

Fuzzy Subsets Theory and Data Envelopment Analysis for Prices Estimation in Biotechnological Product Export

Laura Pestana-Hormilla

lauraph@fec.uh.cu

Universidad de La Habana

Lourdes Souto-Anido

lourdes@fec.uh.cu

Universidad de La Habana

ABSTRACT

Biotechnology has been for some years one of the fundamental sectors for Cuban economic development. Its important role is given, among other elements, by the growing nature of its exports of high value-added products. However, this being a highly competitive international sector, many marketing decisions present a high component of uncertainty. At the same time, some mathematical tools have been developed in order to reduce the subjective nature of business decision making and with it, uncertainty. This paper proposes a procedure for the estimation of prices in the export of biotechnological products, based on fuzzy subset theory and data envelopment analysis. The proposal is applied to the biosimilar product Hebevital and it is concluded that the procedure reduces uncertainty in decision-making. In particular because of the use of triangular fuzzy numbers, which greatly support the negotiation process.

KEYWORDS:

Data envelopment analysis, biosimilar, biotechnology, price formation, fuzzy subset theory.

Teoría de Subconjuntos Borrosos y Análisis Envolvente de Datos para la Estimación de Precios en la Exportación de Productos Biotecnológicos

Laura Pestana Hormilla

lauraph@fec.uh.cu

Facultad de Economía, Universidad de La Habana

Lourdes Souto-Anido

lourdes@fec.uh.cu

Facultad de Economía, Universidad de La Habana

RESUMEN

La biotecnología constituye desde hace ya algunos años uno de los sectores fundamentales para el desarrollo económico cubano. Su importante papel está dado entre otros elementos, por el carácter creciente que tienen sus exportaciones de productos de alto valor agregado. Sin embargo, al ser un sector altamente competitivo a nivel internacional, muchas decisiones de marketing presentan un alto componente de incertidumbre. A la par de esto, se han desarrollado algunas herramientas matemáticas con el fin de reducir el carácter subjetivo de la toma de decisiones empresariales y con ello, la incertidumbre. En el presente trabajo se elabora una propuesta de procedimiento para la formación de precios de productos biotecnológicos de exportación, con base en la teoría de subconjuntos borrosos y el análisis envolvente de datos. Finalmente se aplica la propuesta en el producto biosimilar Hebevital y se concluye que el procedimiento reduce la incertidumbre en la toma de decisiones. En especial la utilización de números borrosos triangulares apoya en gran medida el proceso de negociación.

PALABRAS CLAVE:

Análisis envolvente de datos, biosimilar, biotecnología, formación de precios, teoría de subconjuntos borrosos.

INTRODUCCIÓN

Desde su surgimiento y tras un desarrollo fructífero en poco más de dos décadas, el sector de la Biotecnología se ha insertado entre los más importantes de la estrategia económica cubana actual. Tanto que se ha convertido en uno de los principales rubros de exportación de la isla. (Pestana Hormilla, 2015) Entre los objetivos fundamentales de esta actividad económica, destaca la contribución al desarrollo social del país, particularmente en las esferas de la salud y la agricultura. En forma paralela, las actividades biotecnológicas están perfeccionándose para alcanzar la competitividad necesaria y consolidarse como uno de los sectores que más generen ingresos para el país.

El precio constituye uno de los ejes fundamentales sobre los que se asienta la demanda de un producto, además de que influye significativamente en la posición competitiva de las empresas y en su participación en el mercado. (Kotler & Keller, 2012) Es por ello que la presente investigación toma esta variable del marketing como centro de su estudio.

A la par el sector objeto de estudio se ve afectado por grandes niveles de incertidumbre y falta de información, lo que dificulta la fijación de un precio acorde con los objetivos que persiguen las empresas con sus productos, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un procedimiento para la estimación de precios de productos de exportación del sector biotecnológico con base en la teoría de subconjuntos borrosos y el análisis envolvente de datos, herramientas matemáticas que apoyan en la reducción de incertidumbre en la toma de decisiones empresariales.

La lógica borrosa (llamada también lógica difusa por la bibliografía) se presenta entonces como un intento de aplicar la forma de pensar humana —en su lógica y lenguaje— a la creación de sistemas efectivos para procesar la información tanto cualitativa como cuantitativa. (Souto Anido, 2015) Las aplicaciones de la lógica borrosa se encuentran en variadísimos campos, desde farmacología, programación matemática e inteligencia artificial (Zimmermann, 2001), hasta psicología (Smithson & Oden, 1999), investigación de operaciones, análisis de riesgo y presupuestos (Castiblanco Ruíz, 2015) y gestión y dirección de empresas entre otros. En este último campo destacan los estudios realizados por (Kaufmann & Gil Aluja, 1986, 1987, 1990, 1993), (Gil Aluja, 2005) y (Gil Lafuente, 1997).

Por su parte, la metodología del análisis envolvente de datos (AED) ha sido tradicionalmente utilizada para la estimación de la eficiencia relativa de un conjunto de unidades productivas. (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011). Sus aplicaciones pueden ser muy variadas e incluyen organizaciones como: escuelas, universidades (Villareal & Tohmé, 2017), bancos, entidades agrícolas, cortes de justicia, oficinas de empleo, servicios de comida rápida, hospitales (Pérez-Romero, 2016), unidades de reclutamiento de militares, municipalidades, oficinas postales, transporte urbano, equipos de fútbol (Giner Vicente & Muñoz Porcar, 2008), entre otras. Desde el punto de vista empresarial, estudios de prácticas de benchmarking con AED han identificado numerosas fuentes de ineficiencia en algunas de las firmas más rentables, lo que lo ha convertido en una herramienta de suma importancia para la mejora continua de las organizaciones. (Marrero Ancízar, 2014)

La aplicación de estas herramientas de conjunto con una estrategia de formación de precios que tenga en cuenta los elementos del costo, los competidores, la demanda y los objetivos de marketing de la empresa de una manera integral, aseguran la novedad e importancia de la propuesta de procedimiento que a continuación se desarrolla.

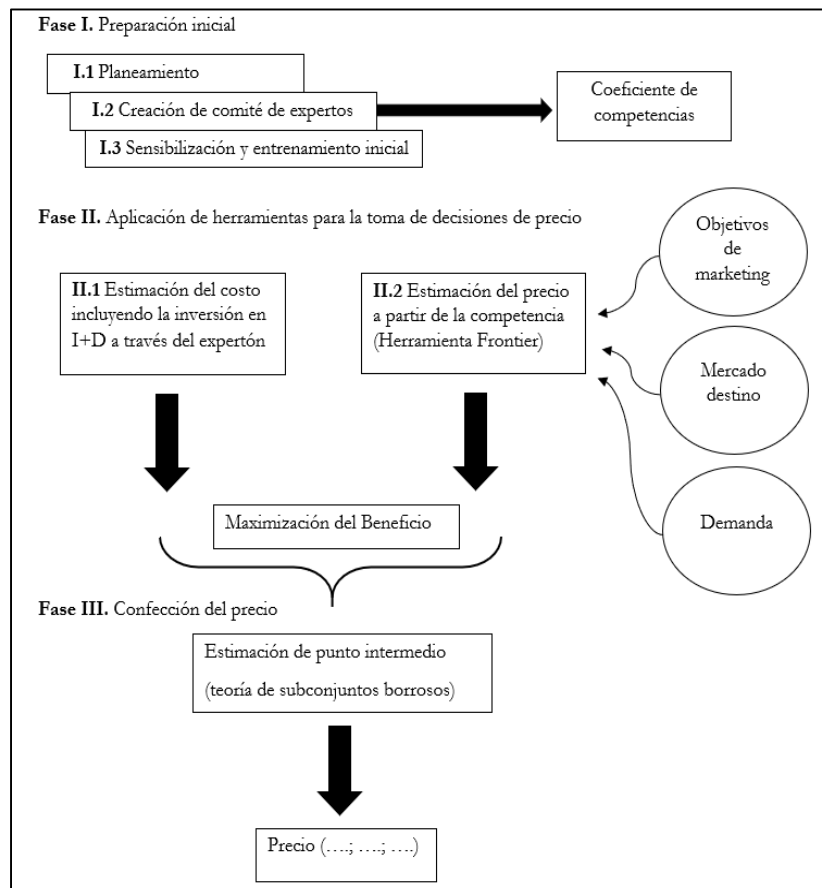
PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE PRECIOS PARA LA EXPORTACIÓN DE BIOSIMILARES

