

Evaluación difusa de la calidad de uso del *Cloud Computing* con *NextCloud*

Fuzzy evaluation of the quality of use of *Cloud Computing* with *NextCloud*

VÁSQUEZ BERMÚDEZ, Mitchell [1](#); HIDALGO LARREA, Jorge [2](#); AVILÉS VERA, María [3](#) y SALAVARRÍA MELO, José [4](#)

Recibido: 31/05/2019 • Aprobado: 09/10/2019 • Publicado 14/10/2019

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

La evaluación de la calidad del Cloud de almacenamiento con NextCloud es importante para mejorar la eficacia de las herramientas colaborativas de almacenamiento en los procesos educativos que tienen una gran incidencia en la gestión del aprendizaje manejada en la Educación Superior. El propósito de este trabajo es evaluar la eficiencia de NextCloud como herramienta colaborativa utilizando una metodología difusa basada en expectativas de desempeño, mejor expectativas, influencia social, y condiciones de facilidad.

Palabras clave: Computación en la nube, Evaluación difusa, NextCloud

ABSTRACT:

The evaluation of the quality of the Storage Cloud with NextCloud is important to improve the effectiveness of collaborative storage tools in educational processes that have a great impact on the management of learning managed in Higher Education. The purpose of this work is to evaluate the efficiency of NextCloud as a collaborative tool using a diffuse methodology based on performance expectations, better expectations, social influence, and ease conditions.

Keywords: Cloud Computing, Fuzzy Evaluation, NextCloud

1. Introducción

A lo largo de la historia, las diferentes tecnologías siempre han ido cambiando las diferentes sociedades donde se han implantado (Llorente-Cejudo, Román Graván, y Cabero-Almenara, 2006). La actual sociedad del conocimiento se exhibe dinámica y comunicativa en la gestión de la información y en los procesos de enseñanza y aprendizaje apoyado en las TIC's (Tecnologías de Información y Comunicación). La nueva cultura de estudio de los estudiantes propicia elementos fundamentales en los entornos de aprendizaje donde buscan aplicaciones que les permitan la opción de crear,

compartir, acceder y almacenar los numerosos contenidos en tiempo real. Por consiguiente el aprendizaje colaborativo no sólo es una parte importante de la Educación Superior, sino que también es un elemento importante para mejorar la calidad de la educación actual, ampliar su progreso y seguir mejorando las futuras reformas educativas. Las principales ventajas de los trabajos colaborativos online corresponden el ampliar la interacción entre los participantes sin estar en un mismo lugar. A través de este método, los estudiantes pueden participar en las diferentes tareas independientes y colaborativas, a fin de lograr el objetivo del aprendizaje de la disciplina en estudio. En los entornos de aprendizaje se buscan aplicaciones que les permitan la opción de crear, compartir, acceder y almacenar los numerosos contenidos en tiempo real. La plataforma NextCloud y OpenOffice son herramientas colaborativas que pueden usarse en la enseñanza de educación superior, sin embargo es necesario evaluar su uso en ambientes educativos. Algunos estudios presentan evaluaciones de aprendizaje, principalmente consideran la regresión lineal, análisis estadístico multivariado, análisis de incidencia de Grey y procesos analíticos jerárquicos, donde asumen que existen relaciones lineales entre las diferentes variables de estudio cuando la relación de las mismas es no lineal. Por esto, es difícil describir de manera precisa el problema usando un modelo lineal, el cual establece una diferencia crucial entre los resultados de la evaluación y el impacto actual. De esta manera se necesita una evaluación que tenga transparencia, objetividad, razonamiento lógico y facilidad de uso, aspectos que podrían ser proporcionados por la evaluación integral de la lógica difusa. Por lo tanto, para resolver el problema, se utilizó un método basado en la evaluación de la lógica difusa de acuerdo a las variables con respecto a la percepción de los estudiantes en la utilización de NextCloud.

1.1. Trabajos relacionados

El aumento en el uso de la lógica difusa en las evaluaciones a las herramientas colaborativas y al proceso de aprendizaje conlleva a la necesidad de afinarse a la realidad con una correspondencia más precisa y una distinta manera de representar dicha realidad conceptualmente con "operaciones lógicas que no responden a la estadística de probabilidad ni por tanto a la frecuencia de un fenómeno, sino que construyen el razonamiento en términos de posibilidad, que son cualitativos con un vasto alcance epistemológico" (Munné, 1995). En el trabajo realizado por Ruiz, Peña, Castro, Alaguna, Areiza y Rincón se han analizado un modelo computacional basado en la lógica difusa para el cálculo de la usabilidad de un software educativo de acuerdo con una serie de criterios de calidad de la Norma ISO/IECE 9126-1:2.001. (Ruiz, y otros, 2006) donde los autores realizaron una serie de encuestas a cada uno de los usuarios finales de una determinada aplicación y de acuerdo con un valor de usabilidad preestablecido se estimaron una serie de parámetros para el análisis posterior de la usabilidad. Otro de los trabajos que se ha estudiado es el de Dong Xiaoming y Chen Zhuo (Dong & Chen, 2017) donde propone la integración de un experimento virtual con enseñanza virtual y un método de evaluación de aprendizaje efectivo, en donde se obtuvo que las herramientas colaborativas son indispensables para garantizar la calidad de la Educación y la propuesta de un método de evaluación efectiva dirigida a identificar los resultados de aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a su destacado desempeño basado en una evaluación difusa integral. En (Büyükköçkan, Arsenyan, & Ertek, 2010) se destaca por establecer los criterios de evaluación para páginas electrónicas e-learning y la metodología para evaluarlas. Las técnicas empleadas en dicha investigación son: diseño axiomático difuso, proceso de jerarquía analítica difusa, metodología de agregado de Chen y TOPSIS (Técnica de Orden de Preferencia por Similitud con la Solución Ideal) difuso; las mismas que se aplican a un caso de estudio que tiene como objetivo evaluar y categorizar la calidad del desempeño de las páginas electrónicas con la metodología propuesta. De esta manera busca proveer una contribución adicional y un apoyo a las toma de decisiones al trabajo de los administradores en la industria del negocio electrónico y enseñanza virtual ya que la metodología propuesta incorpora requerimientos funcionales dentro del proceso de selección y jerarquización que pueda identificar las alternativas que no cumplen con los requerimientos. Tanto Alireza como

