0.241	Calificación	revisiones	Sistema de calidad
	Max	0.048	periódicas		Sistema de calidad
	Min	0.002	Certificados actualizados		Consistencia manufacturera
	Min	0.001	Acceso a la información		Estructura de negocio
Proveedor B	Max	0.046	Ubicación geográfica		Consistencia manufacturera
	Max	0.032	Rapidez		Sistema de calidad
			Calificación	revisiones	

			periódicas	
	Min	0.002	Tolerancia	Criterios de entrega
	Min	0.002	Orden de compra	Sistema de calidad
Proveedor C	Max	0.144	Precio	Evaluación del desempeño
			Calificación	revisiones
	Max	0.088	periódicas	Sistema de calidad
	Min	0.002	Acceso a la información	Consistencia manufacturera
	Min	0.002	Lote de análisis	Sistema de calidad

Este tipo de análisis, aunque muy sencillo es de gran importancia al comparar en que atributos y criterios cada proveedor presenta ventaja y desventaja. Por lo tanto, el proveedor A presenta ventaja en el atributo *sistema de calidad* pero no es tan bueno en *estructura de negocio*; el proveedor B presenta ventaja en el atributo *consistencia manufacturera* pero no es tan bueno en *sistema de calidad*; y, el proveedor C presenta ventaja en el atributo *evaluación del desempeño* pero no es tan bueno en *sistema de calidad*.

De acuerdo con la tasa de proporción total calculada por el modelo de síntesis ideal, el mejor proveedor es A. No obstante, en una situación de fuerte competencia que requiera reducir costos, se puede considerar el proveedor C como una mejor opción debido a que muestra ventaja en el atributo *evaluación del desempeño* con una mayor tasa de prioridad en el criterio *precio*. Por otra parte, en una situación que sea necesario contar con la mejor atención y servicio ante contingencias, se puede considerar el proveedor B como una mejor opción ya que muestra ventaja en el atributo *consistencia manufacturera* con una mayor tasa de prioridad en el criterio *rapidez*.

El ciclo productivo de la empresa X comienza con la planeación de la producción para después solicitar la materia prima o principio activo a los proveedores. Al momento de recibir la materia prima pasa a control de calidad con la finalidad de muestrear el insumo para que cumpla con los rendimientos de principio activo necesarios. Si la materia prima es aprobada por control de calidad, pasa al inventario de insumo; de lo contrario, se tiene que solicitar el cambio al proveedor. La siguiente etapa es el acondicionamiento final o producción para después empaquetar, enfrascar, sellar y etiquetar el producto. Una vez elaborado, pasa al almacén de productos terminados. En este momento el producto está listo para venderse, cuando los distribuidores llevan a cabo pedidos, el producto se embarca en camiones específicos para la entrega y así, llega al cliente final. Los médicos veterinarios, realizan revisiones periódicas a distintos clientes, si el producto se ha implementado exitosamente el ciclo termina ahí; de lo contrario, se suspende la venta del lote y se llevan a cabo revisiones por parte de control de calidad para detectar la fuente del problema.

## Conclusiones

En el presente trabajo se mostró un modelo multicriterio para seleccionar el mejor proveedor en una empresa del sector farmacéutico veterinario. También, se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el criterio y la alternativa crítica, y así, analizar las prioridades de las alternativas ante cambios en las políticas de decisión respecto a calidad y desempeño.

Los atributos fundamentales que la empresa X consideró fueron *sistema de calidad*, *evaluación de desempeño*, *criterios de entrega*, *consistencia manufacturera* y *estructura de negocio*. La importancia del atributo *sistema de calidad* se consideró como crítico dentro del estudio. El atributo considerado como *evaluación del desempeño* es también una medida crítica para evaluar el mejor proveedor en la industria farmacéutica veterinaria, debido a que el precio es muy importante para lograr cierta ventaja competitiva en una industria donde los productos no son muy

diferenciados. La selección óptima de proveedores es un proceso fundamental al beneficiar directamente los costos, y en la industria farmacéutica veterinaria principalmente auxilia en la calidad y estandarización de los productos

### Referencias bibliográficas

1. Beamon, B.M. (1998). Supply chain design and analysis: models and methods. *International Journal of Production Economics*, Vol. 55, No.3, 281-294.
2. Chan, F.T.S., Kumar, N., Tiwari, M.K., Laus, H.C.W., and Choy, K.L. (2008). Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach. *International Journal of Production Research*, Vol. 46, No. 14, 3825-3857.
3. Choudhury, A.K., Tiwari, M.K., and Mukhopadhyay, S.K. (2004). Application of an Analytical Network Process to Strategic Planning Problems of a Supply Chain Cell: Case Study of a Pharmaceutical Firm. *Production Planning & Control*, Vol. 15, No. 1, 13-26.
4. Degraeve, Z., Labro, E., and Roodhooft, F. (2000). An Evaluation of Vendor Selection Models from a Total Cost of Ownership Perspective. *European Journal of Operations Research*, Vol. 125, 34-58.
5. Dickson, G.W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, Vol. 1, No. 1, 1-24.
6. Ghodspour, S.H., and O'Brien, C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International Journal of Production Economics*, Vol. 73, 15-27.
7. Handfield, R., Walton, S.V., Sroufe, R., and Melnyk, S.A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operations Research*, Vol. 141, 70-87.
8. Hartley, J.L., and Choi, T.Y. (1996). Supplier development: customer as a catalyst of process change. *Business Horizons*, Vol. 39, No. 4, 37-40.
9. Kraljic, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, Vol. 61, No. 5, 109-117.
10. Monczka, R.M., Trent, R.J., and Callahan, T. (1993). Supply base strategies to maximize supplier performance. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 23, No.4, 42-54.
11. Noorul, H.A., and Kannan, G. (2006). An integrated approach for selecting a vendor using gray relational analysis. *International Journal of Information Technology & Decision Making*. Vol. 5, No. 2, 277-295.
12. Nydick, R.L., and Hill, R.P. (1992). Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Process. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol. 28, No. 2, 31-36.
13. Sevkli, M., Lenny Koh, S.C., Zaim, S., Demirbag, M., and Tatoglu, E. (2007). An application of data envelopment analytic hierarchy process for supplier selection: a case of study of BEKO in Turkey. *International Journal of Production Research*, Vol. 45, No. 9, 1973-2003.
14. Shyr, H.J., and Shih, H.S. (2006). A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 44, 749-761.
15. Yang, C.C., and Chen, B.S. (2006). Supplier selection using combined analytical hierarchy process and grey relational analysis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17, No. 7, 926-941.
16. Youssef, M.A., Zairi, M., and Mohanty, B. (1996). Supplier selection in an advanced manufacturing technology environment: an optimization model. *Benchmarking of Quality Management & Technology*, Vol. 3, No. 4, 60-72.
17. Verma, R., and Pullman, M. E. (1998). An analysis of the supplier selection process. *Omega, International Journal of Management Science*, Vol. 26, 739-750.
18. Zaim, S., Sevkli, M., and Tarim, M. (2003). Fuzzy Analytic Hierarchy Based Approach for Supplier Selection. *Journal of Euromarketing*, Vol. 12. No. 3/4, 147-176.