Los biosimilares son fármacos equivalentes, en términos de calidad, seguridad y eficacia, a sus productos de referencia (el biológico original), que se lanzan al mercado una vez expirada la patente de éstos. (Petalanda Mate, 2017). También pueden ser encontrados en la bibliografía como productos *Me Too* o *follow-on biologics*. Comenzaron a aprobarse en Europa en el 2006. Sin embargo, en Estados Unidos se aprobó el primer biosimilar en el 2015, lo cual ha creado gran conmoción en la industria por la cantidad de medicamentos biológicos con fecha de expiración de patente cercana, llegándose a estimar el mercado global para los biosimilares en 20 mil millones de dólares para el 2020. (AMGEN, 2016)

El procedimiento que a continuación se presenta toma como punto de partida la experiencia relevada de los centros biotecnológicos visitados en Cuba y el método por correlación que estos aplican para formar sus precios de exportación. Este se basa principalmente en la información que se pueda obtener de la competencia, lo que hace que dichos procesos posean un alto grado de incertidumbre independientemente de que presenten un sesgo al no tomar en consideración la situación de la empresa.

El procedimiento está conformado por tres fases (ver figura 1): 1) Preparación inicial, 2) Aplicación de herramientas para la toma de decisiones en el proceso de formación de precios para la exportación de biosimilares con énfasis en la teoría de los subconjuntos borrosos y 3) Formación de un precio que maximice el beneficio para la empresa.

Figura 1. Propuesta de procedimiento para la estimación del precio.



FASE I. PREPARACIÓN INICIAL

Los elementos de la fase de preparación inicial se tomaron de la aplicación del modelo desarrollado por Souto Anido (2015). Esta fase persigue garantizar la fluidez y la calidad de las fases posteriores. De esta forma, se logra involucrar al personal de la organización, la planificación de las actividades y la selección del grupo de expertos. Las acciones serán llevadas a cabo en etapas de desarrollo progresivo, tal y como se expone a continuación.

I.1 Planeamiento

El objetivo de esta etapa consiste en la programación detallada de las actividades a desarrollar durante las distintas fases y etapas del procedimiento. En ella se establecen las fechas de cumplimiento, participantes, recursos necesarios y responsables.

I.2 Creación del comité de expertos

Durante esta etapa se designan o conforman dos comités de expertos: el primero -integrado por especialistas del producto por la vía de la producción- será el responsable de la primera etapa de la siguiente fase; y el segundo comité -en el que deben estar presentes al menos un representante de la dirección, un representante del área comercial y un representante del área de precios- será el responsable de la segunda etapa.

Los elementos relacionados con la selección de expertos son tomados de la aplicación del modelo desarrollado por Kaufmann y Gil Aluja (1986) y (1990), así como de Blanco (2007), García Rondón (2010) y Souto Anido (2015). En este paso se realizan dos decisiones vitales para el proceso: qué expertos seleccionar y cuántos. Para esta selección se confecciona un listado inicial de personas que cumplan los requisitos para ser considerados expertos en la materia, previamente consultada su aprobación a participar. Para determinar su nivel de competencia, se propone la utilización del coeficiente de competencia de los expertos (K), también llamado coeficiente de competencia experta.

“El cálculo del coeficiente de competencia experta se efectúa a partir de la opinión mostrada por el experto sobre su nivel de conocimiento acerca del problema de investigación, así como de las fuentes que le permiten argumentar el criterio establecido” (Barroso Osuna & Cabero Almenara, 2013). Este ha sido ampliamente utilizado en estudios con gran variedad de temáticas por autores como (Blasco, 2010), (Zartha Sossa, 2014), (Cuesta Viltres & Isaac Godínez, 2008), (Marrero Ancizar, 2014) y (García Abreu & Fernández García, 2008) entre otros.

I.3 Sensibilización y entrenamiento inicial

Es importante conocer el nivel de conocimiento que tienen estos expertos sobre el tema de la formación de precios y los elementos relacionados a ella, las operaciones con números borrosos y la utilización de la herramienta Frontier, entre otros aspectos. Esto con el fin de elaborar los programas de entrenamiento, conferencias y seminarios. Con esta etapa, se espera ofrecer una capacitación para la familiarización de los participantes con el tema.

Para cumplir con este objetivo, los asesores o facilitadores coordinarán o impartirán ellos mismos seminarios específicos que traten el tema, haciendo énfasis en la importancia y ventajas de introducir un procedimiento de formación de precios que maximice el beneficio para la empresa y que reduzca la incertidumbre en la toma de esta decisión. A través de este entrenamiento se debe trabajar en la sensibilización y compromiso de los expertos para llevar a cabo el proceso.

FASE II. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL PROCESO DE FORMACIÓN DE PRECIOS PARA LA EXPORTACIÓN DE BIOSIMILARES CON ÉNFASIS EN LA TEORÍA DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS

En esta fase se describe cómo en cada uno de los procesos claves de la formación de precios se pasa a añadir elementos de la teoría de los subconjuntos borrosos, en aras de fortalecer la toma de decisiones relacionadas con los mismos.

II. 1 Estimación del precio mínimo

Los costos marcan el límite inferior al precio que la empresa puede cobrar por su producto. Una empresa a la hora de establecer el costo de un producto se basa en sus costos fijos y costos variables.

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Fijo} + \text{Costo Variable}$$

En donde:

$$\text{Costo Variable} = \text{Costo unitario} \times \text{Cantidad de unidades producidas}$$

En el caso de la biotecnología esto no es suficiente para explicar el costo total del proceso, pues las empresas en este sector cargan además con un alto peso en las inversiones realizadas a inicio de un proyecto para la innovación y desarrollo de un producto. Debido a esto, se propone el cálculo del costo total teniendo en cuenta el gasto en I+D de la siguiente forma:

$$CT = CF + CV + \text{Gasto I+D}$$

El cálculo del Gasto en I+D ha sido sujeto de numerosas investigaciones, pues está rodeado de incertidumbre: un proceso de innovación y desarrollo puede tardar 10 años y concluirse en un producto comercializable o no; además, hay productos que se benefician de alguna parte del proceso de I+D de otro producto anterior. Por consiguiente, se utiliza la opinión de los expertos para que determinen el costo total unitario más probable a través de la aplicación del Método Fuzzy Delphi, siguiendo los siguientes pasos de Kaufmann y Gil Aluja (1986) desde García Rondón (2010).

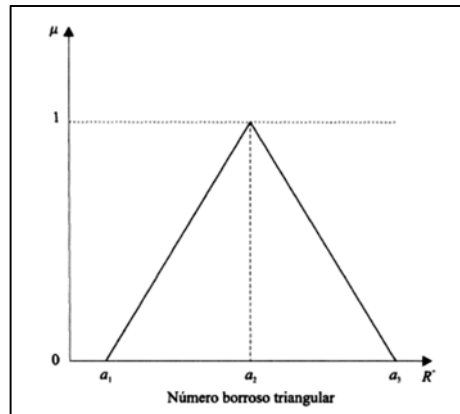
II.1.1 Valuación del costo fijo, costo variable y gasto en I+D por cada experto para el producto seleccionado.

Esta asignación (o valoración de carácter subjetivo) se les solicita a los expertos en forma de números triangulares.

Un número borroso triangular (NBT) es un caso en el que la evolución de la función de pertenencia a partir del máximo de presunción tiene lugar de manera proporcional, lo que equivale a una representación lineal que gráficamente coincide con la figura geométrica del triángulo. (Gil Lafuente, 1997)

Bajo dicha representación (ver Figura 2) a_1 y a_3 designan el valor mínimo y el valor máximo, es decir, con nivel de pertenencia 0, mientras que a_2 designa el valor con mayor nivel de pertenencia, es decir, 1.