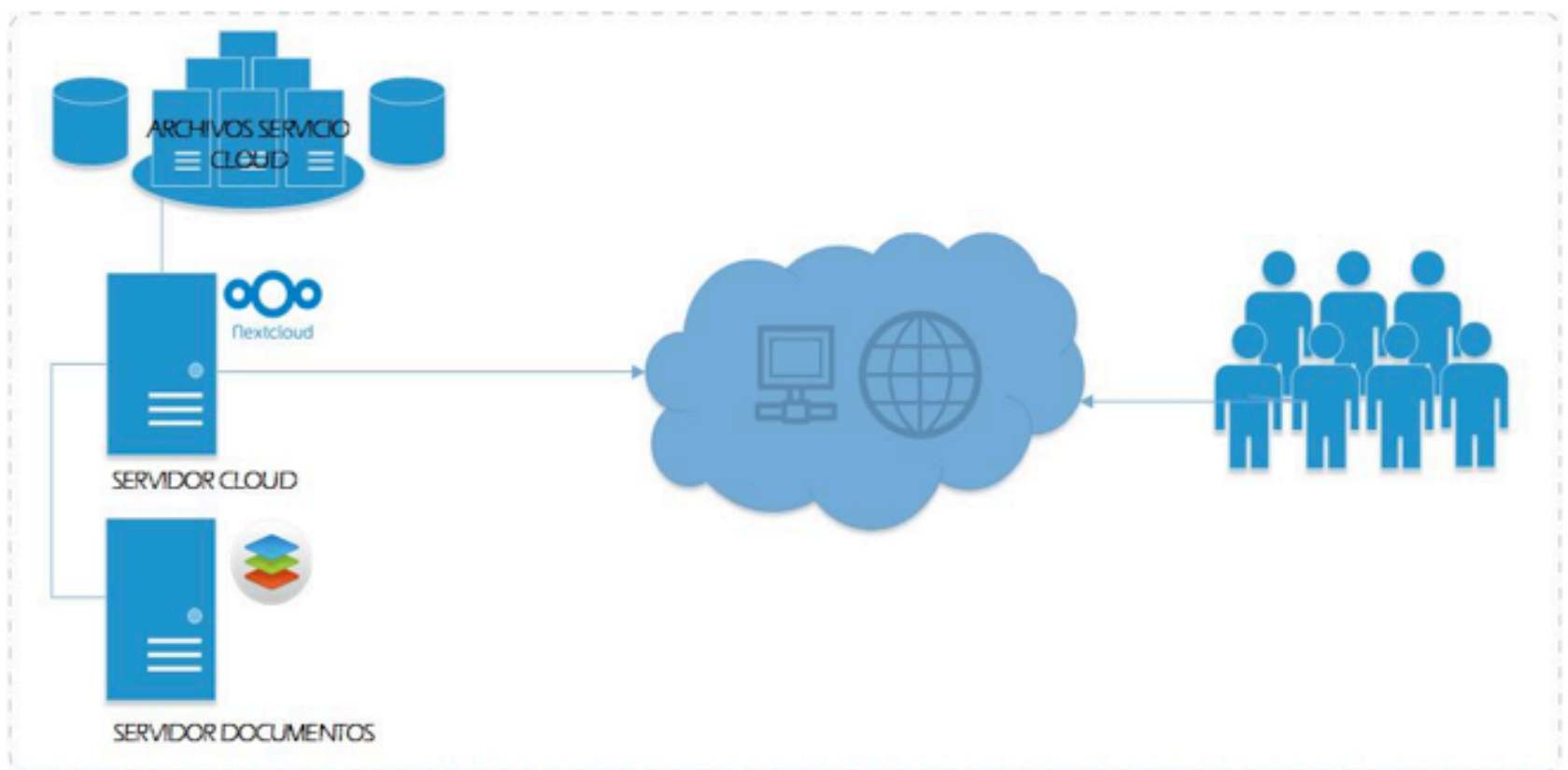
Abolfazl presentan como objetivo en su trabajo jerarquizar los índices de valoración del desempeño del sistema de educación virtual a través de un método híbrido de un cuadro de mando integral (BSC), proceso jerárquico analítico (AHP) y TOPSIS. Por lo tanto su estudio puede ser replicado para planificar y mejorar el desempeño del sistema de educación virtual, asimismo este resultado será efectivo para el desarrollo de un cuadro de mando integral en la administración de la tecnología e información y en los sistemas de enseñanza virtual (Alireza & Abolfazl, 2015).

2. Metodología

2.1. Arquitectura de la Herramienta colaborativa NextCloud

La plataforma colaborativa se construyó con la integración de la plataforma de software y hardware Figura 1. La plataforma de hardware está compuesta por un servidor cloud de almacenamiento, un servidor de documentos y un sistema de almacenamiento conectados en red con salida a internet. La plataforma de software se compone de sistemas operativos Linux Ubuntu Server 16.4, el almacenamiento cloud con la aplicación NextCloud 12 y la aplicación OnlyOffice 5.0.6 para compartir y trabajo colaborativo con los archivos almacenados. Los docentes pueden acceder a la plataforma para actualizar contenido, publicar información para el trabajo colaborativo mientras que los estudiantes pueden acceder a la plataforma para revisar los contenidos y realizar trabajo colaborativo. El elemento importante es la omnipresencia del docente mientras que los recursos están disponibles en cualquier lugar y en cualquier momento a través del servicio web.

