

ARTÍCULO

**Optimización del plan operativo de producción en plantas de
cárnicos**

Operational Production Plan Optimization in Meat-Packing Plants

Ms.C. Wuilper Zaldumbide Olalla¹ y Dr. Cs. Ramón Rodríguez Betancourt²

1 Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Universidad Estatal de Bolívar, Bolívar, Ecuador. rr828845@gmail.com

2 Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad Técnica *Luis Vargas Torres*, Esmeraldas, Ecuador

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es incrementar la eficiencia en la Planta de Cárnicos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador, mediante una propuesta basada en las técnicas de optimización con su respectiva validación. Para ello se utilizaron métodos económico-matemáticos, específicamente la programación por metas. La Universidad Estatal de Bolívar, a tono con el Plan Nacional del Buen Vivir, 2013-2017, ha puesto todo su potencial en la creación de plantas agroindustriales para el procesamiento de cárnicos, frutas y hortalizas, aprovechando materia prima local y la diversidad del clima; sin embargo las potencialidades de estas industrias son desconocidas y los programas de producción no están sustentados en técnicas modernas de planificación y control, lo cual se pretende solucionar con este trabajo. Esta investigación contribuye al ambicioso reto de cambiar la matriz productiva del Ecuador, cuya economía se ha caracterizado por proveer materias primas en el

mercado internacional y al mismo tiempo importar bienes y servicios de mayor valor agregado. La validación realizada con la empresa objeto de estudio, en la confección del plan 2016 y su aceptación permite afirmar que su aplicación puede elevar las utilidades de la empresa hasta un 7 %.

Palabras clave: optimización, utilidades, costos, productos cárnicos, Plan Nacional para el Buen Vivir.

ABSTRACT

The aim of this project is to increase efficiency at the meat-packing plant of the Agroindustrial Engineering School, State University of Bolivar, Ecuador, based on validated optimization techniques. Economic-mathematical methods were used in the study, particularly, goal programming. The State University of Bolivar, in concert with the *Plan Nacional del Buen Vivir*, 2013-2017, (National Plan for Better Living) has put all its potential to create agroindustrial plants for meat, fruit, and greens processing. However, the potential of these industries is unknown, and the production programs are not supported by modern planning and control techniques, an issue this paper intends to address. This research is a contribution to the far-reaching desire to change Ecuador's productivity matrix, whose economy has long been an international raw material supplier, whereas it continues to import goods and services with higher added value. Validation performed to the company's 2016 planning, and its approval, may lead to higher company profits, up to 7 %.

Key words: optimization, profits, costs, meat products, National Plan for Better Living.

INTRODUCCIÓN

La economía ecuatoriana se ha caracterizado por ser proveedora de materias primas en el mercado internacional y al mismo tiempo importadora de bienes y servicios de mayor valor agregado. Los constantes e imprevistos cambios en los

precios internacionales del petróleo y las materias primas, así como su creciente diferencia frente a los precios de los productos de mayor valor agregado y alta tecnología, han colocado a la economía ecuatoriana en una situación de intercambio desigual sujeta a los vaivenes del mercado mundial.

En la Declaración final del Foro Mundial de Soberanía Alimentaria, Correa (2015), presidente de Ecuador afirmó que la soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos a definir sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de alimentos, capaces de garantizar el derecho a la alimentación para toda la población, en base a la pequeña y mediana producción, con respeto a sus propias culturas y a la diversidad de los modos de producción agropecuaria, de comercialización y de gestión de los espacios rurales de campesinos, pescadores e indígenas, en los cuales la mujer desempeña un papel fundamental. El presidente añadió que es la vía para erradicar el hambre y la desnutrición, y garantizar la seguridad alimentaria duradera y sustentable para todos los pueblos.

Sin embargo, no todos los Estados respetan el derecho humano a una alimentación adecuada como algo esencial para el hombre. La FAO (2011) informó la existencia 925 000 000 de personas desnutridas en el mundo. La desnutrición sigue representando, en la actualidad, un problema en la mayoría de los países en desarrollo, y afecta principalmente a grupos específicos de población como los niños, mujeres en edad reproductiva y ancianos. Tiene repercusiones sobre varios aspectos en la vida de una comunidad, pues limita considerablemente el desarrollo pleno de su potencial

Consciente de esta situación, el gobierno de la Revolución Ciudadana, de Ecuador, ha liderado un proceso de cambio del patrón de especialización productiva de la economía, que le permita al país generar mayor valor agregado a su producción en el marco de la construcción de una sociedad del conocimiento (Correa, 2015).

El gobierno nacional plantea transformar el patrón de especialización de la economía ecuatoriana y lograr una inserción estratégica y soberana en el mundo, lo que permitirá:

- Contar con nuevos esquemas de generación, distribución y redistribución de la riqueza;
- reducir la vulnerabilidad de la economía ecuatoriana;
- eliminar las inequidades territoriales; e
- incorporar a los actores que históricamente han sido excluidos del esquema de desarrollo de mercado (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2013-2017) (SEMPLADES, 2013).

Este cambio generará nuevas riquezas, no solamente por la explotación de recursos naturales, sino en la utilización de las capacidades y los conocimientos de la población.

De las caracterizaciones expuestas en el Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) para la presente investigación se escogió la de mayor relevancia, referida al fomento de las exportaciones de productos nuevos, provenientes de actores nuevos, particularmente de la economía popular y solidaria, o que incluyan mayor valor agregado: alimentos frescos y procesados, confecciones y calzado, turismo y otros. Con el fomento de las exportaciones se busca también diversificar y ampliar los destinos internacionales de los productos.

La forma en que se organiza la sociedad para producir determinados bienes y servicios no se limita únicamente a los procesos estrictamente técnicos o económicos, sino también se relaciona con todo el conjunto de interacciones entre los distintos actores sociales que utilizan los recursos a su disposición para desarrollar las actividades productivas. A ese conjunto, que incluye los productos, los procesos productivos y las relaciones sociales resultantes de esos procesos, lo denominamos matriz productiva, lo que también se traduce en: producir más, mejor y productos nuevos (SEMPLADES, 2013).

Según el Banco Central de Ecuador (2007), en ese año el valor agregado de la industria manufacturera (sin incluir la refinación de petróleo) representó el 13,99 % del producto interno bruto, y fue la industria de alimentos y bebidas la de mayor aporte (7,83 %); además, tiene especial importancia dentro del sector manufacturero, pues contribuye con el 55,9 % de su valor agregado. El valor

agregado por industria para el año 2011 se presenta en la Tabla 1 (Banco Central de Ecuador, 2011).

La provincia Bolívar, situada en el centro de la República del Ecuador, posee dos regiones: Costa y Sierra. Su producción es rica en carne, leche, frutas, hortalizas y verduras, pero aún no es explotada en productos elaborados, razón por la cual es necesario que una institución como la Universidad Estatal de Bolívar, a través de proyectos de vinculación, logre estas aspiraciones de la provincia.

Esto permitiría mantener una economía solidaria, sustentable y sostenible para las parroquias, cantones y para la propia provincia, con la proyección hacia el mercado nacional e internacional.

El consumo masivo de carne en la población, el costo bajo de la materia prima, las transnacionales que producen un embutido de baja calidad y de alto costo, conduce a la necesidad de una planta de cárnicos.

Transformar la matriz productiva es una de los retos más ambiciosos del país y permitirá al Ecuador superar el actual modelo de generación de riquezas. En estas circunstancias la Universidad Estatal de Bolívar, consciente de los cambios presentes y futuros, asimilando la iniciativa de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo —estipulada en el Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) (SENPLADES, 2013)—, ha puesto todo su potencial en la creación de plantas agroindustriales para el procesamiento de cárnicos, frutas y hortalizas, aprovechando materia prima local y ayudados por la diversidad de clima. Sin embargo, las potencialidades de las plantas son desconocidas y los programas de producción no están sustentados en técnicas modernas de planificación y control. Desde su creación la Planta de Cárnicos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial elabora salchicha de ternera, de pollo y de cerdo, y mortadela de ternera.

El proceso de elaboración de los productos en la planta se rige por procedimientos empíricos basados en la experiencia de la dirección de la fábrica, por falta de conocimientos de las nuevas técnicas que se utilizan actualmente para elaborar los planes de producción de estos tipos de procesos; además, se carece de normas de consumo debidamente fundamentadas y las fichas de costos

correspondientes, lo que origina faltantes en productos primarios que se utilizan para la elaboración de los productos terminados.

La Tabla 2 muestra el comportamiento de lo planificado por la fábrica y lo real obtenido en la etapa 2012-2014. Como se observa, hay variaciones significativas en el comportamiento de la producción real de acuerdo a lo que se ha planificado. El incumplimiento más significativo se presenta en el año 2014 en el producto de salchicha de ternera (17 %) y el mayor cumplimiento en el año 2012 en el producto salchicha de cerdo (69 %). Esto afecta directamente a las utilidades de la empresa, lo cual aparece en la Tabla³, donde se refleja el comportamiento de las utilidades.

Realmente no se conocen las verdaderas potencialidades de la Planta de Cárnicos de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal de Bolívar, para confeccionar planes de producción que puedan ser cumplidos, tomando en cuenta los recursos disponibles en la etapa. Es decir, la entidad no se puede trazar planes tensos que no sean cumplibles; así como tampoco planes fáciles que se sobrecumplan.

Por tal razón el objetivo de este proyecto es presentar una propuesta con su respectiva validación basada en las técnicas de optimización, para el incremento de la eficiencia de la Planta de Cárnicos de la Universidad Estatal de Bolívar.

DESARROLLO

A medida que la economía de un país evoluciona, la competencia en el mercado se va tornando más difícil y el proceso de toma de decisiones será más complejo. En tales condiciones, el funcionamiento eficiente de una empresa moderna requiere que su dirección logre el cumplimiento de un conjunto, a veces grande, de parámetros o condiciones, cuyo incumplimiento puede ocasionar trastornos a la organización. Por ejemplo, a la gerencia de la empresa, cuando va a elaborar el programa productivo, le puede ser de interés lograr de manera simultánea el siguiente grupo de objetivos:

- Utilizar completamente las horas de trabajo regulares disponibles.
- Minimizar las horas extras.

- Cumplir con las cantidades mínimas de producción.
- Satisfacer determinadas demandas que representan compromisos.
- Evitar un exceso de producción en algunos renglones del surtido.
- Cumplir con el programa de entregas a los clientes.

Para un inversionista, la situación puede requerir:

- Minimizar el grado de riesgo de una inversión.
- No sobrepasar el capital disponible para nuevos proyectos.
- Maximizar el rendimiento sobre las inversiones

Para cualquier empresa la satisfacción de objetivos tales como: maximizar las ganancias, minimizar los costos de producción, maximizar los ingresos por ventas, etc., es una cuestión de gran importancia; sin embargo, en muchas ocasiones al gerente le resulta más conveniente satisfacer *simultáneamente y en el mayor grado posible*, algunas otras metas u objetivos (como los enunciados anteriormente), que de no alcanzarse podrían influir negativamente en el comportamiento de la empresa. Es opinión de algunos autores que las soluciones que acercan la empresa al cumplimiento de varios objetivos predeterminados de manera simultánea, no son soluciones óptimas sino *satisfactorias* o buenas soluciones; este enfoque se denomina programación por objetivos y dentro de ella la programación meta es la más utilizada (Hiller y Lieberman, 2010; Moskowitz y Wright, 2012).

La programación por objetivos ha sido tratada con varios enfoques, recibiendo diversas denominaciones como: programación de objetivos múltiples, programación por metas, etc. Fue planteada por Charnes y Cooper (1961) y se ha desarrollado en los últimos tiempos (referencias en párrafo anterior).

La flexibilidad es una de las principales ventajas de la programación meta, pues permite al sujeto encargado de tomar decisiones, obtener distintas variantes, permitiéndole vislumbrar los posibles resultados al suponer diferentes combinaciones con las restricciones y prioridades de los objetivos.

En general, la programación por meta ha sido aplicada con éxito en una amplia gama de problemas gerenciales: marketing (planeación y programación de medios de publicidad, selección de la combinación de productos y asignación de

esfuerzos de ventas), finanzas (selección de portafolio, planeación financiera, presupuestos de capital), producción (planeación y programación), transporte, contabilidad y planeación de recursos humanos.

La programación por meta constituye un desarrollo de la programación lineal y puede tener o no prioridades. Sin prioridades, la solución no implica ningún cambio en el formato de solución, mediante el método simplex; mientras que con prioridades su solución se enfoca haciendo cambios en la tabla simplex, ya que al lograrse el cumplimiento de una meta de mayor prioridad esta no puede sufrir cambios a base de una meta de menor prioridad. Mientras que en la programación meta sin prioridades los $Z_j - C_j$, para cada "j" es un número; en el caso de prioridades es un vector. Cada componente está asociado a una meta. El algoritmo simplex optimiza la primera meta y después escoge la segunda; si un vector de la segunda meta tiene condiciones para entrar a la base, solo será posible si no rompe la solución óptima de la primera meta y así sucesivamente hasta el enésimo componente (Roscoe y McKeown, 1999).

El planteamiento general de la programación meta es el siguiente (Moskowitz y Wright, 2012):

$$\begin{aligned} \min Z &= \sum_{k=1}^k P_k \left[\sum_{i=1}^m (w_{ik}^- d_i^- + w_{ik}^+ d_i^+) \right] \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- &= b_i & i = 1 : m \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \{ \leq, =, \geq \} &b_i & i = m + 1 : p \end{aligned}$$

$$x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0; \forall i, j$$

Donde las variables X_j representan las variables de decisión y los d_i^+ y d_i^- indican los sobrelagos y sublogros correspondientes a cada meta que se establece. La solución del problema está en concordancia con el planteamiento de Roscoe y McKeown (1999) y Moskowitz, Herbert; Wright y Gordon (2012), según la prioridad

que establezca la planta; y el enfoque general es una variante de Hiller y Liberman (2010).

En la investigación el objetivo fundamental fue encontrar el programa de producción en el periodo establecido y que se cumplan las metas, las cuales son: minimizar el costo y maximizar la utilidad de la empresa, en concordancia con los lineamientos establecidos por la planta.

Formulación general del problema

La Planta de Cárnicos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar, República del Ecuador, presenta dificultades en la producción de embutidos reflejadas en sus indicadores de rentabilidad al finalizar el periodo, y por tal motivo necesita encontrar un programa de producción que satisfaga varias alternativas en cuanto a utilidad, horas trabajadas y otros indicadores de producción. La prioridad principal es satisfacer la demanda de los consumidores que en este caso son estudiantes y profesores de la Universidad. Para realizar este programa la empresa cuenta con los datos necesarios de producción, la disponibilidad de materias primas y materiales, la demanda de los consumidores en cuanto a surtido, y las fichas de costo de cada producto, lo que permite tener confiabilidad en las utilidades de la empresa. Con estos elementos el problema fue conformar el programa de producción de manera que al priorizar la demanda de los consumidores se logre un nivel satisfactorio de costos y utilidades.

Teniendo en cuenta esta formulación se procede al planteamiento general del problema:

Planteamiento matemático de trabajo

Índices:

i: recursos; "i" = 1, 2, ..., m

j: productos; "j" = 1, 2, ..., n

k: metas; "k" = 1, 2, ..., f

Parámetros:

a_{ij} : Norma unitaria del recurso "i" a utilizar en el producto "j"

α_j : Coeficiente de proporcionalidad para el producto "j"

D_j : Demanda específica del producto "j", en el mes que se determine

E_{ij} : Capacidad máxima del producto “j”, en el equipo “i”, en el mes que se determine.

C: Costo asociado a la meta que se quiere alcanzar en el mes de producción

U: Utilidad que se quiere alcanzar en el periodo que se determine

P_1 : Prioridad de la meta de costo

P_2 : Prioridad de la meta de utilidad

w_{ik} : Peso asignado a la meta “k” en la restricción “i”

Variables:

X_j : kilogramos de producto “j”, a producir mensualmente

d_1^+ y d_1^- : indican los sobregros y sublogros correspondientes a la meta de costo

d_2^+ y d_2^- : indican los sobregros y sublogros correspondientes a la meta de utilidad

Restricciones:

1. Restricciones de recursos. Los recursos utilizados no deben sobrepasar las existencias de la empresa:

$$\sum_j^n a_{ij} X_{ij} \leq b_i; \quad i = 1, 2, \dots, l$$

2. Restricciones de capacidad. Las capacidades utilizadas en la fabricación no pueden superar las declaradas por la fábrica.

$$\sum_j^n \frac{X_j}{E_{ij}} \leq 1; \quad i = l+1, \dots, m$$

2. Se debe cumplimentar la meta de costo que se establezca por la empresa en el periodo establecido:

$$\sum_j^n c_j x_j - d_1^+ + d_1^- = C;$$

3. Se debe cumplir la meta de utilidades que se establezca por la empresa en el periodo establecido:

$$\sum_j^n u_j x_j - d_2^+ + d_2^- = U;$$

5. Debe cumplirse la demanda máxima y mínimo de los productos:

$$X_j(\leq, \geq) D_j; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

6. Deben cumplirse las restricciones de proporcionalidad en la producción:

$$X_j(\leq, \geq) \alpha_j X_{j+1}; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

7. No negatividad de las variables

$$X_j \geq 0; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Función objetivo

$$\text{Min } Z = P_1 w_1 d_1^+ + P_2 w_2 d_2^-$$

Como se observa las restricciones 5 y 6 no tienen definido su signo; esto se debe a que este cambia en dependencia del periodo del año que se analiza.

Conformación de la base informativa

Se entiende por aseguramiento informático el conjunto de datos, indicadores, documentos, clasificadores y ficheros que forman la base informativa del modelo, y los métodos y medios para la selección, clasificación, almacenamiento, búsqueda, actualización y elaboración de la información, que aseguren los datos necesarios para solucionar las tareas funcionales y la información requerida por todos los usuarios (Eppen y Gould, 2013) El enfoque utilizado para la estructuración de la base informativa se debe a Rodríguez y Lora (2005).

a_{ij} : este coeficiente indica el consumo unitario del producto de la materia prima i en el producto terminado j . Para su determinación, se utilizan tres métodos y se somete a criterio de experto el más conveniente:

a) Promedio del consumo histórico de la planta; b) tomando como base las normas de calidad que se utilizan internacionalmente y en el Ecuador para este tipo de planta; c) mediante normas de consumo elaboradas por el personal especializado de la planta. Para la selección de la mejor variante se utilizó el criterio de expertos, quienes en este caso fueron todo el personal que conforma la nómina del Departamento de Elaboración. Se empleó la escala de Lickert del uno al seis: seis representa el máximo valor dado al método escogido, y uno, el menor. Se utilizó el coeficiente de concordancia de Kendall con la siguiente prueba de hipótesis (Berenson, Levine y Krehbiel, 2006):

H_0 : No existe concordancia entre los expertos.

H_1 : Existe concordancia.

Se utilizó el SPSS v.19. Si el p-valor es menor que 0,05, habrá concordancia entre los expertos y entonces se puede escoger el método más conveniente.

E_{ij} : coeficiente que mide la capacidad del producto j en el equipo i , cuando se utiliza solo producto j . Para el cálculo de este coeficiente se toma como base la capacidad de diseño de cada equipo, las horas mensuales de trabajo de la planta, que incluye los feriados y otros, el coeficiente de desgaste del equipo que estará entre cero y uno y el tiempo perdido por roturas.

α : coeficiente de proporcionalidad entre los productos. Este coeficiente se toma por la estructura histórica de producción, actualizado con la estructura de la demanda actual.

C : costo total en el periodo analizado. Este indicador forma parte de una restricción de meta; se calcula a partir del costo unitario de cada producto en base a una ficha de costo confeccionada con la ayuda del personal técnico administrativo, con normas de consumo actuales de acuerdo a lo que refiere la bibliografía para estos casos (Polimeni, 2005). Este costo unitario se multiplica por el estimado de ventas para el periodo que se analiza. La Tabla 4 muestra una ficha de costo para salchicha de cerdo.

U : representa la utilidad total de la empresa que se tiene como meta en el periodo analizado. Se toma como base un estimado de ventas de tres años anteriores menos el costo de producción total en esa misma etapa, según el criterio de dirección de la empresa.

D_j : demanda del producto j . Se calcula en base a un estudio de mercado de los productos que produce la planta. Se hizo una encuesta a tales efectos.

W_1, W_2 : Peso que se establece para el sobrelogro o sublogro de las restricciones uno y dos. Se obtiene de acuerdo al criterio de experto avalado por el coeficiente de concordancia de Kendall.

P_1, P_2 : Prioridad de las metas. Estas metas se establecerán por el consejo ejecutivo de la empresa en base a consenso.

Resultado y análisis

Se obtiene la solución del modelo mediante el programa informático WINQSB v.2 y se realiza el análisis económico de los resultados comparándolos con periodos anteriores. Se proyecta resolver tres variantes:

- a) Obtener la solución con la potencialidad total de la planta.
- b) Obtener la solución para periodos de alta demanda a un 80% de su potencialidad.
- c) Obtener los resultados para periodos de baja demanda.

En cada caso se realiza la valoración dual correspondiente, y el análisis de sensibilidad de la solución de mayor satisfacción, lo cual brinda información adicional para la toma de decisiones de la empresa, en cuanto a la compra de materias primas.

La propuesta del Modelo de Programación Meta con Prioridades fue presentado a los ejecutivos de la empresa y analizado al detalle con el equipo técnico-económico de la entidad, y se encontró lógico. Se acordó tomar todas las medidas pertinentes para su solución experimental a partir del mes de septiembre del año en curso, una vez obtenida la base informativa necesaria.

Los resultados demostrarán que la utilización de la programación lineal por metas con prioridades brindará mejores opciones de producción que lo obtenido por el método tradicional, la utilización de un sistema informático profesional permitirá realizar las correcciones necesarias en caso de cambios en los coeficientes del sistema, de manera que siempre se obtendrá la mayor satisfacción del plan obtenido, lo que permite obtener los resultados con mayor rapidez y precisión

El impacto económico es difícil de medir en este caso pues el modelo propuesto solo ha sido validado teóricamente, pero se estima que con el perfeccionamiento de la planificación de la empresa y las variantes de producción proyectadas se puede obtener hasta un 7 % de incremento en las utilidades de la empresa en comparación con lo que se obtiene actualmente.

CONCLUSIONES

Es indiscutible que el programa de producción de la planta de cárnicos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal de Bolívar presenta

dificultades en su elaboración por falta de utilización de técnicas modernas de planificación y control que permitan obtener las verdaderas potencialidades de la empresa, desde el punto de vista de la planificación.

Lo que se plantea en el Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) en cuanto al cambio en la matriz productiva, conlleva a que la validación del método propuesto y su aplicación garantiza:

- Impacto en las utilidades de la empresa de hasta un 7%
- Mejor organización del trabajo
- Elevación del nivel técnico del equipo administrativo de planificación.
- Mayor impacto social ya que al obtener una mayor utilidad se garantizará un mayor nivel económico a los trabajadores de la empresa y seguridad en sus puestos de trabajo.

La introducción de las técnicas de optimización en la empresa colocará a esta entidad entre las mejores de su clase en la provincia y el país.

REFERENCIAS

- BANCO CENTRAL DE ECUADOR. (2007). *Informe de 2007*. Ecuador: Autor.
- BANCO CENTRAL DE ECUADOR. (2011). *Cuentas nacionales anuales*. Ecuador: Autor.
- BERENSON, M. L, LEVINE, D. M. y KREHBIEL, T. C. (2006). *Estadística para Administración* (4ta. ed.). México: Pearson Educación.
- CHARNES, A. y COOPER, W. W. (1961). *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming* (vol. 1). New York-London: Wiley and Sons.
- CORREA, R. (2015, noviembre). *Intervención presidencial en la Declaración Final*. Pronunciada en el Foro Mundial de Soberanía Alimentaria, La Habana, Cuba.
- EPPEN, G. D y GOULD, F. J. (2013). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- FAO. (2011). *Informe sobre el hambre en el mundo 2011: los precios de los alimentos permanecen elevados y volátiles*. FAO. Recuperado el 11 de agosto de 2015, de <http://www.fao.org/news/story/es/item/92592/icode/>
- HILLER, F. S. y LIEBERMAN, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones* (8va. Edición). México: McGraw Hill.

MOSKOWITZ, H. y WRIGHT, G. (2012). *Investigación de operaciones*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.

POLIMENI, R. (2005). *Contabilidad de costos, conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales* (1ra. y 2da. ed.). La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.

RODRÍGUEZ, R y LORA, R. (2005). *Técnicas cuantitativas para la toma de decisiones*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.

ROSCOE, D. y MCKEOWN, P. (1999). *Modelos cuantitativos para la administración*. University of Georgia, USA: Grupo Editora Iberoamericano.

SENPLADES. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (en línea). Recuperado el 22 de septiembre de 2014, de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>

Recibido: 01/06/2016

Aprobado: 14/12/2016

Wuilper Zaldumbide Olalla. Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Universidad Estatal de Bolívar, Bolívar, Ecuador.
rr828845@gmail.com

Tabla 1. Valor agregado bruto por industria, República del Ecuador, año 2011

| Industria | %/PIB |
|--|-------|
| Manufacturas (excluye refinación de petróleo) | 14,0 |
| Elaboración de productos alimenticios y de bebidas | 7,8 |
| Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos | 1,1 |
| Elaboración y conservación de camarón | 2,6 |
| Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado | 1,1 |
| Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal | 0,3 |
| Elaboración de productos lácteos | 0,5 |
| Elaboración de productos de molinería y panadería | 0,4 |
| Elaboración de azúcar | 0,5 |
| Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería | 0,2 |
| Elaboración de otros productos alimenticios | 0,5 |
| Elaboración de bebidas | 0,5 |
| Valor agregado bruto de las industrias (PB) | 87,4 |
| Otros elementos del PIB | 12,6 |

Fuente: Banco Central de Ecuador (2011)

Tabla 2. Comportamiento del plan de producción (kg) de la Planta de Cárnicos, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Estatal de Bolívar

| Productos | Años | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|----|-------|------|----|------|------|----|
| | 2012 | | | 2013 | | | 2014 | | |
| | Plan | Real | % | Plan | Real | % | Plan | Real | % |
| Salchicha de ternera | 315 | 126 | 40 | 780 | 223 | 29 | 746 | 123 | 17 |
| Mortadela de ternera | 317 | 159 | 50 | 870 | 345 | 40 | 653 | 324 | 50 |
| Salchicha de cerdo | 536 | 367 | 69 | 1 200 | 456 | 38 | 835 | 245 | 29 |
| Salchicha de pollo | 670 | 425 | 63 | 567 | 280 | 49 | 657 | 326 | 50 |

Fuente: informe de producción de la empresa, años 2012-2014

Tabla 3. Comportamiento de las utilidades (USD) de la Planta de Cárnicos, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Estatal de Bolívar

| Productos | Años | | | | | | | | |
|-------------------|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|
| | 2012 | | | 2013 | | | 2014 | | |
| | Plan | Real | % | Plan | Real | % | Plan | Real | % |
| Salchicha ternera | 2 062,3 | 824,9 | 40 | 5 106,6 | 1 459,9 | 29 | 4 884,0 | 805,3 | 17 |
| Mortadela ternera | 2 150,8 | 1 078,8 | 50 | 5 902,9 | 2 340,8 | 40 | 4 430,6 | 2 198,4 | 50 |
| Salchicha cerdo | 3 636,8 | 2 490,0 | 69 | 8 142,0 | 3 093,9 | 38 | 5 665,5 | 1 662,3 | 29 |
| Salchicha pollo | 3 506,1 | 2 224 | 63 | 2 967,0 | 1 465,2 | 49 | 3 438,0 | 1 705,9 | 50 |

Fuente: informe de producción de la empresa, años 2012-2014

Tabla 4. Ficha de costo de salchicha de cerdo. Unidad de medida: 5 kg fecha: junio 2015

| Conceptos de gastos | | | | | | |
|--|-----------|----------------------|----------|-----------|---------------|---------------|
| Gastos indirectos | | | | | | |
| Materias primas y materiales | UM | Forma de realización | Cantidad | Tasa (\$) | Importe | % |
| Pulpa de carne molida | kg | Manual | 5,000 | 5,000 | 25,000 | 76,170 |
| Sal yodada | kg | Manual | 0,037 | 1,000 | 0,040 | 0,110 |
| Sal de cura (nitrate) | kg | Manual | 0,004 | 5,500 | 0,020 | 0,070 |
| Sal de cura (nitrite) | kg | Manual | 0,002 | 7,500 | 0,020 | 0,050 |
| Azúcar | kg | Manual | 0,004 | 2,800 | 0,010 | 0,030 |
| Hielo en escamas | kg | Manual | 0,736 | 1,000 | 0,740 | 2,240 |
| Grasa dura | kg | Manual | 0,245 | 3,000 | 0,740 | 2,250 |
| Almidón | kg | Manual | 0,245 | 4,000 | 1,740 | 5,300 |
| Polifosfato para masa | kg | Manual | 0,010 | 16,000 | 0,160 | 0,490 |
| Pimienta picante | kg | Manual | 0,007 | 25,00 | 0,180 | 0,530 |
| Comino | kg | Manual | 0,002 | 25,00 | 0,050 | 0,150 |
| Canela | kg | Manual | 0,001 | 0,250 | 0,000 | 0,000 |
| Glutamato monosódico | kg | Manual | 0,004 | 20,000 | 0,080 | 0,240 |
| Ajo | kg | Manual | 0,001 | | 0,000 | 0,000 |
| Eritorbato de sodio | kg | Manual | 0,002 | | 0,000 | 0,000 |
| Sorbato de potasio | kg | Manual | 0,004 | 16,700 | 0,070 | 0,200 |
| Esencia de humo líquido | L | Manual | 0,004 | 27,600 | 0,110 | 0,340 |
| Colorante de tartrazina | L | Manual | 0,002 | 26,000 | 0,050 | 0,160 |
| Colorante rojo amaranto | L | Manual | 0,001 | 26,500 | 0,030 | 0,080 |
| Subtotal materia prima | | | | | 29,020 | 88,430 |
| Materiales | | | | | | |
| Tripas reg. transp. 23*84 (1 stick-66 m, S/0,5 x m) | m | | 0,245 | 15,000 | 3,680 | 11,200 |
| Pabito | m | | 0,040 | 0,500 | 0,020 | 0,060 |
| Subtotal materiales | m | | | | 3,700 | 11,260 |
| Combustibles | | | | | | |
| Gas industrial | kg | | | | 1,500 | |
| Gastos fuerza de trabajo | \$ | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------|--------------|---------------|----------------|
| Salario básico diario | \$ | | 10,000 | 0,000 | 0,000 |
| Subtotal gastos fuerza trabajo | \$ | | | 0,000 | 0,000 |
| Total gastos directos | \$ | | | 32,717 | 99,683 |
| Gastos indirectos | | | | | |
| Gastos servicios | | | | | |
| Energía eléctrica | kW | 0,080 | 0,800 | 0,064 | 0,190 |
| Agua potable | m ³ | 0,400 | 0,100 | 0,040 | 0,120 |
| Alquiler de local | d | 0,000 | 10,000 | 0,000 | 0,000 |
| Subtotal servicios | | | | 0,104 | 0,317 |
| Subtotal gastos indirectos | | | | 0,104 | 0,317 |
| Costos unitarios para 5 kg | USD | | | 32,821 | 100,000 |
| Precio de venta para 5 kg | USD | 6,311 | 6,785 | 42,820 | |
| Utilidad | USD | | | 9,999 | |