Figura 2. Número borroso triangular.



Fuente: Gil Lafuente (1997).

A través de un NBT se consigue acotar y estructurar una determinada magnitud, ya que no solamente permite afirmar que los valores no se hallarán por debajo de (mínimo), ni por encima de (máximo); sino que también existe un máximo de presunción (más probable).

En consecución con el objetivo principal de esta propuesta (establecer un precio que maximice el beneficio), posteriormente se llegará al establecimiento de un precio en términos de NBT, es decir [mínimo, más probable, máximo]. Esto resulta de utilidad en el momento de la negociación, pues el hecho de contar con un único resultado objetivo impone mayor presión al negociador. Es preferible determinar un posible rango de resultados válidos determinado por los siguientes valores (Ortiz Torres, 2005):

- Resultado óptimo: el mejor resultado posible.
- Resultado aceptable: por debajo del resultado óptimo, pero suficientemente bueno para cerrar el acuerdo.
- Resultado mínimo: marca el mínimo aceptable, por debajo del cual no interesa cerrar ningún acuerdo.

Finalmente se obtiene para cada elemento del costo unitario el número borroso triangular:

$$T_1^{(i)} = (A_1^{(i)}, B_1^{(i)}, C_1^{(i)}) \quad i = 1, 2, \dots, n$$

En donde el subíndice corresponde a la ronda de la estimación, el índice superior (i) se refiere al experto i-ésimo y n es el número de expertos.

II.1.2 Hallar los valores medios y la distancia de Hamming

A partir del haz anterior se calcula el número borroso triangular medio:

$$T_1^{(m)} = (A_1^{(m)}, B_1^{(m)}, C_1^{(m)})$$

y para cada experto i, las desviaciones:

$$A_1^{(i)} - A_1^{(m)}, B_1^{(i)} - B_1^{(m)}, C_1^{(i)} - C_1^{(m)}$$

Estas diferencias pueden ser positivas, negativas o nulas y le será informado a cada experto sólo en lo que les concierne de forma particular. Si las observaciones se toman como NBT, puede utilizarse la distancia de Hamming (Kaufmann & Gil Aluja, 1990) en vez de las referidas desviaciones.

$$\delta_1(\underline{T}^{(i)}, \underline{T}^{(m)}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\mu_{\underline{T}^{(i)}}(X_i) - \mu_{\underline{T}^{(m)}}(X_i)|$$

Donde: $\underline{T}^{(i)}$ es el NBT dado por la observación de cada experto sobre cada variable,

$\underline{T}^{(m)}$ es el NBT dado por los valores medios,

$N=3$, por tratarse de un NBT,

$\mu(X_i)$ es la función de pertenencia de cada NBT.

Tomando la fórmula anterior como punto de partida, se haya la distancia entre las observaciones de los expertos y la media de las observaciones de la siguiente forma:

$$\delta_1(\underline{T}_1^{(i)}, \underline{T}_1^{(m)}) = \frac{|A_1^{(i)} - A_1^{(m)}| + |B_1^{(i)} - B_1^{(m)}| + |C_1^{(i)} - C_1^{(m)}|}{3}$$

II.1.3 Segunda ronda de valuaciones

Con la información del paso anterior, cada experto proporciona nuevas estimaciones obteniéndose un nuevo haz de números borrosos triangulares:

$$(A_2^{(i)}, B_2^{(i)}, C_2^{(i)})$$

En este momento, se vuelve al punto 2 y se repite todo el proceso hasta conseguir un umbral dado por un criterio de parada. Se pueden imaginar diversos criterios de parada, por ejemplo: cuando el intervalo en el que convergen las opiniones se reduce en un porcentaje determinado, cuando determinado porcentaje de los expertos decide mantener su criterio, cuando el investigador define de antemano la cantidad de rondas, cuando las media/mediana/rango intercuartil/desviación u otra medida seleccionada no varía significativamente de una ronda a otra. También puede limitarse de antemano el número de vueltas.

El resultado final es una estimación menos imprecisa, más centrada, sin desestimar (ni sobrestimar) la opinión de ningún experto.

II.1.4 Construcción del expertón para cada elemento del costo

“El expertón es una herramienta para añadir opiniones de expertos. El trabajo con los expertones permite realizar la valuación de una variable sin desechar todo el grado de “vaguedad” que caracteriza al pensamiento humano. Con estas valuaciones se podrán realizar operaciones matemáticas (suma, mínimo, máximo y otras) con todo el rigor matemático y sin perder la riqueza de esta información.” (Souto Anido, 2015)

Se construye el expertón con el apoyo de las operaciones matemáticas con números borrosos, las cuales para el caso presente quedarían de la siguiente forma:

Dados los NBT siguientes: CFunitario medio = $[a_1, a_2, a_3]$;

CVunitario medio = $[b_1, b_2, b_3]$;

Gasto I+Dunitario medio = $[c_1, c_2, c_3]$

Se tiene el expertón $E = [a_1 + b_1 + c_1, a_2 + b_2 + c_2, a_3 + b_3 + c_3] = [e_1, e_2, e_3]$

Se decide utilizar la media de los costos como medidor de tendencia central pues en el caso específico de esta investigación las respuestas de los expertos no tuvieron una desviación típica significativa. En el caso de que hubiera una mayor variedad de respuestas o un número mayor de expertos, se puede considerar tomar la mediana como indicador de tendencia central.

Una vez que se tienen todos estos elementos queda conformado el mínimo de precios en forma de número borroso triangular, el cual constituye el punto de resistencia para la negociación.

II. 2 Estimación del precio máximo

Para la segunda etapa dentro de la FASE II, se establecerá un límite superior al precio que la empresa puede cobrar por su producto. Para ello, hay que tener en cuenta el tipo de productos que estamos tratando (producto biológico, biosimilar o biogénico) y en dependencia de ello se identifica el objetivo de marketing a perseguir con el precio (de penetración del mercado, competitivo, de liquidación del producto, etc.)

Además de los objetivos de marketing, se deben tener en cuenta las características del mercado al que se desea ir y la demanda que este significa para la empresa, siendo esta entendida como la cantidad de clientes que están dispuestos a comprar el producto al precio que la empresa lo oferta.

En lo relativo a los expertos, en esta etapa los actores protagónicos serán el segundo grupo de expertos definido anteriormente por los comerciales y especialistas en precio.

II.2.1 Conformación de una tabla resumen sobre competidores

En este punto se identifican los productos de la competencia que sean similares a aquel cuyo precio esté siendo objeto de análisis. Se presenta la información en forma de tabla con las empresas, los productos y los precios de referencia con el objetivo de realizar el análisis de correlación.

Para ello es fundamental que los expertos tengan en cuenta los objetivos de marketing del negocio y el mercado destino, ya que, en el caso de Cuba, en variadas ocasiones estos son mercados de bajo poder adquisitivo en donde se pacta un convenio con el gobierno de dicho país. Por ende, la estrategia de precios no debe ser una estrategia competitiva. Pudiera entonces hablarse de una estrategia de coste más margen siempre y cuando no se degrade la imagen del producto con respecto a otros mercados.

En este punto debe quedar claro que, si bien la tabla resumen con la información de los precios de la competencia es un punto clave de apoyo para la toma de decisiones, esta no brinda mayor detalle sobre el posicionamiento de unas empresas con respecto a otras, ni de un producto con respecto a otro. Para profundizar en este aspecto y brindarle a los expertos

la posibilidad de valorar con mayor objetividad el posicionamiento de la empresa/producto objeto de estudio con respecto a sus competidores, se propone a continuación utilizar el análisis envolvente de datos.

