

La eficiencia técnica de las universidades públicas del Perú

MARCO ANTONIO TELLO MIRANDA ¹
JOSÉ OVIDIO FLORES GUTIÉRREZ ²

RECIBIDO: 25/02/2021 ACEPTADO: 15/04/2021 PUBLICADO: 26/07/2021

RESUMEN

Las deficiencias en la calidad de la educación superior figuran entre las principales debilidades del Perú según el ranking mundial de competitividad. Por ello, en este estudio se determinó la eficiencia técnica (ET) de las universidades públicas peruanas mediante el análisis envolvente de datos (DEA) y, además, se analizaron las relaciones entre la experiencia y calidad de las instituciones, y la ET. El estudio abarcó las 42 universidades públicas registradas para el año 2016, a las cuales se les midieron un insumo y dos productos. Se concluyó que las universidades públicas peruanas presentan funciones de producción de rendimientos constantes a escala (ETG promedio= 56.8%), lo que sirvió de base para clasificar a las instituciones en cuatro categorías según sus orientaciones estratégicas (alta o baja) hacia la investigación o masificación educativa; asimismo, se comprobó que la ET no se relaciona con la experiencia o la calidad de la institución educativa.

Palabras clave: universidad; análisis envolvente de datos (DEA); benchmarking; calidad; experiencia.

INTRODUCCIÓN

Algunas corrientes teóricas en el ámbito económico aseveran que el porvenir de la economía de un país se fundamenta en la inversión y el desarrollo de la educación, la ciencia y la tecnología (Abdurakhmanova et al., 2020; Macilwain, 2010), lo cual implica que la educación es una variable relevante para el desarrollo de cualquier nación, toda vez que el capital humano resulta crucial para el crecimiento socio-económico y, por ende, para el desarrollo sostenible (Wodon, 2019; Blecich, 2020). Por ello, la política educativa de un país debe tener entre sus prioridades incrementar la calidad educativa en todos sus eslabones, coordinando políticas públicas para optimizar la infraestructura, así como la calidad de la capacitación y desempeño docente, entre otras importantes metas (Buckle y Creedy, 2019; Zhao, 2020).

La medición y la mejora de la eficiencia en el desenvolvimiento de las universidades se considera un tema relevante en los países desarrollados (Kumar y Thakur, 2019; Jiang et al., 2020) y de especial interés en la gerencia pública (Ayaviri y Zamora, 2016). De manera similar, las universidades públicas en los países latinoamericanos reconocen la necesidad de cambios y adaptación a las nuevas tendencias de la educación superior a nivel mundial, que imponen crecientes exigencias en busca de mayor eficiencia y la calidad en los servicios ofrecidos (Torres et al., 2019).

Según el ranking mundial de competitividad 2019, Perú ocupó el puesto 65 y se mantienen las principales debilidades en indicadores de los pilares: instituciones, universidades no licenciadas, infraestructura, educación, y capacidad de innovación, entre otros (Schwab, 2019). Asimismo, diversos autores han reportado deficiencias en la educación superior peruana (Lavalle y de Nicolas, 2017; Nunez y Cornejo, 2018), por ello, la presente

1 Bachiller en Ingeniería Química por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú). Actualmente, es docente en el CERSEU de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM. (Lima, Perú).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4759-5772>

Autor de correspondencia: marco.tello@unmsm.edu.pe

2 Doctor en Ingeniería por la Universidad de Valladolid (España). Actualmente, es profesor de posgrado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Lima, Perú).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5019-2635>
E-mail: floresjoseovidio@gmail.com

investigación busca determinar la eficiencia técnica (ET) en universidades públicas peruanas mediante la técnica matemática conocida como análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés), utilizada para medir y evaluar los resultados obtenidos en unidades productivas por medio de la comparación de sus niveles de productividad (Sigler, 2004; Rojas, 2010; Torres et al., 2018). Adicionalmente, se determinan las relaciones existentes entre la experiencia y la calidad de las instituciones, y la eficiencia técnica.

La educación superior es de vital importancia en el desarrollo sostenible de los países, razón por la cual la eficiencia de su sistema debe ser considerada un tema prioritario. En este contexto, la presente investigación pretende determinar la eficiencia técnica (ET) de universidades públicas del Perú y, también, analizar las relaciones entre la experiencia y calidad de las instituciones, y la ET.

Entre las contribuciones más importantes de este trabajo se presenta un modelo DEA de un solo insumo y dos productos que representan las variables relevantes para analizar el sistema, lo cual es particularmente útil en contextos de información escasa o limitada—muy común en países en vías de desarrollo. Con los resultados del modelo DEA se elabora una herramienta sencilla y de fácil ejecución denominada MOEIM (Matriz de orientación estratégica a la investigación y masificación educativa), la cual proporciona una visión global del posicionamiento de las universidades en cuanto a su eficiencia relativa. Esto es relevante para orientar la toma de decisiones tanto a nivel de las universidades como de las instituciones que formulan y ejecutan políticas públicas enfocadas en la educación superior. Esta herramienta se complementa con el plan *benchmarking* basado en la técnica DEA.

Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Según Buitrago et al. (2017), el DEA es una técnica que sirve para medir la eficiencia relativa en organizaciones educativas; además, es importante destacar que se utilizó por primera vez para evaluar colegios norteamericanos (Rhodes, 1978). Entre sus fortalezas destaca su precisión para medir la "unidad de toma de decisiones" sometida a evaluación, así como sus entradas y salidas; de manera que, una vez aplicada la técnica, se pueden clasificar entre unidades eficientes e ineficientes, y asignar pares de referencia con el fin de proporcionar guías para mejorar las unidades ineficientes y establecer metas para la correcta utilización de recursos.

Con base en un estudio sobre las universidades públicas de España, Salas-Velasco (2020) indica que el DEA puede ser un buen instrumento para la evaluación comparativa de la educación superior. En este caso, el DEA puede determinar, mediante el empleo de insumos y productos, instituciones técnicamente eficientes que funcionarían como referentes para clasificar universidades y, además, permitiría identificar los factores que inciden en la eficiencia técnica de las universidades evaluadas.