Figura 1
Arquitectura de la Herramienta colaborativa NextCloud



Fuente: Elaboración Propia, (2019)

2.2. Evaluación de la calidad de NextCloud

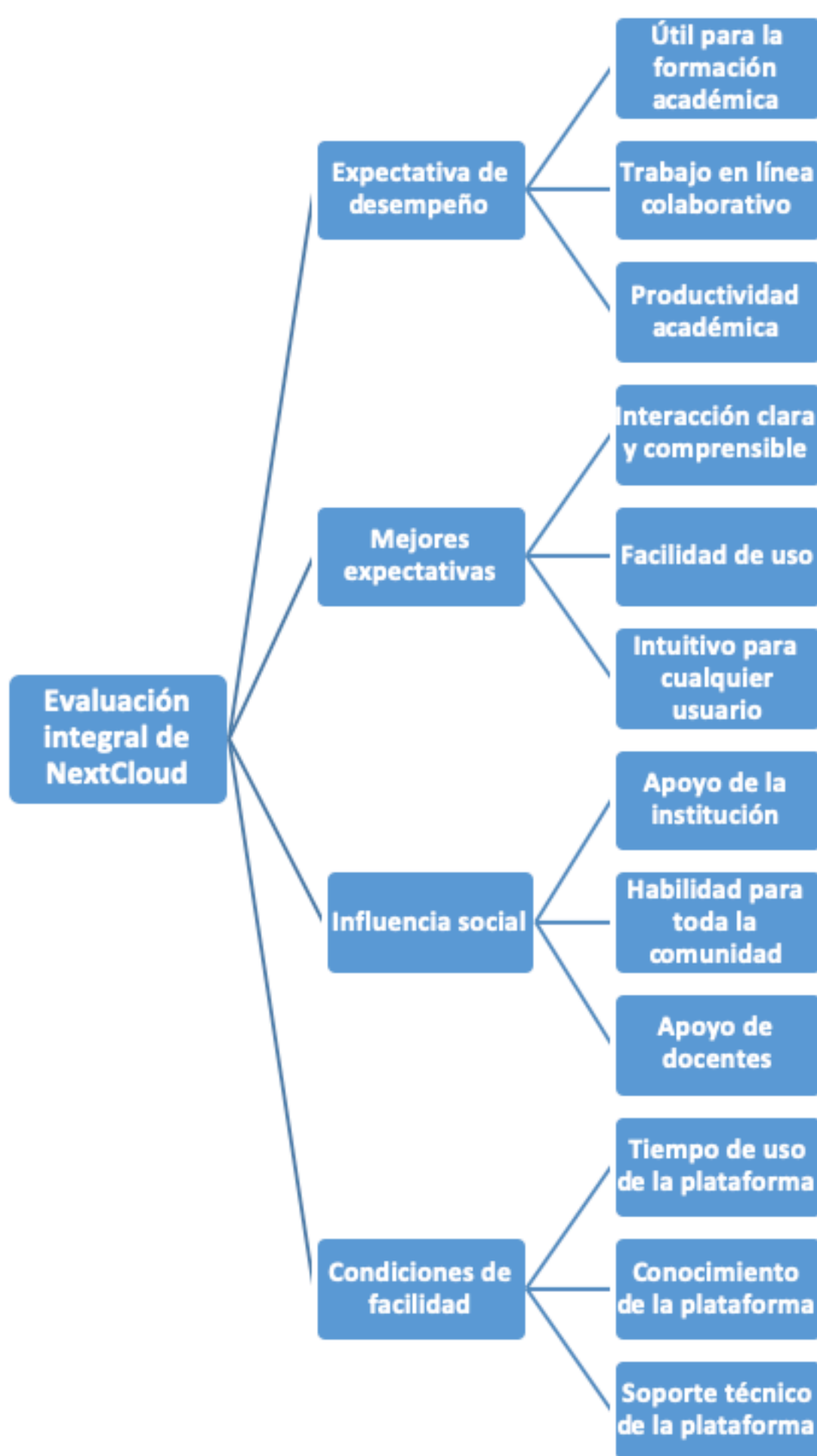
Para mejorar la iniciativa de la herramienta colaborativa de gestión aprendizaje NextCloud, se diseñó un modelo difuso amplio para evaluar la calidad de la herramienta y el rendimiento aprendizaje en línea de los estudiantes. Nuestro diseño analizó todo el proceso y los dividió en cuatro índices jerárquicos para obtener resultados integrales. Estos factores principales llamados los primeros índices de nivel están rodeando el objetivo principal, como muestra la figura 2, y son: "Expectativa de desempeño",

“Mejores expectativas”, “Influencia social” y “Condiciones de facilidad”, respectivamente. Para evaluar el desempeño de aprendizaje, dividimos cada primer índice de nivel en cuatro sub-factores llamados los índices de segundo nivel. Los sub-factores están rodeando a los primeros índices de nivel, que se muestran en la periferia más exterior de la figura 2. Cada índice tiene el peso correspondiente atribuido a su diferente impacto, así se obtiene en cada índice su propio resultado de la evaluación. El establecimiento concreto de los indicadores, el índice del peso y los comentarios se presentan a continuación (Dong & Chen, 2017):

1. El indicador del primer nivel se define como $U = \{U1, U2, U3, U4\} = \{ \text{“Expectativa de desempeño”, “Mejores expectativas” , “Influencia social” y “Condiciones de facilidad”}\}$, y el índice de peso correspondiente es $W = (W1, W2, W3, W4)$;
2. El indicador del segundo de nivel es $U_i = \{ui1, ui2, ui3, ui4\}$, ($I = 1, 2, 3, 4$), y el correspondiente conjunto de índices de peso es $A_i = \{ai1, ai2, ai3, ai4\}$, el que se obtiene por el comentario de los expertos en el dominio del tema.
3. El índice $V = \{ V1, V2, V3, V4\}$ representan $\{ \text{Excelente, bueno, medio, pobre}\}$

Figura 2

Factores que contribuyen a la evaluación difusa de la calidad de NextCloud



Fuente: Elaboración Propia, (2019)

2.3. Diseño de la evaluación de la calidad de NextCloud

Para la evaluación difusa (Zhuo & Xiaoming, 2017) se va a realizar en primer lugar la FUZZIFIZACIÓN que consiste en la evaluación difusa de la calidad uso de la herramienta colaborativa NextCloud, empleando un método de muestreo simple, aplicando cuestionario con escala de 4 ítems en escala de Likert (Lantz, 2013) a los estudiantes que se matricularon en cuatro asignaturas que fueron: Redes de computadoras 2, Telecomunicaciones, Sistemas distribuidos y Economía en la plataforma NextCloud. En estas clases los estudiantes comparten material didáctico, tareas y talleres grupales en formato Word, PowerPoint y Pdf. Los documentos son compartidos en la plataforma NextCloud en horarios de clases y el trabajo colaborativo fuera de horarios de clases, él mismo que fue accedido en la plataforma a través de varios sistemas operativos como

Windows, Mac OS y Linux en su navegador web, así como dispositivos móviles con Android que instalaron el programa correspondiente. El número total de la muestra corresponde a 192 estudiantes, cuyo análisis en primer lugar se centró en su percepción con respecto a cuatro constructos: Expectativa de desempeño, Mejores expectativas, Influencia social, y Condiciones de facilidad (Yamin & Ishak, 2015). Luego se realizó la INFERENCIA FUZZY que corresponde a los valores de los indicadores de primer nivel que fue implementado por el cálculo compuesto difuso entre el grado de pertenencia a los indicadores de segundo nivel y los vectores ponderados dados por los expertos del tema. Para este ámbito se seleccionaron a 10 expertos en el ámbito de la educación que dieron las ponderaciones de los diferentes aspectos de calidad. Y finalmente la DEFUZZIFICACIÓN donde se muestra el resultado de la evaluación global a partir de la evaluación de primer nivel, y esto fue implementado a través del cálculo de compuestos difusos entre la pertenencia a un indicador de primer nivel y del peso global del vector. Para analizar los datos, se utilizaron el software estadístico SPSS13.0 y el software Microsoft Excel 2017. En la Tabla 1 se muestra el resultado de la evaluación difusa de la calidad de utilización de NextCloud.

Tabla 1
Evaluación de la calidad de NextCloud

Indicador del Primer Nivel	Peso del Primer Nivel	Indicador del segundo Nivel	Peso del segundo nivel	Grado de Evaluación			
				Excelente	Bueno	Medio	Pobre
U1: Expectativa de desempeño	0,3	U11	0,3	0,3	0,5	0,1	0,1
		U12	0,5	0,3	0,5	0,2	0
		U13	0,2	0,3	0,5	0,2	0
U2: Mejores expectativas	0,3	U21	0,3	0,2	0,5	0,2	0,1
		U22	0,5	0,4	0,5	0,1	0
		U23	0,2	0,3	0,5	0,1	0,1
U3: Influencia social	0,2	U31	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1
		U32	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1
		U33	0,2	0,4	0,5	0,1	0
U4: Condiciones de facilidad	0,2	U41	0,4	0,3	0,5	0,2	0
		U42	0,4	0,3	0,5	0,2	0
		U43	0,2	0,4	0,5	0,1	0

3. Resultados

Para el análisis de los resultados difusos, los datos corresponden a la Tabla 1. Así obteniendo el grado de pertenencia a los índices de segundo nivel pertenecientes al conjunto de comentarios de los estudiantes $\{V1, V2, V3, V4\} = \{\text{Excelente, bueno, medio, pobre}\}$ se muestran las ecuaciones (1) y (2):

$$R1 = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,1 & 0,1 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \end{bmatrix}, R2 = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,5 & 0,2 & 0,1 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,1 & 0,1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$R3 = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,1 & 0,1 \\ 0,4 & 0,4 & 0,1 & 0,1 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0 \end{bmatrix}, R4 = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

La evaluación de los expertos en la materia, representa el vector de peso del segundo nivel representado en las ecuaciones (3 a 6), indica el grado de importancia de los índices de segundo nivel en relación con los índices de primer nivel, que se muestran a continuación:

$$A1 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2] \quad (3)$$

$$A2 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2] \quad (4)$$

$$A3 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2] \quad (5)$$

$$A4 = [0,4 \quad 0,4 \quad 0,2] \quad (6)$$

La inferencia fuzzy se calculó de los compuestos difusos con los índices de primer nivel, según los índices de segundo nivel se representan como las ecuaciones (7 a 10), como se muestra a continuación:

$$B1 = A1.R1 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2]. \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,1 & 0,1 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \end{bmatrix} \\ B1 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2 \quad 0] \quad (7)$$

$$B2 = A2.R2 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2]. \begin{bmatrix} 0,2 & 0,5 & 0,2 & 0,1 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,1 & 0,1 \end{bmatrix} \\ B2 = A2.R2 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,1 \quad 0,1] \quad (8)$$

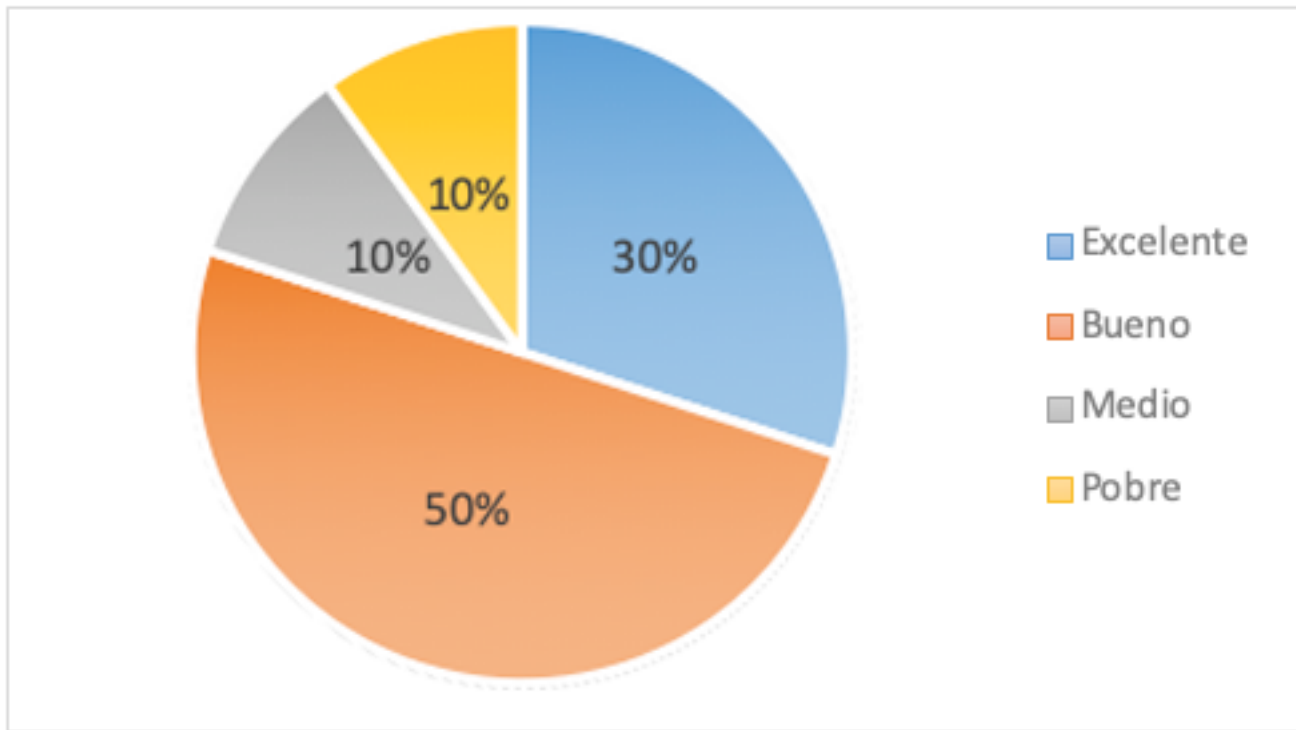
$$B3 = A3.R3 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2]. \begin{bmatrix} 0,4 & 0,4 & 0,1 & 0,1 \\ 0,4 & 0,4 & 0,1 & 0,1 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0 \end{bmatrix} \\ B3 = A3.R3 = [0,4 \quad 0,4 \quad 0,1 \quad 0,1] \quad (9)$$

$$B4 = A4.R34 = [0,4 \quad 0,4 \quad 0,2]. \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0 \end{bmatrix} \\ B4 = A4.R4 = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,2 \quad 0] \quad (10)$$

En la figura 3 a la figura 6, se muestran los cuatro indicadores del primer nivel de la

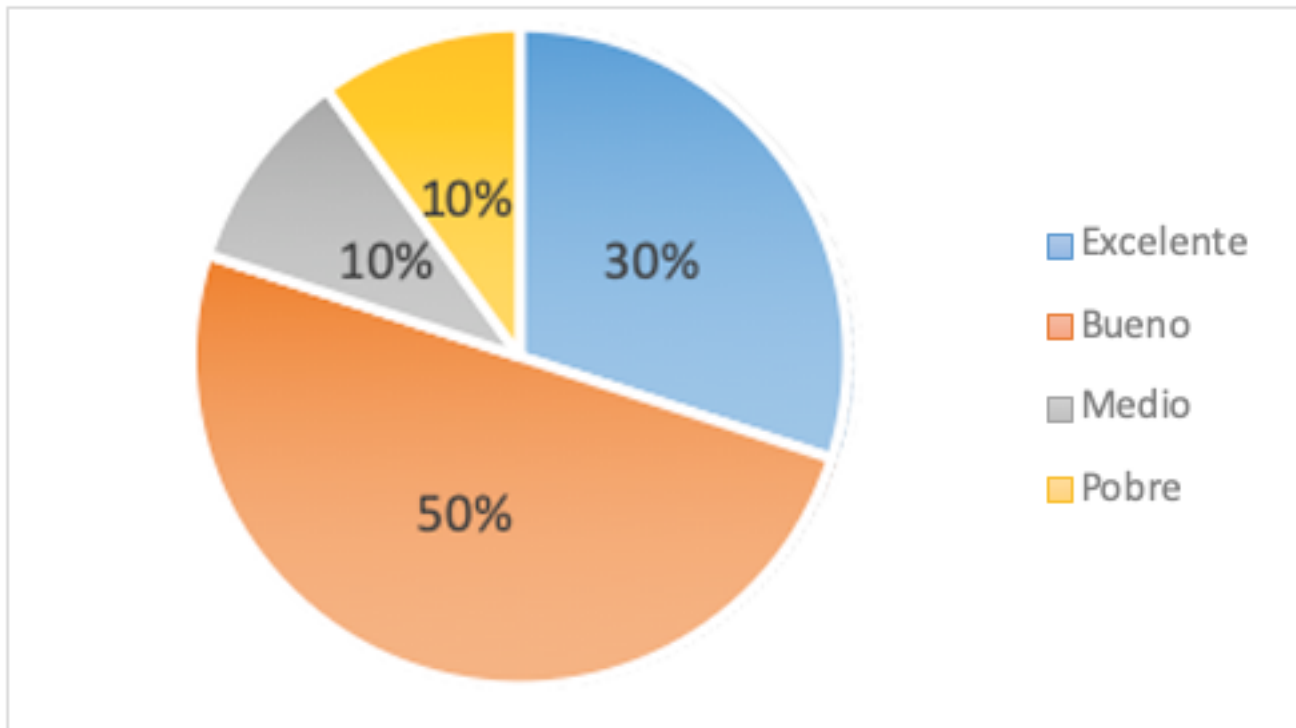
evaluación de calidad del Cloud Computing con NextCloud en sus aspectos; Expectativa de desempeño, Mejores expectativas, Influencia social y Condiciones de facilidad. La figura 3 muestra que al evaluar el aspecto "expectativa de desempeño", la mitad de los analizados lo consideran bueno, mientras que aproximadamente la tercera parte del mismo grupo lo considera excelente.

Figura 3
La evaluación de
"Expectativa de desempeño"



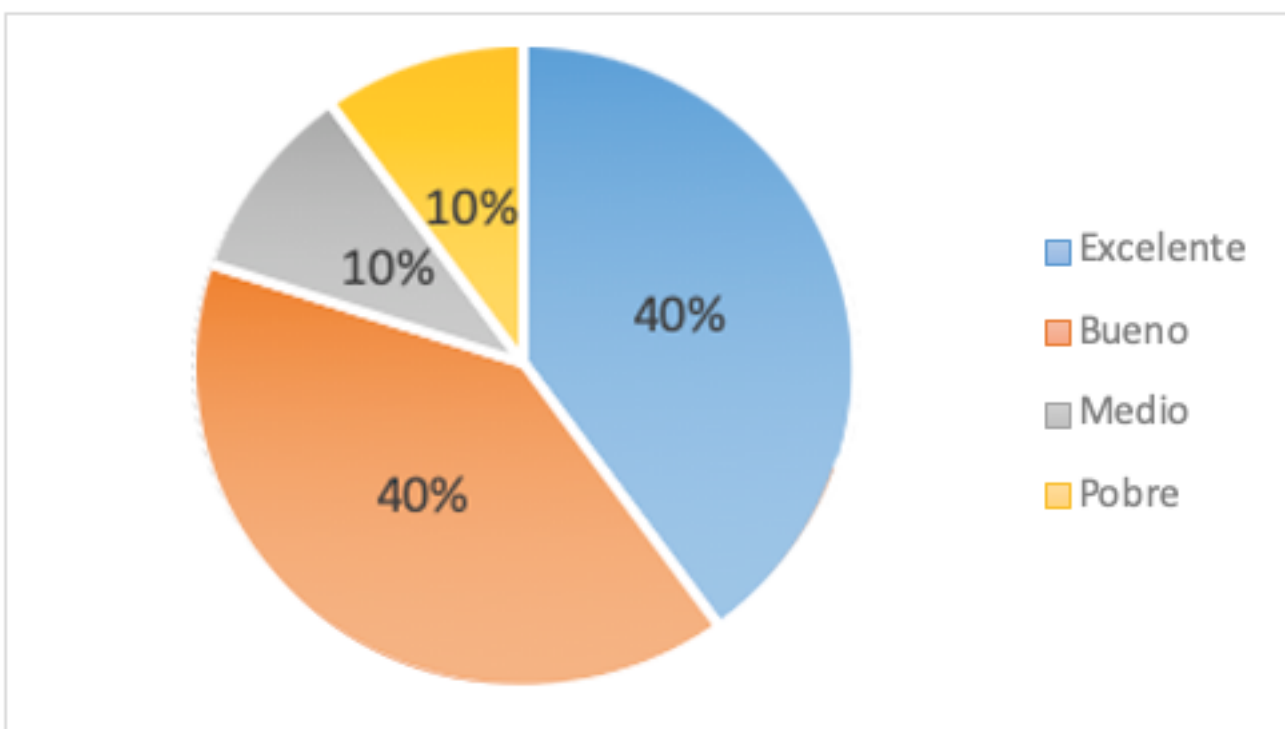
En la figura 4 muestra que al evaluar el aspecto "mejores expectativas", la mitad de los analizados lo consideran bueno, mientras que aproximadamente la tercera parte del mismo grupo lo considera excelente.

Figura 4
La evaluación de
"Mejores expectativas"



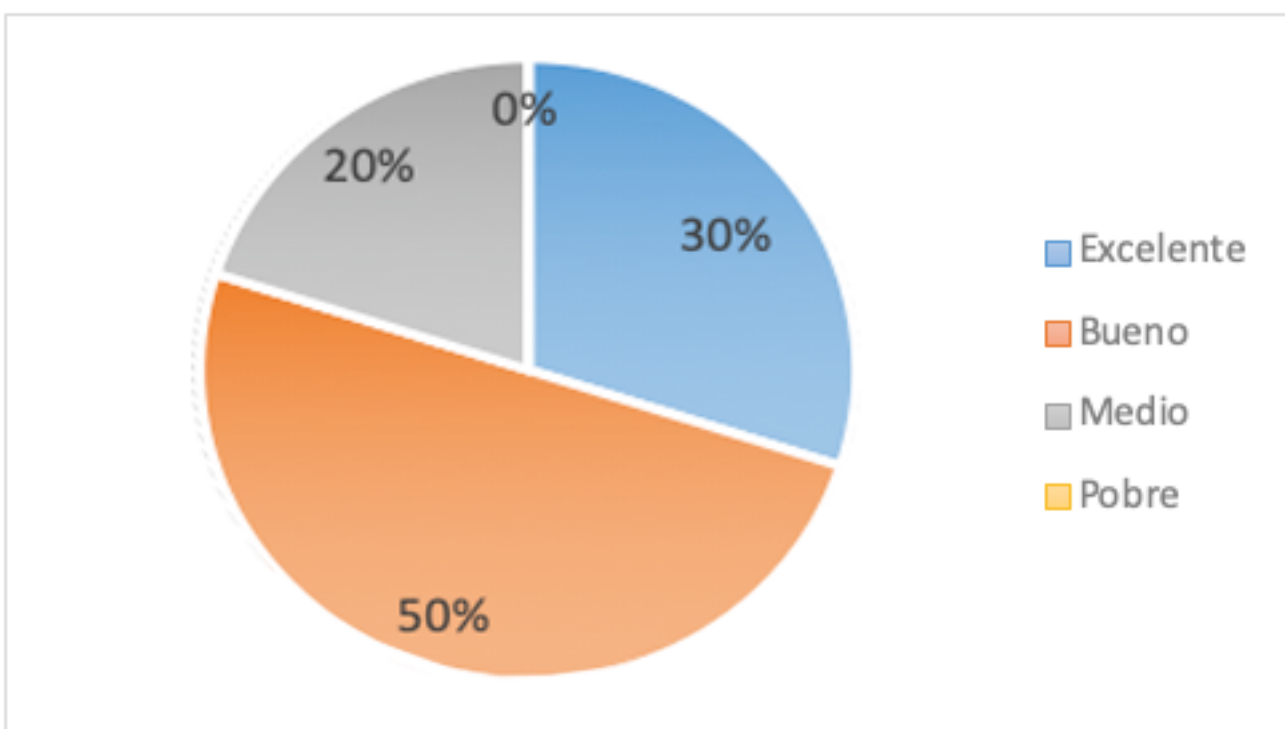
En la figura 5 muestra que al evaluar el aspecto "influencia social", menos de la mitad de los analizados lo consideran bueno, mientras que aproximadamente más de la tercera parte del mismo grupo lo considera excelente.

Figura 5
La evaluación de
"Influencia social"



En la figura 6 muestra que al evaluar el aspecto "condiciones de facilidad", la mitad de los analizados lo consideran bueno, mientras que aproximadamente más de la tercera parte del mismo grupo lo considera excelente; sólo la quinta parte de dicho grupo lo avalúa como medio.

Figura 6
La evaluación de
"Condiciones de facilidad"



Por último se realiza la defuzzificación, obteniéndose el vector de peso del primer nivel correspondiente:

$$A = [0,3 \quad 0,3 \quad 0,2 \quad 0,2] \quad (11)$$

Y posteriormente la matriz de evaluación se la determinó según los cuatro indicadores del primer nivel:

$$R = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,1 & 0,1 \\ 0,4 & 0,4 & 0,1 & 0,1 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Realizando el cálculo del vector de la evaluación global correspondiente a la defuzzificación:

$$B = A.R = [0,3 \quad 0,3 \quad 0,2 \quad 0,2] \cdot \begin{bmatrix} 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \\ 0,3 & 0,5 & 0,1 & 0,1 \\ 0,4 & 0,4 & 0,1 & 0,1 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = [0,3 \quad 0,5 \quad 0,1 \quad 0] \quad (13)$$

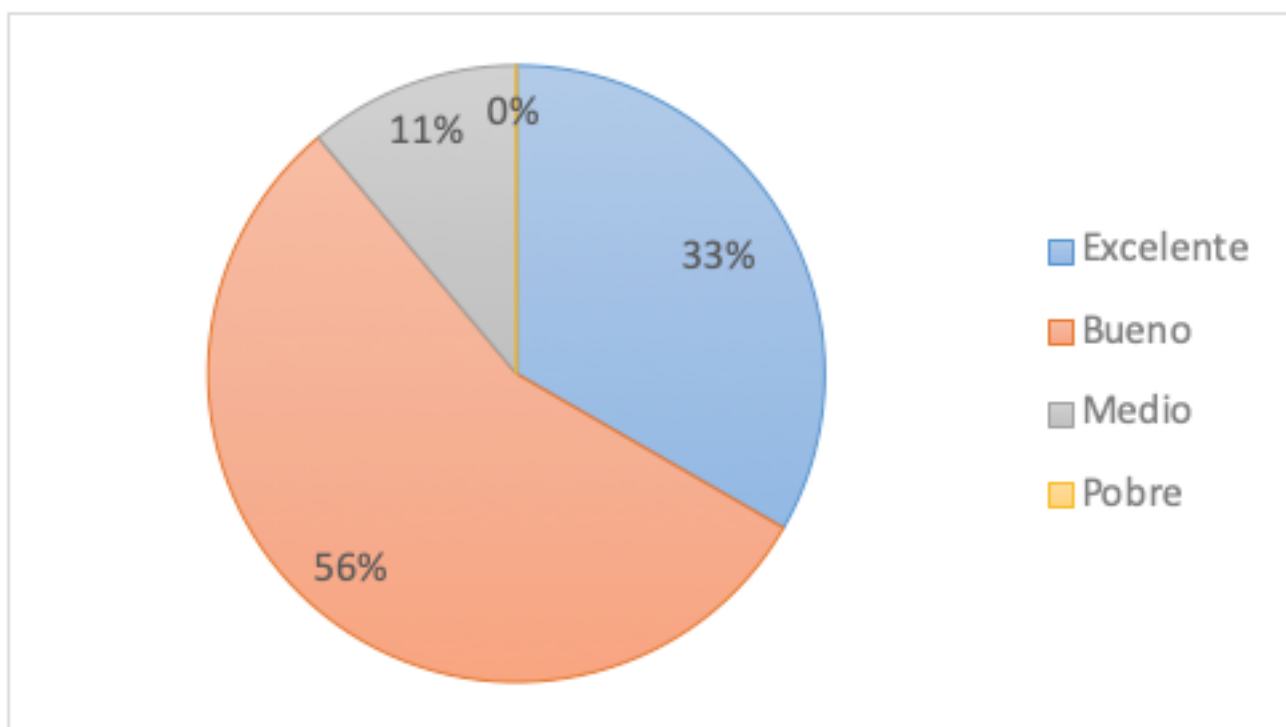
La evaluación final se calcula a partir del vector de evaluación global, que se implementa a partir de la ecuación (14), en la que j representa la puntuación y es el peso correspondiente:

$$Evaluación\ final = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \cdot j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (14)$$

$$Evaluación\ final = \frac{0,3 * 4 + 0,5 * 3 + 0,1 * 2 + 0 * 1}{0,3 + 0,5 + 0,1 + 0}$$

Con la evaluación final, el resultado en centesimal es $3/4 * 100 = 75$, este resultado es favorable en cuanto la calidad de aprendizaje en la plataforma NextCloud. De acuerdo con los resultados finales, los mismos que se describen en la Fig. 7; se puede llegar a una conclusión de evaluación integral que corresponde a: la posibilidad "Excelente" es del 33%, la posibilidad "Buena" es de 56% y la posibilidad de "Media" es de 11% y "Pobre" es de 0%.

Figura 7
La evaluación global de la calidad del Cloud Computing con NextCloud



4. Conclusiones

Para la gestión del aprendizaje en la Educación Superior se utilizan variadas herramientas y en especial aquellas que brindan un ambiente colaborativo; sin embargo es importante evaluar su utilización en el entorno educativo. Por tal motivo el artículo valora la eficiencia de la plataforma NextCloud como herramienta colaborativa aplicando la metodología difusa. Se evaluó desde la percepción de los estudiantes la calidad del Cloud Computing con la herramienta colaborativa NextCloud considerando los aspectos expectativas de desempeño, mejor expectativa, influencia social y condiciones de facilidad, en conjunto con la inferencia ponderada por los expertos del dominio,

manejando la información de tal manera que puedan identificarse las habilidades de los docentes en el proceso educativo y la importancia por su gran utilidad al intercambiar y compartir recursos, calendarizar actividades, manteniendo una comunicación constante al trabajar con editores en línea. A futuro puede incluirse otro método de evaluación que considere otros parámetros y se involucren otros servicios en la nube, ampliando el rango de estudio a otras unidades académicas, y profesionales de diferentes áreas científicas.

Referencias bibliográficas

Alireza, H., y Abolfazl, M. (2015). Prioritizing the Performance Evaluation Indicators of the Academic E-learning System using Fuzzy Approach. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(28 ISSN 0974-5645), 1-11.

Büyüközkan, G., Arsenyan, J., y Ertek, G. (2010). Evaluation of E-Learning Web Sites Using Fuzzy Axiomatic Design Based Approach. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 3(ISSN 1875-6883), 28-42.

Cabero-Almenara, J., Llorente Cejudo, M., y Román-Graván, P. (2006). Y la tecnología cambió los escenarios. O el efecto Pigmalión se hizo realidad. *Historia Actual Online*, XV(9), 17-31.

Dong, X., y Chen, Z. (2017). Teaching virtual experiments: From course design to learning assessment. *International Journal of Online Engineering*, 13(8), 31-44. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v13i08.6880>

Lantz, B. (2013). Equidistance of Likert-Type Scales and Validation of Inferential Methods Using Experiments and Simulations. *Electron. J. Bus. Res. Methods*, vol. 11, no. 1, 16-28.

Munné, F. (1995). Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento. *Revista Interamericana de Psicología*, 29(1 ISSN: 0034-9690), 1-22.

Ruiz, A., Peña, G., Castro, A., Alaguna, A., Areiza, L., y Rincón, R. (2006). Modelo de Evaluación de Calidad de Software Basado en Lógica Difusa Aplicada a Métricas de Usabilidad de Acuerdo con la Norma ISO/IEC 9126. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 3(2 ISSN 1657-7663), 25-29.

Yamin , F., y Ishak, W. (2015). Continuous Use of Online Storage System for Document Sharing. *Journal Teknologi*, 77, 5, 23-27.

Zhuo, C., y Xiaoming, D. (2017). An applicable way of teaching quality evaluation based on MOOC platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(3), 57-67. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i03.6421>

1. Docente Universidad Agraria del Ecuador. Maestría en Teleinformática y Redes de Computadoras. mvasquez@uagraria.edu.ec , mitchell.vasquezb@ug.edu.ec

2. Docente Universidad Agraria del Ecuador. Maestría en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos. jhidalgo@uagraria.edu.ec

3. Docente Universidad Agraria del Ecuador. Maestría en Tributación. maviles@uagraria.edu.ec

4. Docente Universidad Agraria del Ecuador. Maestría en Negocios Internacionales y Gestión de Comercio Exterior. jsalavarria@uagraria.edu.ec