“El AED engloba el uso de técnicas de programación matemática para seleccionar, de una muestra, aquellas unidades productivas que son eficientes, y a partir de ellas construir una envolvente de las observaciones. También se obtiene una medida de eficiencia para cada unidad, comparándola con dicha envolvente, lo cual posibilita analizar el caso más general de múltiples factores y productos, dado que, partiendo de los insumos y productos, el AED provee un ordenamiento de las unidades a evaluar, dándoles una puntuación de eficiencia relativa.” (Marrero Ancizar, 2014)

II.2.2 Comparación de los datos con la utilización del software Frontier Analyst.

Para reducir la incertidumbre ante el posicionamiento de la empresa objeto de estudio respecto a sus competidores se utiliza el software Frontier Analyst®, desarrollado por Banxia Software Ltd., el cual utiliza el análisis envolvente de datos para establecer relaciones entre variables de Input y Output.

Con el apoyo de los expertos se definió como variable Output las ventas o ingresos de la empresa. Y como variables Input, aquellas que se consideran un recurso para que la empresa obtenga como Output las ventas, en este caso dada la información obtenida en línea y por inteligencia comercial de la empresa:

- la calidad del producto (medida por el gasto en I+D y por la fase del ensayo clínico en que se encuentra el producto¹),
- el precio del producto (en caso de que existan varias presentaciones del producto se elige el precio de aquella q sea más parecida a la presentación del producto objeto de estudio).

La selección de las variables puede ser modificada por los expertos en función del acceso a la información o conocimientos que tengan de las empresas. Otra variable a utilizar podría ser el acceso a mercado, como por ejemplo la cantidad de países en los que cada producto está registrado y se comercializa. De igual forma, se podrían emplear las ventas del producto en análisis y no las ventas totales de la empresa.

El resultado de este sencillo software es una comparación entre las empresas “o unidades” para saber cuál es más eficiente en la utilización de los recursos que poseen.

FASE III. CONFECCIÓN DEL PRECIO

III.1 Valuación del precio máximo, mínimo y más probable (NBT)

Se le presenta a los expertos del segundo grupo, la información resultada del Frontier sobre el posicionamiento de la empresa con respecto a sus competidores y el NBT resultado del primer grupo de expertos sobre el costo unitario del producto ($E = [e_1, e_2, e_3]$). Con lo cual se les solicita que valoren un precio final para el producto en forma de NBT.

¹ Para que un producto sea considerado comercializable debe en principio haber culminado la Fase 3 de ensayos clínicos, aunque algunas autoridades regulatorias pueden hacer una salvedad cuando el producto se considera que tuvo una Fase 2 muy exitosa o con muchos pacientes.

III.2 Se hallan los valores medios y la distancia de Hamming

En esta etapa se procede de igual manera que con el precio mínimo en la etapa II.1.2.

III.3 Segunda ronda de valuaciones

En esta etapa se procede de igual manera que con el precio mínimo en la etapa II.1.3, lo cual da pie a la conformación del precio final.

III.4 Presentación del precio final en forma de NBT para la aprobación de la gerencia y posterior negociación

El comercial lleva la propuesta de precios junto con la hoja de términos de la negociación al comité de contratación, donde se discute y se aprueba en caso de no tener alguna variación. Se recuerda que al ser el precio propuesto un NBT, este ya constituye de por sí una ventaja para llevar a la negociación un mínimo y un máximo más allá de los cuales no debe pasarse el precio final fijado; además de un valor más probable, el cual puede ser tomado como el valor más deseado como resultado de la negociación.

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN UNA ENTIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA CUBANA

A partir de lo explicado anteriormente, en el presente epígrafe se aplica el procedimiento de formación de precios para la exportación de productos biosimilares con base en la teoría de subconjuntos borrosos y el AED, utilizando como ejemplo práctico el caso del producto biosimilar Hebevital, del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB).

FASE I.

I.1 Planeamiento.

En esta etapa se llevó a cabo un proceso de programación de las actividades del procedimiento, teniendo en cuenta la cantidad de especialistas a entrevistar, las fechas y el horario en se podían realizar, en correspondencia con el calendario de los trabajadores de la empresa. También se hizo necesario la coordinación con los jefes de departamento de cada área involucrada en el proceso de investigación.

I.2 Creación del comité de expertos.

La selección del grupo de expertos que participará en el proceso constituye un paso fundamental. García Rondón (2010) aclara que la cantidad de expertos a seleccionar es irrelevante, ya que lo importante no es la cantidad sino la calidad.

Los criterios incluyentes que se establecieron para conformar el Comité de Expertos fueron:

- ✓ Contar con experiencia en el área de Producción, Comercial y/o de Precios.
- ✓ Llevar más de 5 años trabajando en la empresa.
- ✓ Los niveles obtenidos en el Coeficiente de competencia deben ser por encima de 0.6.

Para la elaboración de esta investigación se hizo necesario la conformación de dos grupos de expertos por separado. Uno que respondiera a conocimientos en el área de Producción y el otro a conocimientos en el área Comercial y de Precios. Para el primer grupo se le pidió la colaboración al jefe de departamento del área de Producción, el cual asignó la tarea a dos de sus especialistas y, además, contamos con la ayuda del Subdirector de Aseguramiento Productivo, debido a que el contenido de las preguntas a responder en este caso se refería a costos del producto.

El segundo grupo de experto corresponde al área Comercial y de Precios. Estos serán los encargados de dar su opinión con respecto al proceso de formación de precios con objetivos a exportar. De esta manera se completaron los comités con un total de tres expertos en el primer grupo y de cuatro en el segundo, los cuales quedaron de la siguiente forma.

Tabla 1. Comités de expertos.

| Cargos del primer comité | Cargos del segundo comité |
|---|---|
| Responsable del Producto Hebevital | Especialista Comercial |
| Subdirector de Aseguramiento Productivo | Especialista Comercial |
| Especialista de Producción | Especialista de Precios |
| | Jefe del departamento de Inteligencia Comercial |

Los resultados del cálculo del coeficiente de competencia se exponen a continuación.

Tabla 2. Análisis del coeficiente de Conocimiento, Argumentación y Competencia para el grupo de expertos 1.

| Experto | Grado de conocimiento del tema (n) | Kc (n/10) | Ka | K | Resultado |
|---------|------------------------------------|-----------|-----|------|-----------|
| 1 | 8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | Alto |
| 2 | 8 | 0.8 | 0.9 | 0.85 | Alto |
| 3 | 7 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | Alto |

En el caso del primer grupo de expertos evaluados, se puede corroborar que el 100%, posee un alto nivel de competencia.

Tabla 3. Análisis del coeficiente de Conocimiento, Argumentación y Competencia para el grupo de expertos 2.

| Experto | Grado de conocimiento del tema (n) | Kc (n/10) | Ka | K | Resultado |
|---------|------------------------------------|-----------|-----|------|-----------|
| 1 | 8 | 0.8 | 0.9 | 0.85 | Alto |
| 2 | 8 | 0.8 | 1 | 0.9 | Alto |
| 3 | 7 | 0.7 | 0.8 | 0.75 | Medio |
| 4 | 7 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | Alto |

En el segundo grupo el 75% posee un nivel alto y el 25% un nivel medio.

A partir de estos resultados se puede concluir que los equipos seleccionados poseen una alta preparación para la investigación que se está realizando. Las opiniones ofrecidas por ellos serán concretadas en un Expertón, a través del método Fuzzy Delphi, tal y como se desarrolla a continuación.

FASE II.

II.1 Estimación del precio mínimo.

