



## ***La Metodología no Paramétrica Data Envelopment Analysis en la medición de la eficiencia de los programas de vinculación universitaria***

*The Nonparametric Methodology Data Envelopment Analysis in the measurement of the efficiency of university linking programs*

*"Yonaida Ismenia Sabando Vélez" \**

*"Kerly Cecilia Cruz Arteaga"*

### **Resumen**

*El objetivo de la investigación fue analizar la metodología no paramétrica Análisis Envolvente de Datos - Data Envelopment Analysis (D.E.A.) en la medición de la eficiencia de los programas de vinculación universitaria. Este trabajo fue de carácter bibliográfico, el método utilizado fue analítico - sintético. El procedimiento de la investigación se desarrolló en tres fases: revisión de la bibliografía, análisis comparativo, y síntesis de los resultados. La metodología D.E.A consiste en una técnica para medir la eficiencia de diversos procesos, en este caso en los proyectos de vinculación universitaria. Esta metodología al mismo tiempo es una de las más utilizadas en países de Europa como en Latinoamérica. De esta forma la investigación expone los criterios por los que se considera que es factible la aplicabilidad de la metodología D.E.A en los proyectos de vinculación universitaria, ya que demuestra ser una de las metodologías que ha dado mejores resultados a nivel mundial en países como España, Colombia, Bolivia y Paraguay.*

### **Abstract**

*The objective of the research was to analyze the non-parametric methodology Data Envelopment Analysis - Data Envelopment Analysis (D.E.A.) in the measurement of the efficiency of the university linkage programs. This work was bibliographic, the method used was analytical - synthetic. The research procedure was developed in three phases: review of the bibliography, comparative analysis, and synthesis of the results. The D.E.A methodology consists of a technique to measure the efficiency of various processes, in this case in the projects of university linkage. This methodology at the same time is one of the most used in European countries as in Latin America. In this way, the research exposes the criteria by which the applicability of the DEA methodology in university linkage projects is considered feasible, since it proves to be one of the methodologies that has given the best results worldwide in countries such as Spain, Colombia, Bolivia and Paraguay.*

### **Palabras clave/Keywords**

*Metodologías; Análisis Envolvente de Datos (D.E.A.); evaluación de la eficiencia; entrada; salida.*

*Methods; Data Envelopment Analysis (D.E.A.); evaluation of efficiency; input; output.*

*Dirección para correspondencia: [yonaida27@hotmail.es](mailto:yonaida27@hotmail.es)*

*Artículo recibido el 31 - 10 - 2018 Artículo aceptado el 15 - 11 - 2018*

*Conflicto de intereses no declarado.*

*Fundada 2016 Unidad de Cooperación Universitaria de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.*



*"a) Estudiante de Maestría en Administración de Empresas Instituto de Postgrado de UTM, Ingeniero Comercial, Profesora en ESPAM MFL, Ecuador, yonaida27@hotmail.es"*

*"b) Vicedecana carrera Administración de Empresas, Universidad Técnica de Manabí, doctorante Universidad de la Habana, Cuba, Máster, Ecuador, kcruz@utm.edu.ec"*

## 1. Introducción

Desde su origen en el siglo XII, las universidades han sido instituciones destinadas a ejercer funciones esenciales dentro de determinado contexto social. En el transcurso de la historia han sufrido cambios significativos tanto en sus roles, funciones y características, en una adaptación continua a las diferentes circunstancias de la sociedad (Davyt & Cabrera, 2014). Según Gómez & Mancebón (2012) la Educación Superior aporta al desarrollo económico y social de los países, proporcionando a través de la actividad docente, recursos humanos altamente cualificados, y desde la investigación una amplia frontera del conocimiento y su transferencia a la sociedad (citado por Fernández, Martínez & Fernández, 2013).

La eficiencia es considerada como uno de los pilares principales en los programas de investigación de la Ciencia Económica y dentro del campo de la teoría de organización. Su posterior estudio cobró relevancia desde 1937, luego de que se cuestionarán las ideas neoclasicistas de que la búsqueda de un beneficio y la libre competencia crean eficiencia (Gómez, 2014). Son varios los esfuerzos que se han elaborado para evaluar la eficiencia de las instituciones de educación superior en América Latina. Sin embargo, en la mayoría de los antecedentes la medición se centra en el rendimiento de sus estudiantes, descuidando otros procesos sustantivos de los centros universitarios (Ibáñez, Morresi & Delbianco, 2017).

El estudio de la eficiencia de las unidades educativas ha tomado mayor fuerza en las últimas décadas. Según Carella (2009) y Coria (2011) si bien su análisis resulta de extrema relevancia para la delimitación de políticas, los antecedentes en el sistema de educación superior son escasos (citado por Ibáñez, Morresi & Delbianco, 2017).

La medición de la eficiencia en unidades productivas puede realizarse a partir de métodos estadísticos o no estadísticos, como plantea Álvarez (2012) permite evaluar el resultado que obtienen las Instituciones de Educación Superior (IES) (citado por Ibáñez, Morresi & Delbianco, 2017).

Diversas metodologías han surgido para medir la eficiencia en procesos universitarios, correspondientes en muchos casos a las funciones sustantivas propias de las IES, entre ellas se encuentran el modelo de la Triple Hélice (Luengo & Obeso, 2013); ellos afirman que este modelo es útil en procesos administrativos enfocados a medir la innovación de proyectos que vuelvan más competentes a las universidades. Otro modelo ampliamente ventajoso es el de Análisis de Correlación Canónica, con él se obtiene un alto grado de confianza en el resultado de relaciones entre las variables dependientes e independientes, lo que incide en la eficiencia de los procesos estudiados (Azor, Sánchez & De La Cerda, 2018).

Algo a tener en cuenta es que en las IES no solo se determina la eficiencia de la calidad académica, sino también, la eficiencia de las actividades productivas de las universidades para con la sociedad, en este caso destaca entre otras la metodología DMAIC “Metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar” basado en el *Six Sigma* que se emplea en la optimización de procesos de cualquier índole sean estos académicos, investigativos, vinculativos y de gestión (Flores, 2017). Complementario a esto, es muy práctico el empleo de la metodología de análisis de componentes principales, la cual se enfoca en determinar los grados de satisfacción de un proceso o actividad enfocados hacia la eficiencia (Luengo, Lara & López, 2016).

Una alternativa, es la utilización del análisis envolvente de datos (DEA), que es una técnica de programación lineal no paramétrica que permite calcular la eficiencia relativa de un conjunto de unidades de decisión *Decision Making Units*– DMUs respecto a las mejores prácticas observadas, teniendo en cuenta los *inputs* y *outputs* que intervienen en el proceso productivo (Fernández, Martínez & Fernández, 2013), que ha sido utilizada en algunos países como España, Colombia y Bolivia.

De acuerdo a Polaino & Romillo (2017) la metodología DEA permite relacionar aspectos tanto en el sector empresarial como educativo, dentro los cuales se pueden evaluar procesos de producción, docencia, gestión, investigación y vinculación, que contribuirán a una adecuada planificación, ejecución, mejoramiento y control de dichos procesos.

A partir de la década de los años 1950 (siglo XX), la provincia de Manabí se integró a la comunidad académica mediante la creación de la Universidad Técnica de Manabí. Posteriormente entre los años 1980 y 1990 se crearon otras instituciones como la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí y una extensión de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Posteriormente a inicios del siglo XXI, se crearon otras instituciones de educación superior como la Universidad Nacional del Sur y la Universidad San Gregorio de Portoviejo.

Una de las competencias de las instituciones de educación superior en la provincia, es la vinculación con la comunidad. Desde la creación de las diversas universidades, institutos y escuelas politécnicas de la provincia, se han realizados varias iniciativas para trabajar a favor del desarrollo de la sociedad dentro del área de influencia de cada una de estas.

A pesar de los aspectos positivos que generan los proyectos de vinculación que las diversas instituciones de educación superior realizan, uno de los principales problemas que se presentan en el Ecuador y que han sido identificados por la Red Ecuatoriana Universitaria de Vinculación con la Sociedad (REUVIC) es no tener un modelo estandarizado de evaluación de los proyectos de vinculación que sea útil para todas las IES y que sirva de insumo para conocer el impacto que tienen los proyectos de vinculación en la sociedad.

La Universidad Técnica de Manabí (UTM), fundada en 1952, es históricamente la primera institución de educación superior de la provincia de Manabí, ubicada en la ciudad de Portoviejo, capital provincial. Dicha institución se constituye en el alma mater de los estudios superiores en la región. Sus trabajos de vinculación varían desde capacitación continua, transferencia de tecnologías, diagnósticos, tratamientos, apoyo a la planificación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, y a las necesidades de las diferentes organizaciones sociales, entre otros. El área responsable de direccionar y coordinar los trabajos de vinculación es el Centro de Vinculación con la Sociedad, con docentes responsables en cada facultad, que son los encargados de coordinar el trabajo entre docentes, estudiantes y comunidad.

La UTM cuenta con un registro confiable de proyectos de investigación desde el año 2010 los cuales presentan un valor del 85% de eficiencia en actividades de vinculación al cierre del 2015, según el informe emitido por el Consejo de Educación Superior (CES) y el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), para el proceso de acreditación universitaria. En esta IES cada

carrera cuenta con su plan de vinculación que tributa a la planificación del Centro de Vinculación con la Sociedad.

A pesar de tener resultados satisfactorios en el proceso de vinculación, no hay una evidencia consistente que demuestre qué tan eficientes han sido esos programas de vinculación y si las metodologías empleadas para lograrlo han sido igualmente eficientes.

Con base a lo expuesto, es necesario identificar una metodología que mida la eficiencia de los proyectos de vinculación; por ende el objetivo de la investigación fue definir si es utilizable la Metodología no Paramétrica *Data Envolvente Analysis* en la medición de la eficiencia de los programas de vinculación universitaria de la UTM, teniendo en cuenta el beneficio que ofrece esta, por la complementariedad entre las variables y la obtención de datos muy puntuales sobre la eficiencia de las actividades estudiadas (Morelos, 2016).

## 2. Materiales y Métodos

Se efectuó una investigación documental identificando los tipos de metodologías, métodos, procedimientos, modelos, tecnologías existentes para medir la eficiencia con la finalidad de hacer un estudio sobre los diversos enfoques expuestos sobre la temática.

Se realizó una investigación documental de las instituciones de educación superior a nivel mundial que han utilizado la metodología DEA en distintas áreas, de ésta manera se fundamentó la idoneidad de éste método en la aplicación de la medición de la eficiencia en los procesos universitarios.

Se efectuaron entrevistas a directivos responsables de vinculación en la Universidad Técnica de Manabí y se analizó la información proporcionada por el Centro de Vinculación con la Sociedad, encargado de controlar los proyectos de vinculación desarrollados en las carreras, en los periodos de enero de 2017 a febrero de 2018. Luego se analizó la información obtenida en las entrevistas y la recopilación de datos.

### 2.1. Muestreo y recolección de datos

Se utilizó una muestra aleatoria de las IES a nivel mundial de países que han utilizado la metodología DEA, recopilando información por países y por áreas en las cuales ha sido aplicada. Para el muestreo se consideró la comparación y el análisis de metodologías utilizadas en la medición de la eficiencia de procesos.

Se contrastaron los resultados obtenidos a través de la metodología DEA en otros estudios *versus* los resultados obtenidos por metodologías para medir la eficiencia, como lo son el modelo de la Triple Hélice, que considera las relaciones de cooperación existentes entre la Universidad-Empresa-Gobierno, además establece las bases para el acceso al desarrollo económico, a partir de la interacción efectiva entre estos tres sectores, considerados como los más importantes para acceder al desarrollo económico de las regiones y de los países, generándose con esta interrelación, innovación y competitividad.

Con el desarrollo de este modelo, se empieza a replantear sobre la importancia de las interacciones dinámicas; aparte de ser un modelo es también considerado un paradigma normativo y estratégico, y es adoptado por algunos países con el propósito de convertir sus economías tradicionales en economías basadas en el conocimiento (Chang, 2010).

Con el Análisis de Correlación Canónica, se determina la existencia de una asociación lineal entre un conjunto de variables independientes y dependientes, útil en procesos de vinculación donde se desea establecer el nivel de satisfacción de algún servicio o programa, bajo este aspecto la satisfacción puede valorarse mediante una escala tipo Likert que se valora de 1 a 5; por lo que las variables dependientes resultan métricas (Humberto et al., 2013).

Se estudiaron las metodologías DMAIC basado en el *Six Sigma*, encargada de mejorar la optimización de los procesos, ya que cumple un rol fundamental en el campo de la educación superior (Bernardo & Paredes, 2016). SMED (*Single Minute Exchange of Die*) o Cambio de Matriz en menos de 10 minutos y Sistema OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) Eficacia Global de Equipos Productivos, han servido para otros tipos de procesos en las universidades públicas como los de gestión, innovación, productividad, no así en procesos de vinculación, lo cual sí ha hecho el DEA, según lo expuesto por Ayaviri & Zamora (2016).

### 2.2. Procedimiento metodológico

El proceso de la investigación fue desarrollado de la siguiente forma: revisión de la bibliografía, que consistió en la recopilación de publicaciones generadas en la aplicación de la metodología DEA en las instituciones de educación superior y la búsqueda de métodos utilizados para medir la eficiencia en procesos. Análisis de los métodos que miden la eficiencia, en el que se determinan los aspectos relevantes de cada método. Síntesis de resultados, a partir de los datos bibliográficos recopilados y analizados con respecto a la metodología DEA, se resalta la aplicabilidad en distintas áreas evaluadas por las IES públicas.

## 3. Resultados

La metodología DEA es una guía no paramétrica que emplea programación lineal para determinar eficacia entre Unidades Tomadoras de Decisión (UTD). La metodología DEA permite estimar las unidades de producción que se encuentran en la frontera y cómo se comportan aquellas que no lo están. La frontera de producción representa el máximo producto que se puede alcanzar dada una combinación de factores productivos (García, 2016).

El DEA surge como una extensión del trabajo realizado por Farrell (1957), que propuso una forma objetiva de medir la eficiencia tomando como base las unidades 5 de una organización, considerando todos sus productos e insumos. Es una técnica de programación matemática que permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, a partir de los datos disponibles del conjunto de unidades objeto de estudio, de forma que las unidades que

determinan la envolvente son denominadas unidades eficientes y aquellas que no permanecen sobre la misma son consideradas unidades ineficientes (Cáceres, Kristjanpoller & Tabilo, 2014).

El primer modelo DEA, fue propuesto por Charnes, Cooper & Rhodes (1978), denominado en homenaje a ellos DEA-CCR, tuvo una orientación de entrada y suponía la existencia de Rendimientos Constantes de Escala (CRS). Busca evaluar el desempeño de una actividad, ubicando su valor en la denominada frontera eficiente, relacionando los *inputs* y *outputs* generados (Leal & Cepeda, 2013).

El modelo DEA-CCR proporciona medidas de eficiencia radiales, orientadas a *input* u *output* y rendimientos constantes de escala. Para medir la eficiencia relativa de cualquier unidad, Charnes, Cooper y Rhodes (1978) consideran  $n$  unidades ( $j = 1, \dots, n$ ), cada una de las cuales utiliza los mismos *inputs* (en diferentes cantidades) para obtener los mismos *outputs* (en diferentes unidades)  $x_{ij}$ ; representa la cantidad del *input*  $i$  consumido por la unidad  $j$  ( $x_{ij} \geq 0$ ),  $x_{j0}$  representa la cantidad del *input*  $i$  consumido por la unidad que es evaluada;  $y_{rj}$  representa la cantidad del *output*  $r$  producido por la unidad  $j$  ( $y_{rj} \geq 0$ );  $y_r$ ,  $0$ ; representa la cantidad del *output*  $r$  producido por la unidad que es evaluada;  $u_r$  y  $v_j$  representan los pesos (o multiplicadores) de los *output* e *inputs* respectivamente ( $r = 1, \dots, s$ ;  $i = 1, \dots, m$ ) (Leal y Cepeda, 2013).

Si la solución óptima es  $h_0^* = 1$  indicará que la unidad que está siendo evaluada es eficiente en relación con las otras unidades. Si  $h_0^* < 1$ , la unidad será ineficiente. Andersen y Petersen (1993) desarrollan la metodología del DEA no paramétrica con el objetivo de solucionar el problema de la clasificación de las unidades eficientes con un valor unitario. El método envolvente de datos evalúa cada entidad en comparación con un grupo de referencia - que construye el propio método - formado por las entidades que, siendo eficientes, más se parecen a aquellas cuya eficiencia se trata de valorar, según Sancho (2005) (citado por Rodríguez, 2018).

La técnica DEA tiene como principal virtud que construye una frontera de unidades eficientes con las unidades de la muestra o de combinaciones lineales de la misma y a partir de ella evalúa la ineficiencia relativa del resto de unidades que utilizan la misma tecnología de producción. Con este método según Trillo (1998), se evita tener que elegir a priori la forma de la función de producción o de costes óptima (citado en Ramírez & Nicanor, 2015).

Según Bonilla y otros (1996) citados por Rodríguez (2018) mencionan algunas ventajas del DEA, entre ellas se encuentra que los modelos admiten múltiples *inputs* y *outputs*, no requiere una hipótesis de relación funcional entre *inputs* y *outputs*, las unidades se comparan directamente con otras unidades o una combinación de ellas.

La metodología DEA se adapta muy bien a la hora de evaluar la eficiencia de instituciones sin ánimo de lucro como son las universidades públicas. Como principal ventaja se apunta a su flexibilidad en cuanto a la modelización. La evaluación de la eficiencia de las instituciones de educación superior empleando la metodología DEA ha sido constante desde sus orígenes, así han surgido estudios en el ámbito universitario que van desde comparaciones que atienden a la universidad en su conjunto, ya sea en un mismo país o entre países, al análisis de departamentos, áreas de conocimiento o facultades, análisis centrados en la docencia, en

investigación, vinculación o en ambas actividades, incluyendo en algunos casos la transferencia de resultados a la sociedad (Rodríguez, 2018).

Ayaviri & Alarcón (2014) exponen que las universidades públicas al igual que los gobiernos municipales ofrecen servicios a la comunidad y tratan de maximizar la oferta de sus servicios con los recursos que les son asignados, es así que en los municipios de Bolivia, el análisis de la eficiencia tiene una orientación *output* porque el municipio será eficiente, sino existe otro que pueda producir mayor cantidad de bienes y servicios con la misma cantidad de insumos - DEA orientado a productos -, a diferencia de producir la misma cantidad de bienes y servicios, pero utilizando menos cantidad de insumos - DEA orientado a insumos -.

De igual forma Estébanez (2014) presenta el caso de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina), en la cual se emplea el DEA para medir el cumplimiento y eficiencia de las Actividades de Vinculación (AV) a través de un plan piloto que se esquematiza en dimensiones tales como la vinculación tecnológica, pasantías estudiantiles, comercialización de resultados, contratos de investigación, asesoramiento y consultorías, diseminación no-académica y actividades de extensión docente y estudiantil que implican el intercambio de conocimientos.

### 3.1. Aplicabilidad de la metodología DEA en los procesos sustantivos de las IES

Para demostrar el uso de la metodología DEA (Análisis Envolvente de Datos) a nivel mundial, a continuación, se detallan los distintos países y procesos en los que ha sido aplicada:

En España, la metodología DEA ha sido implementada en procesos de gestión (Fernández, Martínez & Fernández, 2013, 2015), y docencia (Gómez, 2014). Por otra parte, en Colombia se trabajó en procesos de gestión, investigación y docencia (Visbal, Mendoza & Corredor, 2015; Buitrago, Espitia, & Molano, 2017), mientras que en Bolivia y Paraguay se empleó en métodos de docencia e investigación (Ayaviri & Zamora, 2016; Villar, 2015).

En Chile el DEA está implicado en técnicas de docencia, investigación y vinculación (Ramírez & Alfaro, 2013), mientras que en Uruguay está involucrado en procesos productivos que miden la eficiencia técnica, de escala, de asignación y economía (García, 2016), mientras que, en Cuba, está comprendido en términos de vinculación (García, 2009). Estos países han obtenido buenos resultados con la aplicación de la metodología DEA, lo que es un indicativo de que su uso en las IES ecuatorianas como es el caso de la Universidad Técnica de Manabí (UTM) favorecerá los procesos de vinculación.

### 3.2. La Metodología Análisis Envolvente de Datos (DEA) y otras metodologías para medir la eficiencia de procesos

El Análisis Envolvente de Datos (*Data Envelopment Analysis* – DEA) es una técnica de programación lineal no paramétrica que permite calcular la eficiencia relativa de un conjunto de unidades de decisión (*Decision Making Units* – DMUs) respecto a las mejores prácticas observadas, teniendo en cuenta los *inputs* y *outputs* que intervienen en el proceso

productivo, dentro de los cuales las áreas de aplicación son la educación, administración, negocios y legislación, tecnología, agroindustrial, energético y gestión (Fernández, Martínez & Fernández, 2013).

El análisis de correlación canónica es un modelo estadístico multivariante que facilita el estudio de las interrelaciones entre múltiples variables dependientes y múltiples variables independientes o predictoras; con el objetivo de encontrar la máxima correlación entre combinaciones lineales de estos grupos de variables, enfocado en el ámbito educativo (Sánchez, 2004).

SMED (*Single Minute Exchange of Die*) o Cambio de Matriz en menos de 10 minutos, es un conjunto de técnicas que persigue la reducción de tiempos de preparación de una máquina, esto se logra estudiando detalladamente para poder efectuar cambios radicales, estos cambios implican modificaciones en los ajustes y en las operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos encaminados a las gestiones empresariales y productivas (Sánchez, 2007).

El sistema OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costos de operación, está direccionada hacia el sector industrial (Lara y Mendoza, 2018).

Dmaic, es un acrónimo de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, mejorar y controlar, es una herramienta de la metodología *Six Sigma* enfocada en la mejora incremental de procesos existentes y se encuentra dirigida hacia el sector industrial (Flores, 2017).

Dentro del ámbito de la medición de eficiencia de procesos universitarios, entiéndanse estos como docencia, investigación y vinculación, el Modelo Dinámico del Proceso Estratégico surge como una alternativa para medir eficiencia y alcance de estos procesos a través de indicadores por actividad (Chirinos, et al., 2008). Por su parte Romero (2014) considera que la Escala Likert de 5 adjetivos de respuesta, es útil en la evaluación de procesos sustantivo de las IES, ya que se basa en criterios subjetivos sobre variables objetivas que son fácilmente ponderables. Según Martínez, Brambila & García (2013) y Alvarado (2016) para medir eficiencia y determinar productividad de un proceso el Índice de Malmquist permite analizar la evolución de estos mediante factores asociados al índice.

Peñate, Rivero & Lozada (2017) consideran que el análisis envolvente de datos arroja datos favorables en la medición de la eficiencia de dos de los pilares fundamentales de las universidades públicas: la docencia y la investigación, y que fácilmente puede extrapolarse a procesos de vinculación que se desarrollen a nivel de escuelas o facultades o de manera institucional; de igual forma Ayaviri & Zamora (2016), expone que el DEA es el más indicado en el mejoramiento de los procesos de investigación, innovación y vinculación de las IES que contribuyen al desarrollo de un país.

### 3.3. Análisis de los proyectos de vinculación realizados por la Universidad Técnica de Manabí

Las carreras de estudio presentan datos variados respecto a los proyectos de vinculación ejecutados durante el periodo enero 2017 –

febrero 2018. La UTM ha realizado 164 proyectos de vinculación en áreas como Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria. En las carreras comerciales se trabajó en el área de Administración, Negocios y Legislación.

En el año 2017 se ha trabajado específicamente en Medicina Veterinaria preventiva para prevención de enfermedades zoonóticas y en producción agropecuaria en el manejo de producción agropecuaria y soberanía alimentaria.

En la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquería se ha trabajado durante el periodo 2015 – 2017 en varias actividades, entre las que destacan programas como el de educación ambiental para el manejo efectivo de los recursos naturales del manglar, análisis de factores de riesgo de actividades pesqueras, sistemas acuapónicos en unidades educativas complementadas con capacitaciones y seguimiento al sistema acuapónico, y sistemas de crianza de tilapia a pequeñas escalas en comunidades rurales de Charapotó y San Isidro.

En Agropecuaria durante el año 2017 se efectuaron proyectos relacionados a la capacitación sobre buenas prácticas de manufactura e industrialización de frutas y hortalizas en la parroquia Santa Rita, sitio Mosquito, y capacitaciones a los productores de queso fresco para la disminución de riesgos higiénicos sanitarios, dirigido a los habitantes del sitio Camareta del cantón Chone, las cuales tributan a la mejora en el procesamiento de alimentos.

En Contabilidad computarizada, en el año 2017, se realizaron trabajos vinculativos sobre el uso de las TIC's (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), en el proceso de enseñanza aprendizaje, asistencia académica social y técnica.

En Educación Artística no hay proyectos realizados en la fecha estudiada.

En Educación Física durante el año 2017 se efectuó un programa de asesoramiento físico – técnico – táctico y psicológico en procesos de formación deportiva en básquet en la ciudadela El Maestro de Portoviejo y un plan de mejoramiento de la calidad de vida a través de la actividad física en la comuna Sancán, cantón Jipijapa.

Durante los años 2017 y 2018 en Educación General Básica se ejecutó el programa de reforzamiento pedagógico en lecto escritura y operaciones básicas matemáticas a los estudiantes de educación general básica que asisten a la Fundación San Pedro de la ciudad de Portoviejo, dentro del programa de Salud y Vida Integral de la UTM.

En Educación Parvularia, en el año 2017, se realizó la implementación de materiales didácticos en el área de Lenguaje y Matemáticas para desarrollar las capacidades cognitivas de los niños que asisten a la Fundación San Pedro de la ciudad de Portoviejo, dentro del programa de Salud y Vida Integral de la UTM.

En la escuela de Física y Matemáticas no hay proyectos realizados en la fecha estudiada.

En Idiomas y Lingüística se realizó el club de idiomas en el año 2018, con el fin de potencializar los idiomas en la educación en todos los niveles.

Por su parte la Escuela de Psicología Educativa y Orientación Vocacional trabajó en el primer trimestre del año 2018 en el fortalecimiento

de las familias disfuncionales en el proceso de la formación integral en los niños de la Escuela de Educación Básica Portoviejo N° 25 del sitio Los Ángeles, parroquia Colón, cantón Portoviejo.

En el año 2017, Ingeniería Agrícola realizó el diagnóstico y levantamiento de áreas agrícolas para el desarrollo de sistemas de riego en la parroquia Bellavista del cantón 24 de Mayo; además en la parroquia Lodana, del cantón Santa Ana, se trabajó en el establecimiento y manejo de un huerto hortícola en la Unidad Educativa Fiscal Lodana; también se asesoró en el diseño, construcción e implementación de una cancha de fútbol en el sitio Negrital del cantón Portoviejo, todos como apoyo al desarrollo de una agricultura sostenible, dentro del marco de la vinculación del manejo de producción agropecuaria y soberanía alimentaria.

En el año 2017 en la Ingeniería Agronómica se trabajó en la elaboración y aplicación de microorganismos eficientes, en el tratamiento de pozas sépticas en el sitio Estancia Vieja, de la parroquia Colón, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, como aporte a la efectividad en el manejo de recursos naturales y la conservación del ambiente

En Administración de Empresas, en el año 2017, se identificaron las actividades de control en los supermercados de la provincia de Manabí, de igual forma en el desarrollo de ideas de emprendimiento a los estudiantes de la Unidad Educativa Picoazá; se efectuó un programa de capacitación de emprendimiento para los microempresarios de la Asociación de Campesinos 13 de Marzo en la comuna Nuevo Paquisha, del cantón Rocafuerte; programa de capacitaciones de emprendimiento a los agricultores de la comuna Maconta, del cantón Portoviejo; programa de cumplimiento del control interno, cumplimiento de normativas por parte de los agentes económicos de la ciudad de Portoviejo, Farmacias y Electrodomésticos de la zona sur de la ciudad, como parte del desarrollo de la administración y desarrollo de la cadena productiva, negocios, legislación y administración.

En Contabilidad y Auditoría, en el año 2017, se efectuó el proyecto sobre control interno “Cumplimiento de normativas por parte de los actores económicos” de la ciudad de Portoviejo, de igual forma el proyecto Contabilidad de costos “Tu mejor herramienta productiva para los emprendedores de la zona 4”; se realizó el manejo contable de la información a los colaboradores de la entidad BRIDEMA S.A. del cantón Portoviejo, como parte del área de administración, conocimiento y legislación, economía, contabilidad y auditoría, tributación laboral, con énfasis en costos y emprendimiento.

En el año 2017 en Economía, se efectuó el programa de maximización de beneficios referente al área de administración, negocios y legislación, enfocado en finanzas, banca y seguros.

En la carrera de Bibliotecología se efectuó un proyecto sobre la implementación de la biblioteca digital en la parroquia de Rio Chico, cantón Portoviejo dentro del área de desarrollo cultural – asistencia técnica.

En Psicología Clínica, también en el 2017, se hizo efectivo el proyecto de atención del estudiante a los pacientes adultos mayores del centro gerontológico “CALEB” del cantón Portoviejo, y el proyecto de contribución del entorno familiar al estado emocional de los pacientes geriátricos del Centro Gerontológico “Villa Alegre” del cantón Portoviejo, como fomento al área de Salud, Bienestar y Vida Integrada, con énfasis en las Ciencias Sociales y del comportamiento.

En la carrera de Secretariado Ejecutivo, en el año 2017, se realizó el proyecto “Aprendiendo valores por medio de la lectura” dirigido a los niños de la Unidad Educativa Azafata Soledad Bravo y en la escuela Particular Mixta San José de Picoazá del cantón Portoviejo, correspondiente al área Administración, Negocios y Legislación, subárea secretariado y trabajo de oficina.

En el año 2017, en Trabajo Social, se realizó el proyecto “Fortalecimiento psicosocial en situación de crisis” en las familias de la comunidad Santa Martha; también el proyecto “Fortalecimiento socioemocional en situaciones de crisis” en la familia de los estudiantes de la escuela de educación básica Pedro Zambrano Izaguirre – Florón n°4 del cantón Portoviejo, correspondiente al área de Salud y Bienestar, con énfasis en la asistencia y asesoramiento social.

Los proyectos ejecutados durante el año 2017 en Ingeniería en Sistemas, se englobaron en el área de Información y Comunicación, con enfoque en las bases de datos, diseño y administración, software y desarrollo y análisis aplicativo y cuyos beneficiarios fueron los Gobiernos Autónomos Descentralizados de los cantones 24 de mayo, Sucre, Jaramijó, Rocafuerte, Portoviejo, Chone, Manta, Junín, como medida para la implementación de sistemas de gestión de desastres naturales a través de aplicaciones móviles.

Los proyectos de Ingeniería Civil se efectuaron durante el año 2017 y se engloban en el área de Ingeniería, Industria y Construcción, con énfasis en Arquitectura y Construcción, beneficiando a entidades públicas como los GAD’s de Santa Ana, Portoviejo, 24 de mayo, enfocados en el levantamiento topográfico para la actualización de los predios de la UTM, así como el seguimiento del plan de reconstrucción post terremoto en la provincia de Manabí y sus veedurías respectivas a los reasentamientos.

Los proyectos de Ingeniería Eléctrica que se efectuaron durante el año 2017 se engloban en el área de Ingeniería, Industria y Construcción, con énfasis en la electricidad y energía, beneficiando a unidades educativas del cantón Portoviejo, como es el caso del colegio particular Manabí Tecnológico y al sector público como CNEL-EP Manabí, con la ayuda brindada en la planificación, diseño y construcción del soterramiento de conductores eléctricos en los proyectos de regeneración en ciudades de la provincia de Manabí, enfocados en el lineamiento nacional “Electricidad para Todos 2018”.

Los proyectos de Ingeniería Industrial efectuados durante el año 2017 se engloban en el área de servicios, con énfasis en la asistencia técnica: servicio de seguridad, beneficiando a entidades públicas como el Servicio Integrado de Seguridad ECU-911 y privadas como la Empresa ASOPROMARMA.

Los proyectos de Ingeniería Mecánica que se efectuaron durante el año 2017 se engloban en el área de Ingeniería, Industria y Construcción, con énfasis en Mecánica y Metalurgia e Ingeniería y Climatización con lo que se beneficiaron sectores como Santa Teresita, de la comunidad Sosote.

Los proyectos de Ingeniería Química desarrollados durante el año 2017 se engloban en el área de Ingeniería, Industria y Construcción, con énfasis en la Ingeniería y Procesos Químicos, que promueven el abastecimiento y calidad del agua a través de un monitoreo y caracterización de las aguas.

Los proyectos de Enfermería realizados durante el año 2017 se engloban en el área de lo social y de la salud, con énfasis en Salud Pública destinados a la promoción de la salud y prevención de enfermedades, que

se enfocan en estrategias de comunicación para prevenir enfermedades como el Zika en la provincia de Manabí.

Los proyectos de Laboratorio Clínico que se efectuaron durante el año 2017 se enfocan en el área de salud y bienestar, con énfasis en salud, asistencia y asesoramiento social, con enfoque a promoción de la salud, ligado al apoyo y bienestar psicosocial, que se enfocan en analizar microbiológicamente las condiciones sanitarias de bares de la UTM, o la determinación de enfermedades de transmisión alimentaria en los mismos bares.

Los proyectos de Medicina efectuados durante el año 2017 se engloban en el área de salud y bienestar, con énfasis en salud, enfocados a la promoción y prevención en salud en los subcentros de salud en las parroquias de la zona 4.

En la escuela de Nutrición y Dietética no hay proyectos realizados en la fecha estudiada.

Los proyectos de Optometría efectuados durante el año 2017 se enfocaron en el área de salud y servicios sociales, con énfasis en servicios médicos correspondientes a la línea de salud, apoyo y bienestar psicosocial, con lo que se realizó la detección de trastornos visuales a niños y niñas de centros infantiles del Buen Vivir y adultos mayores.

En la tabla 1 se presentan un resumen de los proyectos ejecutados en el periodo de estudio por las diferentes áreas.

Tabla 1.

Proyectos realizados en las carreras estudiadas en el periodo enero 2017 – febrero 2018

Proyectos de vinculación por carreras	Cantidad
Optometría	3
Nutrición y dietética	0
Medicina	43
Laboratorio clínico	2
Enfermería	7
Ing. Química	2
Ing. Mecánica	2
Ing. Industrial	3
Ing. Eléctrica	7
Ing. Civil	27
Ing. Sistemas	10
Trabajo social	4
Secretariado ejecutivo	3
Psicología clínica	5
Bibliotecología	1
Economía	1
Contabilidad y auditoría	13

Administración de empresas	7
Ing. Agronómica	3
Ing. Agrícola	3
Psic. Edu. Y ori. Voc.	1
Idiomas y lingüística	1
Física y matemática	0
Educación parvularia	2
Educación general básica	1
Educación física	2
Educación artística	0
Contabilidad computarizada	2
Agropecuaria	2
Acuicultura y pesquería	5
Medicina veterinaria	2
<b>TOTAL</b>	<b>164</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por el Centro de Vinculación con la Sociedad.

Como se observa en la tabla 1, existen proyectos en todas las carreras a excepción de Educación Artística, Física y Matemáticas y Nutrición y Dietética; se efectuaron proyectos en varias áreas tales como: Administración, Negocios y Legislación, Conocimiento y Economía, Contabilidad y Auditoría, Ciencias de la Salud y Bienestar Social, Ingeniería y Construcción, Servicios, entre otras.

De la revisión documental a los proyectos de vinculación, se tiene que las carreras con mayor número de programas realizados son las carreras de Medicina, Ingeniería Civil, Contabilidad y Auditoría, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Eléctrica, Administración de Empresas y Enfermería.

#### 4. Discusión

En la búsqueda del mejor resultado en la medición de la eficiencia de los programas de vinculación universitaria hay decisiones de manejo que no siempre tienen un mayor costo, pero que terminan por influir en el resultado, donde se debe tener en cuenta su relación con la función de producción de conocimientos, esta función se constituye en el referente básico de todas las estimaciones.

La aplicación de la metodología DEA puede extrapolarse a procesos de vinculación que se desarrollen a nivel de escuelas o facultades o de manera institucional.

A pesar de existir otras metodologías que miden eficiencia de procesos como el modelo de la Tripe Hélice, análisis de correlación canónico, el Dmaic basado en el *Six Sigma* por citar algunas, estas no evalúan en su totalidad uno de los pilares fundamentales de las IES que es la vinculación.

El planteamiento metodológico obedece a la teoría expuesta para la evaluación o medición de la eficiencia de las acciones sustantivas en las

universidades públicas, en este caso, tomando como ejemplo a la UTM, se evidencia que no se cuenta con una metodología para medir, evaluar y calificar la eficiencia de sus procesos, los cuales solo han sido estimados por criterios subjetivos, sin un respaldo metodológico en sí, y es justamente en este escenario, donde entra la metodología DEA como alternativa para medir los procesos universitarios, ya que puede ser aplicada gracias a que los *inputs* y *outputs* necesarios para la misma son de ideal alcance para obtener buenos contextos, englobando todas las particularidades propias de la vinculación, gestión y unidades productivas dentro de la UTM, siendo por estas razones la más indicada en el mejoramiento de los procesos de investigación, innovación y vinculación de las IES que contribuyen al desarrollo de un país.

## Referencias

- Alvarado, D. (2016). Medición de la eficiencia estática y dinámica de las universidades mediante métodos No paramétricos. Aplicación a las universidades públicas ecuatorianas. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Ayaviri, V. & Alarcón, S. (2014). El Análisis Envolvente de Datos aplicado en la medición y evaluación de la eficiencia de los Municipios de Bolivia. Banco Central de Bolivia.
- Ayaviri, V. & Zamora, G. (2016). Medición de la eficiencia en las Universidades. Una propuesta metodológica. PERSPECTIVAS. (37): 7-22.
- Azor, J., Sánchez, J. & De La Cerda, J. (2018). Generalización del método de correlaciones canónicas aplicado a un problema de economía. Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología. 6 (1).
- Bernardo, K. & Paredes, J. (2016). Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula, en la Universidad Autónoma del Perú. Tesis Ing. Sistemas.
- Buitrago, O., Espitia, A. & Molano, L. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. Rev. Cient. Gen. José María Córdova 15 (19): 147-173.
- Cáceres, H., Kristjanpoller, R. & Tabilo, J. (2014). Análisis de la eficiencia técnica y su relación con los resultados de la evaluación de desempeño en una Universidad Chilena. Innovar, 24 (54): 199-217.
- Chang, H. (2010). El modelo de la triple hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y empresa. Revista Nacional de Administración. 1 (1): 85-94.
- Chirinos, E., Rivero, E., Goyo, A., Méndez, E. & Figueredo, C. (2008). Indicadores de gestión para medir la eficiencia hospitalaria. Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales. 10 (4): 50-63.
- Davyt, A. & Cabrera, C. (2014). Vinculación Universidad – Sociedad y formaciones universitarias: una perspectiva histórica y una tesis actual. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 716.
- Estébanez, M. (2014). Desarrollo de una metodología de medición de las actividades de vinculación entre las universidades y su entorno. Aplicación de la Propuesta del Manual de Indicadores de Vinculación. Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, de la OEI. 5-25.
- Fernández, S. Y., Martínez, C. A. & Fernández, F. J. (2013). Evaluación de la eficiencia y el cambio de productividad en el sistema universitario público español tras la implantación de la LOU. *Review of Public Economics*. 205: 71-98.
- Fernández, S. Y., Martínez, C. A. & Fernández, F. J. (2015). Determinantes de la eficiencia en las universidades públicas españolas: un análisis DEA en dos etapas. *Investigaciones de Economía de la Educación*. 10 (25): 491-508.
- Flores, H. (2017). Implementación de la Metodología Dmaic basado en el Six Sigma, para mejorar la productividad en el área de prensa y doblez de la empresa Jrm. S.A.C. Lima.
- García, A. (2009). El análisis envolvente de datos, herramienta para la medición de la eficiencia en instituciones sanitarias, potencialidades y limitaciones. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 47 (2).
- García, F. (2016). La metodología «Análisis Envolvente de Datos» (DEA): una aplicación a la producción de arroz en Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 20(1): 113-122.
- Gómez, S. J. (2014). La evaluación de la eficiencia en las Universidades Públicas Españolas. X Jornada de la Asociación de Economía de la Educación.
- Humberto, A., Arriola, E., Kuc, C., Amarilla, M. & Jovanovich, E. (2013). Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría Enfoques, 25 (1): 65-92.
- Ibáñez, M., Morresi, S. & Delbianco, F. (2017). Una medición de la eficiencia interna en una universidad argentina usando el método de fronteras estocásticas. *Revista de la Educación Superior*. 46 (183): 47-62.
- Lara, G. & Mendoza P. (2018). Fuentes y pérdidas en la eficiencia de los equipos de las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo uso de un sistema OEE (Eficiencia Global de Equipos) (10).
- Leal, C. & Cepeda, J. (2013). El uso de la metodología DEA (Data Envelopment Analysis) para la evaluación del impacto de las TIC en la productividad del sector hotelero. *Vía* (3).
- Luengo, C., Lara, R. & López, M. (2013). Análisis de los componentes principales de la escala Satisfacción laboral (S20-23) medida en una muestra del equipo de enfermería de Centros de Atención Primarias de las Provincias de Ñubles y Valparaíso, Chile. *Administración, Gestión y Calidad*. 15 (1): 195-207.
- Luengo, M. & Obeso, M. (2013). El Efecto de la Triple Hélice en los Resultados de Innovación. *Revista de Administração de Empresas*. 53 (4): 388-399.
- Martínez, D. M., Brambila, P. J. & García, M. R. (2013). Índice de Malmquist y productividad estatal en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 10 (3): 359-369.
- Morelos, J. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Estudios Gerenciales*. 32: 120-126.
- Peñate, Y., Rivero, J. & Lozada, D. (2017). Análisis envolvente de datos (DEA): Un enfoque viable para la evaluación de la eficiencia docente

- e investigativa en las universidades ecuatorianas. *Revista Espacios*. 38 (30): 13.
- Polaino, C. & Romillo, A. (2017). Vinculación con la Sociedad en la Universidad de Otavalo, Ecuador. *Formación Universitaria*. 10(3): 21-30.
- Ramírez, P. & Alfaro, J. (2013). Evaluación de la Eficiencia de las Universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas: Resultados de un Análisis Envolvente de Datos. *Formación Universitaria*. 6(3): 31-38.
- Ramírez, R. N. S., & Nicanor, F. C. (2015). Eficiencia técnica y cambio tecnológicode las unidades académicas de la Universidad Michoacana a través del índice Malmquist. *Economía y Sociedad*, 19(33), 17-35.
- Rodríguez, D. (2018). La evaluación de la eficiencia en universidades públicas de Colombia y Chile. III Congreso Internacional Virtual sobre la Educación en el Siglo XXI. 606-622.
- Romero, T. (2014). Cuestionario de opinión para la evaluación del desempeño docente en la UNAN-Managua, Nicaragua, FAREM-CHONTALES. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*. 14 (2): 1-28.
- Sánchez, J. (2004). Análisis de Correlación Canónica para evaluar la eficiencia académica de la ESPOL. (23).
- Sánchez, H. (2007). Aplicación de la Metodología SMED para incrementar la productividad de las líneas de recubridoras de la empresa Tepal SAC (11).
- Villar, D. (2015). Análisis de la eficiencia del servicio educativo ofrecido por la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Asunción Período 2007-2013. *Población y Desarrollo*. 21 (41): 51-60.
- Visbal, C. D., Mendoza, A. & Corredor, K. (2015). Evaluación del desempeño docente mediante el análisis envolvente de datos: un estudio de caso. *Entramado*. 11 (2): 218-225.