Castañeda (2019) indica que el DEA representa una técnica de programación matemática muy difundida creada por Charnes et al. (1978) y mejorada por Banker et al. (1984) para evaluar retornos variables de escala. El DEA generaliza la medida de eficiencia técnica de Farrell (1957) para evaluar la eficiencia relativa de unidades pares con referente a múltiples medidas de rendimiento (Charnes et al., 1994; Cooper et al., 2006). Las organizaciones o unidades que son evaluadas con el DEA se denominan "unidades de toma de decisiones" (DMU en inglés) y según Cooper et al. (2006) una DMU se considera eficiente cuando ninguna otra DMU puede producir más salidas usando una cantidad igual o menor de entradas.

La ET se orienta a la maximización de los resultados de la DMU con base en los recursos utilizados (Campoverde et al., 2019). De esta manera se tiene que una universidad es eficiente cuando logra obtener niveles máximos de productos (o salidas) para un determinado nivel de dotación de insumos o, por el contrario, es capaz de minimizar el nivel de insumos aplicados para alcanzar un determinado nivel de producción. El principal aporte de la técnica DEA consiste en establecer de manera empírica o práctica un patrón referencial mediante una frontera, con la cual se compara la DMU, para saber si es o no eficiente, por ello se establece una eficiencia que es relativa, donde la estimación de la frontera constituye una de las vías para estimar la ET. De manera que Farrell (1957) aportó un método para calcular los índices, y separar técnicamente la eficiencia en técnica y asignativa, formulando preceptos sobre los rendimientos constantes a escala de la tecnología y una isocuanta convexa en el origen cuya pendiente es positiva.

En resumen, para realizar un análisis de eficiencia se define la "función de producción", la cual señala la máxima cantidad de producto (salida) generado por cada insumo (entrada), y se destacan las características tanto del proceso como del sector al cual pertenecen las DMU analizadas.

Esta caracterización debe abarcar la tecnología aplicada en el proceso productivo, y las entradas y salidas del sistema, para asociar la función de producción con las variables que reflejan la tecnología y posibilitan la producción más eficiente en las DMU. Este enfoque puede entenderse en relación a las salidas (*outputs*) o entradas (*inputs*), de manera que una aplicación orientada a los *outputs* (como en la presente investigación) mostraría la máxima producción que se puede lograr con una combinación particular de factores; mientras que un análisis orientado a los *inputs* revelaría los requerimientos mínimos de insumos, combinados en una determinada proporción, para alcanzar un nivel determinado de productos (Escalona, 2013).

La eficiencia técnica se puede también denominar eficiencia técnica global (ETG) y está compuesta por la eficiencia técnica pura (ETP) y eficiencia de escala (EE), de manera que $ETG = ETP \times EE$. Por tanto, para determinar si la tecnología de producción aplicada por las universidades presenta rendimientos variables a escala se aplican los dos modelos: rendimientos constantes a escala (RCE), que corresponde a la frontera ETG; y rendimientos variables a escala (RVE), que corresponde a la frontera ETP (Blecich, 2020). En el caso se detecten diferencias entre las dos mediciones para una universidad en particular, se asume que existen ineficiencias de escala, cuyos valores se atribuyen a la discrepancia entre la medición del RCE y del RVE. Así, la medición de la eficiencia de escala se obtiene como un resultado del cociente entre la medida de eficiencia técnica global y la medida de la eficiencia técnica pura. En resumen, la ETP evalúa la eficiencia técnica de la universidad como resultado específico de la gestión de la organización sin considerar el tamaño de la misma (Martin y Roman, 2010), mientras que las ineficiencias de escala son pérdidas ocasionadas por el hecho de no funcionar con el tamaño de producción óptimo. Entonces, se infiere que una universidad puede ser técnicamente eficiente y, aun así, tiene la posibilidad de mejorar su desempeño si decide explotar economías de escala (Coelli et al., 1998, p. 4).

De manera que las universidades eficientes serán aquellas que logren valores de 100% (o 1) para un determinado tipo de rendimiento (RCE o RVE) con el cual se esté comparando y, por ello, se considera que están localizadas sobre la frontera de producción o forman parte de ella. En contraste, valores por debajo del 100% ($100\% > x \geq 0$) indican ineficiencias y, por ello, se ubicarán por debajo de la frontera de producción.

Sistema de educación superior del Perú

Arias (2019) indicó que a fines del 2019 la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU) debió haber concluido el proceso de licenciamiento de las universidades peruanas que faltaban. La investigación es uno de los indicadores de calidad y es un requisito para el licenciamiento de universidades. Esta se debe hacer profesionalmente en estas casas de estudio y, dado que es escasa, es la principal dificultad que presentan algunas universidades.

En el Perú, la educación universitaria no se considera obligatoria y, por tanto, representa una opción educativa para las personas que completan el sistema de educación básica y se proponen proseguir estudios de tipo profesional, artísticos o técnicos (Díaz, 2008). De manera que la demanda del servicio de educación universitaria puede ser estimada en función de la cantidad de personas que, una vez completada la secundaria, concretan su aspiración de continuar estudios superiores postulando a cualquier institución educativa o, de manera más restrictiva, en función de los aspirantes que postulan e ingresan.

METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación es cuantitativo, de tipo aplicada, tiene un alcance descriptivo y correlacional, con diseño no experimental y transversal. La muestra incluyó las 42 universidades públicas peruanas registradas para el año 2016 (Tabla 1), cuyos datos fueron obtenidos de la página web de cada universidad y también proporcionados por la SUNEDU (2018).

Se empleó como único insumo el presupuesto en millones (MM) de soles de cada universidad y dos productos: número de investigadores adscritos al programa Renacyt (antiguo Regina) y número de estudiantes de pregrado, maestría y doctorado matriculados, con base en un modelo propuesto por Ramírez y Alfaro (2013), el cual fue ligeramente modificado para medir la función de investigación. Otros insumos, como por ejemplo número de docentes, tienen alta correlación en el presupuesto en las universidades públicas. Asimismo, en esta investigación no se pudo especificar la cantidad de artículos en revistas indexadas por universidad, tal como se mencionó anteriormente, debido a que no están disponibles.

Las variables a correlacionar con la ET fueron la antigüedad (años), que refleja la experiencia de la

Tabla 1. Listado de las 42 universidades públicas peruanas objeto de estudio.

Universidad	Siglas	Cuadrante (matriz estratégica)*
Universidad Nacional Mayor de San Marcos	UNMSM	2
Universidad Nacional Agraria La Molina	UNALM	2
Universidad Nacional de Ingeniería	UNI	2
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco	UNSAAC	3
Universidad Nacional de Trujillo	UNT	2
Universidad Nacional de San Agustín	UNSA	1
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo	UNASAM	4
Universidad Nacional del Altiplano	UNA	1
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana	UNAP	2
Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo	UNPRG	4
Universidad Nacional Federico Villarreal	UNFV	4
Universidad Nacional del Callao	UNAC	4
Universidad Nacional Hermilio Valdizán	UNHEVAL	4
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann	UNJBG	3
Universidad Nacional de Cajamarca	UNC	3
Universidad Nacional de Piura	UNP	4
Universidad Nacional Autónoma de Chota	UNACH	3
Universidad Nacional de San Martín	UNSM	3
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	UNSCH	4
Universidad Nacional Agraria de la Selva	UNAS	2
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión	UNDAC	4
Universidad Nacional de Tumbes	UNTumbes	2
Universidad Nacional del Centro del Perú	UNCP	4
Universidad Nacional San Luis Gonzaga	UNICA	3
Universidad Nacional de Huancavelica	UNH	3
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle	UNE	3
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión	UNFJFSC	4
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac	UNAMBA	1
Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas	UNTRM	2
Universidad Nacional del Santa	UNS	2
Universidad Nacional de Ucayali	UNU	3
Universidad Nacional José María Arguedas	UNAJMA	3
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios	UNAMAD	4
Universidad Nacional de Moquegua	UNAM	3
Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía	UNIA	3
Universidad Nacional de Cañete	UNDC	3
Universidad Nacional de Jaén	UNJ	4
Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur	UNTELS	1
Universidad Nacional de Barranca	UNAB	4
Universidad Nacional de Juliaca	UNAJ	3
Universidad Nacional de Frontera	UNF-S	2
Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas	UNAAA	2

* Clasificación con base en la Figura 1.

Fuente: SUNEDU (2016).

institución, y la calidad educativa medida con una variable proxy, tal como es el puesto que ocupa la institución en el ranking de universidades elaborado por el CSIC (2019), el cual va de 1 a 25000, en donde 1 es el valor más deseable. Con el fin de establecer relaciones positivas con la ETG, se optó por invertir los valores del ranking, aplicando la función inversa ($1/\text{ranking}$), luego se determinó el porcentaje de la participación relativa de cada universidad (índice de ranking mundial) en el total de los valores de la función inversa, lo cual garantiza que a mayor valor corresponde una mayor calidad de la institución educativa.

Técnica de procesamiento y análisis de datos

Se aplicó el DEA. Según Arieu (2004), dicho análisis permite la identificación del “mejor comportamiento”, lo que posibilita el empleo de la técnica de *benchmarking*, a diferencia del análisis de regresión que se basa en el “comportamiento medio”. Además de medir la eficiencia relativa, con el DEA se obtiene:

1. Una superficie envolvente empírica, que representa el comportamiento de los mejores.
2. Una *métrica eficiente* para comparar resultados.
3. Proyecciones eficientes sobre la frontera, para cada DMU ineficiente.
4. Un conjunto de referencia eficiente para cada DMU, definida por las unidades eficientes más próximas a ella. (Arieu, 2004, p. 3)

Se empleó el software SPSS Statistics 25 para el análisis descriptivo y correlacional, mientras que el software Frontier Analyst desarrollado por Banxia Software fue utilizado para el procesamiento de la data con el DEA.

RESULTADOS

Estadísticos descriptivos de insumos y productos

Debido a que la ETG presenta distribución normal ($p > 0.05$), mientras que los índices ETP y EE no presentan distribuciones normales ($p < 0.05$), se empleó el test U de Mann-Whitney para comparar la hipótesis de que las distribuciones de los modelos RCE y RVE provienen de una misma población (Martín, 2006; Martín, 2008). Los resultados demuestran que efectivamente son iguales ($p > 0.05$), lo que evidencia que en el sector universitario de

educación pública del Perú prevalecen los rendimientos constantes a escala. En la Tabla 2, se presentan los resultados de la ETG, los niveles actuales de insumos y productos, y el respectivo plan *benchmarking* de mejoras potenciales de producción para 42 universidades públicas peruanas, así como las variables que posteriormente serán correlacionadas con la ETG.

En la Figura 1, se presenta la matriz de orientación estratégica a la investigación y la masificación educativa (MOEIM) de 42 universidades públicas peruanas. Esta matriz se superpone a la gráfica de la frontera de producción de las universidades, que fue elaborada al dividir los productos entre el insumo, de tal manera que para cada DMU se estimaron 1. el número de investigadores Renacyt por cada 100 millones de soles de presupuesto (Renacyt_100MMSoles en el eje Y), y 2. la matrícula estudiantil por cada millón de soles de presupuesto (Matrícula/millón de soles en el eje X). Se observa que la línea de la frontera de producción (modelo orientado a las salidas) une las universidades eficientes (UNMSM, UNTELS y UNASAM), mientras que las universidades ineficientes se ubican por debajo de esta frontera.

La MOEIM ha sido segmentada en cuatro cuadrantes con base en los valores promedios de cada variable analizada (ver Anexo 1), de manera que en el caso de la variable investigadores Renacyt, se considera que la institución posee una alta orientación a la investigación (indicio de calidad de la investigación) cuando el valor promedio se encuentra por encima de la media y, por el contrario, baja cuando se encuentra por debajo de la media. En el caso de la variable matrícula, se considera que la institución posee una alta orientación a la masificación educativa (alto nivel de matrícula estudiantil) cuando el valor promedio se encuentra por encima de la media y, por el contrario, baja cuando se encuentra por debajo de la media, aunque también pudiera categorizarse como alta y baja orientación a la enseñanza, tal como se ha hecho en otros países (Shamohammadi y Oh, 2019).

En el primer cuadrante (superior derecho), se ubican las instituciones con orientación a la investigación y a la masificación, lideradas por la UNTELS. En el segundo cuadrante (superior izquierdo), se ubican las universidades con alta orientación a la investigación, encabezadas por la UNMSM y la UNALM con los niveles más altos de todas las instituciones; además, se ubican también las de baja orientación a la masificación. En el tercer cuadrante (inferior izquierdo), se ubican las universidades con baja orientación tanto a la investigación como a la

Tabla 2. Eficiencia, niveles actuales y mejoras potenciales de producción para 42 universidades públicas peruanas y variables a correlacionar con la ETG.

SIGLAS	ETG (%)	Niveles actuales insumos y productos			Metas (incrementos)		Variables a correlacionar	
		Presupuesto (MM S/)	Renacyt (No.)	Matrícula (No.)	Renacyt (No.)	Matrícula (No.)	Antigüedad (Años)	Ranking Mundial
UNMSM	100.0	418.7	280	41011	0	0	469	1470
UNALM	92.8	130.6	81	7303	6	5487	118	2966
UNI	44.1	252.8	70	12914	89	16353	144	3044
UNSAAC	49.7	174.3	24	21988	24	22249	328	3432
UNT	71.8	156.3	56	19215	22	7554	36	3631
UNSA	73.2	189.2	58	28520	21	10457	192	4623
UNASAM	100.0	49.1	6	13603	0	0	43	5982
UNA	60.2	177.3	42	23175	28	15314	164	6125
UNAP	57.6	77.0	17	9819	13	7233	59	6225
UNPRG	54.7	109.6	6	16618	7	13743	50	6647
UNFV	58.9	154.5	1	25201	18	17599	57	6918
UNAC	76.5	79.9	4	16921	6	5200	54	7027
UNHEVAL	62.7	68.2	0	11838	8	7042	56	7585
UNJBG	39.1	74.5	8	7401	12	11524	49	8013
UNC	46.3	77.4	8	9381	9	10896	58	8109
UNP	49.3	145.8	6	19933	12	20466	59	8642
UNACH	30.7	16.2	1	1319	2	2981	10	9036
UNSM	37.0	61.6	4	6138	7	10448	41	10319
UNSCH	61.3	74.9	6	12649	4	7993	343	11088
UNAS	41.0	52.6	10	4033	14	5796	56	11590
UNDAC	47.6	66.9	1	8825	7	9716	55	11967
UNTumbes	41.8	44.9	9	3372	13	4699	36	3631
UNCP	91.3	99.9	13	24977	1	2391	58	8109
UNICA	42.8	118.3	4	14045	10	18737	65	12578
UNH	44.0	59.4	6	6818	8	8671	30	12595
UNE	32.9	85.1	0	7753	10	15822	198	12865
UNFJFSC	73.6	80.4	0	16390	10	5885	52	12965
UNAMBA	86.4	21.5	9	3298	1	521	20	13566
UNTRM	67.5	43.7	16	4501	8	2168	19	13617
UNS	53.5	33.8	7	3971	6	3458	36	13653
UNU	47.0	49.8	3	6462	3	7292	41	14293
UNAJMA	33.4	15.3	1	1356	2	2702	16	15023
UNAMAD	51.7	24.3	0	3475	3	3246	20	16366
UNAM	24.8	29.4	3	1518	9	4612	15	16867
UNIA	31.5	21.3	3	1299	7	2823	20	19332
UNDC	46.4	9.0	1	1077	1	1243	11	20754
UNJ	79.5	8.1	0	1783	1	459	12	21602
UNTELS	100.0	12.3	4	3034	0	0	19	22067
UNAB	74.2	8.9	0	1835	1	637	10	22078
UNAJ	23.4	20.5	1	1263	3	4146	13	22095
UNF-S	55.6	9.0	2	1062	2	848	10	23112
UNAAA	28.3	5.4	1	157	3	399	13	24174
Totales	-	3407.7	772	427251	411	298810	-	-
Media	56.8	81.1	18	10173	10	7115	-	-

ETG: eficiencia técnica global; MMS/.: millones de soles; No.: número de individuos

Fuente: Elaboración propia.

masificación, que es la peor situación de los cuatro tipos de desempeño analizados. Finalmente, en el cuarto cuadrante (inferior derecho), se ubican las universidades con baja orientación a la investigación, pero alta orientación a la masificación, que son encabezadas por la UNASAM.

Con el test de Shapiro-Wilk se corroboró estadísticamente que las variables experiencia (antigüedad) y calidad educativa (índice de ranking) de la institución no presentan distribuciones normales ($p < 0.05$), por lo cual se correlacionaron con la ETG mediante el coeficiente Rho de Spearman

(Tabla 3). Los resultados indican que la ET de las universidades públicas del Perú no se relaciona con la experiencia ni con la calidad educativa.

DISCUSIÓN

El estudio del sector educativo y, en especial, de la educación superior, es de suma importancia, dado que se existen lineamientos de política pública destinados a la mejora de la educación superior elaborados por instituciones internacionales y nacionales de prestigio como UNESCO, UNICEF, el Banco Mundial, UNFPA, PNUD (2015) y SUNEDU (Arias,

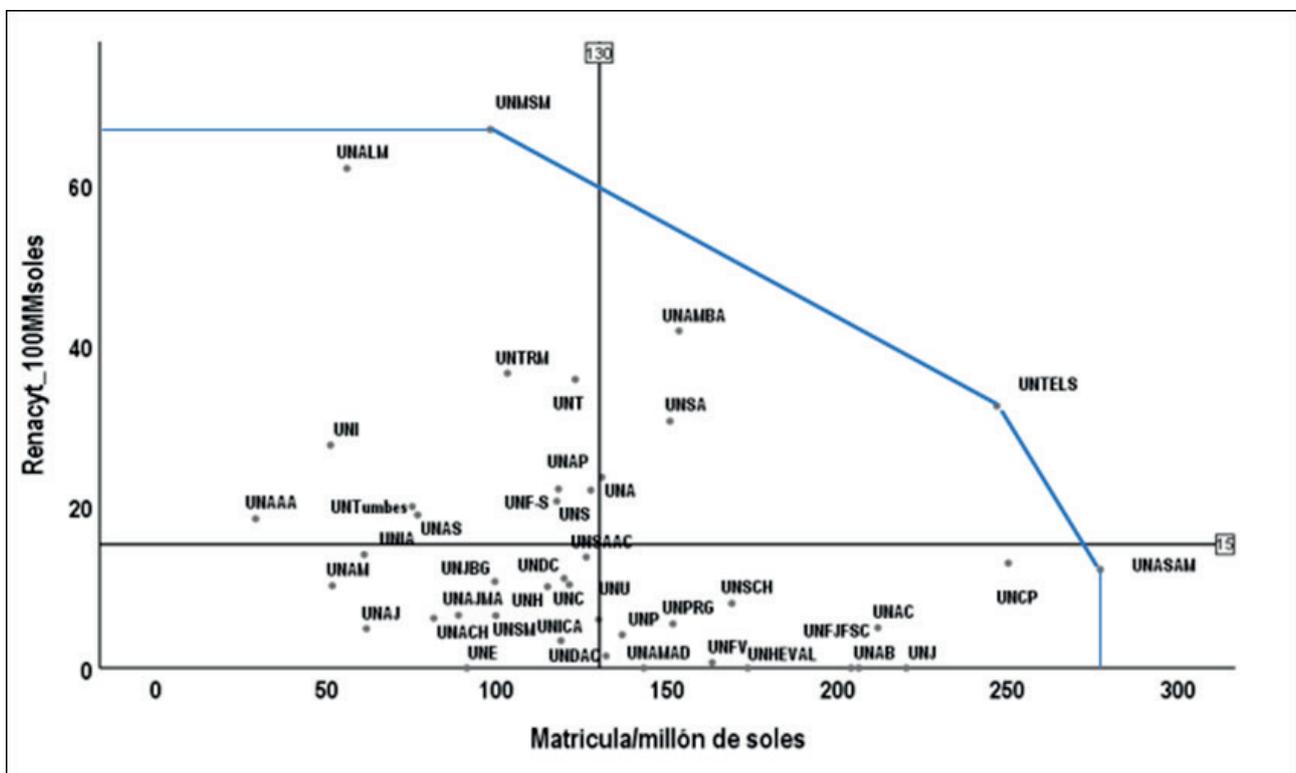


Figura 1. Matriz de orientación estratégica a la investigación y masificación educativa (MOEIM) de 42 universidades públicas peruanas.

Nota: La línea que une las tres universidades eficientes representa la frontera de producción.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Correlaciones Rho de Spearman de la experiencia y calidad educativa con la ETG.

Variables relacionadas con la ETG	Rho y significación	ETG
Experiencia (antigüedad de la institución)	Coefficiente de correlación	0.232
	Sig. (bilateral)	0.140
Calidad educativa (ranking de universidades)	Coefficiente de correlación	0.298
	Sig. (bilateral)	0.055

Fuente: Elaboración propia.

2019), por citar algunas. La concreción de estos lineamientos permitiría aprovechar las grandes ventajas comparativas y competitivas, así como lograr el desarrollo sostenible en el Perú.

Uno de los principales problemas al momento de analizar la eficiencia en universidades es la existencia de una considerable variedad de insumos y productos en la literatura (Huamaní et al., 2016; Nieto, 2016; Blanco et al., 2019; Shamohammadi y Oh, 2019; Mojahedian et al., 2020), además de las dificultades para la medición de los mismos en algunos casos (Gómez, 2010; Ayaviri y Zamora, 2016; Buitrago et al., 2017). Por ello, se optó por emplear el modelo de Ramírez y Alfaro (2013), ligeramente modificado, para medir la función de investigación, cuyo modelo original fue utilizado exitosamente en 25 universidades chilenas. En dicho modelo, otros insumos como los docentes, estimado por la partida de sus remuneraciones, tienen una alta correlación con el presupuesto, lo cual desaconseja su utilización, pues es muy poco lo que aporta a los resultados. Asimismo, el modelo se desarrolló orientado a los productos, tal como se acostumbra en el sector universitario, debido a que, por lo general, los insumos no son controlados por las universidades estudiadas, lo que es más evidente en instituciones públicas cuyo objetivo principal es demostrar el mejor valor posible en los *outputs* al ser financiadas por el Estado (Buitrago et al., 2017).

Luego de justificar la orientación del modelo a emplear, se determinaron las fronteras de producción de los modelos de RCE y RVE, tal como se ha hecho en estudios previos (García y Palomares, 2008; Agasisti et al., 2011; Buitrago et al., 2017). Por otra parte, se aceptó la hipótesis según la cual las universidades públicas peruanas presentan funciones de producción de rendimientos constantes a escala. Para ello, en la presente investigación se demostró estadísticamente cuál de las fronteras de producción es la más apropiada, tal como lo hizo Martín (2008); en otros estudios sobre eficiencia se han calculado los dos tipos de frontera, sin demostrar estadísticamente cuál predomina (Haider et al., 2019). Esta demostración se realizó con base en un test estadístico no paramétrico que permitió comprobar que prevalecen los RCE, modelo que ha sido empleado por otros autores (Pino et al., 2010).

Bajo el enfoque RCE (índice ETG) y modelo orientado a los productos, se estimó que las universidades públicas del Perú tuvieron un 56.8% de ET durante el año 2016. Este es un valor bajo en comparación con lo reportado por otros autores, aunque en contextos diferentes. Así, por ejemplo, Ramírez y Alfaro (2013) reportaron una eficiencia promedio

de 80.89% en universidades públicas y privadas de Chile. Un valor muy cercano fue obtenido por Navarro et al. (2016) al aplicar un modelo DEA a un grupo de 32 universidades públicas de México y obtener una ETG de 80.7%.

En el ámbito peruano, Nunez y Cornejo (2018), en un estudio de eficiencia de 42 universidades públicas y privadas, reportaron valores de eficiencia de 55.2% y 58.9%, para las universidades públicas en dos de los cuatro modelos de DEA que evaluaron, cifras superiores a las reportadas para las instituciones privadas y que son muy similares a las obtenidas en la presente investigación, lo que confirma la existencia de un sector educativo muy heterogéneo.

Los resultados de la ET también permitieron elaborar una matriz que sirvió de base para clasificar a las instituciones en cuatro categorías según sus orientaciones estratégicas (alta o baja) hacia la investigación o masificación educativa. Esta dicotomía está muy presente en la educación superior, especialmente la latinoamericana (Cabrera et al., 2014; García de Fanelli, 2017) y, por ende, ha sido también reportada en el Perú (Lavalle y de Nicolas, 2017; Nunez y Cornejo, 2018).

Asimismo, se verificó la relación de la ET de las universidades públicas peruanas con la experiencia de la institución educativa (antigüedad), cuyo resultado obtenido al aplicar el test de correlación de Rho de Spearman indica que la ET de las universidades públicas peruanas no se relaciona con la experiencia, lo cual confirma los hallazgos de Coria (2019), quien no encontró relación entre la ET de las universidades argentinas de gestión estatal y la antigüedad de las mismas.

Igualmente, se relacionó la ET de las universidades públicas peruanas con la calidad de la institución educativa, medida con el ranking de universidades elaborado por el CSIC (2019). El coeficiente Rho de Spearman permite afirmar que la ET de las universidades públicas peruanas no se relaciona con la calidad de la institución educativa. Este resultado no coincide con los de otros investigadores que sí reportaron una relación positiva entre la eficiencia y los rankings de universidades, entre ellos el ranking de Shangai (Blanco et al., 2019), quizás por el hecho de que evaluaron a las 50 mejores universidades del mundo. Asimismo, Huamaní et al. (2016) demuestran la factibilidad de esta relación, ya que el lugar que se ocupa en los rankings es un sólido indicador de calidad educativa (Lavalle y de Nicolas, 2017).

Finalmente, se propuso un plan de mejoras potenciales (plan *benchmarking*) con base en la metodología DEA, el cual puede ser aplicado como una herramienta de *benchmarking* (Avkiran, 1999; Zhu, 2009, p. 131), particularmente en el caso de las universidades (Shamohammadi y Oh, 2019). Este plan fue suficientemente demostrado, pues se pudo identificar las universidades eficientes que funcionarían como líderes del sector (*benchmarks*) para las universidades ineficientes.

CONCLUSIONES

- Las universidades públicas peruanas presentan funciones de producción de desempeño constante a escala (ETG promedio = 56.8%), lo que sirvió de base para clasificar a las instituciones en cuatro categorías según sus orientaciones estratégicas (alta o baja) hacia la investigación o masificación educativa.
- La ET de las universidades públicas peruanas no está relacionada con la experiencia de la institución.
- La ET de las universidades públicas peruanas no está relacionada con la calidad de la educación.
- El acceso restringido a las publicaciones o patentes desarrolladas por las universidades se considera una limitación de este estudio, por lo cual deben abordarse en futuras investigaciones. Los datos solo están disponibles en los portales institucionales. También se puede incluir más insumos y productos, a fin de comparar sus resultados con los del presente modelo de pocas variables y, adicionalmente, es relevante comparar la educación pública con la privada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Abdurakhmanova, G., Shayusupova, N., Irmatova, A., y Rustamov, D. (2020). The Role of the Digital Economy in the Development of the Human Capital Market. *International Journal of Psychological Rehabilitation*, 24(07), 8043-8051.
- [2] Agasisti, T., Dal Bianco, A., Landoni, P., Sala, A., y Salerno, M. (2011). Evaluating the Efficiency of Research in Academic Departments: An Empirical Analysis in an Italian Region. *Higher Education Quarterly*, 65(3), 267-289. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1468-2273.2011.00489.x>
- [3] Arieu, A. (2004). *Eficiencia técnica comparada en elevadores de granos de Argentina, bajo una aplicación de análisis de envolvente de datos. La situación del puerto de Bahía Blanca*. Buenos Aires: Asociación Argentina de Economía Política. Recuperado de <https://aaep.org.ar/anales/works/works2004/Arieu.pdf>
- [4] Arias, P. (2019). La investigación: requisito para el avance de la calidad en las universidades peruanas. *In Crescendo*, 10(3), 447.
- [5] Avkiran, N. (1999). An Application Reference for Data Envelopment Analysis in Branch Banking: Helping the Novice Researcher. *International Journal of Bank Marketing*, 17(5), 206-220. Recuperado de <https://doi.org/10.1108/02652329910292675>
- [6] Ayaviri, V., y Zamora, G. (2016). Medición de la eficiencia en las universidades. Una propuesta metodológica. *Perspectivas*, (37), 7-22.
- [7] Banker, R., Charnes, A., y Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. Recuperado de <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- [8] Blanco, M., Bares, L., y Hrynevych, O. (2019). Análisis de la eficiencia global de las 50 mejores universidades del mundo. *Revista Espacios*, 40(9), 30. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a19v40n09/19400930.html>
- [9] Bleich, A. (2020). Factors Affecting Relative Efficiency of Higher Education Institutions of Economic Orientation. *Management: Journal of Contemporary Management Issues*, 25(1), 45-67. Recuperado de <https://doi.org/10.30924/mjcmi.25.1.3>
- [10] Buckle, R., y Creedy, J. (2019). The Evolution of Research Quality in New Zealand Universities as Measured by the Performance-Based Research Fund Process. *New Zealand Economic Papers*, 53(2), 144-165. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/00779954.2018.1429486>
- [11] Buitrago O., Espitia A., y Molano, L. (2017). Análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. *Revista Científica General José María Córdova*, 15(19), 147-173.
- [12] Cabrera, A., Pérez, P., y López, L. (2014). Evolución de perspectivas en el estudio de la retención universitaria en los EE. UU.:

- Bases conceptuales y puntos de inflexión. En P. Figuera (Ed.), *Persistir con éxito en la universidad: de la investigación a la acción* (págs. 15-40). Barcelona, España: Laertes.
- [13] Campoverde, J., Romero, C., y Borenstein, D. (2019). Evaluación de eficiencia de cooperativas de ahorro y crédito en Ecuador: aplicación del modelo Análisis Envoltante de Datos DEA. *Contaduría y administración*, 64(1), 1-19.
- [14] Castañeda, P. (2019). *Modelo de medición de la productividad para fábricas de software*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- [15] Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., y Seiford, L. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*. Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- [16] Charnes, A., Cooper, W., y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- [17] Coelli, T., Prasada, D. y Battese, G. (1998). *An Introduction to Productivity and Efficiency Analysis*. Boston, Estados Unidos: Kluwer academic publishers.
- [18] Coria, M. (2019). Eficiencia técnica de las universidades argentinas de gestión estatal. *Ensayos de Política Económica*, 1(5), 44-64.
- [19] Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2019). *Ranking Web de Universidades*. Recuperado de <https://www.webometrics.info/es>
- [20] Cooper, W., Seiford, L., y Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses: With DEA-Solver Software and References*. Springer Science & Business Media.
- [21] Díaz, J. (2008). Educación superior en el Perú: tendencias de la demanda y la oferta. En M. Benavides (Ed.), *Análisis de programas, procesos y resultados educativos en el Perú: contribuciones empíricas para el debate* (págs. 83-129). Lima, Perú: GRADE.
- [22] Escalona, L. (2013). Eficiencia técnica para las universidades públicas venezolanas a través del modelo de análisis de datos envoltantes DEA. *Revista Científica "Teorías, Enfoques y Aplicaciones en las Ciencias Sociales"*, 5(12), 45-62.
- [23] Farrell, M. (1957). The measurement of Productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A, General*, 125, 252-267.
- [24] García, A., y Palomares, D., (24-26 de setiembre de 2008). *Evaluation of Spanish Universities: Efficiency, Technology and Productivity Change* [artículo académico]. Prime-Latin America Conference, México D. F., México.
- [25] García de Fanelli, A. (2017). Políticas públicas ante la masificación de la educación universitaria: el reto de elevar la graduación, garantizando la inclusión y la calidad. En C. Marquis (Ed.), *La agenda universitaria III. Propuestas de políticas y acciones* (págs. 167-201). Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo.
- [26] Barbosa, S. (2010). *Evaluación de la eficiencia de las escuelas de la Universidad Industrial de Santander aplicando análisis envoltante de datos (DEA)*. (Tesis doctoral). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- [27] Haider, M., Raza, Q., Jameel, S., y Pervaiz, K. (2019). A Comparative Study of Operational Efficiency of Pakistani and Malaysian Islamic Banks: Data Envelopment Analysis Approach. *Asian Economic and Financial Review*, 9(5), 559-580.
- [28] Huamaní, G., Huamaní, S., Salcedo, J., y Fernández, C. (2016). Modelo de Análisis Envoltante de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia de las escuelas profesionales de Ingeniería Industrial en el Perú con enfoque de desarrollo sostenible. *Tecnia*, 26(2), 2-72.
- [29] Jiang, J., Lee, S., y Rah, M. (2020). Assessing the Research Efficiency of Chinese Higher Education Institutions by Data Envelopment Analysis. *Asia Pacific Education Review*, 21(3), 423-440.
- [30] Kumar, A., y Thakur, R. (2019). Objectivity in Performance Ranking of Higher Education Institutions Using Dynamic Data Envelopment Analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(4), 774-796.
- [31] Lavalle, C., y de Nicolas, V. L. (2017). Peru and its New Challenge in Higher Education: Towards a Research University. *PloS one*, 12(8). Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182631>
- [32] Macilwain, C. (2010). Science Economics: What Science is Really Worth. *Nature*,

- 465(7299), 682-684. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/465682a>
- [33] Martín, R. (2006). *La evaluación de la eficiencia técnica. Una aplicación del DEA a la Universidad de la Laguna* [artículo científico]. XV Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación. Granada, España.
- [34] Martín, R. (2008). La medición de la eficiencia universitaria: una aplicación del análisis envolvente de datos. *Formación Universitaria*, 1(2), 17-26. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062008000200004>
- [35] Martin, J., y Roman, C. (2010). Evaluating the Service Quality of Major Air Carriers: A DEA Approach. *International Journal of Applied Management Science*, 2(4), 351-371.
- [36] Mojahedian, M., Mohammadi, A., Abdollahi, M., Kebriaeezadeh, A., Sharifzadeh, M., Asadzandi, S., y Nikfar, S. (2020). A Review on Inputs and Outputs in Determining the Efficiency of Universities of Medical Sciences by Data Envelopment Analysis Method. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran (MJIRI)*, 34(1), 34-42. Recuperado de <http://mjiri.iums.ac.ir/article-1-6288-en.html>
- [37] Navarro, J., Gómez, R., y Torres, Z. (2016). Las universidades en México: una medida de su eficiencia a través del análisis de la envolvente de datos con bootstrap. *Acta universitaria*, 26(6), 60-69. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/416/41649084008/html/index.html>
- [38] Nieto, L. (2016). *Eficiencia y financiación en las universidades públicas españolas*. (Tesis doctoral). Universidad Católica San Antonio de Murcia, Murcia.
- [39] Nunez, N., y Cornejo, G. (2018). Haciendo mucho con poco: eficiencia de la investigación científica en el Perú. *Revista Espacios*, 39 (26), 1-7. Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/a18v39n26/a18v39n26p07.pdf>
- [40] Pino, J., Solís, M., Delgado, M., y Barea, R., (2010). Evaluación de la eficiencia de grupos de investigación mediante análisis envolvente de datos (DEA). *El profesional de la información*, 19(2), 160-167. Recuperado de <https://doi.org/10.3145/epi.2010.mar.06>
- [41] Ramírez, P., y 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. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062013000300005>
- [42] Rhodes, E. (1978). *Data envelopment analysis and related approaches for measuring the efficiency of decision-making unit with application to Program follow through U.S. education*. (Tesis doctoral). Carnegie-Mellon University School of Urban and Public Affairs, Pittsburgh.
- [43] Rojas, M. (2010). *Clasificación de los grupos de investigación de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, mediante la estimación de la eficiencia técnica utilizando análisis envolvente de datos*. (Trabajo de grado de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7466/02-822021.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [44] Salas-Velasco, M. (2020). The Technical Efficiency Performance of The Higher Education Systems Based on Data Envelopment Analysis with an Illustration for the Spanish Case. *Educational Research for Policy and Practice*, 19(2), 159-180. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10671-019-09254-5>
- [45] Schwab, K. (Ed.) (2019). *The Global Competitive Report 2019*. World Economic Forum. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- [46] Shamohammadi, M., y Oh, D.-H. (2019). Measuring the Efficiency Changes of Private Universities of Korea: A Two-Stage Network Data Envelopment Analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 148, 119730. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119730>
- [47] Sigler, L. (2004). *Aplicación del Data Envelopment Analysis a la producción de investigación económica en la Ciudad de México: La eficiencia relativa del CIDE, COLMEX, IPN, UAM y UNAM (1990-2002)* [Ponencia]. 4th International Symposium of Data Envelopment Analysis and Performance Management, Birmingham, England.
- [48] SUNEDU (2018). *Información estadística de universidades*. Recuperado de <https://www.sunedu.gob.pe/informacion-estadistica-universidades-licenciadas/>
- [49] Torres, M., Vásquez, C., Luna, M., Bucci, N., Vilorio, A., y Cabrera, D. (2019). Clustering of

- Top 50 Latin American Universities in SIR, QS, ARWU, and Webometrics Rankings. *Procedia Computer Science*, 160, 467-472. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.063>
- [50] Torres, M., Vásquez, C., Vilorio, A., Borrero, T., Varela, N., Cabrera, D., Gaitán, M., y Gutiérrez, J. (2018). Efficiency analysis of the visibility of Latin American Universities and their impact on the ranking web. En Y. Tan, Y. Shi, y Q. Tang (Eds.), *Data Mining and Big Data International Conference on Data Mining and Big Data* (págs. 235-243). Cham, Suiza: Springer. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-3-319-93803-5_22
- [51] UNESCO, UNICEF, Banco Mundial, UNFPA, PNUD, O. M. y A. (2015). *Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo del Desarrollo Sostenible 4*. Unescodoc, 1-84. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa
- [52] Wodon, Q. (2019). Measuring the Contribution of Faith-based Schools to Human Capital Wealth: Estimates for the Catholic Church. *The Review of Faith & International Affairs*, 17(4), 94-102. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/15570274.2019.1681782>
- [53] Zhao, Y. (2020). Transformation of Educational Management Mode in Ocean Colleges and Universities. *Journal of Coastal Research*, 110(1), 67-70. Recuperado de <https://doi.org/10.2112/JCR-SI110-017.1>
- [54] Zhu, J. (2009). *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking. Data Envelopment Analysis with Spreadsheets* (3ª ed.). USA: Springer.

ANEXO

Anexo 1. Caracterización de las universidades según resultados de la MOEIN.

Universidades ubicadas en el segundo cuadrante				
Siglas	Presupuesto (MM S/)	Renacyt (Nro.)	Matrícula (Nro.)	ETG
UNAP	77.0	17	9819	57.6
UNT	156.3	56	19215	71.8
UNF-S	9.0	2	1062	55.6
UNS	33.8	7	3971	53.5
UNTRM	43.7	16	4501	67.5
UNMSM	418.7	280	41011	100.0
UNAS	52.6	10	4033	41.0
UNTumbes	44.9	9	3372	41.8
UNALM	130.6	81	7303	92.8
UNI	252.8	70	12914	44.1
UNAAA	5.4	1	157	28.3
Promedio	111.3	50	9760	
Total	1224.8	549	107358	
% del global	35.9%	71.1%	25.1%	

Universidades ubicadas en el primer cuadrante				
Siglas	Presupuesto (MM S/)	Renacyt (Nro.)	Matrícula (Nro.)	ETG
UNTELS	12.3	4	3034	100.0
UNAMBA	21.5	9	3298	86.4
UNSA	189.2	58	28520	73.2
UNA	177.3	42	23175	60.2
Promedio	100.1	28	14507	
Total	400.3	113	58027	
% del global	11.7%	14.6%	13.6%	

Universidades ubicadas en el tercer cuadrante				
Siglas	Presupuesto (MM S/)	Renacyt (Nro.)	Matrícula (Nro.)	ETG
UNIA	21.3	3	1299	31.5
UNSAAC	174.3	24	21988	49.7
UNDC	9.0	1	1077	46.4
UNJBG	74.5	8	7401	39.1
UNC	77.4	8	9381	46.3
UNAM	29.4	3	1518	24.8
UNH	59.4	6	6818	44.0
UNAJMA	15.3	1	1356	33.4
UNSM	61.6	4	6138	37.0
UNACH	16.2	1	1319	30.7
UNU	49.8	3	6462	47.0
UNAJ	20.5	1	1263	23.4
UNICA	118.3	4	14045	42.8
UNE	85.1	0	7753	32.9
Promedio	58.0	5	6273	
Total	812.1	67	87818	
% del global	23.8%	8.7%	20.6%	

Universidades ubicadas en el cuarto cuadrante				
Siglas	Presupuesto (MM S/)	Renacyt (Nro.)	Matrícula (Nro.)	ETG
UNCP	99.9	13	24977	91.3
UNASAM	49.1	6	13603	100.0
UNSCH	74.9	6	12649	61.3
UNPRG	109.6	6	16618	54.7
UNAC	79.9	4	16921	76.5
UNP	145.8	6	19933	49.3
UNDAC	66.9	1	8825	47.6
UNFV	154.5	1	25201	58.9
UNJ	8.1	0	1783	79.5
UNAB	8.9	0	1835	74.2
UNFJFSC	80.4	0	16390	73.6
UNHEVAL	68.2	0	11838	62.7
UNAMAD	24.3	0	3475	51.7
Promedio	74.7	3	13388	
Total	970.5	43	174048	
% del global	28.5%	5.6%	40.7%	

Total de universidades (insumos y productos)

	Presupuesto (MM S/)	Renacyt (Nro.)	Matrícula (Nro.)
Total	3407.7	772	427251
%	100.0%	100.0%	100.0%