Una vez seleccionados los equipos de expertos que participaron en esta investigación, para la etapa de estimación del precio mínimo se llevó a cabo la recolección de opiniones de los expertos del primer grupo. Se les aplicó un pequeño cuestionario en el que se les pide estimar, de acuerdo a su experiencia, un valor mínimo, un máximo y un más probable, de los costos fijos, costos variables y del gasto en I+D del producto Hebevital, especificando un formato de presentación, de una dosis de 300mcg/ml, que constituye el más comercializado por la empresa. Antes de mostrar los resultados del cuestionario es importante aclarar:

- o Que en la empresa los gastos de I+D no se veían reflejados en las fichas de costos hasta hace menos de un año. A partir de ese entonces comenzaron a tomarse como una depreciación de activo intangible y a calcularse a partir de los gastos de salarios de los investigadores del proceso, la cantidad de años de duración del mismo y la cantidad de horas empleadas en su elaboración.
- o Los costos considerados por el CIGB como fijos y variables se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Costos Fijos y Variables

| Costos Fijos | Costos Variables |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Electricidad | Materia Prima |
| Agua | Control de la Calidad |
| Depreciación de Activo Fijo | Servicios Productivos Recibidos |
| Gastos en Mantenimiento | |
| Fuerza de Trabajo | |
| Gastos de Administración | |
| Gastos de Producción | |

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar dichas aclaraciones, se pasa a revisar los resultados del cuestionario aplicado a los expertos, los que se exponen en la tabla posterior.

Tabla 5. Resultados del cuestionario aplicado a los expertos.

| | Experto 1 | | | Experto 2 | | | Experto 3 | | |
|------------------|-----------|--------------|---------|-----------|--------------|--------|-----------|--------------|---------|
| | Mínimo | Más Probable | Máximo | Mínimo | Más Probable | Máximo | Mínimo | Más Probable | Máximo |
| Costos Fijos | \$4.72 | \$5.85 | \$7.73 | \$4.00 | \$5.85 | \$6.50 | \$5.25 | \$5.85 | \$9.00 |
| Costos Variables | \$2.95 | \$3.08 | \$3.31 | \$2.95 | \$3.08 | \$3.20 | \$3.00 | \$3.08 | \$3.50 |
| I+D | \$0.05 | \$0.10 | \$0.20 | \$0.05 | \$0.10 | \$0.15 | \$0.05 | \$0.10 | \$0.25 |
| TOTAL | \$7.72 | \$9.03 | \$11.24 | \$7.00 | \$9.03 | \$9.85 | \$8.30 | \$9.03 | \$12.75 |

Con los resultados obtenidos se puede observar como cada una de las opiniones de los expertos no varía mucho con respecto al resto y en el caso de los valores más probables coinciden en los tres casos, por lo que se supone que constituyen los valores actuales que posee el producto.

II.1.2 Hallar los valores medios y la distancia de Hamming.

A partir de los resultados anteriores, se procede a calcular los números borrosos triangulares medios, cuyo cálculo fue explicado en el epígrafe anterior, así como las distancias de Hamming de cada uno de los criterios de los especialistas. En la tabla 6 se muestran los valores medios de la primera ronda de encuestas.

Tabla 6. Costos fijos, variables y Gastos de I+D, en números borrosos triangulares medios.

| | Mínimo | Más Probable | Máximo |
|------------------|---------------|---------------------|---------------|
| Costos Fijos | 4.66 | 5.85 | 7.74 |
| Costos Variables | 2.97 | 3.08 | 3.34 |
| I+D | 0.05 | 0.1 | 0.2 |

Estos valores representan la evaluación media que le dieron los expertos a los costos solicitados. Los mismos, se utilizan para hallar las distancias de Hamming, las cuales se muestran a continuación.

Tabla 7. Distancias de Hamming.

| | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Costos Fijos | 0.02 | 0.63 | 0.62 |
| Costos Variables | 0.02 | 0.05 | 0.06 |
| I+D | 0.00 | 0.02 | 0.02 |
| TOTAL | 0.03 | 0.70 | 0.70 |

Estas distancias fueron calculadas con el objetivo de conocer cuán alejado se encuentra cada experto de la media. La suma de las distancias describe con mayor exactitud cuáles fueron los especialistas que más se alejaron de la media de las evaluaciones en la primera ronda. Aunque, ninguno de los tres expertos que participaron en el cuestionario se alejó en gran medida de la media, ya que todos los valores quedaron por debajo de la unidad, los resultados más distantes fueron los de los expertos 2 y 3, con valor de 0.70.

Este coeficiente ayuda a mejorar las valoraciones para una segunda vuelta, pues se crea un criterio más unificado y certero. Tanto los valores de las medias como el de las distancias fueron utilizados en la segunda ronda de evaluación, donde los expertos, analizando estas cifras, fueron capaces de corregir su anterior respuesta según su criterio y conocimiento.

II.1.3 Segunda ronda de valuaciones.

La segunda ronda de evaluación se aplicó siguiendo los mismos criterios de la primera, y quedó registrada la opinión definitiva de los expertos, los cuales, luego de verificar sus respuestas con las medias ya calculadas, coincidieron en que sus estimaciones serían las mismas que habían ofrecido inicialmente, lo cual es lógico debido a la escasa diferencia entre los criterios de los especialistas y el bajo valor de sus respectivas distancias.

II.1.4 Construcción del expertón para cada elemento del costo.

Con la utilización de las operaciones matemáticas con NBT, se construye el expertón quedando de la siguiente manera:

Tabla 8. Cálculo del Expertón.

| | Mínimo | Más Probable | Máximo |
|------------------|---------------|---------------------|----------------|
| Costos Fijos | 4.66 | 5.85 | 7.74 |
| Costos Variables | 2.97 | 3.08 | 3.34 |
| I+D | 0.05 | 0.1 | 0.2 |
| TOTAL | \$7.86 | \$9.03 | \$11.28 |

Fuente: Elaboración propia.

Para su cálculo se partió de que los expertos, en la segunda ronda de evaluaciones mantuvieron los valores, por lo que se toman los valores medios de la primera ronda, obteniéndose el NBT: [7,68; 9,03; 11,28].

Este NBT se considera el punto de resistencia a la hora de la negociación, pues es el punto más allá del cual la empresa no obtendría ganancia alguna.

II. 2 Estimación del precio máximo

Objetivo de marketing:

Antes de comenzar esta fase es importante tener en cuenta el tipo de producto al que se le aplica el procedimiento y poder definir así el objetivo de marketing que se persigue con la estrategia de fijación de precio. En este caso nos ocupa un biosimilar que ha estado en el mercado por varios años, con relativamente pocos registros y una fase 3 no desarrollada por completo. Además, existen en el mercado varias compañías que lo ofrecen y otras que incluso ya están a punto de vender la versión mejorada del producto: el Filgrastim Pegilado. Por todo lo anterior se considera que la estrategia a seguir en este caso es una de precios competitivos. Teniendo en cuenta los costos relativamente bajos que se obtuvieron como resultado de la fase anterior, se estima que la empresa debe buscar posicionarse por debajo de los competidores del mercado en cuanto a precios.

Demanda:

Ahora bien, para hacer frente a esta posición, se debe además estar dispuesto a vender en grandes cantidades, por lo que la empresa debe calcular lo más certeramente posible la demanda que estiman pueden llegar a cumplir, de darse las condiciones favorables para entrar en el mercado.

Para ello Heber-Biotec S.A., empresa comercializadora del CIGB, tiene en cuenta primero la cantidad de personas afectadas con la enfermedad y las tasas de crecimiento de la misma en el mercado específico al que se desea llegar. De no poseer este dato, se puede multiplicar la población del país por el porcentaje de incidencia que son los nuevos casos por año que se reportan de la enfermedad a la que está dirigida la nueva droga (García Delgado, 2014). Esta cantidad de pacientes potenciales se afecta por los porcentajes de las cuotas de mercado de las compañías que venden tratamientos para la enfermedad en cuestión. Finalmente, a la cantidad restante se le multiplica el porcentaje de penetración del mercado que la empresa estima que puede alcanzar.

Según García Delgado (2014), la bibliografía consultada en su estudio dicta que si se trata de un nuevo producto dirigido a un mercado donde los nuevos pacientes crecen alrededor del 10% anual o más y no existe una terapia alternativa, la penetración inicial puede estimarse hasta en un 50% de los nuevos pacientes. Pero en este caso, ella discrepa de lo planteado pues estima que la introducción de un nuevo producto depende en gran medida de las regulaciones del país y de que por ejemplo los ministerios de salud dispongan de presupuesto para adquirirlo e incorporarlo al cuadro básico de medicamentos cubiertos por el seguro.

