

La ecoeficiencia en el sector de la educación superior. Una línea base para su implementación

Marcelo Mantilla-Falcón, Marcela Karina Benítez-Gaibor,
Melany Alejandra Loor-Intriago, Lenin Geovanny Vásconez-Acuña

Facultad de Contabilidad y Auditoría
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

La ecoeficiencia en el sector de la educación superior tiene vital importancia. Por lo tanto, este estudio presenta un análisis de línea base sobre el manejo de los recursos energéticos (luz, agua y combustible) de diez facultades en una universidad del centro de Ecuador. Se trata de una investigación cuantitativa, descriptiva, no experimental, con muestreo no probabilístico y de corte longitudinal. Se analizaron dos semestres consecutivos considerando las variables de gastos en dólares por el consumo de luz, agua y combustible. Para ello se utilizaron los métodos de regresión lineal simple, correlación y un estudio exploratorio mediante análisis multivariado con el método de clúster. Los resultados evidencian la eficiencia de las facultades, y su clasificación mediante clústeres que facilitan la toma de decisiones gerenciales para mejorar la sostenibilidad ambiental y financiera institucional.

Palabras clave: ecoeficiencia, clúster, educación superior, gestión

Eco-efficiency in the higher education sector. A baseline for its implementation

Eco-efficiency in the higher education sector is vitally important, therefore, this study presents a baseline analysis on the management of energy resources (light, water and fuel) of ten faculties at a university in central Ecuador. This is a quantitative, descriptive, non-experimental research with non-probabilistic and longitudinal cut sample. Two consecutive semesters were analyzed considering variables: expenses in dollars for the consumption of light, water and fuel using simple linear regression, correlation, and an exploratory study through multivariate analysis with the cluster method. The results show the efficiency among faculties and their classification through clusters that facilitate management decision making to improve environmental and financial sustainability.

Keywords: Eco-efficiency, cluster, higher education, management

Ecoeficiência no setor de ensino superior. Uma linha de base para sua implementação

A ecoeficiência no setor de ensino superior é de vital importância, portanto, este estudo apresenta uma análise básica sobre o gerenciamento de recursos energéticos (luz, água e combustível) de dez facultades de uma universidade no centro do Equador. Trata-se de uma investigação quantitativa, descritiva, não experimental, com amostragem não probabilística e corte longitudinal. Dois semestres consecutivos foram analisados considerando as variáveis: despesas em dólares para o consumo de água, luz e combustível usando regressão linear simples, correlação e um estudo exploratório através de análise multivariada com o método cluster. Os resultados mostram a eficiência entre as facultades e sua classificação por meio de clusters que facilitam a tomada de decisões gerenciais para melhorar a sustentabilidade ambiental e financeira institucional.

Palavras-chave: ecoeficiência, cluster, ensino superior, gestão

1. Introducción

La preocupación mundial por el medio ambiente es el tema recurrente en todas las esferas de la realidad: el Estado, los empresarios y la sociedad civil. El deterioro de los recursos naturales se hace evidente para todos y se encuentra respaldado por muchos estudios. Como consecuencia del impacto ambiental, la salud y la calidad de vida de la población se ven perjudicadas. En este panorama, de acuerdo con la World Business Council for Sustainable Development (citado en Fórum Ambiental, 2000), el concepto de “ecoefficiencia” consiste en la capacidad que cumple con las siguientes condiciones:

Proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta (p. 4).

La ecoeficiencia implica un uso eficiente de los recursos. Esto conlleva a una menor producción de residuos y contaminación, así como a la reducción de los costos operativos. De esta manera, como señala el Ministerio del Ambiente (2009), se contribuye a la sostenibilidad económica general de la institución. Para valorar la ecoeficiencia, existen múltiples indicadores. En términos generales, “El indicador de ecoeficiencia es la suma de un indicador de servicios ecosistémicos, de desarrollo social y de eficiencia económica” (Rodríguez Araujo, 2018, p. IX). Por su parte, de Leal (2005) (citado en Salama, 2015) plantea que la ecoeficiencia está caracterizada por indicadores que orientan las prácticas ecológicamente eficientes. Dichos indicadores son los siguientes:

a) Reducción de intensidad del material utilizado en la producción de bienes y servicios

- b) Reducción en la generación y dispersión de cualquier material tóxico
- c) Apoyo al reciclaje
- d) Maximización del uso sostenible de los recursos naturales
- e) Extensión de la durabilidad de los productos
- f) Aumento del nivel de calidad de bienes y servicios

Como tal, la ecoeficiencia es un concepto de reciente creación. Apareció alrededor de la década de los noventa, como lo comentan los especialistas del tema:

Es considerada una nueva filosofía empresarial, similar a la producción limpia; así lo señala Leal (2005); quien afirma que esta filosofía fue acuñada por Schmidheiny junto con el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés), e introducida en la Conferencia de Río de Janeiro del año 1992 (Sayago, Valero & Ramírez, 2014, p. 5).

Con respecto a la ecoeficiencia aplicada al sector servicios y, en este caso, a la educación superior, “se precisa procurar el uso racional de los recursos, ahorrar y optimizar el consumo de papel, energía, agua; así como segregar y reciclar residuos sólidos convenientemente” (Bustamante Sánchez, 2011, p. 48). El control de los recursos naturales a través de la reducción sostenida y la disminución de la contaminación que se asocia a la producción en general mediante la educación son los dos pilares de mayor atención en términos de ecoeficiencia. Aun así, la ecoeficiencia va más allá, pues “busca un incremento de la productividad de los recursos naturales, así como reducir los impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos, la educación es primordial para lograr la ansiada sostenibilidad” (Lloclla Gonzalez & Arbulú López, 2014, p. 31).