En el caso de los productos biosimilares García Delgado (2014) coincide con Kolchinsky (2004). 5% de penetración para comenzar puede ser conservador u optimista, en dependencia del escenario. En los mercados donde la competencia está compuesta por los productos de marca, un 1% de penetración inicial puede ser muy ambicioso.

Mercado destino:

Para la presente aplicación no se seleccionó un mercado destino en específico, sino que se tuvo en cuenta el mercado del Filgrastim en su expresión más amplia en aras de demostrar las capacidades del procedimiento.

II.2.1 Conformación de una tabla resumen sobre competidores.

Con la ayuda de los expertos y la intensa investigación secundaria a través de Internet, se conformó una tabla (figura 3) con los principales productores de Filgrastim en el mercado internacional.

Figura 3. Información de los competidores.

| | Unit Name | Active | Precios | I+D | Clínica | Ingresos |
|---|-----------|-------------------------------------|---------|----------|---------|-----------|
| ▶ | Amgen | <input checked="" type="checkbox"/> | 340,00 | 3.917,00 | 100,00 | 20.944,00 |
| | Novartis | <input checked="" type="checkbox"/> | 282,00 | 8.465,00 | 100,00 | 42.467,00 |
| | Pfizer | <input checked="" type="checkbox"/> | 59,00 | 7.678,00 | 100,00 | 43.112,00 |
| | Teva | <input checked="" type="checkbox"/> | 257,00 | 1.525,00 | 100,00 | 16.982,00 |
| | CIGB | <input checked="" type="checkbox"/> | 42,00 | 12,00 | 66,00 | 68,00 |

Fuente: Salida del Frontier con datos de Looney (2016).

Las variables empleadas en la tabla son:

- El precio del producto objeto de estudio². Esta variable fue clasificada como una variable Input controlada, lo que quiere decir que la empresa es capaz de incidir en la variación de la misma.
- Los niveles de I+D, en que han incurrido las empresas para el desarrollo de sus productos y nuevos proyectos en 2015 (Looney, 2016). Con esta variable se pretende tener una aproximación a los niveles de calidad del producto. Esta variable se clasifica como Input controlada.³

² Fundamentalmente obtenido de www.goodrx.com y www.drugs.com

³ En el caso del CIGB este valor se obtuvo de la estimación de un experto de la empresa.

- La clínica de los productos es otra variable que se emplea para estimar los niveles de calidad. Es clasificada como 'Input controlada' y con ella se establece en qué porcentaje las empresas han completado las fases de sus ensayos clínicos.
- Por último, los ingresos, variable clasificada como Output y determinada por las ventas anuales de las empresas en el 2015 (Looney, 2016).

Como se mencionó anteriormente, los expertos encargados de llevar a cabo este procedimiento pueden valorar en cada caso la modificación de las variables según el nivel de información que posean. Por ello, se les exhorta a recopilar más información de inteligencia comercial sobre las empresas que constituyen los competidores directos en el mercado destino de exportación.

II.2.2 Comparación de los datos con la utilización del software Frontier Analyst.

Partiendo de los datos introducidos en el software, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 4. Puntuaciones de Eficiencia.

| Name | Score |
|----------|--------|
| Teva | 100,00 |
| Pfizer | 100,00 |
| Novartis | 98,50 |
| Amgen | 77,17 |
| CIGB | 50,89 |

Fuente: Salida del Frontier.

Para poder analizar este primer resultado se debe tener en cuenta la definición de eficiencia técnica de Koopmans (1951), el cual afirma que una combinación factible de inputs (insumos) y outputs (productos) es técnicamente eficiente, si es tecnológicamente imposible aumentar algún output o reducir algún input sin reducir simultáneamente al menos otro output o aumentar al menos otro input. (Marrero Ancizar, 2014).

De acuerdo con el modelo DEA CCR Input orientado, sólo dos de las 5 empresas, resultan técnicamente eficientes: Teva y Pfizer. El resto de las entidades son clasificadas como técnicamente ineficientes, al obtener una puntuación de eficiencia inferior a la unidad (o 100%): Novartis (98.50%), Amgen (77.17%) y CIGB (50.89%). Estos resultados indican que, por ejemplo, Novartis es técnicamente ineficiente pues podría seguir obteniendo la misma cantidad de Output (Ingresos) empleando para ello el 98.5% de los Inputs actuales (Precios, I+D, Clínica). La misma lógica se extiende a Amgen y el CIGB.

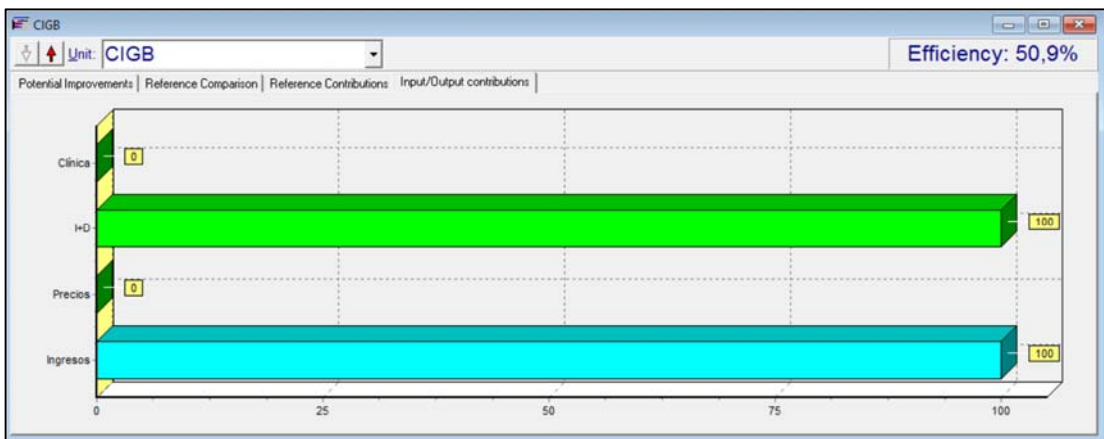
En este sentido, el software es capaz de dar 'mejoras potenciales' y 'objetivos' para cada variable. Por ejemplo, en el caso de Novartis, el análisis indica que la empresa podría reducir el precio del producto en un 79,4%, o lo que es lo mismo, llegar a un objetivo de precio de \$58, y seguir obteniendo el mismo Output de ingresos. No obstante, los autores no aconsejan la utilización de este tipo de análisis pues la toma de decisiones en la empresa es mucho más compleja que este y una reducción en el precio o variación en cualquier otra variable puede traer consigo disímiles efectos.

A continuación se presentan otros resultados que se consideran relevantes para el objetivo perseguido en esta etapa: apoyar la toma de decisiones de un tope de precios para la exportación con base en el posicionamiento objetivo de la empresa respecto a sus competidores.

Contribuciones Input/Output

La salida siguiente permite responder, para una determinada unidad, a la siguiente pregunta: “¿qué variables Input/Output han sido utilizadas para obtener la puntuación de eficiencia y cuáles han sido ignoradas?, de manera que esto puede ayudar a validar la puntuación obtenida.” (Coll Serrano & Blasco Blasco, 2006). En el caso del CIGB, se muestra cómo la variable Input que fue utilizada en su totalidad para obtener y validar la puntuación de eficiencia es el gasto de I+D y como variable Output los Ingresos, quedando el resto ignoradas en esta evaluación.

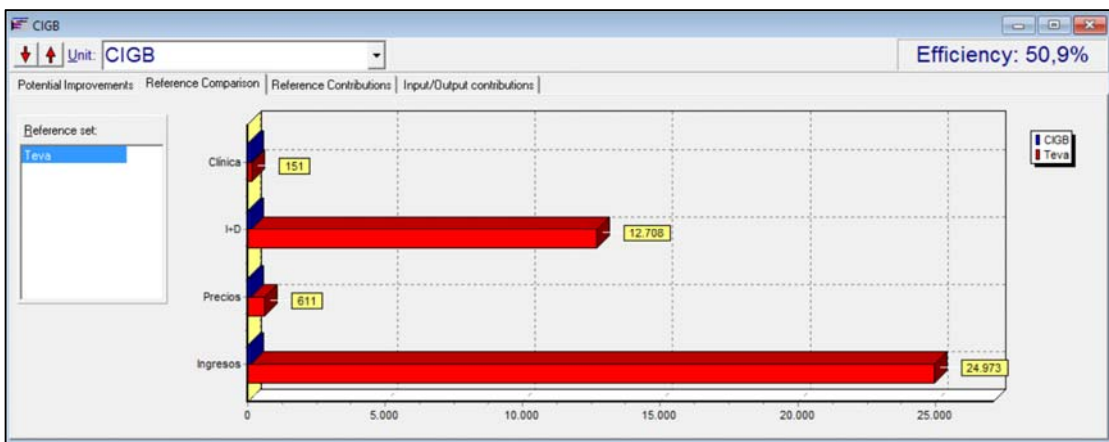
Figura 5. Contribuciones Input/Output.



Fuente: Salida del Frontier.

Comparación con el conjunto de referencia

Figura 6. Comparación del CIGB con respecto a Teva.



Fuente: Salida del Frontier.

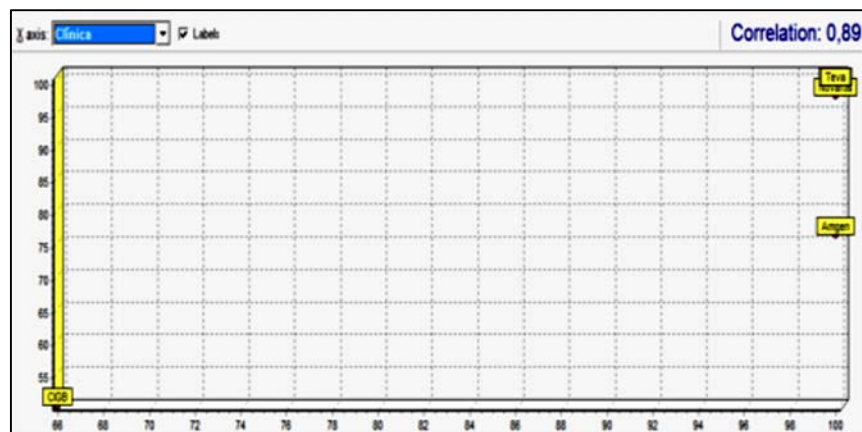
Teniendo en cuenta los resultados de la salida anterior, en este caso sólo se analizan las interpretaciones entre las variables I+D e Ingresos. La empresa TevaPharma con 127 veces

el gasto de I+D del CIGB, obtiene un nivel de ingresos que sobrepasa el de la entidad de estudio en 249 veces.

Gráfica X Eficiencia

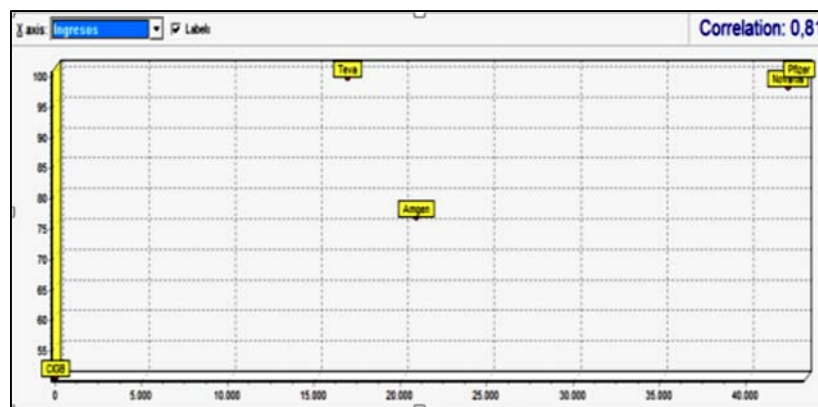
En la gráfica X Eficiencia se muestra una nube de puntos (diagrama de dispersión) obtenida al representar las puntuaciones de eficiencia de las Unidades (eje Y) y los valores observados de una variable Input/Output (eje X). En todas las variables el CIGB obtiene peores resultados que las demás empresas, siendo las variables 'Clínica' e 'Ingresos' las que mayor correlación presentan con la eficiencia, con 0.89 y 0.81 respectivamente (ver Figuras 7 y 8). Además, todas las variables presentan un índice de correlación > 0 , por lo que la relación es directa y con una mejora en alguna de las variables se espera una mejora en la eficiencia de la empresa. Una mejora en las variables para mejorar la eficiencia implicaría una reducción en las variables manteniendo el mismo Output, o un incremento de las variables con un incremento del Output.

Figura 7. Correlación entre la variable 'Clínica' y la Eficiencia.



Fuente: Salida del Frontier.

Figura 8. Correlación entre la variable 'Ingresos' y la Eficiencia.



Fuente: Salida del Frontier.

Esta fase del procedimiento se hizo con el objetivo de estimar un precio máximo de la oferta inicial. Los resultados arrojados por el software Frontier Analyst permiten reforzar el manual de argumentos de cara a la negociación, nutriendo de esta forma el proceso.

FASE III.

III.1 Valuación del precio máximo, mínimo y más probable (NBT).

Se le solicitó al segundo comité de expertos que brindara su valoración sobre el precio final de exportación para el Hebevital en forma de NBT y teniendo en cuenta la siguiente información:

- Costo Total unitario = [7,68; 9,03; 11,28].
- Figura 3. Información de los competidores.
- Figura 4. Puntuaciones de Eficiencia.
- Gráficas de correlaciones entre las variables y la eficiencia.

Los resultados del criterio de los expertos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9. Precios según criterio de expertos.

| | Mínimo | Más Probable | Máximo |
|-----------|--------|--------------|--------|
| Experto 1 | 12 | 45 | 55 |
| Experto 2 | 14 | 46 | 57 |
| Experto 3 | 20 | 45 | 60 |
| Experto 4 | 15 | 43 | 50 |

Fuente: Elaboración propia.

III.2 Valores medios y distancias de Hamming.

Según los valores establecidos por los expertos se pasó a calcular los valores medios y distancias de Hamming para esta ronda. En cuanto a los valores medios el precio mínimo que se obtuvo fue de 15,25 dólares, el más probable de 44,75 dólares y el máximo de 55,50 dólares.

Por otro lado, la distancias de Hamming calculadas para los expertos del comité fueron de 1.17, 0.5, 3.17 y 2.5 para los expertos 1, 2, 3 y 4 respectivamente, siendo el tercer experto el que más se aleja de la media y el segundo experto el que más se acerca.

III.3 Segunda ronda de evaluaciones

Una vez expuestos los resultados a los especialistas, estos deciden no cambiar sus respuestas, y por lo tanto se pasa a la siguiente etapa de presentar al comité de contratación la propuesta final junto con la hoja de términos de la contratación.

III.4 Presentación del precio final en forma de NBT para la aprobación de la gerencia y posterior negociación.

Producto del procedimiento aplicado, se propone como precio para llevar al proceso de negociación el siguiente intervalo de precios (en NBT):

$$\text{Precio} = [15,25; 44,75; 55,50].$$

Una vez finalizada la aplicación se puede comprobar que el procedimiento para la estimación de precio para la exportación que se propone es factible para las organizaciones que se dedican a dicha actividad. La utilización del mismo no sólo facilita la estimación del precio, sino que además permite fijar los puntos de referencia para enfrentar un proceso de negociación a la par que proporciona información de mercado para argumentar la posición de la empresa a la hora de negociar.

La propuesta de procedimiento tiene su base en un herramental matemático que permite atenuar la subjetividad presente en la toma de decisiones al agregar las opiniones de los expertos, pero que a su vez no le resta flexibilidad al proceso y no niega los métodos de estimación de precios clásicos. La combinación de técnicas de la teoría de los subconjuntos borrosos, así como la utilización del análisis envolvente de datos enriquece el proceso de estimación de precios.