Como señalan Viriata y Moura (2011), la ecoeficiencia implica mejorar la productividad manteniendo altos estándares de calidad; mientras tanto, se ahorran recursos financieros, y disminuye significativamente el volumen de generación de residuos y desperdicios. La modernidad exige al sector público el manejo de ecoeficiencia para crear liderazgo y responsabilidad. Estas acciones están enfocadas a la mejora continua mediante la reducción de recursos y la generación de mínimos impactos negativos en el ambiente. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2017), se busca fomentar una nueva cultura de cuidado y protección del medio ambiente, sobre todo por medio del ahorro de recursos como papel, agua, energía y recursos logísticos, que suponen la generación de ahorros financieros significativos (p. 12). Para terminar de concretar el concepto de “ecoefficiencia”, habría que exponer que se trata del “uso eficiente y racional de la energía y los recursos naturales con beneficios ecológicos y económicos, con menos desechos y residuos, logrando disminuir la contaminación ambiental” (Advíncula Zeballos, García Junco, García Armas, Toribio Tamayo & Meza Contreras, 2014, p. 44).

El estudio de la ecoeficiencia tiene una larga data basada principalmente en alcanzar mejores beneficios económicos para las empresas. Por ejemplo, en 1975, 3M Pollution Preventions Pay empezó con programas de reducción de la contaminación ambiental; y entre 1975 y 1999 evitó la producción de 750.000 toneladas de materiales contaminantes, con un ahorro económico de 920 millones de euros. Otras empresas pioneras en estos procesos de producción limpia y prácticas empresariales ecológicas han sido Electrolux y Ran Xerox. En 1996, Electrolux diseñó una línea de productos electrodomésticos de “gama verde”, con la que obtuvo un 8% de margen bruto de ganancias; y, en 1998, alcanzó el 24%. Ran Xerox, otra empresa

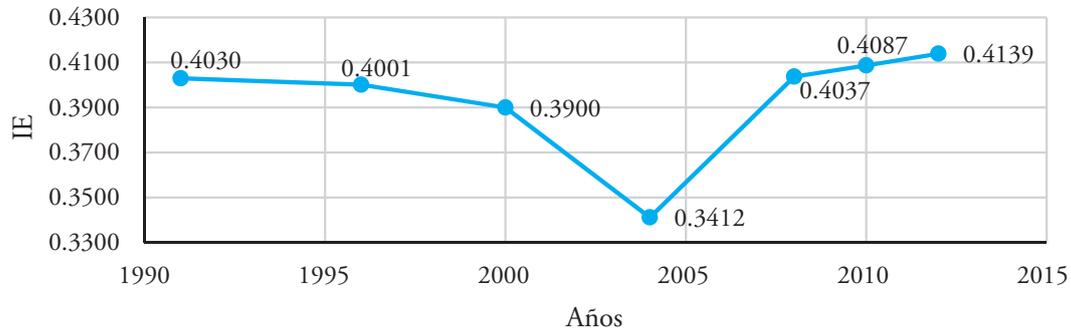
mundial comprometida con la reducción de la contaminación, refabricaba las fotocopiadoras hasta en un 75%, con lo que lograron ahorrar 93 millones de dólares en materia prima para el año 1995 (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001).

Como el deterioro del medio ambiente es cada vez más preocupante, muchas empresas públicas y privadas, instituciones, y otras organizaciones han emprendido estudios de ecoeficiencia en sus actividades. Por ejemplo, en la investigación sobre la reducción de la producción de cemento en la fábrica Siguaney (Cuba), se evidenció que existe una mejora profunda en seis de los ocho indicadores analizados, basados en la reducción de los costos de producción y el menor impacto ambiental; esto se debió a la sustitución de clínker por arcillas caoliníticas (Ruiz Rosas, Rosa Domínguez, Sánchez Berriel, Castillo Hernández, Martirena Hernández y Suppen Reynaga, 2017).

Además de valorar el manejo ambiental dentro de las empresas o instituciones, se puede ampliar el horizonte de estudio de la ecoeficiencia a partir de los resultados que ha tenido en diferentes países. Entre la literatura científica, se encuentran estudios comparativos a partir del índice de ecoeficiencia, que relaciona resultados ambientales con impactos económicos en diecisiete países del continente americano entre los años 1991 y 2012. Entre ellos, Uruguay fue el país con mejores resultados durante todo el periodo; en el otro extremo, se encuentran Brasil, México, Estados Unidos y Canadá. Para efectos referenciales, se muestran los resultados de Ecuador en la figura 1.

Una de las razones de estos resultados es el progresivo proceso de deforestación. Por ejemplo, entre los años 2004 y 2012, la tasa de deforestación alcanzó el 26% (Fonseca, 2013), lo que demuestra un crecimiento sostenido, pero mínimo. Para efectos interpretativos,

Figura 1. Índices de ecoeficiencia de Ecuador



Fuente: Matos Masiel, Saeed Khan y Andrade Rocha (2017a).

el índice de ecoeficiencia va de 0,0, que representa ausencia de ecoeficiencia; a 1,0, que es el nivel óptimo. Los datos fueron comparados considerando el producto interno bruto [PIB], emisión de gases de efecto invernadero, consumo de energías renovables y áreas forestales (Matos et al., 2017a).

En un estudio más amplio que incluía sesenta países de los cinco continentes, Matos Maciel, Saeed Khan y Andrade Rocha (2017b) evidencian que hay una preocupación significativa por los aspectos medioambientales; asimismo, muestran que los mejores índices de ecoeficiencia se presentan en países europeos como Noruega y Suiza, tanto por su política pública y como por un factor de carácter cultural. Al otro extremo, se encuentran países subdesarrollados: Congo y Tanzania en África, y Bangladesh en Asia.

A partir de estas consideraciones y de las preocupaciones a nivel mundial, es importante que las empresas adopten estrategias administrativas para mejorar la calidad de las prácticas productivas o de consumo en beneficio del medio ambiente, la sostenibilidad y la dinámica económica. En ese sentido, de acuerdo con

Munk, Galleli y Borim de Souza (2013), dentro de una organización, se deben considerar la sustentabilidad organizacional, organizacional económica y organizacional ambiental; la ecoeficiencia; la inserción social; y la justicia socioambiental. Esto debe ser llevado a cabo en el marco de la práctica de competencias sostenibles. Por ejemplo, las competencias potenciales de la ecoeficiencia son la optimización de consumo de materiales y servicios; la optimización del uso de agua y energía en productos o servicios; la minimización de la disposición de compuestos tóxicos; la promoción del reciclaje; la maximización del uso de recursos renovables; la extensión de la durabilidad de productos; y el aumento de intensidad de uso de productos y servicios.

En líneas generales, tras realizar el análisis de ecoeficiencia en las empresas, los estudios se alinean sobre mejorar por medio de “Programas de Estrategias Ecoeficientes” (Salama, 2015, p. 174) o por la educación enfocada a la “sensibilización, concienciación, difusión, promoción, comunicación, orientación, educación y capacitación ambiental” (Sayago et al., 2014, p. 19) en las empresas.

Un sector altamente propenso a la contaminación por disposición inadecuada de desechos es el de salud. Como señalan Viriato y Moura (2011), si se aplican buenas prácticas de selección de gestión de residuos, los beneficios son significativos. De acuerdo al estudio realizado por dichos autores sobre las prácticas hospitalarias en el manejo de desechos peligrosos durante el período de dos años (2009-2010), con un adecuado proceso de disposición e incinerado, se alcanzó una eficiencia económica del 40%. El sector salud es altamente sensible a procesos serios de contaminación por la presencia de desechos potencialmente tóxicos y peligrosos, y porque muchos de ellos terminan en lugares abiertos sin el tratamiento técnico que se les debe suministrar para su evacuación. Durante el proceso de atención médica, constantemente se requieren agua y energía. Además, se usan diferentes materiales que generan efluentes líquidos que necesitarán ser tratados con una gestión adecuada, pues constituyen fuentes significativas de contaminación para el agua ambiental, y para la población intra y extrahospitalaria (Sisino & Moreira, 2005).

En la actualidad, “no se concibe una empresa moderna que no tenga por objetivo estratégico la consecución de beneficios económicos respetando el medio ambiente” (Mateo-Mantecón, Casares Montañón & Coto-Millán, 2010, p. 23). Por ello, se deben poner en práctica medidas de ecoeficiencia que apuesten por procesos limpios, que ahorren recursos naturales y que reduzcan el impacto ambiental. Además de las empresas de carácter productivo y comercial, existen instituciones que ofrecen servicios, como es el caso de las universidades. En un estudio realizado por Chavarría-Solera, Garita-Sánchez y Gamboa-Venegas (2015), se verificó que con programas de educación, mejoramiento de los procesos y concienciación personal se pueden alcanzar resultados positivos en

beneficio del medio ambiente y la sostenibilidad institucional. Asimismo, existen estudios que consideran a la ecoeficiencia como un factor de competitividad. Tal es el caso de Inda Tello y Vargas-Hernández (2012), que concluyen “que la sustentabilidad y la competitividad son grandes metas que no deben estar separadas. Actualmente, la verdadera eficiencia radica en explotar los recursos para crear ventaja competitiva y ser eficiente económicamente de manera sustentable” (p. 33).

Un factor importante de la ecoeficiencia es que esta forma parte de la Responsabilidad Social Empresarial (en adelante, RSE). En la actualidad, la RSE se pone en práctica en el sector económico, productivo, financiero, social, de servicios, etc., porque se alinea con los objetivos estratégicos y valores corporativos de las organizaciones; asimismo, concuerda con el decálogo de las empresas socialmente responsables, en el que se encuentran los siguientes puntos:

- 5) Respetar el entorno ecológico en todos y cada uno de los procesos de operación y comercialización, además de contribuir a la preservación del medio ambiente;
- 6) Identificar las necesidades sociales del entorno en que opera y colaborar en su solución, impulsando el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida (Cantú Martínez, 2015, p. 35).

La ecoeficiencia involucra otras ramas del conocimiento humano relacionadas directamente con la gestión empresarial. Entre ellas, se encuentra, por ejemplo, la contabilidad de gestión ambiental, que se involucra en la determinación de costos ambientales en las empresas. Burritt y Saka (2006) infieren que “La mejora de la eficiencia ecológica está siendo adoptada por un número creciente de empresas como un motor lógico para la gestión y una forma de mejorar las estrategias que promueven, mantienen o reparan la legitimidad social” (p. 1264).

Para determinar dimensiones de sostenibilidad, la metodología más aceptada a nivel internacional es la Global Reporting Initiative (GRI), “que facilita un marco para la elaboración de memorias de sostenibilidad basado en la credibilidad, la consistencia y la comparabilidad convirtiéndose en un estándar mundial” (Rodríguez Gerra & Ríos-Osorio, 2016, p. 75). En líneas generales, esta metodología reporta los resultados de sostenibilidad empresarial a sus grupos de interés de manera homogénea sobre los componentes sociales, ambientales y económicos, considerando que las empresas son entes dinámicos y que se encuentran en constante adaptación a las exigencias actuales.

Al ser protagonista del cambio social y cultural, la educación tiene el propósito de remediar, mitigar, controlar y plantear acciones en favor del medio ambiente, pues en las estructuras de la educación se cimenta una ideología, una acción, una práctica que evidencia el estado actual de la realidad: “El sector educación es el organismo llamado a crear conciencia ambiental a las nuevas generaciones, aplicando estrategias de aprendizaje que permitan generar un impacto ambiental positivo hacia la calidad de vida de nuestra población” (Lloclla Gonzalez & Arbulú López, 2014, p. 39).

En el año 1990, empieza a surgir literatura sobre contabilidad de recursos y contabilidad ambiental. En ese año, por primera vez aparece el término “ecoeficiencia”, que vincula la producción empresarial, y el efecto que tiene sobre el medio ambiente y la salud ecológica (Zhou, Ou & Li, 2016, p. 644). En el año 1992, se usa por primera vez el término “ecoeficiencia” en la Cumbre de Río de Janeiro; en ese contexto, se define como la producción de bienes y servicios con el menor uso de recursos, mayor valor agregado y generación de menor contaminación ambiental (Ministerio del Ambiente, 2010, p.17). Por su parte,

la World Business Council for Sustainable Development (2000) considera la ecoeficiencia como una filosofía administrativa que induce a las empresas a trabajar y generar beneficios económicos sin dejar de lado la concientización en pro de la mejora ambiental (p. 12). SustainAbility, Corporación Financiera Internacional e Instituto Ethos (2003) comentan también las implicancias de la ecoeficiencia:

La ecoeficiencia supone el suministro de bienes y servicios a precios competitivos que atiendan las necesidades humanas y mejoren la calidad de vida, al mismo tiempo que reduzcan progresivamente las repercusiones ecológicas y la intensidad de utilización de los recursos durante todo el ciclo de vida de los productos (p. 56).

Más adelante, Artavia Loría (2015) define la “ecoeficiencia” como “La capacidad de producir la mayor cantidad posible de valor para la sociedad haciendo uso de la menor cantidad posible de recursos” (p. 153). En la actualidad, se considera a la ecoeficiencia como “el uso eficiente y racional de la energía y los recursos naturales con beneficios ecológicos y económicos, con menos desechos y residuos, logrando disminuir la contaminación ambiental” (Advíncula Zeballos et al., 2014, p. 45).

El propósito sustancial de este estudio consiste en diagnosticar el manejo del concepto de ecoeficiencia en una institución de educación superior (IES) a partir de una línea base que permita posteriormente gestionar los recursos de luz (energía), agua y combustibles hacia un ahorro significativo e importante en los presupuestos financieros institucionales.

2. Metodología

Se trata de un estudio cuantitativo, descriptivo, longitudinal (Hernández, Fernández & Baptista, 2016); con datos de panel (Mayorga & Muñoz, 2000);

concernientes a dos semestres (marzo-agosto 2018; setiembre-2018-febrero 2019), que abarca las diez facultades de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) en Ecuador. Es un estudio no probabilístico que utiliza la población en general: docentes, administrativos y estudiantes. Para efectos del análisis financiero, se consideraron los rubros pagados de luz, agua y combustible. Para el cálculo del índice de consumo del recurso (en adelante, ICR) se consideraron las siguientes fases:

- a) Costo financiero de agua para el total del personal de cada facultad:

$$ICR_{t_agua} = \frac{\text{Valor de pago total semestre}}{\text{No. total de integrantes de la facultad } x}$$

- b) Costo financiero de luz para el total del personal de cada facultad:

$$ICR_{t_luz} = \frac{\text{Valor de pago total semestre}}{\text{No. total de integrantes de la facultad } x}$$

- c) Análisis comparativo entre el semestre uno y el semestre dos de la sumatoria de gastos (luz y agua):

$$ICR_{Intersem_{luz+agua}} = \frac{\text{Valor de pago total semestre 1 de la facultad } x}{\text{Valor de pago total semestre 2 de la facultad } x}$$

- d) Análisis del ICR inter-facultades del año de estudio

$$ICR_{Interfac_{luz+agua}} = \frac{ICR_{luz+agua} \text{ anual de la facultad } A}{ICR_{luz+agua} \text{ anual facultad } B}$$

- e) Análisis de consumo de combustible

$$ICR_{diésel} = \frac{\text{Valor de pago semestral}}{\text{No. total de usuarios por semestre}}$$

- f) Se realizó un análisis descriptivo de los datos. Finalmente, se encontraron las ecuaciones de regresión simple para cada recurso y el índice de correlación de Pearson.
- g) Para una posible toma de decisiones por parte de la alta gerencia universitaria, se utilizó el método de análisis multivariante (método de clúster), cuyo objeto es “la búsqueda de grupos similares de individuos o de variables que se van agrupando en conglomerados” (Pérez López, 2004, p. 417). Este método permitió clasificar por el grado de homogeneidad entre facultades.

Para una comprensión objetiva de la información, a continuación, se presenta la nomenclatura de las facultades de la institución:

- FCAD: Ciencias Administrativas
- FCAUD: Contabilidad y Auditoría
- FCH: Ciencias Humanas y de la Educación
- FCIAL: Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- FIAGR: Ingeniería Agronómica
- FICM: Ingeniería Civil y Mecánica
- FISEI: Ingeniería en Sistemas
- FJCS: Jurisprudencia y Ciencias Sociales
- FCS: Ciencias de la Salud
- FDAA: Diseño Arquitectura y Artes

Se trata de un estudio de línea base. Sobre sus resultados, se tomarán decisiones para futuras acciones en favor de la ecoeficiencia para la institución educativa.

3. Resultados

En primer lugar, se presentan los gastos en dólares realizados por consumo de agua, luz y los dos recursos de manera conjunta. Asimismo, se presenta el número de integrantes de la facultad, entre los que se encuentran docentes, estudiantes, y personal administrativo y de apoyo.

Esta información permite visualizar de manera objetiva qué facultad es la más onerosa en términos de gastos financieros en concordancia directa con el número de integrantes de la misma facultad. Esta información se detalla en la tabla 1.

En términos monetarios, se evidencia que la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación tiene el mayor egreso por conceptos de luz y agua en el primer semestre; dicho valor se incrementa en el segundo semestre analizado. Sin embargo, es importante tomar en cuenta el número de integrantes que pertenecen a la facultad tanto en el primer como en el segundo semestre; estos indicadores se analizan más adelante. En segundo lugar, se posiciona la Facultad de Contabilidad y Auditoría. Esta ha realizado un ahorro significativo en el siguiente semestre, en el que el número de integrantes de la facultad es mayor. Estos indicadores permiten analizar la eficiencia del recurso económico; los factores obedecen a decisiones administrativas que modificaron la infraestructura y gestionaron de manera más eficiente los recursos de luz y agua. Dicha decisión no se basó en la ecoeficiencia, sino en razones arquitectónicas y estructurales. La tercera facultad en presentar gastos elevados es la

de Ciencias de la Salud, cuyos gastos se incrementan en el segundo semestre. Sin embargo, es más eficiente, porque el número de usuarios incrementó.

En la siguiente tabla, se detallan los indicadores (ICR) producto de la división del pago (en dólares) para el número de integrantes (población) que hay en cada facultad. El valor final señala el número de dólares que se eroga por persona.

Con la información de la tabla 2, se verifica que la facultad más costosa para la universidad es la de Ingeniería Agronómica, con US\$ 16,80 por persona en el primer semestre de estudio; este valor se reduce muy poco en el segundo semestre (US\$ 14,84). Estos valores monetarios aún no reflejan la eficiencia en el gasto, pues solo permiten ver los pagos que hace la institución por la funcionalidad y operatividad de esta. La facultad con el menor ICR es la de Ciencias de la Salud, con US\$ 7,08 por persona en el primer semestre y US\$ 6,56 en el segundo.

La tabla 3 presenta el índice de eficiencia entre facultades de manera anual en número de veces de gasto. Se denomina “índice de eficiencia” a la razón de equivalencia en gastos entre una facultad “A” para una facultad “B”.

Tabla 1. Gastos de luz, agua e integrantes de las facultades de la UTA por semestres

Facultades	Semestre marzo-agosto 2018				Semestre setiembre 2018-marzo 2019			
	Agua	Luz	Total	Pobl.	Agua	Luz	Total	Pobl.
FCAD	2572,19	9106,82	11 679,01	1189	1738,98	8700,88	10 439,86	1150
FCAUD	7204,99	13 401,83	20 606,82	1714	2543,73	12739,17	15282,9	1739
FCH	3778,7	17287,5	21 066,2	2390	3440,29	17694,18	21 134,47	2592
FCIAL	3284,84	6188,65	9473,49	817	1153,5	5776,88	6930,38	926
FIAGR	4295,00	7230,37	11 525,37	686	4477,00	6120,44	10 597,44	714
FICM	6308,66	9271,23	15 579,89	1228	2893,96	8914,26	11 808,22	1238
FISEI	2061,43	9873,23	11 934,66	1276	1808,55	9301,49	11 110,04	1319
FJCS	2451,05	8612,46	11 063,51	1135	1674,23	8376,87	10051,1	1120
FCS	7540,07	11 119,35	18 659,42	2635	8346,05	12204,7	20 550,75	3132
FDAA	925,31	4488,07	5413,38	582	812,85	4179,62	4992,47	627

Tabla 2. ICR per cápita por facultades

Facultades	Semestre marzo-agosto 2018			Semestre setiembre 2018-marzo 2019		
	Agua	Luz	Total	Agua	Luz	Total
FCAD	2,16	7,66	9,82	1,51	7,57	9,08
FCAUD	4,20	7,82	12,02	1,46	7,33	8,79
FCH	1,58	7,23	8,81	1,33	6,83	8,15
FCIAL	4,02	7,57	11,60	1,25	6,24	7,48
FIAGR	6,26	10,54	16,80	6,27	8,57	14,84
FICM	5,14	7,55	12,69	2,34	7,20	9,54
FISEI	1,62	7,74	9,35	1,37	7,05	8,42
FJCS	2,16	7,59	9,75	1,49	7,48	8,97
FCS	2,86	4,22	7,08	2,66	3,90	6,56
FDAA	1,59	7,71	9,30	1,30	6,67	7,96

Tabla 3. Eficiencia anual interfacultades

Facultad	Agua y luz anual									
	FCAD	FCAUD	FCH	FCIAL	FICM	FISEI	FJCS	FCS	FDAA	FIAGR
FCAD	1,00	1,10	0,90	1,01	1,18	0,94	0,99	0,72	0,91	1,67
FCAUD	0,91	1,00	0,82	0,92	1,07	0,85	0,90	0,66	0,83	1,52
FCH	1,11	1,23	1,00	1,12	1,31	1,05	1,10	0,80	1,02	1,86
FCIAL	0,99	1,09	0,89	1,00	1,16	0,93	0,98	0,72	0,90	1,66
FICM	0,85	0,94	0,76	0,86	1,00	0,80	0,84	0,61	0,78	1,42
FISEI	1,06	1,17	0,95	1,07	1,25	1,00	1,05	0,77	0,97	1,78
FJCS	1,01	1,11	0,91	1,02	1,19	0,95	1,00	0,73	0,92	1,69
FCS	1,39	1,53	1,24	1,40	1,63	1,30	1,37	1,00	1,27	2,32
FDAA	1,09	1,21	0,98	1,11	1,29	1,03	1,08	0,79	1,00	1,83
FIAGR	0,60	0,66	0,54	0,60	0,70	0,56	0,59	0,43	0,55	1,00

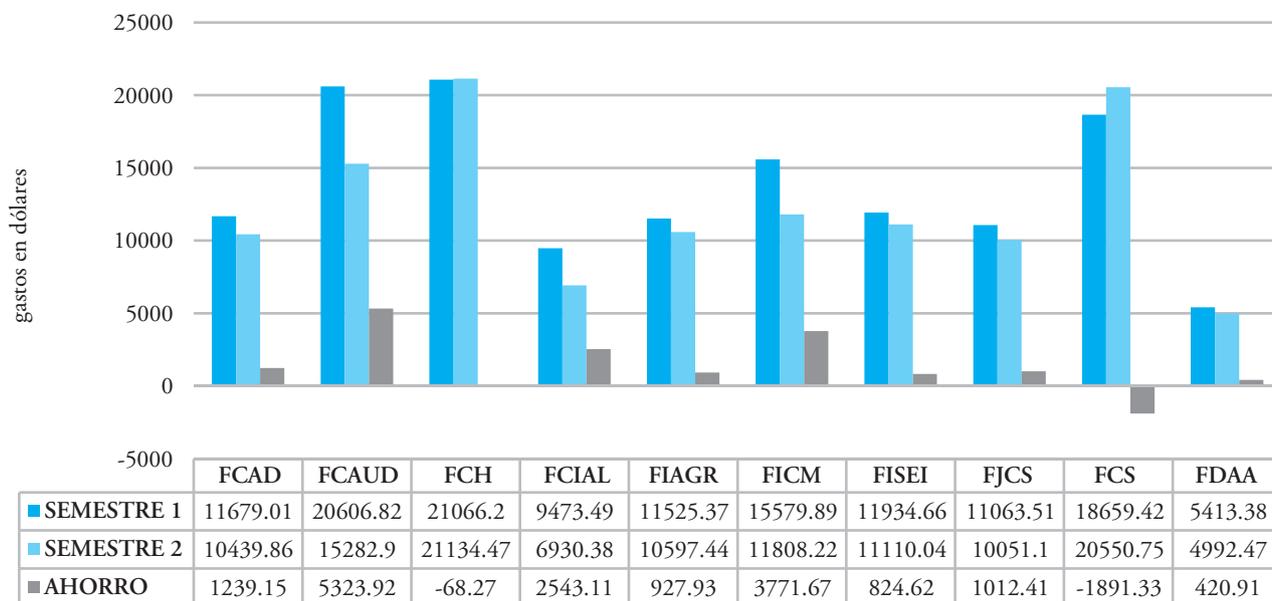
Por ejemplo, la Facultad de Ingeniería Agronómica es 2,32 veces más costosa que la Facultad de Ciencias de la Salud; entonces, se toma este dato por ser el mayor de los índices presentes en este estudio, matemáticamente hablando:

$$ICRInterfac_{luz+agua} = \frac{FIAGR}{FCS} = \frac{US\$16,80}{US\$7,08\$} = 2,32 \text{ veces}$$

por el contrario,

$$ICRInterfac_{luz+agua} = \frac{FCS}{FIAGR} = \frac{US\$7,08}{US\$16,80} = 0,4 \text{ veces}$$

Esto significa que la Facultad de Ciencias de la Salud gasta solo 0,4 veces lo que gasta la Facultad de Ingeniería Agronómica.

Figura 2. Comparativo de gastos en luz y agua entre facultades por semestre

En la figura 2, se evidencian los gastos entre los dos semestres, así como el ahorro promediado entre facultades. Estos factores permiten tomar decisiones importantes con respecto a la gestión de recursos financieros, y el mejor manejo de los recursos energéticos y agua como recurso natural. A partir de la aplicación de la regresión lineal simple ($y = bx + c$) y la correlación, se consolida la información en la tabla 4 con los respectivos indicadores:

Tabla 4. Estadísticos de regresión y correlación

Recursos	r	R ²	Ecuación
Luz	0,9903	0,9808	1,0697X - 930,5809
Agua	0,8251	0,6808	0,7959X - 63,8687
Agua y luz	0,9756	0,9518	1,7389X + 6546,3948

Los datos demuestran una correlación “muy fuerte” en los gastos de luz entre semestres; “fuerte”, en agua; y “muy fuerte” al sumar los dos recursos (luz + agua).

Un factor descriptivo y de carácter exploratorio que visualice la eficiencia entre facultades en el manejo de recursos financieros y consumo de recursos energéticos fue el análisis de clústeres como técnica de agrupación de variables. La matriz de distancias euclidianas evidencia las similitudes y diferencias entre facultades, y su manejo de eficiencia administrativa en los recursos.

Los datos de las distancias euclidianas llevaron a la generación gráfica a través de un dendrograma, que consiste en “la formación de grupos, a modo de árbol invertido” (Pérez López, 2004, p. 427). La figura 3 muestra la clasificación de las facultades de acuerdo a sus similitudes y diferencias en función de las variables analizadas: ICR de luz y agua en el primer y segundo semestre.

La imagen evidencia la existencia de un clúster altamente homogéneo conformado por las facultades de Administración; Jurisprudencia y Ciencias Sociales;

Tabla 5. Matriz de distancias euclidianas entre facultades

Matriz de distancias										
Caso	Distancia euclídea al cuadrado									
	1:FCAD	2:FCAUD	3:FCH	4:FCIAL	5:FIAGR	6:FICM	7:FISEI	8:FJCS	9:FCS	10:FDAA
1:FCAD	0,00	4,25	1,10	5,30	48,76	9,72	0,59	0,01	27,12	1,18
2:FCAUD	4,25	0,00	7,48	1,33	36,32	1,75	6,75	4,24	27,96	7,29
3:FCH	1,10	7,48	0,00	6,42	60,29	13,93	0,31	0,91	21,05	0,26
4:FCIAL	5,30	1,33	6,42	0,00	44,47	3,36	6,46	5,06	20,03	6,11
5:FIAGR	48,76	36,32	60,29	44,47	0,00	27,52	55,69	49,55	86,34	58,13
6:FICM	9,72	1,75	13,93	3,36	27,52	0,00	13,39	9,68	27,28	13,99
7:FISEI	0,59	6,75	0,31	6,46	55,69	13,39	0,00	0,51	25,52	0,15
8:FJCS	0,01	4,24	0,91	5,06	49,55	9,68	0,51	0,00	26,03	1,03
9:FCS	27,12	27,96	21,05	20,03	86,34	27,28	25,52	26,03	0,00	23,32
10:FDAA	1,18	7,29	0,26	6,11	58,13	13,99	0,15	1,03	23,32	0,00

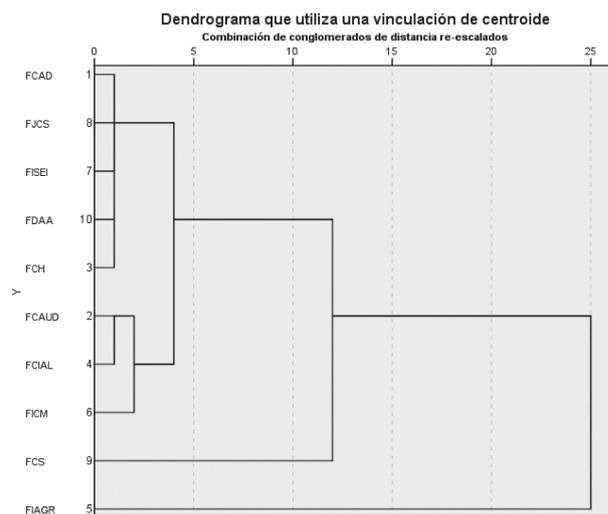
*Esta es una matriz de disimilaridades.

Ingeniería en Sistemas; Arquitectura y Artes; y Ciencias Humanas y de la Educación, cuyas distancias euclídeas son las más cortas, como se verifica en la tabla 5. Por otro lado, el segundo clúster está conformado por las facultades de Contabilidad y Auditoría, y la de Ingeniería en Alimentos; estas muestran condiciones similares. La Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica se acoplan para dar paso a la presencia de un tercer clúster. De manera apartada, aparece la Facultad de Ciencias de la Salud. Por último, se encuentra la Facultad de Ingeniería Agronómica, que no tiene relación con otras facultades y presenta los valores más altos de distancias euclidianas.

En términos de combustible, la universidad cuenta con once buses que prestan servicio a la colectividad. Para efectos de este estudio, se consolidó el total gastado en combustibles durante el primer semestre (US\$ 11 105,50) dividido para el total de usuarios transportados (396 297) a lo largo del mismo periodo. Por lo tanto, el ICR es igual a US\$ 0,028.

En el segundo semestre, se gastó US\$ 7258,57 y se transportaron aproximadamente 400 300 usuarios. Por lo tanto, el ICR fue de US\$ 0,018. Esto significa que el primer semestre fue 1,55 veces más costoso que el segundo semestre.

Figura 3. Dendrograma de facultades



4. Conclusiones

- En términos de ahorro y cuidado de los recursos energéticos, la ecoeficiencia es fundamental en el funcionamiento de los estilos de gestión y liderazgo institucional de la Universidad Técnica de Ambato.
- La eficiencia en el uso de los recursos financieros se da en función de la cobertura de usuarios o integrantes de cada facultad como indicador de capacidad administrativa y gestión empresarial.
- Hay facultades altamente eficientes, cuyo ICR es muy bajo. Este determina la capacidad de gestión personal y administrativa como indicador de calidad y efectividad en su desempeño.
- Las facultades que tienen un mayor consumo de recursos energéticos son las que cuentan con laboratorios que requieren de equipos que deben estar conectados durante las veinticuatro horas del día. Por ejemplo, tal es el caso del hospital veterinario con todos sus requerimientos clínicos, que pertenece a la Facultad de Ingeniería Agronómica y la Facultad de Ciencias de la Salud.
- El estudio revela clústeres bien definidos en función de las distancias euclidianas que orientan la clasificación de las facultades para una toma de decisiones más efectiva y concreta.

Referencias bibliográficas

Advíncula Zeballos, O., García Junco, S., García Armas, J., Toribio Tamayo, K. & Meza Contreras, V. (enero-julio de 2014). Plan de ecoeficiencia en el uso del agua potable y análisis de calidad en las áreas académicas y administrativas de la Universidad Agraria La Molina. *Ecología Aplicada*, 13(1), 43-55. <https://doi.org/10.21704/rea.v13i1-2.453>

Artavia Loría, R. (2015). *Stephan Schmidheiny y su legado para América Latina 1984-2014*. Bogotá: VIVA Trust. Recuperado el 27 de mayo de 2019, de <https://iacr.s3.amazonaws.com/multimedia/62c210b07e4f325e1e95cdea8c2883c7.pdf>

Burritt, R. L. & Saka, C. (2006). Environmental Management Accounting Applications and Eco-Efficiency: Case Studies from Japan. *Journal of Cleaner Production*, (14), 1262-1275. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.08.012>

Bustamante Sánchez, Y. (2011). Ecoeficiencia en la universidad hacia un desarrollo sostenible. *Gestión en el Tercer Milenio*, 14(27), 47-53. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/administrativas/article/download/8855/7690>

Cantú Martínez, P. C. (enero-febrero de 2015). Ecoeficiencia y sustentabilidad. *Ciencia UANL*, 18(71), 34-38. Recuperado de <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=3039>

Chavarría-Solera, F., Garita-Sánchez, N. & Gamboa-Venegas, R. (junio de 2015). Indicadores de gestión ambiental: Instrumento para medir la calidad ambiental de la Universidad Nacional de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 49(1), 37-54. <https://doi.org/10.15359/rca.49-1.3>

Comisión de las Comunidades Europeas (2001). *Libro verde sobre la política de productos integrada*. Bruselas: Comisión Europea. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0068:FIN:ES:PDF>

Fonseca, Y. (9 de setiembre de 2013). *Desmatamento quadruplica no Equador, detecta Terra-i*. Recuperado de <https://www.oeco.org.br/noticias/27566-desmatamento-quadruplica-no-equador-detecta-terra-i/>

Fórum Ambiental (2000). *Guía para la ecoeficiencia*. Recuperado de http://www.fechac.org/pdf/rse/ecoeficiencia_fundacio_forum_ambiental.pdf

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2016). *Metodología de la investigación* (6a ed.). Ciudad de México: Mc Graw Hill.

- Inda Tello, C. M. & Vargas-Hernández, J. G. (enero-diciembre de 2012). Ecoeficiencia y competitividad: tendencias y estrategias con metas comunes. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (11), 33-40. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231125817004>
- Leal, J. (2005). *Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias*. Santiago de Chile: Naciones Unidas/Cepal. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5644/1/S057520_es.pdf
- Lloclla Gonzalez, H. & Arbulú López, C. A. (enero-junio de 2014). La educación en ecoeficiencia. *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*, 3(1), 31-39. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521751975003>
- Mateo-Mantecón, I., Casares Montañón, P. & Coto-Millán, P. (2010). Ecoeficiencia, huella ecológica y del carbono empresarial: un estudio comparativo. [Comunicación para la XXXVI Regional Studies Meeting]. Bajados/Elvas: AECR/APDR. Recuperado de <https://old.aecr.org/web/congresos/2010/htdocs/pdf/p54.pdf>
- Matos Masiel, H., Saeed Khan, A. & Andrade Rocha, L. (2017a). Análise da Ecoeficiencia no Continente Americano: Um estudo entre os anos de 1991 a 2012. *Espacios*, 38(59), 1-14. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a17v38n59/a17v38n59p14.pdf>
- Matos Maciel, H., Saeed Khan, A. & Andrade Rocha, L. (2017b). Ecoeficiencia entre países: o uso do método free disposal Hull. *Espacios*, 38(27), 1-18. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a17v38n27/a17v38n27p30.pdf>
- Mayorga, M. & Muñoz, E. (2000). *La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e interpretación*. San José: Banco Central de Costa Rica Recuperado de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/gma/metria2/datos_panel.pdf
- Ministerio del Ambiente (2009). *Guía de ecoeficiencia para las empresas*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente (2010). *Ecoeficiencia empresarial. Casos de éxito y desafíos a futuro*. Lima: Ministerio del Ambiente Perú. Recuperado de <https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/memoria-ecoeficiencia09-10.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2017). *Guía de ecoeficiencia para instituciones del sector público*. Lima: Ministerio del Ambiente. Recuperado de <http://ecoeficiencia.minam.gob.pe/public/docs/36.pdf>
- Munk, L., Galleli, B. & Borin de Souza, R. (julio-setiembre de 2013). Competencias para a sustentabilidade organizacional: a proposicao de um framework representativo do acontecimento da ecoeficiencia. *Producao*, 23(3), 625-669. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000004>
- Pérez López, C. (2004). *Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS*. Madrid: Pearson Educación S.A
- Rodríguez Araujo, E. A. (2018). *Indicadores de ecoeficiencia de sistemas productivos agrícolas de la altillanura plana en la orinoquia colombiana* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agripecuarias. Palmira, Colombia). Recuperado de http://bdigital.unal.edu.co/65772/1/2018-Edgar_Alfonso_Rodriguez_Araujo.pdf
- Rodríguez Gerra, L. C. & Ríos-Ororio, L. A. (2016). Evaluación de sostenibilidad con metodología GRI. *Dimensión Empresarial*, 14(2), 73-89. <https://doi.org/10.15665/rde.v14i2.659>
- Ruiz Rosas, Y., Rosa Domínguez, E., Sánchez Berriel, S., Castillo Hernández, L., Martirena Hernández, J. & Suppen Reynaga, N. (abril-junio de 2017). Análisis de ecoeficiencia de la producción de cementos a bajo costo mediante la sustitución de clinker. *Revista Centro Azúcar*, 44(2), 77-88. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n2/caz09217.pdf>
- Salama, M. (2015). Diseño de un programa de estrategias ecoeficientes para aliados comerciales de Pirelli de

Venezuela C.A. *Ingeniería y Sociedad UC*, 10(2), 163-175. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/IngenieriaYSociedad/a10n2/art05.pdf>

Sayago, R. P., Valero, T. O. & Ramírez, M. T. (2014). Ecoeficiencia aplicada a la empresa CVA café C.A. *Sostenibilidad al Día*, (1), 1-22. Recuperado de <http://revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/resustenta/n3/art14.pdf>

Sisinno, C. L. S. & Moreira, J. C. (noviembre-diciembre de 2005). Ecoeficiencia: um instrumento para a reducao da geracao de reíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, 21(6), 1893-1900. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000600039>

SustainAbility, Corporación Financiera Internacional & Instituto Ethos (2003). *Crear valor. Argumentos empresariales en favor de la sostenibilidad en los mercados emergentes*. Londres: SustainAbility/Corporación Financiera Internacional/Instituto Ethos. Recuperado de http://sustainability.com/wp-content/uploads/2016/09/sustainability_developing_value_espanol.pdf

Viriato, A. & Moura, A. (2011). Ecoeficiência e economia com a redução dos resíduos infectantes do Hospital Auxiliar de Suzano. *O Mundo da Saúde*, 35(5), 305-310. <https://doi.org/10.15343/0104-7809.20113305310>

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2000). *Eco-eficiencia. Creando más valor con menos impacto*. Reino Unido: WBCSD. Recuperado de https://www.academia.edu/8067592/LECTURA_1_Ecoeficiencia_WBCSD

Zhou, Z., Ou, J. & Li, S. (11 de abril de 2016). Ecological Accounting: A Research Review and Conceptual Framework. *Journal of Environmental Protection*, (7), 643-655. <https://doi.org/10.4236/jep.2016.75058>

Fecha de recepción: 22 de octubre de 2019
Fecha de aceptación: 09 de diciembre de 2019

Correspondencia: luismmantilla@uta.edu.ec
marcelakbenitez@uta.edu.ec
mloor5139@uta.edu.ec
leningvasconez@uta.edu.ec