CONCLUSIONES

El procedimiento para la estimación de precios para la exportación de productos biotecnológicos con base en herramientas matemáticas -como son la teoría de subconjuntos borrosos y el análisis envolvente de datos- consta de 3 fases fundamentales que van desde la preparación hasta la conformación de un precio final en forma de número borroso triangular, pasando por la implementación de las herramientas matemáticas, que integra los elementos costos, demanda y competencia, a la vez que se pone en función de los objetivos de marketing de la empresa.

El procedimiento propuesto ayuda a fortalecer la toma de decisiones para la formación de precios de exportación de productos biosimilares a partir de herramientas científicamente argumentadas. A través de la utilización de un sistema con base en la teoría de los subconjuntos borrosos y análisis envolvente de datos se puede disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones, tributando así a un mejoramiento del desempeño en el área comercial de la empresa.

Con la aplicación de la propuesta de procedimiento para el producto biosimilar Hebevital del CIGB, se corrobora que su realización es viable en las empresas que realizan este tipo de actividad, ya que facilita la estimación del precio, provee puntos de referencias para fijarlo y proporciona una mayor información de mercado en cuanto al posicionamiento de la empresa a la hora de negociar.

REFERENCIAS

- AMGEN. (2016). *2016 Trends in Biosimilars Report*. Thousand Oaks, CA: Amgen Inc. Obtenido de http://www.amgenbiotech.com/resources/2016_Amgen_Trends_in_Biosimilars_Report_USA-BIO-122466.pdf
- Barroso Osuna, J. M., & Cabero Almenara, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65(2), 25-38. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11441/24562>
- Blanco, B. (2007). Procedimientos para la Evaluación de los Riesgos Empresariales de Operación con métodos de las matemáticas borrosas. Tesis doctoral, Universidad de la Habana, Cuba.
- Blasco, J. e. (2010). Validación mediante el método Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al windsurf. *Ágora para la educación física y le deporte*, 12(1), 75-96. Obtenido de http://www5.uva.es/agora/revista/12_1/agora_12_1d_blasco_et_al.pdf
- Castiblanco Ruíz, F. (2015). *Teoría de los subconjuntos borrosos en el proceso presupuestario de las organizaciones* (1 ed.). Bogotá: Universidad La Gran Colombia. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Fabian_Castiblanco-Ruiz/publication/317693808_Teoria_de_los_subconjuntos_borrosos_en_el_proceso_presupuestario_de_las_organizaciones/links/59496f01aca272a30c6cb439/Teoria-de-los-subconjuntos-borrosos-en-el-proceso-pres
- Coll Serrano, V., & Blasco Blasco, O. (2006). *Frontier Analyst. Una herramienta para medir la eficiencia*. Málaga: Eumed.net. Universidad de Málaga.
- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. En W. Cooper, L. Seiford, & J. Zhu, *Handbook on Data Envelopment Analysis* (págs. 1-39). doi:10.1007/978-1-4419-6151-8_1
- Cuesta Viltres, M., & Isaac Godínez, C. (2008). Metodología para la mejora de los procesos del sistema de gestión de la calidad de la gerencia de proyectos de ETECSA. *Ingeniería Industrial*, XXIX(3), 1-7. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3604/360433567008.pdf>
- García Abreu, L., & Fernández García, S. (2008). Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupo de expertos. *Ingeniería Energética*, XXIX(2). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127758006>
- García Delgado, D. (2014). Metodología para la preparación de la negociación de productos biotecnológicos con intangibles asociados. Tesis doctoral, Universidad de La Habana, Cuba.
- García Rondón, I. (2010). Procedimiento para la selección de los mercados internacionales de los servicios de gestión medioambiental cubanos. Tesis doctoral, Universidad de La Habana, Cuba.

- Gil Aluja, J. (2005). *La matemática borrosa en economía y gestión de empresas*. Obtenido de Web del Centro de Comunicaciones y Tecnologías de la Comunicación de la Universidad de la Laguna: <http://webpages.ull.es/users/imarrero/sctm05/modulo1tf/1/jgil.pdf>
- Gil Lafuente, J. (1997). *Marketing para el nuevo milenio. Nuevas técnicas para la gestión comercial en la incertidumbre*. Madrid: Ediciones Pirámide S.A.
- Giner Vicente, C., & Muñoz Porcar, A. (2008). ¿Son los clubes de fútbol eficientes? Aplicación del análisis DEA a los equipos de la Liga Profesional de Fútbol de España. *UNIVERSIA Business Review*. Obtenido de <https://ubr.universia.net/article/download/642/768>
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1986). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. España: Milladoiro.
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. España: Hispano Europea, S.A.
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1990). *Las matemáticas del azar y de la incertidumbre. Elementos básicos para su aplicación en economía*. España: Centro de Estudios Ramón Areces.
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1993). *Técnicas especiales para la gestión de expertos*. España: Milladoiro.
- Kolchinsky, P. (2004). *The entrepreneur's guide to a biotech startup*. Obtenido de www.evelexa.com
- Kotler, P., & Keller, K. (2012). *Dirección de Marketing* (Decimocuarta ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Looney, W. (26 de julio de 2016). *Pharm Exec's Top 50 Companies 2016*. Obtenido de Phamarceutical Executive: www.pharmexec.com
- Marrero Ancízar, Y. (2014). Procedimiento para la determinación del perfil de los negociadores comerciales cubanos y la evaluación de su eficiencia técnica. Tesis doctoral, Universidad de La Habana, Cuba.
- Ortiz Torres, M. (2005). *Técnicas de negociación*. La Habana: Universidad de La Habana.
- Pérez-Romero, C. e. (2016). Análisis de la eficiencia técnica en los hospitales del Sistema Nacional de Salud español. *Gaceta Sanitaria*, 31(2), 108-115. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911116302588>
- Pestana Hormilla, L. (26 de Junio de 2015). *Bioteconología, entre oportunidades y desafíos*. Obtenido de Inter Press Service en Cuba: <http://www.ipscuba.net/espacios/por-su-propio-peso/con-lupa/bioteconologia-entre-oportunidades-y-desafios/>
- Petralanda Mate, A. I. (2017). *Medicamentos biosimilares: ahorro sin coste*. Obtenido de Publicaciones Didácticas: <http://publicacionesdidacticas.com/hemeroteca/articulo/088038/articulo-pdf>
- Smithson, M., & Oden, G. (1999). Fuzzy Set Theory and Applications in Psychology. En H.-J. Zimmermann, *Practical Applications of Fuzzy Technologies. The Handbooks of Fuzzy Sets Series* (Vol. 6, págs. 557-585). Boston: Springer Science+Business Media.

GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología. ISSN 2255-5648
Pestana-Hormilla, L. y Souto-Anido, L. Vol. 6(2) 2018

Souto Anido, L. (2015). Modelo de Gestión de Recursos Humanos para la Organización Superior de Dirección Empresarial del Ministerio de Comercio Exterior de Cuba. Tesis doctoral, Universidad de La Habana, Cuba.

Villareal, F., & Tohmé, F. (2017). Análisis envolvente de datos. Un caso de estudio para una universidad argentina. *Estudios Gerenciales*, 33(144), 302-308. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592317300463>

Zartha Sossa, J. e. (2014). Método Delphi - Propuesta para el cálculo del número de expertos en un estudio Delphi sobre empaques biodegradables al 2032. *Espacios*, 35(13), 10. Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a14v35n13/14351310.html>

Zimmermann, H.-J. (2001). *Fuzzy Set Theory-and Its Applications* (4 ed.). New York: Springer Science+Business Media. Obtenido de <https://cours.etsmtl.ca/sys843/REFS/Books/ZimmermannFuzzySetTheory2001.pdf>

Artículo recibido: 01/02/2018

Artículo aceptado: 06/09/2018

Editor in Chief: Prof. Dr. Luis Camilo Ortigueira-Sánchez

Organismos colaboradores

Facultad de Economía, Universidad de La Habana; Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología