



Revista Amazonía Digital

Volumen 1, Número 1. Año 2022.

A light blue outline map of Peru is positioned in the upper right quadrant. Below it, a complex network diagram of blue nodes and lines extends across the bottom left and center of the page, symbolizing digital connectivity.

▶ La **UNAMAD** y sus aportes en tecnologías desde la Amazonía Peruana



Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

© **Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios**

Departamento Académico de Ingeniería Sistemas e Informática
Av. Jorge Chávez N° 1160, Puerto Maldonado - Perú

Editor Dirección de Institutos de Investigación, Universidad Nacional
Amazónica de Madre de Dios

Editorial Universidad Nacional de Madre de Dios

**Diseño de
la portada** Lic. Manuel Angel Rojas Torres

Volumen 1, Número 1, Año 2022

DOI: <https://doi.org/10.55873/rad>

e-ISSN: 2810-8701

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-XXXX

Puerto Maldonado - Perú



e-ISSN: 2810-8701
DOI: 10.55873/rad

Revista Amazonía Digital

Vol. 1 • Número 1 • Enero - Junio 2022 • Puerto Maldonado - Perú

Enfoque y propósito

La Revista Amazonía Digital es publicación científica arbitrada, disciplinaria, de acceso abierto, patrocinada por el Vicerrectorado de Investigación y editada por la Dirección de Institutos de Investigación en coordinación con el Departamento Académico de Ingeniería Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.

La Revista Amazonía Digital publica artículos originales e inéditos que contribuyan al conocimiento científico en áreas temáticas de las disciplinas de Ciencias de la computación, Sistemas de automatización y control, Ingeniería de sistemas y comunicaciones, y Telecomunicaciones. Sólo se aceptan artículos en español, enviados por la plataforma Open Journal System (OJS) siguiendo las normas indicadas en las Directrices para autores.

Periodicidad

Publicación semestral (enero-junio y julio-diciembre), en su versión Online.

Dirección de contacto

fondoeditorial@unamad.edu.pe

Telf: (+51) 942855797

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

Departamento Académico de Ingeniería Sistemas e Informática

Puerto Maldonado, Perú.



e-ISSN: 2810-8701
DOI: 10.55873/rad

Revista Amazonía Digital

Vol. 1 • Número 1 • Enero – Junio 2022 • Puerto Maldonado - Perú

Equipo editorial

Editor jefe

-  Dr. Néstor Antonio Gallegos Ramos
ngallegos@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú

Comité editorial

-  Dr. Edwin Gustavo Estrada Araoz
gestrada@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú
-  Dr. Joab Maquera Ramirez
jmaquera@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú
-  M. Sc. Edgar Rafael Julian Laime
ejulian@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú

Comité científico

-  Dr. Fortunato Escobar Mamani
fescobarm@unap.edu.pe
Universidad Nacional del Altiplano
Perú
-  PhD. Bernabe Canqui Flores
fjcrodriguez@utec.edu.pe
Universidad Nacional del Altiplano
Perú
-  Dr. Miguel Angel Valles Coral
mavalles@unsm.edu.pe
Universidad Nacional de San Martín
Perú
-  Bach. Lloy Pool Pinedo Tuanama
lpinedo@unsm.edu.pe
Universidad Nacional de San Martín
Perú
-  Dr. Ana Beatriz Álvarez Mamani
mvizcardoc@unsa.edu.pe
Universidade Federal do Acre Brasil
Brasil
-  Dr. Cesar Armando Beltran Castañon
cbeltran@pucp.pe
Pontificia Universidad Católica del Perú
Perú
-  Dr. Gabriel Alarcón Aguirre
galarcon@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú
-  Dr. Ralph Miranda Castillo
rmiranda@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú
-  Dr. Edgar Eloy Carpio Vargas
ecarpio@unap.edu.pe
Universidad Nacional del Altiplano
Perú
-  Dra. Nelly Jacqueline Ulloa Gallardo
nulloa@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú

**Gestor de la
revista**

 **M. Sc. Edgar Rafael Julian Laimé**
ejulian@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de
Madre de Dios
Perú

Autoridades

Rector

 **Dr. Hernando Hugo Dueñas Linares**
hduenas@unamad.edu.pe

**Vicerrectora de
Investigación**

 **Dra. Luz Marina Almanza Huamán**
lalmanza@unamad.edu.pe

**Vicerrector
Académico**

 **Dr. Joab Maquera Ramirez**
jmaquera@unamad.edu.pe



e-ISSN: 2810-8701
DOI: 10.55873/rad

Revista Amazonía Digital

Vol. 1 • Número 1 • Enero - Junio 2022 • Puerto Maldonado - Perú

Índice general

Editorial	La UNAMAD y sus aportes en tecnologías desde la Amazonía Peruana UNAMAD and its contributions in technologies from the Peruvian Amazon <i>Néstor Antonio Gallegos-Ramos</i> e169
Artículos originales	Plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado para la acreditación universitaria Virtual platform for evaluation and follow-up of the graduate for university accreditation <i>Joab Maquera-Ramírez</i> e161
	Dispositivo para el monitoreo de calidad de agua en el consumo humano en Puerto Maldonado - Cusco Device for monitoring water quality for human consumption in Puerto Maldonado - Cusco <i>Nelly Jacqueline Ulloa-Gallardo, Dany Dorian Isuiza-Pérez, Junior Alain Contreras- Aguilar, Wilberth Caviedes-Contreras</i> e162
Revisiones	Eficacia de sistemas expertos en la selección de granos de café (<i>Coffea arabica</i>): una revisión sistemática Effectiveness of expert systems in the selection of coffee beans (<i>Coffea arabica</i>): a systematic review <i>Merly Monsalve-Vásquez</i> e163
	Contribución de las TI en la mejora de la productividad de las PYME Contribution of IT in improving the productivity of SMEs <i>Gorky Alejandro Vizalote-Rodríguez</i> e164
	Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel Agile methodologies XP and Scrum, used for the development of web pages, under MVC, with PHP language and Laravel framework <i>Edwin Bautista-Villegas</i> e168



Editorial

La UNAMAD y sus aportes en tecnologías desde la Amazonía Peruana

UNAMAD and its contributions in technologies from the Peruvian Amazon

Néstor Antonio Gallegos-Ramos ^{1*} 

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú

Recibido: 15/12/2021
Aceptado: 05/01/2022
Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: ngallegos@unamad.edu.pe

En la actualidad, muchas instituciones universitarias se encuentran promoviendo el desarrollo de la investigación científica en la comunidad educativa, ya que tiene un rol importante en el progreso de la sociedad, fomentando la generación de conocimientos que puedan propiciar la solución de problemas (Leyva Vázquez et al., 2021; Rios Incio et al., 2020). En esa línea y acorde a lo dispuesto en la Ley Universitaria 30220, las autoridades de la Universidad Amazónica de Madre de Dios han venido realizando esfuerzos para la creación, edición y publicación de 5 revistas científicas, las cuales cumplen con los estándares de indización en Latindex y/o Scielo.

De esta manera, presentamos a la comunidad científica el primer número de la Revista Amazonía Digital, revista científica arbitrada, disciplinaria, de acceso abierto, patrocinada por el Vicerrectorado de Investigación y editada por la Dirección de Institutos de Investigación en coordinación con el Departamento Académico de Ingeniería Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

En esta ocasión, las investigaciones del presente número abordan temas relevantes como la plataforma virtual de evaluación y el seguimiento del graduado como herramienta para la acreditación de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNAMAD, el diseño e implementación de un dispositivo de monitoreo de la calidad de agua en el consumo humano en la Provincia de Tambopata, y otros tres artículos de revisión.

Finalmente, la Revista Amazonía Digital agradece a los investigadores por sus aportes, esperando que puedan contribuir al conocimiento científico y a su vez promueva la solución de los problemas de la sociedad mundial en las áreas temáticas de las disciplinas de ciencias de la computación, sistemas de automatización y control, ingeniería de sistemas y comunicaciones, y telecomunicaciones. Por otro lado, agradecemos el invaluable aporte de los pares revisores, quienes, a través de un proceso complejo de evaluación de los artículos enviados, hacen posible mejorar la calidad de las publicaciones.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

- Leyva Vázquez, M. Y., Estupiñán Ricardo, J., Coles Gaglay, W. S., & Bajaña Bustamante, L. J. (2021). Investigación científica. Pertinencia en la educación superior del siglo XXI. *Conrado*, 17(82). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000500130&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Rios Incio, F. A., Prado Morales, W. R., Cruzata-Martínez, A., & Alvarado del Águila, S. C. (2020). Análisis de la producción científica de universidades en Comunicación Social (2014 - 2018). *Propósitos y Representaciones*, 8(2), 558.
<https://doi.org/10.20511/PYR2020.V8N2.558>



Artículo original / Original article

Plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado para la acreditación universitaria

Virtual platform for evaluation and follow-up of the graduate for university accreditation

Joab Maquera-Ramírez ^{1*} 

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú

Recibido: 10/11/2021

Aceptado: 19/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: jmaquera@unamad.edu.pe

Resumen: El objetivo de la investigación fue implementar y determinar la incidencia del prototipo de una plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado como herramienta para la acreditación de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática (EP-ISI) de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD). La investigación fue de tipo básica, diseño no experimental, nivel explicativo causal, enfoque cuantitativo, con muestra no probabilística por conveniencia, conformada por 10 estudiantes graduados; el instrumento aplicado fue la encuesta. Los resultados permitieron deducir y explicar los hechos que determinaron el desarrollo del proceso de aplicación del prototipo, obteniendo un grado de correlación de p-valor "sig. Bilateral" = 0,001<0,05; con un coeficiente de correlación de Pearson equivalente a 0,447; con una "t" aproximada equivalente a 3.523 y con un nivel de significación de 95%. El estudio concluye que aplicación del prototipo de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado incide significativamente como herramienta para la acreditación de la EP-ISI de la UNAMAD.

Palabras clave: graduado; plataforma virtual; prototipo

Abstract: The objective of the research was to implement and determine the incidence of the prototype of a virtual platform for evaluation and follow-up of the graduate as a tool for the accreditation of the Professional School of Systems and Computer Engineering (EP-ISI) of the National Amazonian University of Madre of God (UNAMAD). The research was of a basic type, non-experimental design, causal explanatory level, quantitative approach, with a non-probabilistic sample, for convenience made up of 10 graduate students; the instrument applied was the survey. The results allowed to deduce and explain the facts that determined the development of the application process of the prototype, obtaining a degree of correlation of p-value "sig. Bilateral" = 0.001<0.05; with a Pearson correlation coefficient equivalent to 0.447; with an approximate "t" equivalent to 3.523 and with a significance level of 95%. The study concludes that the application of the prototype of the virtual platform for evaluation and follow-up of the graduate has a significant impact as a tool for the accreditation of the EP-ISI of UNAMAD.

Keywords: graduate; prototype; virtual platform

1. Introducción

La educación superior se encuentra orientada a lograr la alta calidad académica en el transcurso de la formación de profesionales y el seguimiento del graduado, que se convierte en el principal indicador del accionar de su formación, ya que los graduados son los que manejan la información actualizada sobre los requerimientos del mercado laboral, contribuyendo en la formación académica con miras a mejorar constantemente el contenido de las asignaturas del plan de estudios (García Ancira et al., 2019; Jacques-P. & Boisier-O., 2019).

La Ley Universitaria N° 30220 (2014) del Perú indica en el Artículo 105, "Son graduados quienes han culminado sus estudios en una universidad y reciben el grado correspondiente de dicha universidad, cumplidos los requisitos académicos exigibles. Forman parte de la comunidad universitaria." y en su Artículo 107 "Fomentar una relación permanente entre los graduados y la universidad" lo cuales deben propiciar reciprocidad académica, ética y económica.

En tal sentido, el contacto directo y permanente con los graduados, es una oportunidad para tomar en consideración los cursos a dictar o proponer ya sea a nivel de posgrado como diplomados, maestrías y doctorados. etc., con el objetivo de cubrir requerimientos reales de las empresas o empleadores, en aras de la acreditación de las carreras o escuelas profesionales de las universidades (Jun Yu & García González, 2021).

Bajo ese panorama las instituciones públicas y privadas que forman el grupo de interés de la EP-ISI de la UNAMAD, exigen elevar la calidad de la educación, para ello, se debe establecer herramientas para la retroalimentación de los programas académicos (Quezada Cáceres & Salinas Tapia, 2021). Los graduados en su desempeño laboral, y las opiniones que van obteniendo a lo largo del accionar laboral en los sectores públicos y/o privados, permiten realizar acciones para actualizar, reformar, analizar y transformar las propuestas del plan de estudios de acuerdo a las demandas existentes del mercado y la sociedad (Andia Valencia et al., 2021).

Como herramienta de soporte en los procesos relacionados a la educación la tecnología se convierte en un gran aliado (Peña Rodríguez & Otálora Porras, 2018), manteniendo el contexto de la situación, se considera que las plataformas virtuales permiten la creación y la gestión de cursos completos para la web sin que sean necesarios conocimientos profundos de programación o de diseño gráfico, además el sistema puede seguir a menudo el progreso de los participantes, puede ser controlado por los docentes y los mismos estudiantes graduados (Del Prete & Cabero Almenara, 2019).

En definitiva, podemos determinar que las plataformas virtuales educativas son programas informáticos que llevan integrado diversos recursos de hipertexto y que son configurados por el docente, en función a las necesidades de la formación, para establecer un intercambio de información y opinión, tanto de manera síncrona como asíncrona, así como un instrumento de comunicación y colaboración, de foros de debates, chats y mensajería on-line (Ibaceta Vergara & Villanueva Morales, 2021).

Por tal motivo, se desarrolló un prototipo de plataforma virtual de seguimiento del graduado como una de las estrategias para mantener actualizados y vigentes los programas de formación de profesional, específicamente de la EP-ISI de la UNAMAD, el contar con una plataforma virtual de seguimiento y evaluación del graduado a fin de realizar los ajustes en tiempo y forma sobre los distintos componentes de la escuela profesional, obtenidos como consecuencia de su ejecución. Así mismo el sistema proporcione información sobre los graduados para que se inserten en el medio laboral y se orienten al desarrollo profesional (Garzón Castrillón, 2018).

Para determinar el grado en que la universidad ha logrado el profesional deseado; se debe medir el grado de satisfacción del graduado con la formación recibida, así como la opinión de los empleadores en cuanto al desempeño profesional, con esta información la EP-ISI de la UNAMAD, deberá hacer las modificaciones respectivas para mejorar los procesos de formación y lograr profesionales altamente competitivos (Curbeira Hernández et al., 2019).

Entonces el objetivo del estudio fue determinar la incidencia del prototipo de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado como herramienta para la acreditación de la EP-ISI de la UNAMAD.

2. Materiales y métodos

La investigación fue tipo descriptivo correlacional, enfoque cuantitativo, diseño no experimental, donde según Hernández Sampieri et al. (2014) el estudio se realizó sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se puede observar los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos, asimismo se recolectaron datos en un solo momento, en un tiempo único, con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. La población estuvo representada por estudiantes graduados de la EP-ISI de la UNAMAD. La muestra del estudio fue considerada no probabilística, por conveniencia de carácter intencional con características homogéneas constituido por 10 estudiantes graduados de la EP-ISI de la UNAMAD.

Por el enfoque de investigación, se escogió como técnica la encuesta y como instrumento dos cuestionarios para la recolección de datos. Los instrumentos se organizaron a través de una relación directa con la variable independiente y la variable dependiente, sus dimensiones e indicadores, todo medido por escala tipo Likert. Para la validez y confiabilidad de los instrumentos, se aplicó el juicio de expertos y se utilizó el método de consistencia basado en el coeficiente de fiabilidad alfa de Cronbach. Para el instrumento plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado el valor del Alfa de Cronbach fue de 0,901 y para el instrumento herramienta para la acreditación fue 0,900, resultando fiables ambos instrumentos para el estudio.

Para el análisis y tratamiento estadístico de los datos se empleó estadística descriptiva, encargada de describir a los sujetos estudiados en relación con todas y cada una de las variables recogidas, y estadística inferencial, encargada de estimar la asociación (si existe o no) entre las dos variables de estudio, aplicándose pruebas de contraste de hipótesis, se utilizó los programas Excel y el paquete estadístico SPSS.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

Se obtuvieron los siguientes resultados tras el procesamiento, análisis e interpretación de los datos.

Tabla 1. Niveles de las dimensiones de la variable plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado

Nivel	Estructura técnica		Interactividad		Reportes dinámicos	
	fi	%	fi	%	fi	%
Muy bajo	0	0	0	0	0	0
Bajo	1	10	0	0	0	0
Medio	1	10	1	10	2	20
Alto	5	50	4	40	6	60
Muy alto	3	30	5	50	2	20
Total	10	100	10	100	10	100

En la tabla 1 puede observarse que en la dimensión estructura técnica, el 10% de los graduados la valoran en un nivel medio y el 50% en un nivel alto; en la dimensión interactividad, el 10% la valoran en un nivel medio, el 0% en un nivel muy bajo, 40% en el nivel alto, y el 50% en el nivel muy alto; en la dimensión reportes dinámicos el 20% la valoran en un nivel medio, el 60% la valoran en un nivel alto y el 20% la valoran en un nivel muy alto.

Tabla 2. Niveles de las dimensiones de la variable herramienta para la acreditación.

Nivel	Niveles de evaluación con fines de acreditación		Niveles de seguimiento con fines de acreditación	
	fi	%	fi	%
Muy bajo	0	0	0	0
Bajo	0	0	0	0
Medio	1	10	1	10
Alto	5	50	6	60
Muy alto	4	40	3	30
Total	10	100	10	100

En la tabla 2, puede observarse que en la dimensión niveles de evaluación con fines de acreditación de la variable herramienta para la acreditación, el 10% de los graduados la valoran en un nivel medio, el 50% en un nivel alto y el 40% valoran en un nivel muy alto; en la dimensión niveles de seguimiento con fines de acreditación, el 10% de los estudiantes graduados la valoran en un nivel medio, el 0% en un nivel bajo, el 60% en un nivel alto y el 30% en un nivel muy alto.

Tabla 3. Nivel de la variable plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y nivel de la variable herramienta para la acreditación.

Nivel	Plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado		Herramienta para la acreditación	
	fi	%	fi	%
Muy bajo	0	0	0	0
Bajo	0	0	0	0
Medio	1	10	1	10
Alto	5	50	6	60
Muy alto	4	40	3	30
Total	10	100	10	100

En la tabla 3, puede observarse que en la variable plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado el 10% de los graduados le proporcionan una valoración media, el 0% un nivel bajo y el 50% un nivel alto; en la variable herramienta para la acreditación el 10% de los graduados le proveen una valoración media, el 60% un nivel alto y el 30% tanto en el nivel muy alto.

3.1.1. Prueba de normalidad

Formulación de hipótesis

Ho: la distribución de los datos de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y herramienta para la acreditación sigue una distribución normal.

Ha: La distribución de los datos de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y herramienta para la acreditación no sigue una distribución normal.

Tabla 4. Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado	,130	10	,101	,935	10	,078
Herramienta para la acreditación	,131	10	,094	,931	10	,125

a. Corrección de la significación de Lilliefors

De la prueba de Shapiro Wilk de 10 unidades de análisis, la significación obtenida es equivalente a 0,78 y 0,125 respectivamente.

Como el $p > 0.05$, la distribución de los datos de plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y herramienta para la acreditación, se concluye no rechazar la hipótesis nula, lo que nos indica que la distribución de la muestra es normal.

Como los datos obtenidos de $p > 0.05$, se llega a aceptar la hipótesis nula por lo que se decidió usar las pruebas paramétricas. De acuerdo al diseño de la presente investigación se realizó la prueba del Coeficiente de correlación de Pearson.

3.1.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis general:

La implementación del prototipo de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado incide significativamente como herramienta para la acreditación de la EP-ISI de la UNAMAD.

H₁: La implementación del prototipo de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado incide significativamente como herramienta para la acreditación de la EP-ISI de la UNAMAD.

H₀: La implementación del prototipo de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado no incide significativamente como herramienta para la acreditación de la EP-ISI de la UNAMAD.

La relación será cuantificada mediante el Coeficiente de correlación de Pearson en la siguiente tabla:

Tabla 5. Correlación entre plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y herramienta para la acreditación

		Plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado	Herramienta para la acreditación
Plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado	Correlación de Pearson	1	,447**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	10	10
Herramienta para la acreditación	Correlación de Pearson	,447**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	10	10

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Según el p-valor "sig (bilateral) = 0,001 < 0,05 lo que conlleva a rechazar H₀, concluyendo que existe correlación entre las variables plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y herramienta para la acreditación. Lo que queda acreditado con el valor del Coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,447$ el cual se interpreta como correlación moderada entre ambas variables.

Tabla 6. Prueba de hipótesis entre la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y herramienta para la acreditación

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,447	,118	3,523	,001 ^c
N de casos válidos		10			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

c. Basada en la aproximación normal

Según el p-valor "sig. aproximada = 0,001 < 0,05 lo que conlleva a rechazar H_0 , concluyendo que existe correlación positiva y significativa entre la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado y herramienta para la acreditación. De acuerdo a la tabla 9 se evidencia que el valor del Coeficiente de correlación de Pearson $r = -0.447$ y la "t" aproximada de 3,523. Con un nivel de significación de 95% quedó verificada la hipótesis general.

3.2. Discusiones

El presente estudio ha permitido conocer la incidencia de la aplicación del prototipo de plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado como herramienta para la acreditación de los estudiantes graduados de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Una fase de monitoreo y seguimiento para la evaluación de nuestros graduados, será necesario su instauración, por lo que los medios informáticos en esta era de la tecnología de la informática nos permite optimizar la información para que este se pueda ser almacenada en una base de datos, el cual será tomada como referencia por la autoridades universitarias, en este caso de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, por lo que se puede indicar que la implementación de una plataforma web para monitorear al graduado será de mucha importancia hacia el camino del licenciamiento y acreditación propiamente dicho.

Se ha podido apreciar con la presente investigación que es limitado encontrar investigaciones que relacionan a la implementación espacios virtuales, los cuales permitan ser utilizados como herramientas que gestión académica, pero cabe detallar que en el modelo de calidad para la acreditación de carreras profesionales, en el indicador 51 indica: "Existe un área, dirección o jefatura encargado del seguimiento del graduado", es en ese entender que las universidades de alguna forma u otra deben encaminar sus propósitos y objetivos hacia la automatización que permita lo indicado en la parte superior.

4. Conclusiones

Parte de los problemas existentes en la formación profesional en la EP-ISI de la UNAMAD es como saber que el graduado luego de haber egresado de la aulas universitarias se perfila y/o de qué forma el graduado viene posicionándose en el mercado laboral, por lo que los resultados del análisis valorativo de la implementación de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado incide significativamente como herramienta para la acreditación de la EP - ISI - UNAMAD, con un grado de correlación de p-valor "sig. Bilateral" = 0,001 < 0,05; con un Coeficiente de correlación de Pearson equivalente a 0,447; con una "t" aproximada equivalente a 3.523 y con un nivel de significación de 95%, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Como menciona García Ancira et al. (2019) la estructura técnica en interactividad de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado según los niveles de valoración van estrechamente de la mano los cuales presentan una sólida importancia en vista que la arquitectura

de la web tendrá impactos positivos o negativos, siempre en cuando este enfocado a un entendimiento y propósito real y al público que va dirigido, en este caso al graduado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNAMAD.

Los reportes dinámicos de la plataforma virtual de evaluación y seguimiento del graduado, según (Del Prete & Cabero Almenara, 2019; Ibaceta Vergara & Villanueva Morales, 2021) los niveles valorativos los cuales son consecuencia o resultado de un buen ingreso de la información a la base de datos, por lo que para la toma de decisiones y realizar acciones necesarias, es también de vital importancia toda vez que es la salida de todo sistema informático, con el avance de la tecnología los reportes ya no presentan una característica estática, más al contrario son mucho más dinámicos para el usuario.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

M-R, J: Definió y conceptualizó el tema a desarrollar, realizó el diseño metodológico, elaboró y aplicó los instrumentos de la investigación; elaboró el primer borrador del artículo científico. Finalmente, revisó y editó el artículo.

Referencias bibliográficas

- Andía Valencia, W., Yampufe Cornetero, M., & Antezana Alzamora, S. (2021). Responsabilidad social universitaria: del enfoque social al enfoque sostenible. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000300019&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Curbeira Hernández, D., Bravo Estévez, M. de L., & Morales Díaz, Y. de la C. (2019). La formación de habilidades profesionales en la educación superior. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500010
- Del Prete, A., & Cabero Almenara, J. (2019). Las plataformas de formación virtual: algunas variables que determinan su utilización. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 11(2), 138–153. <https://doi.org/10.32870/AP.V11N2.1521>
- García Ancira, C., Treviño Cubero, A., & Banda Muñoz, F. (2019). Caracterización del seguimiento de egresados universitarios. *Revista Estudios Del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 7(1), 23–38. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322019000100023&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Garzón Castrillón, A. (2018). Modelo para el Seguimiento y Acompañamiento a Graduados (SAG), una visión holística de la gestión de la calidad de la educación superior. *Educación*, 27(52). <http://www.scielo.org.pe/pdf/educ/v27n52/a11v27n52.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). McGraw-Hill.
- Ibaceta Vergara, C. P., & Villanueva Morales, C. F. (2021). Entornos virtuales de aprendizaje: variables que inciden en las prácticas pedagógicas de docentes de enseñanza básica en el contexto chileno. *Perspectiva Educacional*, 60(3), 132–158. <https://doi.org/10.4151/07189729-VOL.60-ISS.3-ART.1235>
- Jacques-P., V., & Boisier-O., G. (2019). La calidad en las instituciones de educación superior. Una

- mirada crítica desde el institucionalismo. *Revista Educación*, 43(1), 673–697. <https://doi.org/10.15517/REVEDU.V43I1.30855>
- Jun Yu, L., & García González, M. (2021). La empleabilidad de los graduados universitarios en la República Popular China. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000100008
- Ley Universitaria N° 30220*, (2014). <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0021/ley-universitaria-30220.pdf>
- Peña Rodríguez, F., & Otálora Porras, N. (2018). Educación y tecnología: problemas y relaciones. *Pedagogía y Saberes*, 48, 59–70. <http://www.scielo.org.co/pdf/pys/n48/0121-2494-pys-48-00059.pdf>
- Quezada Cáceres, S., & Salinas Tapia, C. (2021). Modelo de retroalimentación para el aprendizaje: Una propuesta basada en la revisión de literatura. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 26(88). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662021000100225



Artículo original / Original article

Dispositivo para el monitoreo de calidad de agua en el consumo humano en Puerto Maldonado – Cusco

Device for monitoring water quality for human consumption in Puerto Maldonado – Cusco

Nelly Jacqueline Ulloa-Gallardo ^{1*}; Dany Dorian Isuiza-Pérez ¹; Junior Alain Contreras-Aguilar ¹; Wilberth Caviedes-Contreras ¹

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú

Recibido: 18/11/2021

Aceptado: 26/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: nulloa@unamad.edu.pe

Resumen: El avance tecnológico ha impulsado que varios sectores usen la tecnología como apoyo para tener resultados exactos y tomar decisiones. El objetivo fue diseñar e implementar un dispositivo de monitoreo que permita medir la calidad del agua en el consumo humano en la Provincia de Tambopata corredor Interoceánico Puerto Maldonado. La muestra se calculó a través del muestreo aleatorio simple entre los kilómetros 98 – 115 visitando las diferentes quebradas, ojos de agua, pozos tubulares, aguajales, tomando las respectivas muestras de agua, que luego fueron analizadas con el dispositivo diseñado e implementado. En el centro poblado las personas que tienen pozos tubulares a más de 30 metros de profundidad el nivel de turbidez y pH del agua es menos en proporción con las quebradas, ojos de agua, aguajales, etc. Concluimos que no se debe consumir el agua de afluentes de quebradas, ojos de agua, aguajales, los que están en la superficie ya que existe un nivel de contaminación de diferentes tipos de materiales pesados y contaminantes que según normas de calidad de agua no es apto para el consumo humano.

Palabras clave: aguajales; pH; pozos tubulares; turbidez

Abstract: Technological progress has prompted several sectors to use technology as a support to obtain accurate results and make decisions. The objective was to design and implement a monitoring device that allows measuring the quality of water for human consumption in the Province of Tambopata Puerto Maldonado Interoceanic Corridor. The sample was calculated through simple random sampling between kilometers 98 - 115 visiting the different streams, springs, tubular wells, aguajales, taking the respective water samples, which were then analyzed with the designed and implemented device. In the populated center, the people who have tubular wells more than 30 meters deep, the level of turbidity and pH of the water is less in proportion to the streams, springs, aguajales, etc. We conclude that the water from tributaries of streams, springs, springs, aguajales and that which is on the surface should not be consumed, since there is a level of contamination from different types of heavy materials and contaminants, according to water quality standards, which makes it unfit for human consumption.

Keywords: aguajales; pH; tubular wells; turbidity

1. Introducción

La calidad del agua es de gran importancia para la sobrevivencia de todos los seres vivos y el funcionamiento de nuestros ecosistemas (Esquivel-Ayala & Tapia-Cabrera, 2021). A nivel mundial la calidad de agua está en peligro, por tal motivo es necesario tomar acciones radicales urgentemente en todos los países, la población arroja cada día 2 millones de toneladas de agua de desechos a los ríos, lagos, mares, océanos, aguajales, ojos de agua, etc., debemos promover mejores prácticas para el uso de nuestros desechos orgánicos e inorgánicos como también el mejorar nuestra infraestructura de agua potable, sanitarias y alcantarillados a nivel mundial (Peralta-Mahecha et al., 2021).

Se estima que en 2012 perdieron la vida 12,6 millones de personas por vivir o trabajar en ambientes poco saludables: casi una cuarta parte del total mundial de muertes, según nuevas estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016). Los factores de riesgo ambientales, como la contaminación del aire, el agua y el suelo, la exposición a los productos químicos, el cambio climático y la radiación ultravioleta, contribuyen a más de 100 enfermedades o traumatismos (OMS, 2016).

En la ciudad de Puerto Maldonado, debido a la minería ilegal y la agricultura, los diferentes ríos de la provincia de Tambopata han sido contaminados y la calidad del agua se ha visto afectada para el consumo humano dando origen a enfermedades infecciosas a la población (Martínez et al., 2018), por lo que es importante y necesario el diseño e implementación de un prototipo para la medición de la calidad del agua (SPDA, 2019).

Al diseñar e implementar un prototipo permitirá un mayor control en la medición de la calidad del agua en estos ríos asegurando que dicha calidad sirva para el consumo humano en la Provincia de Tambopata similar al construido por Pappu et al. (2017). El equipo investigador desarrolló un prototipo que brinda los parámetros del agua como lo es el pH (potencial de hidrogeno), CE (conductividad eléctrica), y la temperatura se ha vuelto un proceso imprescindible para la toma de decisiones con respeto al control del agua.

Es importante registrar los parámetros para el mayor control de la calidad del agua y tener la información a la brevedad utilizando herramientas tecnológicas para la creación de prototipos basada en una plataforma electrónica con una gama de sensores sin necesidad de conectarse a una computadora como son las tarjetas electrónicas Arduino como el diseñado por Encinas et al. (2017).

El dispositivo de monitoreo de la calidad de agua para el consumo humano se configura para medir indicadores de calidad del agua, considerando las muestras que se han tomado en los diferentes lugares del corredor Interoceánico Puerto Maldonado, tomando la temperatura, pH, turbidez considerando las Normas de calidad del agua para el consumo humano en cuyo Artículo 4, inciso (1): "Define el Agua para Consumo como el agua que habrá de ser usada para bebida, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios y ropa, el mismo que debe cumplir con los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos que se exigen para el agua potable" (OMS, 2011).

2. Materiales y métodos

La investigación que se realizó fue de tipo aplicada, el diseño que se utilizó fue de tipo No Experimental, dentro del diseño No Experimental se utilizó el tipo de diseño transversal. Se llevó a cabo en el Corredor Interoceánico Puerto Maldonado - Cusco (La Pampa km. 98 - 115).

El dispositivo se desarrolló en Arduino, con sensores que miden el porcentaje de minerales contaminantes en el agua y se programó de acuerdo a las necesidades y estándares de calidad de agua a nivel mundial según lo especificado por OMS (2011) y basándonos en el diseño de Indrasari et al. (2019).

Se realizó muestreo en el corredor Interoceánico Puerto Maldonado - Cusco en especial la Pampa, tres muestras de agua en cada punto en diferentes fechas en los afluentes, se analizaron los datos y se dio a conocer los resultados para tomar decisiones correspondientes sobre la calidad de agua para el consumo humano.

El dispositivo se programó utilizando ULISA, lenguaje de programación utilizado para dispositivos basados en Arduino.

Las muestras fueron tomadas en los siguientes puntos:

Coordenadas	Lugar
-12° 894617, -70° 0696	Interoceánica Sur. Quebrada de Agua.
12°53'40.8" S 70°04'11.8" W	Pozo de agua (Lavadero de motos).
-12.883937, -70.0262	Puente Huancamayo Grande.
-12.887779, -70.016191	Interoceánica Sur. Población de la Pampa Km 107.
-12.891120, -69.9968	Interoceánica Sur. Quebrada de Agua.
-12.896145, -699867	Interoceánica Sur. Quebrada de Agua.

3. Resultados y discusión

Se diseñó el dispositivo de monitoreo para medir la calidad de agua con una placa de Arduino Mega 2560 de 54 pines de entrada y salida, en él nos permite usar la mayor cantidad de pines siempre y cuando alguno de ellos falle, sensores de temperatura DS18B20, pH 2.0, turbidez SEN0189, se programó en Arduino con un diseño pequeño, portátil y fácil uso y fácil calibración del equipo. Se muestra imágenes del diseño lógico y del dispositivo resultante.

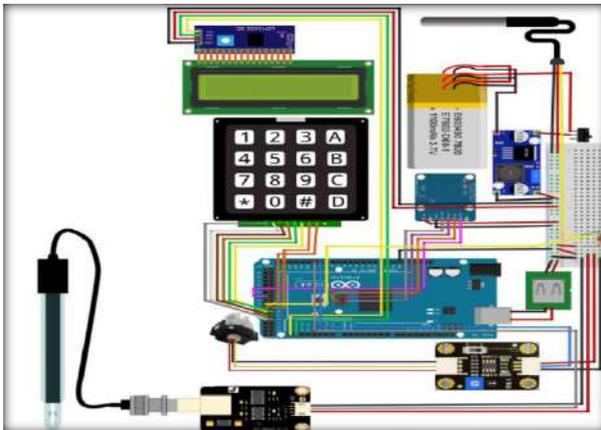


Figura 1. Diseño lógico del dispositivo de monitoreo



Figura 2. Dispositivo construido



Figura 3. Uso del dispositivo

Según las normas de calidad de agua el pH óptimo que debe de tener el agua es de 7.0 pH.

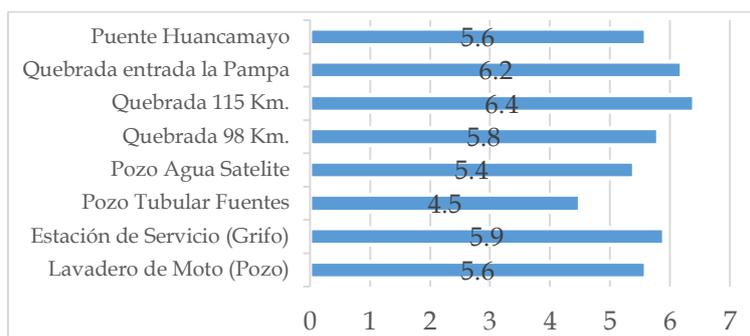


Figura 4: "Valor de pH del Agua"

Se tomaron 3 veces 3 muestras de agua en cada punto al azar entre los kilómetros 98 - 115 la pampa, quebradas, pozos tubulares, ojo de aguas, aguajales, etc. Y los resultados fueron los mismos, según normas internacionales de calidad de agua el pH óptimo que debe de tener es 7.0, lo que se aproxima según la muestra que hemos sacado estaría entre las quebradas según coordenadas $-12^{\circ}.894617$, $-70^{\circ}.0696$ con un pH de 6.2 y según coordenada -12.896145 , -699867 con un pH de 6.4. Estas muestras nos indican que el agua no es muy ácida ni salada si no es neutro.

La diferencia que se obtuvo del pH del agua fue la contaminación de la población de sus afluentes de agua, tirando desperdicios, basura, quemas, minerales pesados, degradado de la tierra, la población no tenía la educación de conservación de su medio ambiente, se dio una capacitación en las cuales se mostró los resultados obtenidos y se sorprendieron y empezaron a conservar mejor sus afluentes de agua.

El valor de Turbidez del Agua

Según la OMS (2011), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 unidad de turbidez nefelométrica (NTU).

La NTU es la unidad más utilizada cuando se hace referencia al método 180.1 de USEPA o a los métodos estándar para el análisis de aguas y aguas residuales.

Las unidades de turbidez NTU, FTU, FNU y FAU se basan en calibraciones que emplean los mismos estándares primarios de formacina. Por lo tanto, cuando se mide un estándar de formacina, el valor para cada una de estas unidades será el mismo; no obstante, el valor en las muestras puede variar de manera notable.

De igual manera las muestras de aguas obtenidas por el equipo investigador mostraron los siguientes resultados:

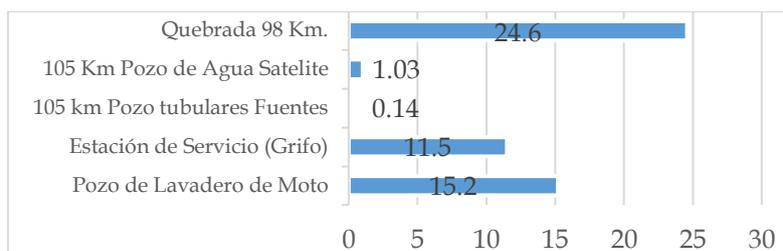


Figura 5: Valor de Turbidez del Agua 1

Los valores según la OMS el valor óptimo estaría entre 0.14 FNU que pertenece al Pozo Tubular Fuentes que se encuentra ubicado en el 105 km. y 1.03 FNU que pertenece al Pozo de Agua Tubular de un satélite de Cervecería que se encuentra en el 105 km. Éstas dos muestras estarían en el nivel para el consumo humano pero su nivel de pH 4.5 y 5.4 que tiene el nivel de pH que de una cerveza y un té.

El nivel de turbidez que se obtuvo varía según la profundidad de donde se extrajo el agua, que a mayor profundidad menor será la turbidez, esto a su vez se ve afectado en el lugar donde se extrae el agua, si se extrae en un lugar degradado por la minería la turbidez de agua será mayor.

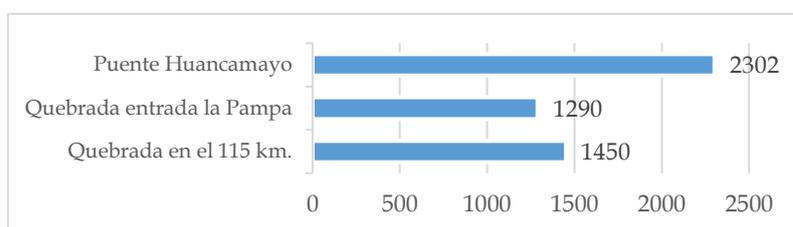


Figura 6: Valor de Turbidez del Agua 2

En esta tabla superan el nivel de turbidez según la unidad de medida FAU, el cual nos indica que ningún de estas muestras de agua es óptimo para el consumo humano.

Temperatura del Agua

La temperatura óptima del agua debe estar entre 20°C y 30°C según OMS, por lo tanto, las muestras obtenidas por el equipo dan lo siguiente:

Tabla 1: Valor de Temperatura del Agua

Temperatura del agua		
Valor	Medida	Lugar de la muestra
28.3	°C	Pozo Lav. Moto
28	°C	Est. Serv.
28.9	°C	105 pozo Tubular Fuentes
28.1	°C	105 pozo Agua Satélite
29.1	°C	Quebrada Km98
29.7	°C	Km 115
28.6	°C	Quebrada Entrada Pampa
29.1	°C	Puente Huancamayo

Las muestras de agua que se extrajeron las 3 veces estarían en el rango de la temperatura dentro de la normatividad de salud de calidad de agua.

4. Conclusiones

Los resultados muestran que el diseño e implementación de dispositivo de monitoreo que permite medir la calidad de agua en el consumo humano funciona en un 99% con un margen de error de 1%.

Analizamos las muestras en la quebrada del kilómetro 115 y la quebrada entrada a la Pampa son los que tiene el 6.4 y 6.2 pH en el nivel del agua, esto nos hizo asumir que se podría tomar el agua, pero el nivel de turbidez es muy alto que son de 1450 y 1290 FAU, las muestras que se tomaron en la estación de servicio de un grifo de venta de gasolina tiene un pozo de agua tubular, con 5.9 pH, quebrada en el 98 km cuenta con 5.8 pH, el lavadero de moto cuenta con un pozo de agua y su nivel es de 5.6 pH, de igual manera la quebrada del puente Huancamayo cuenta con un 5.6 pH, todas estas muestras de agua tienen un elevado nivel de turbidez y de pH en el agua el cual nos indica que no es apto para el consumo humano según las normas internacionales, además cuenta metales pesados que es causa de la minería ilegal. En el centro poblado llamado La Pampa ubicado en el kilómetro 105 se tomaron muestras de aguas de dos pozos tubulares un Satélite de venta de cerveza y una tienda comercial de abarrotes el resultado arrojó el nivel de pH es de 5.4 y 4.5 pH y el nivel de turbidez es de 1.03 y 0.14 FNU, esta muestra nos dice que, sí se podría beber el agua, y mientras más profundo se adquiera el agua el nivel de turbidez será menor. Los resultados que nos mostró el dispositivo creado en las diferentes muestras de agua nos dio la conclusión que las quebradas, ojos de agua, aguajales, están contaminados con metales pesados, turbidez y un pH ácido, esto debido a que en la zona se practicaba la minería ilegal el cual contamina todos los afluentes de agua y destruye la biodiversidad de la zona.

Diseñamos el dispositivo de monitoreo para medir la calidad de agua con una placa de Arduino, sensores de temperatura, pH, turbidez, y se programó de acuerdo a las necesidades de los investigadores realizando un diseño portátil y fácil uso para cualquier usuario que quiera utilizar el dispositivo.

Implementamos el dispositivo de monitoreo para medir la calidad de agua con sensores de turbidez, temperatura y pH en conjunto con la placa de Arduino en él se programó para obtener los resultados, el instrumento funcionó al 99% con un porcentaje de error del 1% por motivos de calibración del equipo.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

U-G, N. J: Definió y conceptualizó el tema a desarrollar, participó en el diseño metodológico, elaboró y aplicó los instrumentos y realizó la investigación; elaborando el primer borrador del artículo científico. Finalmente, revisó y editó el artículo.

I-P, D. D: Colaboró en el diseño metodológico del trabajo, estableció los indicadores para la elaboración de los instrumentos, realizó el análisis estadístico de los datos recogidos con los instrumentos, participó en la elaboración del primer borrador. Finalmente, revisó y editó el artículo.

C-A, J. A: Apoyó el desarrollo de la investigación y revisó el documento.

C-C, W: Realizó el análisis estadístico de los datos recogidos con los instrumentos.

Referencias bibliográficas

- Encinas, C., Ruiz, E., Cortez, J., & Espinoza, A. (2017). Design and implementation of a distributed IoT system for the monitoring of water quality in aquaculture. *Wireless Telecommunications Symposium*. <https://doi.org/10.1109/WTS.2017.7943540>
- Esquivel-Ayala, B. D., & Tapia-Cabrera, C. F. (2021). La importancia de la economía del agua. *RD-ICUAP*, 7(21), 78-91. <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/630>
- Indrasari, W., Budi, E., Umiatin, Rizqy Alayya, S., & Ramli, R. (2019). Measurement of water polluted quality based on turbidity, pH, magnetic property, and dissolved solid. In A. S. R. P. D. H. Y. F. P. D. Ramli Khair M. (Ed.), *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1317, Issue 1). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012060>
- Martinez, G., McCord, S. A., Driscoll, C. T., Todorova, S., Wu, S., Araújo, J. F., Vega, C. M., & Fernandez, L. E. (2018). Mercury contamination in riverine sediments and fish associated with artisanal and small-scale gold mining in Madre de Dios, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph15081584>
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. *Organización Mundial de La Salud*, 4, 608. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OMS. (2016). *Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente*. <https://www.who.int/es/news/item/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments>
- Pappu, S., Vudatha, P., Niharika, A. V., Karthick, T., & Sankaranarayanan, S. (2017). Intelligent IoT based water quality monitoring system. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(16), 5447-5454. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85047172089&partnerID=40&md5=1f9af305e8dac25697a9488e980966d0>
- Peralta-Mahecha, G., Alarcón-García, S. J., Garzón-Camacho, J. C., Neuta-Niño, D. F., & Rodríguez-Arregocés, N. X. (2021). Desabastecimiento hídrico en el sistema de ciudades de Colombia: ordenamiento ambiental y territorial en el Área Hidrográfica Magdalena-Cauca. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2), 459-480. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.88753>
- SPDA. (2019). *Minería ilegal en Madre de Dios: Operación Mercurio 2019, el baile de los que faltan* | SPDA Actualidad Ambiental. <https://www.actualidadambiental.pe/mineria-ilegal-en-madre-de-dios-operacion-mercurio-2019-el-baile-de-los-que-faltan/>



Revisiones / Reviews

Eficacia de sistemas expertos en la selección de granos de café (*Coffea arabica*): una revisión sistemática

Effectiveness of expert systems in the selection of coffee beans (*Coffea arabica*): a systematic review

Merly Monsalve-Vásquez ^{1*} 

¹ Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto,
Perú

Recibido: 23/11/2021
Aceptado: 29/12/2021
Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: mvmery@alumno.unsm.edu.pe

Resumen: La selección de granos de café es importante para su productividad; sin embargo, productores de baja o mediana escala realizan este proceso de forma manual, ocasionando limitaciones que afectan su producción o comercialización. El artículo tuvo como objetivo analizar la eficacia de los sistemas expertos en la selección de granos de café. Para ello, el estudio consistió en una revisión sistemática de la literatura en las bases de datos de Xplore IEEE, ScieDirect y SpringerLink, de artículos publicados en revistas indizadas a Scopus, WoS o Scielo; entre los años 2015 y 2021. El resultado de la revisión fue una matriz de información según autor, título del artículo, técnicas o modelos y eficacia de los sistemas expertos. Entre ellos, destacan el uso de los parámetros de procesamiento de imágenes RGB convertidos en HSV, como HSL; y la efectividad de los sistemas, en todos los casos fueron superiores al 80%. La revisión concluye que los sistemas expertos son eficaces para la selección de granos de café, debido a que optimizan tiempo y mejoran la calidad en la selección de granos.

Palabras clave: inteligencia artificial; procesamiento de imágenes; efectividad; visión artificial

Abstract: The selection of coffee beans is important for their productivity; however, small or medium-scale producers carry out this process manually, causing limitations that affect their production or marketing. The article aimed to analyze the effectiveness of expert systems in the selection of coffee beans. For this, the study consisted of a systematic review of the literature in the Xplore IEEE, ScieDirect and SpringerLink databases, of articles published in journals indexed to Scopus, WoS or Scielo; between 2015 and 2021. The result of the review was a matrix of information according to author, article title, techniques or models, and the effectiveness of expert systems. These include the use of RGB image-processing parameters converted to HSV, such as HSL; and the effectiveness of the systems in all cases were greater than 80%. The review concludes that expert systems are effective for the selection of coffee beans, because they optimize time and improve quality in the selection of beans.

Keywords: artificial intelligence; image processing; effectiveness; artificial vision

1. Introducción

La producción y comercialización del café (*Coffea arabica*) representa el sustento de millones de agricultores (Pham et al., 2019), siendo un producto básico e importante en el mundo (Lopes et al., 2020) por brindar beneficios a la salud humana (Bonilla Medina, 2017). En este sentido, Smith Dumont et al. (2019) consideran pertinente el conocimiento técnico-agrícola para su productividad y sostenibilidad; caso contrario, el rendimiento del cultivo y futura comercialización se verán afectados.

De acuerdo al análisis estadístico realizado por Ocampo Lopez & Alvarez-Herrera (2017) sobre las cafeteras reportadas por la Organización Internacional del Café, países como Brasil, Vietnam, Indonesia, Honduras, Nicaragua y Perú, son tendencias de surgimiento en su producción; en cambio, países africanos y algunos latinoamericanos (Costa Rica, Cuba, Ecuador, etc.), tendencias decrecientes, debido a factores de variabilidad climática, volatilidad de precios, escases de mano de obra e incremento de precio de producción.

En Perú, el café es uno de los principales productos de agroexportación, contando con 420 000 ha dedicadas al cultivo, además la producción representa el sustento de 223 000 familias (Julca-Otiniano et al., 2018). Ahora, pese a las dificultades logísticas del proceso de cosecha y embarque ocasionados por la pandemia de la covid-19, la producción y exportación de café sumaron un total de 4 739 000 quintales, por un valor de 658 000 000 dólares, lo que evidencia su importancia en el crecimiento económico de una nación (Junta Nacional del Café, 2021).

El proceso de selección del grano es sustancial para la productividad del café, ya que seleccionar granos de calidad contribuye al cultivo eficiente y al mismo tiempo asegura el comercio en el mercado internacional con parámetros óptimos de forma, color y tamaño (Oscoco Medina et al., 2020). Sin embargo, los cafetaleros, especialmente de zonas rurales, realizan este proceso de forma manual, por lo que las decisiones tomadas en la selección son subjetivas y tienden a ser erróneas (Rosas-Echevarría et al., 2019).

Esta selección empírica, según Hailu (2015) citado en Rosas-Echevarría et al. (2019), puede deberse a factores asociados al cansancio y la baja experiencia y velocidad de procesamiento de los inspectores humanos, ocasionando la selección de semillas defectuosas e inversión económica sobrecargada, que finalmente repercuten en la sostenibilidad monetaria de la producción del café y generan deficiente competitividad de la caficultura (Vives Garnique et al., 2014).

Frente a ello, a nivel industrial, la selección de granos de café se ha tecnificando empleando tecnologías modernas que innovan y agilizan su proceso; no obstante, estas presentan elevados costos de adquisición y son inaccesibles para productores de café a pequeña o mediana escala. En tal sentido, las técnicas de procesamiento de imágenes mediante visión artificial articulados como sistemas expertos han representado una alternativa eficiente y económica para su aplicabilidad en la selección de granos (Rosas-Echevarría et al., 2019).

Entiéndase por sistema experto, también llamado sistemas basados en conocimiento, una herramienta informática para realizar tareas cognitivas de forma potente y automática. Esta es parte de la rama de la Inteligencia Artificial (IA) que tiene como función imitar el razonamiento humano desde máquinas para reproducir la manera de adquirir conocimiento y enmendar los procesos para seguir generándolo (Sandoval Pillajo et al., 2021).

Es de prioridad investigar cuáles son las particularidades que estos sistemas aplican en la selección de granos y analizar la eficacia que brindan a los productores cafetaleros en la selección de calidad, reducción de costos u optimización de tiempo. Cabe precisar que la literatura evidencia escasos trabajos que se enfoquen en la revisión bibliográfica abordada, por ende, es conveniente actualizar el estado del arte para que los investigadores puedan discutir y robustecer investigaciones en tecnificación del proceso de producción de café.

Bajo este panorama, se planteó el objetivo de analizar la eficacia de los sistemas expertos en la selección de granos de café (*Coffea arabica*). Para ello, se realizó un artículo de revisión a partir

de las siguientes preguntas de investigación: P1: ¿Cuál es la situación de la producción científica sobre sistemas expertos para la selección de granos de café a nivel mundial? y P2: ¿Cuál es la eficacia de los sistemas expertos en la selección de granos de café?

2. Materiales y métodos

2.1. Metodología

La Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), tal como afirman Benet Rodríguez et al. (2015), profundiza la revisión del estado del arte sobre un determinado tema y responde una o más interrogantes de investigación. Además, contribuye a la comunicación científica con la síntesis y evaluación crítica de los resultados de artículos primarios, a fin de generar ideas para el desarrollo de futuros trabajos científicos.

Este artículo se basó en la metodología de RSL propuesta por Gómez-Luna et al. (2014) para responder las preguntas de investigación planteadas. Los autores proponen un protocolo de tres fases para la estructuración y sistematización de la revisión y gestión de la información científica, presentadas a continuación:

2.1.1. Búsqueda de información

Se buscó información en bases de datos electrónicos de carácter científico, siendo la principal fuente de información IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Además, se extendió la búsqueda en bases de datos de editoriales internacionales reconocidas como ScienceDirect y SpringerLink. La Tabla 1 presentan los enlaces de las bases de datos consultadas.

Tabla 1. Bases de datos consultadas

Base de datos	Enlace
IEEE	http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
ScienceDirect	http://www.sciencedirect.com/
SpringerLink	https://link.springer.com/

Como parte del protocolo, se empleó una ecuación con operadores booleanos según términos o palabras clave de búsqueda: "(café OR coffea arabica) AND (selección OR selección de café) AND (sistema experto OR inteligencia artificial OR visión artificial)"; la cantidad de artículos resultantes se muestran en la Tabla 2. La ecuación se adecuó por cada base de datos y fue traducida al idioma inglés; asimismo, los resultados arrojados por las bases de datos se refinaron por criterios de inclusión y exclusión mostradas en la Tabla 3.

Tabla 2. Cantidad de artículos reportados

Bases de datos consultados	Resultados
IEEE	169
ScienceDirect	1 753
SpringerLink	157
Total	2 079

Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión

Parámetros de inclusión	Parámetros de exclusión
Artículos originales	Artículos de revisión
Proceedings y capítulo de libro	Documentos considerados literatura gris
Documentos relevantes y pertinentes al tema	Artículos de años anteriores a los establecido para la revisión
Artículos de revistas científicas indizadas en SciELO, WoS o Scopus, como registradas en DOAJ o Latindex	Artículos de idioma diferente al español e inglés
Periodo desde el año 2015 al 2021	
Artículos en idioma español e inglés	

La aplicación de estos criterios garantiza la calidad científica de la RSL al seleccionar información confiable, pertinente y actual. Benet Rodríguez et al. (2015) aseguran que, las revisiones sistemáticas deben ser selectivos en el proceso de inclusión y exclusión de documentos; pues analizar, comparar y discutir artículos primarios lleva a los investigadores, académicos y/o estudiantes a emitir juicios razonables que comprometen estar fundamentados en literatura científica justificable para brindar valor agregado al trabajo de revisión. Así, con una revisión inicial del título, resumen y palabras clave de los artículos filtrados, se seleccionó 128 documentos.

2.1.2. Organización de la información

Se almacenó los artículos científicos en el gestor de referencias bibliográficas Mendeley, programa que facilita la gestión documental, la automatización de citas y referencias, y el trabajo en equipo de investigadores mediante la sincronización de artículos en red (Pinedo-Tuanama & Valles-Coral, 2021). Además, se organizó los documentos mediante subcarpetas y se aseguró que los metadatos cosechados por el gestor sean correctos para garantizar los criterios bibliográficos del artículo.

2.1.3. Análisis de la información

Una vez organizado los artículos en el gestor bibliográfico, se elaboró una matriz de datos en Excel por: autor/es, revista científica, índice, año de publicación, título, tipo de investigación, país e idioma. Estos fueron analizados a partir de una lectura crítica sobre el documento, prestando mayor atención a los resultados y conclusiones, del cual fueron seleccionados 13.

3. Resultados de la revisión

En el proceso de búsqueda de información, se compendió artículos basados en la selección, clasificación o caracterización de granos de café mediante técnicas de IA (sistemas expertos). Por otra parte, hubo gran porcentaje de trabajos académicos en español a nivel latinoamericano del tipo documental tesis, que tuvieron relación con los términos de búsqueda planteada; sin embargo, fueron excluidas según los criterios establecidos, por no acreditar calidad científica.

Asimismo, se identificaron artículos sobre aplicación de IA en detección de enfermedades en la hoja y grano de café (Kumar et al., 2020; Monsalve et al., 2015; Montalbo & Hernandez, 2020; Sosa et al., 2019; Torres Caballero & Reyes Duke, 2020), así como en el reconocimiento de calidad y grado de tostado (Hakim et al., 2020; Leme et al., 2019). Estas investigaciones fueron revisadas por ser pertinente al objeto de estudio, pero no se incorporaron al corpus de artículos seleccionados. Así, los resultados de la revisión son expuestos de acuerdo a las preguntas planteadas.

P1: ¿Cuál es la situación de la producción científica sobre sistemas expertos para la selección de granos de café a nivel mundial?

El 43% de los artículos seleccionados fueron en idioma español y artículos científicos, por otra parte, el 57% en inglés y conferencias. Esto muestra una distribución casi equitativa que evidencia que la divulgación científica sobre sistemas expertos para la selección de granos de café se comunica en diferentes formatos científicos.

En relación a la producción científica por año, la figura 1 muestra que la mayor cantidad de artículos publicados (cuatro) fue en el año 2016, luego se mantuvo una cantidad constante de 2 artículos por año (2017, 2018 y 2020), en el año 2019 se publicó 3 artículos y en el presente años solo se publicó uno.

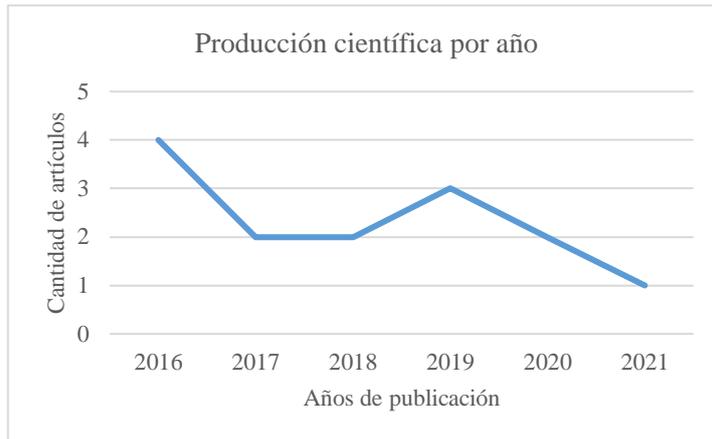


Figura 1. Producción científica por años

La producción científica a nivel mundial sobre sistemas expertos para la selección de granos de café tiene mayor presencia en el continente americano según se evidencia en la figura 2. Los países como Colombia (22%), Perú (22%), Estados Unidos (14%) y Honduras (14%), son países que, según la literatura, exportan café a grande escala a nivel internacional, razón alguna que ha generado la atención de investigadores en mejorar la tecnificación de los procesos y con ello, divulgar los conocimientos y/o resultados obtenido en pro de la optimización de la productividad de granos de café de calidad.

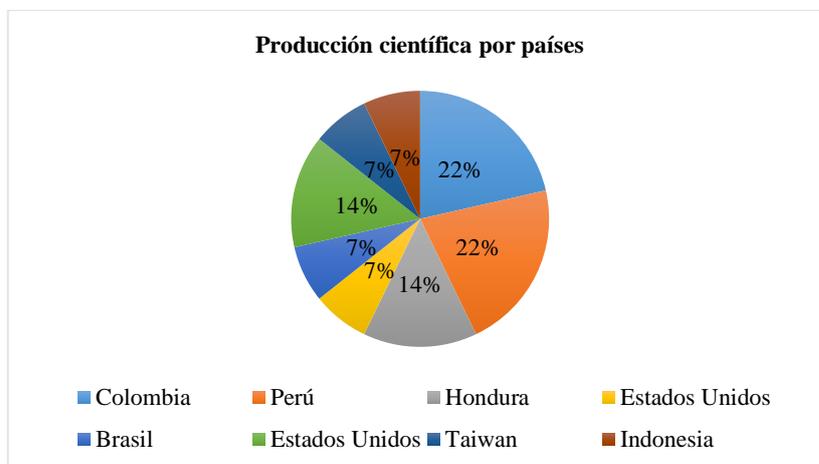


Figura 2. Producción científica por países

P2: ¿Cuál es la eficacia de los sistemas expertos en la selección de granos de café?

Para responder esta pregunta, se ha diseñado una matriz de información (tabla 4) que demuestre las técnicas empleadas por los sistemas expertos para la selección de granos de café y la eficacia que estas brindaron.

Tabla 4. Técnicas y eficacia de sistemas expertos en la selección de grano de café

Autor(es)	Título	Técnica o modelo aplicado
Herrera et al. (2016)	Diseño de un sistema automático de selección de frutos de café mediante técnicas de visión artificial	<p data-bbox="732 300 1359 651">Se desarrollaron dos algoritmos, uno encargado de clasificar los frutos de café en maduros o no maduros, y otro que detecta la presencia de la plaga de la broca. Para el primero se extrajeron características de color y se usó un clasificador bayesiano (HSV). Por otra parte, el algoritmo de detección de brocas busca zonas negras en la imagen, esto debido a que la evidencia dejada por esta plaga son orificios en la superficie del fruto. Además, se diseñó un sistema mecánico para el transporte de los frutos de café durante el proceso, y un mecanismo de extracción para separar los frutos, una vez estos sean clasificados por el algoritmo.</p> <p data-bbox="732 658 1359 687" style="text-align: center;">Eficacia</p> <p data-bbox="732 694 1359 891">El algoritmo fue capaz de detectar los 33 frutos en mal estado de la muestra, la cual estaba compuesta de 58 frutos en total. Sin embargo, se clasificaron como frutos inadecuados 5 frutos de más, que en realidad se encontraban en buen estado. Los 20 frutos restantes fueron clasificados correctamente como buenos. Los resultados obtenidos mostraron una efectividad del 87%.</p>
Herrera Pérez et al. (2016)	Clasificación de los frutos de café según su estado de maduración y detección de la broca mediante técnicas de procesamiento de imágenes	<p data-bbox="732 898 1359 927" style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p data-bbox="732 934 1359 1308">Se desarrollaron dos algoritmos de procesamiento de imágenes para la identificación del café idóneo para producción, uno de acuerdo al color de este (estado de maduración) y otro para detectar la plaga de la broca. El clasificador de color consta de varias etapas: una base de conocimiento que consta de un banco de imágenes de frutos de café maduro y verde, una etapa de pre-procesado para limpiar impurezas y filtrar ruido en la imagen; prosigue la segmentación para extraer el objeto de interés. Luego se extraen las características de color de la imagen y por último el proceso de reconocimiento e interpretación, el cual consta de una red neuronal artificial que clasifica los frutos en maduros o verdes.</p> <p data-bbox="732 1314 1359 1344" style="text-align: center;">Eficacia</p> <p data-bbox="732 1350 1359 1489">El clasificador por redes neuronales propuesto tuvo una efectividad de 97% al detectar los estados de madurez de los frutos de café, demostrando así que las técnicas de visión artificial para el control de calidad en los frutos de café son un método viable y poco invasivos.</p>
de Oliveira et al. (2016)	A computer vision system for coffee beans classification based on computational intelligence techniques	<p data-bbox="732 1496 1359 1525" style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p data-bbox="732 1532 1359 1729">Se construyó un sistema de visión por computadora que arroje medidas CIE (<i>Commission Internationale d'Eclairage</i>) $L^* a^* b^*$ de granos de café verde y los clasifique según su color. Se utilizaron Redes Neuronales Artificiales (ANN) como modelo de transformación y se utilizó el clasificador de Bayes para clasificar los granos de café en cuatro grupos: blanquecino, verde caña, verde y verde azulado.</p> <p data-bbox="732 1736 1359 1765" style="text-align: center;">Eficacia</p> <p data-bbox="732 1771 1359 1883">Los modelos de redes neuronales lograron un error de generalización del 1,15% y el clasificador bayesiano pudo clasificar todas las muestras en sus clases esperadas (100% de precisión).</p>
		Técnica o modelo aplicado

Portugal-Zambrano et al. (2016)	Computer vision grading system for physical quality evaluation of green coffee beans	<p>Se implementó de un sistema de control de calidad aplicado a la detección de defectos físicos de granos de café verde, combinamos un módulo de hardware y software. El hardware es utilizado para mantener condiciones de iluminación constante y homogéneas, también es utilizado para la adquisición de imágenes de café, para evitar el análisis manual realizado por el experto, el módulo de software utiliza una combinación de White-Patch como algoritmo de mejoramiento de imágenes e histogramas de color para su representación vectorial de características.</p> <p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>El sistema obtuvo resultados al 98.8% de precisión, esto demuestra la efectividad de nuestro sistema para la asistencia al experto en el proceso de control de calidad de granos de café verde.</p>
Flores & Pineda (2016)	A type-2 fuzzy logic system approach to train Honduran coffee cuppers	<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se utilizó un sistema experto de lógica difusa tipo 2 como herramienta para obtener el nivel de calidad de una taza de café hondureña con base en criterios subjetivos utilizados por catadores.</p> <p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>El sistema se probó en más de 500 casos, de los cuales el 97% de los catadores estuvieron de acuerdo con los resultados del sistema experto.</p>
Soto et al. (2017)	Evaluación de la calidad del grano de cacao mediante el uso de un índice hiperespectral para determinar el estado de fermentación con un análisis no destructivo.	<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se desarrolla una nueva alternativa al análisis hiperespectral no destructivo del proceso de fermentación del grano de cacao. El estudio se centra en los cambios químicos, medidos a lo largo de los ocho días de fermentación en las cajas de madera, y relacionándolos con un nuevo índice hiperespectral. El estudio compara varios granos buscando un nuevo índice, obteniendo, para cada índice, una variedad de curvas a lo largo de los ocho días de fermentación.</p> <p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>El estudio concluyó en una nueva alternativa, denominada RNI (Red over NIR Index). El gráfico del valor medio del índice a lo largo del tiempo es el gráfico más significativo. Este artículo explica los procedimientos y resultados del estudio.</p>
Livio & Hodhod (2018)	AI Cupper: A Fuzzy Expert System for Sensorial Evaluation of Coffee Bean Attributes to Derive Quality Scoring	<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se aplicó la lógica difusa a las puntuaciones de los atributos de los granos de café, para determinar el grado en que estas entradas pertenecen a cada uno de los conjuntos difusos apropiados. El proceso de unificación de las salidas toma las funciones de pertenencia de todas las reglas consecuentes previamente recortados o escalados y los combina en un solo conjunto difuso.</p> <p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>Los resultados de las pruebas de AI Cupper son muy prometedores, ya que hubo un 95% de coincidencia respecto a la calificación de calidad, lo que significa que el 95% de todas las calificaciones coincide con los juicios de catadores humanos.</p>
		Técnica o modelo aplicado

Livio et al. (2018)	Smart Fuzzy Cupper: Employing approximate reasoning to derive coffee bean quality scoring from individual attributes	<p>Se utilizó el conocimiento de los expertos para aplicar aproximaciones razonamiento. Un sistema experto difuso que sirve para yendo más allá del alcance de solo capturar y trazar. Se desarrollaron datos de catación. Este sistema es multicapa. Aplicación de nivel empresarial que apunta al protocolo diseñado por el SCA y ayuda a averiguar si la calidad declarada por el representante de ventas de café coincide con lo que encuentran sus jueces.</p> <p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>Hubo un 95% de coincidencia en toda la calidad del café calificado.</p>
Rosas-Echevarría et al. (2019)	Sistema eficiente y de bajo costo para la selección de granos de café: una aplicación de la visión artificial	<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se utilizaron los datos de las imágenes y se analizaron los colores en el espacio HSV, estos datos sirvieron para entrenar en la selección de granos de café por color, también se analizó la relación entre el ancho y largo de píxel con respecto a la medida real de la imagen para poder calcular el área. Para entrenar a la red se tomaron la media y desviación estándar de cada elemento del modelo HSV con respecto a cada color de grano (verde, rojo y marrón).</p> <p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>La selección de granos de café con respecto al color y tamaño (área) no existe diferencia significativa en cuanto a resultados de selección, tanto si se trabaja manualmente o con visión artificial. Con respecto al tiempo de trabajo, si existe diferencia, ya que la selección manual llevo un periodo de 2 horas por un personal con experiencia, sin embargo, trabajando con visión artificial solo se requirió poco más de una hora. Con respecto a los costos, también resultan muy bajos en comparación con los ojos electrónicos, ya que los equipos son de bajo costo y el software es de código libre (OpenCV).</p>
Sánchez-Aguilar et al. (2019)	Toward the recognition of non-defective coffee beans by means of digital image processing	<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se construyó un prototipo para capturar imágenes en condiciones de iluminación controladas. Luego se analizó las imágenes en los espacios de color HSV y YCbCr. Así se logró segmentar correctamente los granos del fondo, así como el defecto en el caso de granos inmaduros.</p> <p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>El análisis de espacios de color mostro que el canal H del espacio HSV permite segmentar con gran facilidad los granos del fondo, bajo condiciones de iluminación controladas. Asimismo, el uso de un descriptor de color basado en umbralización como criterio de clasificación permite alcanzar una precisión del 85 %.</p>
Huang et al. (2019)	Real-Time Classification of Green Coffee Beans by Using a Convolutional Neural Network	<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se utilizaron imágenes en escala de grises para el entrenamiento. Por lo tanto, en el proceso de identificación, también se convirtió las imágenes en escala de grises para su identificación. Sin embargo, la escala de grises las imágenes son vulnerables a la luz ambiental porque solo se retiene la información unidimensional de la imagen. Para ajustar para la influencia del brillo, se corrigió las fuentes de luz del medio ambiente y ajustar los parámetros de la cámara a través de la API de Video4Linux antes del reconocimiento. Esto aseguraría que los parámetros de la imagen en el momento de la identificación durante el entrenamiento son los mismos y la identificación correcta se obtienen los resultados.</p>

		<p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>El modelo de CNN se utilizó para clasificar los frijoles buenos y los malos. La identificación general del grano de café fue de una precisión aproximada del 93.34% y el FPR fue de 0,1007. Al conectar el modelo de identificación de granos de café a una webcam, se pudo distinguir instantáneamente lo bueno y lo malo de los granos de café verde seleccionados por el ojo humano.</p>
Serrano Fuentes et al. (2020)	Coffee Fruit Recognition Using Artificial Vision and neural NETWORKS	<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se desarrolló sistema que detecta y clasifica una fruta de café, lo que permite a los productores de café reducir costos, tiempos y aumentar la calidad del producto final. Utilizando una metodología con enfoque cualitativo y un diseño experimental, se diseñó un algoritmo para clasificar la fruta del café como "madura" o "no madura", mediante la conversión RGB a HSL. El algoritmo de aprendizaje profundo se entrenó con 196 imágenes, donde 108 fueron positivas y 88 negativas.</p>
		<p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>La implementación de redes neuronales para la clasificación de los frutos del café permite una alta precisión y rapidez. respuesta. La red neuronal tuvo un 97.6% de precisión en la clasificación de frutos aislados y de forma controlada luz ambiental.</p>
		<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se desarrolló una aplicación móvil impulsada por un modelo basado en el aprendizaje profundo para clasificar automáticamente la calidad de los granos de café a través de la cámara de un teléfono móvil. El modelo de aprendizaje profundo utilizado se elige entre ResNet-152 y VGG16 en función de su rendimiento para clasificar la calidad de los granos de café.</p>
Janandi & Cenggoro (2020)	An Implementation of Convolutional Neural Network for Coffee Beans Quality Classification in a Mobile Information System	<p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>El resultado muestra que ResNet-152 podría alcanzar la mayor precisión del 73,3% y también podría integrarse en una aplicación móvil funcional.</p>
		<p style="text-align: center;">Técnica o modelo aplicado</p> <p>Se entrenaron redes neuronales convolucionales con imágenes de café molido capturadas con una cámara. Los algoritmos convolucionales se basan en el sistema convolucional ResNet34 previamente entrenado combinado con el aprendizaje de transferencia para reducir las imágenes requeridas, reduciendo así los costos de diseño de los modelos matemáticos finales.</p>
Pradana-López et al. (2021)	Deep transfer learning to verify quality and safety of ground coffee	<p style="text-align: center;">Eficacia</p> <p>Los modelos presentados fueron capaces de clasificar diferentes tipos de café molido, achicoria y cebada con errores inferiores al 1.0%. También fueron capaces de detectar adulteraciones comprendidas entre el 5,0% y el 0,5% en peso con errores inferiores al 1,4%.</p>

4. Conclusiones

Los hallazgos demuestran un amplio panorama de técnicas o modelos que se aplican para la construcción de sistemas expertos para la selección de granos de café mediante inteligencia artificial, siendo de mayor prevalencia el procesamiento de imágenes a través de parámetros RGB (rojo, azul, verde) convertidos a HSV (tono, saturación, valor). Asimismo, se destaca los parámetros HSL (tono, saturación, luminosidad). Estas técnicas articuladas en los sistemas

expertos han brindado resultados favorables para la clasificación o categorización de los granos de café, mostrando ser efectivos y eficientes a más del 80% según los artículos analizados. Esto es un factor determinante para cubrir a las altas demandas de producción de café, ya que optimiza el tiempo de selección por los humanos y además tienen mínimos márgenes de errores que contribuyen a la productividad de postcosecha de café.

La revisión sistemática de la literatura conlleva a recomendar la realización de investigaciones que se enfoquen en analizar cuál es el nivel de utilidad o los factores que inciden en la utilización de los sistemas expertos por parte de los productores para la selección de grano de café y, sobre todo, analizar los costos que involucran adquirir las nuevas tecnologías agrícolas.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

M-V, M: Definió y conceptualizó el tema a desarrollar, realizó el diseño metodológico, investigó; elaboró el primer borrador del artículo científico. Finalmente, revisó y editó el artículo.

Referencias bibliográficas

- Benet Rodríguez, M., Zafra, S. L., & Quintero Ortega, S. P. (2015). La revisión sistemática de la literatura científica y la necesidad de visualizar los resultados de las investigaciones. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 7(1), 101-103. <https://doi.org/10.22335/rict.v7i1.232>
- Bonilla Medina, J. (2017). Los beneficios del consumo de café. *Revista Facultad Ciencias de la Salud. Universidad del Cauca*, 19(2), 47-48. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/rfcs/article/view/177>
- de Oliveira, E. M., Leme, D. S., Barbosa, B. H. G., Rodarte, M. P., & Pereira, R. G. F. A. (2016). A computer vision system for coffee beans classification based on computational intelligence techniques. *Journal of Food Engineering*, 171, 22-27. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.009>
- Flores, W. C., & Pineda, G. M. (2016). A type-2 fuzzy logic system approach to train Honduran coffee cuppers. *2016 IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/LA-CCI.2016.7885710>
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81(184), 1558-163. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37066>
- Hakim, M., Djatna, T., & Yuliasih, I. (2020). Deep Learning for Roasting Coffee Bean Quality Assessment Using Computer Vision in Mobile Environment. *2020 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, 363-370. <https://doi.org/10.1109/ICACSIS51025.2020.9263224>
- Herrera, J. C., Medina, S. M., Beleño, K., & Gualdrón, O. E. (2016). Diseño de un sistema automático de selección de frutos de café mediante técnicas de visión artificial. *Revista UIS Ingenierías*, 15(1), 7-14. <https://doi.org/10.18273/revuin.v15n1-2016001>

- Herrera Pérez, J. C., Medina Ortiz, S. M., Martínez Llano, G. E., Beleño Sáenz, K. de J., & Berrio Pérez, J. S. (2016). Clasificación de los frutos de café según su estado de maduración y detección de la broca mediante técnicas de procesamiento de imágenes. *Prospectiva*, 14(1), 15. <https://doi.org/10.15665/rp.v14i1.640>
- Huang, N.-F., Chou, D.-L., & Lee, C.-A. (2019). Real-Time Classification of Green Coffee Beans by Using a Convolutional Neural Network. *2019 3rd International Conference on Imaging, Signal Processing and Communication (ICISPC)*, 107-111. <https://doi.org/10.1109/ICISPC.2019.8935644>
- Janandi, R., & Cenggoro, T. W. (2020). An Implementation of Convolutional Neural Network for Coffee Beans Quality Classification in a Mobile Information System. *2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, 218-222. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech50083.2020.9211257>
- Julca-Otiniano, A., Alarcón-Águila, G., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., & Castro-Cepero, V. (2018). Comportamiento de tres cultivares de café (catimor, colombia y costa rica 95) en el valle de el Perené, Junín, Perú. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 34(ahead), 0-0. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902018005000504>
- Junta Nacional del Café. (2021, febrero). *Producción y exportaciones de café apuntan a ser mejores durante el 2021*. <https://juntadelcafe.org.pe/produccion-y-exportaciones-de-cafe-apuntan-a-ser-mejores-durante-el-2021/>
- Kumar, M., Gupta, P., Madhav, P., & Sachin. (2020). Disease Detection in Coffee Plants Using Convolutional Neural Network. *2020 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 755-760. <https://doi.org/10.1109/ICCES48766.2020.9138000>
- Leme, D. S., da Silva, S. A., Barbosa, B. H. G., Borém, F. M., & Pereira, R. G. F. A. (2019). Recognition of coffee roasting degree using a computer vision system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 312-317. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.11.029>
- Livio, J., Flores, W. C., Hodhod, R., & Umphress, D. (2018). Smart Fuzzy Cupper: Employing approximate reasoning to derive coffee bean quality scoring from individual attributes. *2018 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2018.8491513>
- Livio, J., & Hodhod, R. (2018). AI Cupper: A Fuzzy Expert System for Sensorial Evaluation of Coffee Bean Attributes to Derive Quality Scoring. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 26(6), 3418-3427. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2018.2832611>
- Lopes, A. C. A., Andrade, R. P., de Oliveira, L. C. C., Lima, L. M. Z., Santiago, W. D., de Resende, M. L. V., das Graças Cardoso, M., & Duarte, W. F. (2020). Production and characterization of a new distillate obtained from fermentation of wet processing coffee by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4481-4491. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04485-4>
- Monsalve, D., Trujillo, M., & Chaves, D. (2015). Automatic Classification of Nutritional Deficiencies in Coffee Plants. *6th Latin-American Conference on Networked and Electronic Media (LACNEM 2015)*. <https://doi.org/10.1049/ic.2015.0317>
- Montalbo, F. J. P., & Hernandez, A. A. (2020). An Optimized Classification Model for Coffea Liberica Disease using Deep Convolutional Neural Networks. *2020 16th IEEE International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA)*, 213-218. <https://doi.org/10.1109/CSPA48992.2020.9068683>

- Ocampo Lopez, O. L., & Alvarez-Herrera, L. M. (2017). Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia. *Apuntes CENES*, 36(64), 139-165. <https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n64.2017.5419>
- Oscoco Medina, I., Roldan Ccoycca, E. P., Quispe Murga, E., Camacho Villalobos, A., Marmolejo G., D., & Marmolejo G., K. J. (2020). Selección, identificación y zonificación de café (*Coffea arabica* L.) por su adaptabilidad, rendimiento, calidad sensorial y resistencia a plagas y enfermedades. *Agroindustrial Science*, 10(3), 249-257. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.03.05>
- Pham, Y., Reardon-Smith, K., Mushtaq, S., & Cockfield, G. (2019). The impact of climate change and variability on coffee production: a systematic review. *Climatic Change*, 156(4), 609-630. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02538-y>
- Pinedo-Tuanama, Ll., & Valles-Coral, M. (2021). Importancia de los referenciadores bibliográficos en la gestión de la información científica en tesis universitarias. *Anales de Documentación*, 24(2). <https://doi.org/10.6018/analesdoc.465091>
- Portugal-Zambrano, C. E., Gutierrez-Caceres, J. C., Ramirez-Ticona, J., & Beltran-Castanon, C. A. (2016). Computer vision grading system for physical quality evaluation of green coffee beans. *2016 XLII Latin American Computing Conference (CLEI)*, 1-11. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2016.7833383>
- Pradana-López, S., Pérez-Calabuig, A. M., Cancilla, J. C., Lozano, M. Á., Rodrigo, C., Mena, M. L., & Torrecilla, J. S. (2021). Deep transfer learning to verify quality and safety of ground coffee. *Food Control*, 122, 107801. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107801>
- Rosas-Echevarría, C., Solís-Bonifacio, H., & Cerna-Cueva, A. (2019). Sistema eficiente y de bajo costo para la selección de granos de café: una aplicación de la visión artificial. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 347-351. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.04>
- Sanchez-Aguilar, A. F., Mario Ceballos-Arroyo, A., & Espinosa-Bedoya, A. (2019). Toward the recognition of non-defective coffee beans by means of digital image processing. *2019 XXII Symposium on Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/STSIVA.2019.8730267>
- Sandoval Pillajo, A. L., Checa Cabrera, M. A., Díaz Vásquez, R. A., & Acosta Espinoza, J. L. (2021). Sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y plagas en plantas ornamentales. *Universidad y Sociedad*, 13(3), 505-511. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2127>
- Serrano Fuentes, M., Lizardo Zelaya, N. A., & Ordoñez Ávila, J. L. (2020). Coffee Fruit Recognition Using Artificial Vision and neural NETWORKS. *2020 5th International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE)*, 224-228. <https://doi.org/10.1109/ICCRE49379.2020.9096441>
- Smith Dumont, E., Gassner, A., Agaba, G., Nansamba, R., & Sinclair, F. (2019). The utility of farmer ranking of tree attributes for selecting companion trees in coffee production systems. *Agroforestry Systems*, 93(4), 1469-1483. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0257-z>
- Sosa, J., Ramirez, J., Vives, L., & Kemper, G. (2019). An Algorithm For Detection of Nutritional Deficiencies from Digital Images of Coffee Leaves Based on Descriptors and Neural Networks. *2019 XXII Symposium on Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/STSIVA.2019.8730286>
- Soto, J., Paiva, E., Ipanaque, W., Reyes, J., Espinoza, D., & Mendoza, D. (2017). Cocoa bean

quality assessment by using hyperspectral index for determining the state of fermentation with a non-destructive analysis. *2017 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)*, 1-5.
<https://doi.org/10.1109/CHILECON.2017.8229718>

Torres Caballero, E. M., & Reyes Duke, A. M. (2020). Implementation of Artificial Neural Networks Using NVIDIA Digits and OpenCV for Coffee Rust Detection. *2020 5th International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE)*, 246-251.
<https://doi.org/10.1109/ICCRE49379.2020.9096435>

Vives Garnique, L. A., Mejía Cabrera, H. I., Vilcherrez Chavarry, K. L., & Vassallo Barco, M. J. (2014). Visión artificial: Aplicación de filtros y segmentación en imágenes de hojas de café. *Revista INGENIERÍA: Ciencia Tecnología e Innovación*, 1(2), 71-81.
<http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/198>



Revisiones / Reviews

Contribución de las TI en la mejora de la productividad de las PYME

Contribution of IT in improving the productivity of SMEs

Gorky Alejandro Vizalote-Rodríguez ^{1*} 

¹ Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto,
Perú

Recibido: 24/11/2021

Aceptado: 29/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: gavizaloter@alumno.unsm.edu.pe

Resumen: La implantación de las Tecnologías de la Información (TI) se ha convertido en un gran paradigma de las pequeñas y medianas empresas (PYME) debido a la incertidumbre que genera. En base a este acontecimiento el objetivo del estudio fue evidenciar como las TI contribuyen en mejorar la productividad de las PYME. Para ello, el estudio consistió en una revisión sistemática ejecutando búsquedas en distintas bases de datos de artículos científicos publicados en revistas indexadas a Scielo, Latindex Catálogo y Scopus entre los años 2018 y 2021. Los resultados muestran la importancia, impacto, ventajas y los desafíos que requiere la implantación de TI para mejorar la productividad de las PYME. La revisión concluye resaltando la adopción de TI genera ventajas competitivas en el mercado competitivo, debido a las mejoras en los canales de comunicación, reducción de tiempos de espera, mejora en la toma de decisiones y brindar mayor control de procesos.

Palabras clave: automatización; implantación; productividad; PYME, tecnologías de la información (TI)

Abstract: The implementation of Information Technology (IT) has become a great paradigm for small and medium-sized enterprises (SMEs) due to the uncertainty it generates. Based on this event, the objective of the study was to demonstrate how IT contributes to improving the productivity of SMEs. For this, the study consisted of a systematic review executing searches in different databases of scientific articles published in journals indexed to Scielo, Latindex Catalog and Scopus between the years 2018 and 2021. The results show the importance, impact, advantages and challenges that requires the implementation of IT to improve the productivity of SMEs. The review concludes by highlighting the adoption of IT generates competitive advantages in the competitive market, due to improvements in communication channels, reduction of waiting times, improvement in decision making and providing greater process control.

Keywords: automation; implementation; information technology (IT); productivity; SMEs

1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas (PYME) simbolizan más del 95% de la economía mundial y contribuyen de manera directa al crecimiento socioeconómico de distintas regiones del mundo, al producto interno bruto (PIB) y a la reducción del desempleo de acuerdo a Yasiukovich & Haddara (2021), a pesar de ello no existen investigaciones que evidencien las limitaciones de recursos, tecnología y conocimiento (Schönfuß et al., 2021).

El escenario de la pandemia del Covid-19 ha ocasionado diferentes problemas en las organizaciones sin distinguir su tamaño y alcance, afectando de forma directa en las finanzas y en los clientes (Giunipero et al., 2021). Ante ello, la digitalización y automatización han cambiado el ambiente empresarial, siendo las tecnologías de la información (TI) el principal actor del cambio digital (Teubner & Stockhinger, 2020).

Helbin & Van Looy (2019) indican que las nuevas tecnologías han direccionado a la revolución empresarial y todo este cambio ha dado origen a la aparición de nuevas necesidades en las organizaciones para innovar sus procesos comerciales, sin dejar de lado los flujos de ingresos existentes y ello guarda cierta relación con lo expuesto por Teubner & Stockhinger (2020). A esta innovación se le conoce como ambidestreza organizacional y Posch & Garaus (2020) lo definen como las habilidades de explorar y explotar las ganancias y conservar la eficacia organizacional a lo largo del tiempo.

Ibujés Villacís & Benavides Pazmiño (2018) consideran que, la conservación de la eficacia y eficiencia organizacional se debe en gran parte a la implantación de las TI; Joshi et al. (2021) también destacan que contribuyen de forma directa a mejorar la toma de decisiones dentro de las organizaciones.

El éxito de la implantación de TI está alineado a la adaptación de los modelos de negocios de las empresas, evidenciando que parte de la productividad de las entidades no solo se centra en ello, sino también a los modelos de negocios (Sordi & Behr, 2018; de igual modo Leal Rodríguez (2021) nos menciona que debe existir armonía entre los modelos de negocio y las TI para poder alcanzar los objetivos estratégicos planteados.

Saputra et al. (2019) afirman que, el desafío de la implantación de las TI está en determinar si se encuentran alineadas a los objetivos estratégicos de las PYME, debido a que los directivos se centran en el retorno de la inversión que se genera al momento de realizar la implantación de estas. Sin embargo, Rohn et al. (2021) afirman que, el uso estratégico de las TI produce distintas oportunidades de crecimiento económico en las empresas.

La implantación de TI ha redefinido en un 85% el contexto competitivo de las organizaciones, generando oportunidades de crecimiento (Brenner, 2018), sin embargo, los autores Ricci et al. (2020) afirman que, existen estudios limitados para determinar el verdadero impacto de las TI sobre la productividad.

Frente a este escenario, la revisión, tiene el propósito de determinar la contribución de las TI en la mejora de la productividad de las PYME, mediante la exploración bibliográfica de manera sistemática, donde se selecciona información de alta calidad para que los directivos de las empresas logren determinar las ventajas de digitalizar los procesos del negocio.

2. Materiales y métodos

La revisión se realizó con la finalidad de poder responder a la siguiente pregunta: ¿De qué manera las TI contribuyen a mejorar la productividad de las PYME?; para responder a esta incógnita se ha elaborado una estricta revisión del estado del arte adaptando la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SRL) planteada por los autores Melendez-Llave et al. (2018), los cuales proponen 3 pasos:

2.1. Criterio de exclusión e inclusión de los artículos

Tabla 1: Cuadro comparativo de criterios de exclusión e inclusión de artículos

Criterios de Exclusión	Criterios de Inclusión
No se han incluido artículos considerados literatura gris.	Se consideraron artículos publicados en revistas científicas indexadas a Scielo, Latindex y Scopus.
Se excluyeron artículos que superen los 4 años de antigüedad (2018 hasta el 2021).	Se incluyeron artículos que no superan los 4 años de antigüedad (2018 hasta el 2021).

2.2. Estrategias de búsqueda

La búsqueda se realizó en las bases de datos de ScienceDirect, IEEE Xplore, Redalyc, Google Scholar y Scielo. Se utilizaron palabras claves en la búsqueda para poder obtener resultados más alineados al objetivo del estudio, dichas palabras fueron: "TI", "PYME", "productividad" y "ambidestreza", también se hizo uso del operador booleano "AND".

2.3. Organización y análisis de la información

Se organizaron los artículos en el gestor de referencias bibliográficas Mendeley, software que facilita la gestión documental, la automatización de citas y referencias, y el trabajo en equipo de investigadores mediante la sincronización de artículos en red (Pinedo-Tuanama & Valles-Coral, 2021). Además, se organizó los documentos en subcarpetas, para garantizar la calidad de los metadatos cosechados por el gestor. Una vez sistematizada la información, se analizaron los artículos a partir de una lectura crítica sobre el documento.

3. Resultados de la revisión

Las empresas necesitan incorporar como parte de sus estrategias, herramientas tecnológicas que les permitan cambiar los procesos comerciales tradicionales y generar nuevas ventajas comerciales. Ahí radica la necesidad de implantar estas tecnologías como fuente para crear valor (Ricci et al., 2020).

Para Nurmawati & Mahendrawathi (2019) las tecnologías de la información (TI) permiten mejorar la capacidad de respuestas, la eficiencia, el rendimiento y la creación de innovación; todo ello favoreciendo a la competitividad en el mercado.

Por otra parte, Turkyilmaz et al. (2021) mencionan que la pandemia del Covid-19 ha generado en las PYME la mejora de la productividad, flexibilidad y sostenibilidad, con la finalidad de desarrollar sociedades en base al conocimiento, por lo cual, las TI son alternativas para alcanzar estos objetivos.

Sin duda alguna la implantación de nuevas TI requieren contar con nuevas habilidades de los miembros de las entidades (Ivanov et al., 2020), por otra parte, Kozak et al. (2020) mencionan que la incertidumbre de reemplazar la mano de obra por estas tecnologías obstaculiza la automatización de los procesos empresariales, afectando a la productividad.

Los resultados del proceso de la revisión se organizaron en base al impacto de la implantación de TI para luego sintetizar toda la información en un cuadro comparativo, con el propósito de demostrar la relevancia de las tecnologías de información (TI) en la mejora de la productividad de las PYME.

3.1. ¿Qué son las tecnologías de información?

De acuerdo a Tallon et al. (2019), las tecnologías de la información son cada vez más considerados como alternativas a las que recurren las organizaciones para ayudar a mantener y mejorar el desempeño de las empresas en el futuro.

Debido a ello Damayanti et al. (2019) afirman que, si las PYME buscan que las actividades empresariales mejoren, no deben desvincularse de las TI debido a que se han convertido en estrategias comerciales que generan mayor eficiencia, gestión y control.

3.2. Impacto de las TI en las PYME

Wardati & Er (2019) mencionan que, las TI no solo brindan soporte y productividad en las ventas de las PYME, sino también, posibilitan la creación de canales de interacción más directas entre los clientes y otras empresas, con la finalidad de conocer y comprender mejor las necesidades del mercado.

De igual modo Crammond et al. (2018) afirman que, la implantación de tecnologías de información brinda mejores canales de distribución de información con respecto a los productos y servicios que ofrecen las PYME.

Como ya hemos mencionado a lo largo de todo el documento, las TI ayudan a aumentar las ventajas competitivas, sin embargo, Annisa & Mahendrawathi (2019) nos mencionan que también mejoran el flujo de información y el fortalecimiento de la gestión de los procesos empresariales.

De acuerdo a Ioanid et al. (2018) la implementación de tecnología de información (TI) más comunes son las herramientas web colaborativas debido a que incrementan el uso del conocimiento distribuido y proveen colaboración directa entre clientes y otras empresas.

Las TI más allá de las ventajas que ofrecen, ha generado dependencia en ciertos casos, esto de acuerdo a Mirtsch et al. (2021) donde mencionan que existen impactos negativos con respecto a la seguridad de la información a nivel empresarial.

Hemos sintetizado la información más relevante del estudio realizado por Mohammed et al. (2020) donde se muestran las ventajas y los desafíos más habituales de la implantación de TI.

Tabla 2: Ventajas y desafíos más habituales de la implantación de TI

Ventajas	Desafíos
Transacciones más rápidas y eficientes.	Vulnerabilidad a delitos informáticos.
Mayor control de los procesos.	Violación de datos sensibles.
Creación de productos más innovadores.	Mayor inversión económica.
Favorece a la internacionalización.	Reducción de ganancias a causa de los delitos informáticos.
Reducción de costos.	Deterioro de la reputación.
Mejora los canales de comunicación entre clientes y proveedores.	Reducción en el valor del mercado.
Reduce el tiempo de entrega de los productos.	
Mejora en la toma de decisiones.	

Como se puede apreciar en la tabla 2, existe mayor número de ventajas que ofrece la implantación de las TI en las pequeñas y medianas empresas, evidenciando de esta manera la contribución de dichas tecnologías en favor de las PYME.

4. Conclusiones

En este artículo presentamos una exhaustiva revisión sistemática en base a la importancia de las Tecnologías de la Información (TI) en la mejora de la productividad de las PYME. Gracias a la metodología de revisión adoptada, se ha logrado realizar una visión actual de los temas concernientes al objetivo del estudio y a su vez corroborar los estudios realizados por los distintos autores que se han citado a lo largo de este trabajo.

En el desarrollo de este trabajo, destacamos la importancia que ha venido ganando las tecnologías en la mejora de la productividad de las empresas, sobre todo a raíz de la pandemia del Covid-19, lo cual nos ha obligado a trabajar de manera remota para evitar su propagación.

Por lo tanto, la adopción de Tecnologías de la Información (TI) genera muchas ventajas, pues posibilita no solo la reducción de tiempo, sino también ayuda a mejorar los canales de comunicación con los clientes y proveedores, ayuda a mejorar la toma de decisiones, permiten la elaboración de productos más innovadores y principalmente permite un mayor control de todos los procesos de las empresas.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

V-R, G. A: Definió y conceptualizó el tema a desarrollar, realizó el diseño metodológico, investigo; elaboró el primer borrador del artículo científico. Finalmente, revisó y editó el artículo.

Referencias bibliográficas

- Annisa, L. H., & Mahendrawathi, E. R. (2019). Impact of alignment between social media and business processes on SMEs' business process performance: A conceptual model. *Procedia Computer Science*, 161, 1106–1113. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.222>
- Brenner, B. (2018). Transformative Sustainable Business Models in the Light of the Digital Imperative – A Global Business Economics Perspective. *Sustainability 2018*, Vol. 10, Page 4428, 10(12), 4428. <https://doi.org/10.3390/SU10124428>
- Crammond, R., Omeihe, K. O., Murray, A., & Ledger, K. (2018). Managing knowledge through social media: Modelling an entrepreneurial approach for Scottish SMEs and beyond. *Baltic Journal of Management*, 13(3), 303–328. <https://doi.org/10.1108/BJM-05-2017-0133>
- Damayanti, Megawaty, D. A., & Santia, D. (2019). Assessment of the Alignment Maturity Level of Business and Information Technology at CV Jaya Technology. *Proceedings - 2019 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering, ICOMITEE 2019*, 1, 54–58. <https://doi.org/10.1109/ICOMITEE.2019.8921103>
- Giunipero, L. C., Denslow, D., & Rynarzewska, A. I. (2021). Small business survival and COVID-19 - An exploratory analysis of carriers. *Research in Transportation Economics*, July 2020, 101087. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101087>
- Helbin, T., & Van Looy, A. (2019). Business process ambidexterity and its impact on business-it alignment. A systematic literature review. *Proceedings - International Conference on Research Challenges in Information Science, 2019-May*, 1–12. <https://doi.org/10.1109/RCIS.2019.8877073>
- Ibujés Villacís, J. M., & Benavides Pazmiño, M. A. (2018). Contribución de la tecnología a la productividad de las pymes de la industria textil en Ecuador. *Cuadernos de Economía*, 41(115), 140–150. <https://doi.org/10.1016/J.CESJEF.2017.05.002>
- Ioanid, A., Deselnicu, D. C., & Militaru, G. (2018). The impact of social networks on SMEs' innovation potential. *Procedia Manufacturing*, 22, 936–941. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.133>
- Ivanov, S., Kuyumdzhev, M., & Webster, C. (2020). Automation fears: Drivers and solutions. *Technology in Society*, 63, 101431. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101431>
- Joshi, A., Benitez, J., Huygh, T., Ruiz, L., & De Haes, S. (2021). Impact of IT governance process

- capability on business performance: Theory and empirical evidence. *Decision Support Systems*, 113668. <https://doi.org/10.1016/J.DSS.2021.113668>
- Kozak, M., Kozak, S., Kozakova, A., & Martinak, D. (2020). Is Fear of Robots Stealing Jobs Haunting European Workers? A Multilevel Study of Automation Insecurity in the EU. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17493–17498. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2160>
- Leal Rodríguez, L. (2021). Modelo para la mejora de la calidad alineando las tecnologías de la información y el negocio. *Cofin Habana*, 15(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612021000200018
- Melendez-Llave, K. A., & Dávila-Ramón, A. E. (2018). Problemas en la adopción de modelos de gestión de servicios de tecnologías de información. Una revisión sistemática de la literatura. *DYNA*, 85(204), 215–222. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n204.57076>
- Mirtsch, M., Blind, K., Koch, C., & Dudek, G. (2021). Information security management in ICT and non-ICT sector companies: A preventive innovation perspective. *Computers and Security*, 109, 102383. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102383>
- Mohammed, A.-M., Idris, B., Saridakis, G., & Benson, V. (2020). Information and communication technologies: a curse or blessing for SMEs? In *Emerging Cyber Threats and Cognitive Vulnerabilities*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816203-3.00008-3>
- Nurmadewi, D., & Mahendrawathi, E. R. (2019). Analyzing linkage between business process management (BPM) capability and information technology: A case study in garment SMEs. *Procedia Computer Science*, 161, 935–942. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.202>
- Pinedo-Tuanama, Ll., & Valles-Coral, M. (2021). Importancia de los referenciadores bibliográficos en la gestión de la información científica en tesis universitarias. *Anales de Documentación*, 24(2). <https://doi.org/10.6018/analesdoc.465091>
- Posch, A., & Garaus, C. (2020). Boon or curse? A contingent view on the relationship between strategic planning and organizational ambidexterity. *Long Range Planning*, 53(6), 101878. <https://doi.org/10.1016/J.LRP.2019.03.004>
- Ricci, F., Scafarto, V., Ferri, S., & Tron, A. (2020). Value relevance of digitalization: The moderating role of corporate sustainability. An empirical study of Italian listed companies. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123282. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123282>
- Rohn, D., Bican, P. M., Brem, A., Kraus, S., & Clauss, T. (2021). Digital platform-based business models – An exploration of critical success factors. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 60(May), 101625. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2021.101625>
- Saputra, D. A., Nugroho, W. S., & Ranti, B. (2019). Benefits analysis of IT investment in business support system (BSS) projects using ranti's generic IS/IT business values: Case studies of the Indonesian telecommunication company. *2019 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACSIS 2019*, 331–336. <https://doi.org/10.1109/ICACSIS47736.2019.8979945>
- Schönfuß, B., McFarlane, D., Hawkrige, G., Salter, L., Athanassopoulou, N., & de Silva, L. (2021). A catalogue of digital solution areas for prioritising the needs of manufacturing SMEs. *Computers in Industry*, 133, 103532. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2021.103532>
- Sordi, G., & Behr, A. (2018). Emerging technologies and new business models: a review on disruptive business models. *Innovation & Management Review*.
- Tallon, P. P., Queiroz, M., Coltman, T., & Sharma, R. (2019). Information technology and the search for organizational agility: A systematic review with future research possibilities. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 218–237.

<https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.12.002>

Teubner, R. A., & Stockinger, J. (2020). Literature review: Understanding information systems strategy in the digital age. *Journal of Strategic Information Systems*, 29(4), 101642.

<https://doi.org/10.1016/j.jsis.2020.101642>

Turkyilmaz, A., Dikhanbayeva, D., Suleiman, Z., Shaikholla, S., & Shehab, E. (2021). Industry 4.0: Challenges and opportunities for Kazakhstan SMEs. *Procedia CIRP*, 96, 213–218.

<https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2021.01.077>

Wardati, N. K., & Er, M. (2019). The impact of social media usage on the sales process in small and medium enterprises (SMEs): A systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 161, 976–983.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.207>

Yasiukovich, S., & Haddara, M. (2021). Social CRM in SMEs: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 181, 535–544.

<https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2021.01.200>



Revisiones / Reviews

Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel

Agile methodologies XP and Scrum, used for the development of web pages, under MVC, with PHP language and Laravel framework

Edwin Bautista-Villegas ¹ 

¹ Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú

Recibido: 26/11/2021

Aceptado: 30/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: edwinbautista@upeu.edu.pe

Resumen: El objetivo del artículo fue realizar un contraste entre dos de las metodologías más empleadas en el desarrollo de aplicaciones Web siendo Scrum y eXtreme Programing (XP) las metodologías ágiles seleccionadas. Para ello, se realizó la revisión de documentación disponible en las bases de búsqueda reconocidas como ScienceDiret, IEEE Xplore Digital Library y Scielo. Obteniendo como resultado de la ardua investigación, la presencia de requerimientos especiales y en constante cambio exigidas por las aplicaciones Web en un entorno de avances tecnológicos que así lo demandan, logrando vislumbrar así a las metodologías ágiles como idóneas para manejar estas exigencias. Se concluyó que Scrum es la metodología más preparada y con mayor capacidad de adaptación al cambio a comparación de la metodología XP.

Palabras clave: Laravel; metodologías ágiles; PHP, Scrum; XP

Abstract: The objective of the article was to make a contrast between two of the most used methodologies in the development of Web applications being Scrum and eXtreme Programing (XP) the agile methodologies selected. For this, the documentation available in the recognized search bases such as ScienceDiret, IEEE Xplore Digital Library and Scielo was reviewed. Obtaining as a result of the arduous research, the presence of special and constantly changing requirements demanded by web applications in an environment of technological advances that demand it, thus achieving a glimpse of agile methodologies as suitable to handle these demands. It was concluded that Scrum is the most prepared methodology with the greatest capacity to adapt to change compared to the XP methodology.

Keywords: agile methodologies; Laravel; PHP; Scrum; XP

1. Introducción

La creciente demanda en el mercado de desarrollo de software efecto de la globalización (Babativa et al., 2016), ha permitido la mejora y evolución de las tecnologías empleadas en el diseño de páginas webs (Becerril Isidro et al., 2015), permitiendo la construcción de sistemas adaptables o responsivos a todo tipo de dispositivos y configurables, que puedan dar respuesta al dinamismo del contexto (Muñoz Córdova, 2017). Esta demanda también exige mayor eficiencia, confiabilidad, mantenibilidad y escalabilidad de producto resultante (Laaziri et al., 2019), desatando una guerra de posicionamiento entre los lenguajes de programación empleados en el desarrollo de sistemas web, siendo lenguajes como Java EE, C, Python, C++, C#, Visual Basic .NET, JavaScript y PHP, los ocho más destacados en este mercado según el índice TIOBE para noviembre de 2019 (McDonald & Welland, 2001).

PHP es un lenguaje que se adecúa al desarrollo de aplicaciones web de manera dinámica, basado en el uso de herramientas efectivas para aumentar la productividad en el desarrollo de software, muy ligado a la utilización de buenas prácticas de ingeniería de software (Valarezo, 2018). El framework Laravel para PHP es una parte esencial de la caja de herramientas de desarrollo web (Laaziri et al., 2019), brinda una estructura definida, permite crear aplicaciones con mayor facilidad y rapidez, con orientación a dar solución en menor tiempo posible a problemas (Pantoja and Pardo, 2016).

Esto requiere de mejorar las metodologías de desarrollo empleadas, así como su flexibilización (Laaziri et al., 2019) para potenciar la productividad sin renunciar a la calidad en el desarrollo del software (Uribe & Ayala, 2007). Es así que las metodologías ágiles son una alternativa (Abrahamsson, 2007) para contemplar estos requerimientos cambiantes del desarrollo de software (Balaguera, 2013). Destacan SCRUM y XP para el desarrollo de páginas web, cada una con características individuales adaptables a distintos contextos dependiendo de las exigencias del proyecto a desarrollar, permitiendo realizar entregas parciales y periódicas del producto final (Velásquez-Restrepo et al., 2018).

Por esto el presente artículo busca determinar las cualidades más destacables entre las metodologías XP y Scrum en el desarrollo web, bajo el patrón MVC (Modelo, vista, controlador) para obtener un software más robusto (Pantoja & Pardo, 2016), con el lenguaje de desarrollo PHP para facilitar la progresión de aplicaciones web (Vidal et al., 2017), y el framework Laravel.

2. Materiales y métodos

El presente artículo es efecto de la revisión de documentación disponible en las bases de búsqueda reconocidas como ScienceDirect, IEEE Xplore Digital Library y Scielo, siendo el objetivo de esta investigación determinar la metodología más óptima para el desarrollo de aplicaciones web, entre Scrum y XP dos de las metodologías ágiles más empleadas en el mercado de la industria del desarrollo de aplicativos evaluando si estas se adaptan a las exigencias del desarrollo de páginas web actualmente.

3. Resultados de la revisión

3.1. Desarrollo web

La ingeniería de software desempeña un papel importante en el desarrollo, portabilidad, mantenibilidad, funcionalidad, fiabilidad y productividad del software (Balaguera, 2013). Por lo que antes de comenzar con el desarrollo del software hay una serie aspectos, características y funciones a tomar en cuenta del nuevo producto (Eslava Muñoz, 2017; Ramos Cardozzo, 2016) comprendiendo muy bien el problema a solucionar con la aplicación (Pressman, 2010). Siendo el desarrollo de software web, el que demanda gran capacidad y conocimientos específicos a nivel de lenguajes de programación, en entornos, plataformas, modelos de desarrollo, procesos entre otros. Adicionalmente se debe considerar las exigencias especiales presentes en el desarrollo del

mismo (Pantoja & Pardo, 2016), descritas por McDonald (McDonald & Welland, 2001) de la siguiente manera: La naturaleza no lineal del hipertexto, el contenido tiene que ser actualizado y la creciente demanda del despliegue multiplataforma (Molina et al., 2018). Estas son parte de las razones de porque se adaptaron ciertos conceptos, métodos técnicas y herramientas al desarrollo web, requiriendo de más trabajo para su desarrollo que una aplicación tradicional (McDonald & Welland, 2001).

3.2. PHP

PHP, es un lenguaje de programación de código abierto se utiliza para el desarrollo web, y puede ser empleado en páginas HTML y ejecutados en un servidor, con una sintaxis es similar a C, Java y Perl y es fácil de aprender (Achour et al., 2015). El uso de PHP se destaca porque proporciona un análisis correcto de los requisitos y su modelo de base de datos lógica, permite el rápido desarrollo de aplicaciones web (Vidal et al., 2017), contando amplio soporte a diferentes bases de datos, facilitando que los desarrolladores creen sitios sustentados en bases de datos, y que se hagan nuevos prototipos de aplicaciones Web de manera rápida y eficiente sin demasiada complejidad (Eslava Muñoz, 2017).

3.3. Necesidad de emplear un framework para PHP

Ante la necesidad de buscar mejor eficiencia, confiabilidad, mantenibilidad y escalabilidad en el desarrollo web (Laaziri et al., 2019), se traza la senda necesaria para el desarrollo y empleo de un framework como parte esencial de caja de herramientas de desarrollo de aplicaciones web que emplee el lenguaje PHP. Los distintos marcos propuestos para cumplir esta labor se han afianzado como facilitadores del desarrollo de software con un código a prueba de balas y mantenible dando como resultado del empleo del framework PHP aplicaciones web más estables y seguros (Laaziri et al., 2019). Pero seleccionar uno de estos marcos hoy en día puede ser complicado, lo que requiere una buena comprensión de los mismos, seleccionando el que mejores características de soporte para el desarrollo del proyecto.

3.4. Laravel para PHP

Das & Prasad Saikia (2016) afirman que el marco Laravel es preferible para proyectos web a gran escala que requieren una entrega más rápida con menos recursos (Laaziri et al., 2019). *Patrón MVC (Modelo, Vista, Controlador)*, Laravel PHP Framework se emplea para construir la aplicación basada en web (R. Valarezo & Guarda, 2018). La misma que hace uso del patrón MVC (Model View Controller) (Pantoja & Pardo, 2016) para el desarrollo de la programación estructurada, también tiene varios otros componentes útiles como seguridad, generación y validación de formularios, acceso a la base de datos y enrutamiento (Pop & Altar, 2014). El modelo representará la estructura de la base de datos con los atributos de la base de datos. La parte de la vista manejará la interfaz de usuario que se mostrará al usuario. La parte del controlador actuará como el conector entre la vista y la parte del modelo y también manejará la entrada del usuario a través de la parte de la vista (Putra et al., 2015) (Sunardi & Suhajito, 2019). Siendo su propósito esencial de cerrar la brecha entre el modelo mental del usuario humano y el modelo digital que existe en la computadora (Pop & Altar, 2014).

3.5. Metodologías ágiles en para el desarrollo de software

Desde la articulación del manifiesto ágil en 2001 (Beck et al., 2001) (Uribe and Ayala, 2007) (Mitre, Ortega, and Lemus, 2014) por parte de grandes personajes en el desarrollo de software agile, las transformaciones traídas por este, a la industria de desarrollo de software han sido muchas, convirtiendo al siglo XXI testigo de la introducción de varias nuevas prácticas ágiles (Dingsøyr et al., 2012).

La aparición de las metodologías ágiles, surgieron como respuesta a las metodologías tradicionales que presentaban pesadez, inflexibilidad a los cambios, y exceso en la producción de documentaria (Amaya, 2015; Molina et al., 2018), siendo estos grades promotores del trabajo en equipo, manteniendo la comunicación fluida entre el grupo de desarrollo y los clientes (Lindsjorn

et al., 2016). Estas metodologías nacieron para acomodar los cambios en los requisitos, mejorar gestión de la Ciclo de vida del desarrollo de programas (Flora & Chande, 2013) y además ayudan a mitigar y resolver los errores existentes respecto a cada etapa de desarrollo (Molina et al., 2018).

3.6. Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones web

Ante el surgimiento de posibles inconvenientes en el desarrollo del software tales como: requisitos cambiantes, planificaciones o presupuestos que no son realistas, la falta de personal y clientes la presencia de clientes insatisfechos. (Sanz & Silva, 2014) hacen que el desarrollo del software no se convierte en una tarea fácil, por lo que Metodologías son llamadas a manejar estos inconvenientes (Delgado, 2008). Llevando a cabo la realización de cambios en el sistema de manera sencilla, en caso de que el cliente así lo dese, lo que genera una gran flexibilidad en relación a dichos cambios, requiriendo posteriormente de algunas alteraciones en la forma en la que los proyectos son conducidos en las organizaciones (Selbach Borges et al., 2014)

Las metodologías para el desarrollo de aplicaciones Web presentan fases para el desarrollo de software siendo tendientes a aumentar o disminuir, según Nieves del Valle (2009) la mayoría de los métodos presentan las siguientes etapas:

- Diseño Conceptual: Se especifica el dominio del problema a través de su definición y las relaciones que contiene.
- Diseño Navegacional: Está centrado en el acceso y forma en la que los datos son visibles.
- Diseño de la presentación o diseño de interfaz: Enfocada en la manera que la información va ser presentada a los usuarios.
- Implantación: es la construcción del software a partir de los artefactos generados en las etapas previas.

Entre las metodologías para el desarrollo web encontramos: WSDM (Web Design Method) (Josefina et al., 2007) enfocada al usuario que es considerando el principal actor del sistema, IWEB (Ingeniería Web) (D. Silva & Mercerat, 2010) que demanda un proceso incremental y evolutivo, Scrum que hace uso de conceptos de rápido desenvolvimiento, agregando valor al cliente (V. B. Silva et al., 2016) haciendo empleo de sus herramienta para agilizar el proceso del desarrollo de proyectos, productos y aplicaciones para obtener resultados viables y satisfactorios (Fuertes & Sepúlveda, 2016), por ultimo tenemos a eXtreming Programing (XP) especifica prácticas de desarrollo impulsado por pruebas, así como también integrar y revisar el código (Dyba et al., 2014).

3.7. Scrum

Scrum es una metodología de ágil diseño y desarrollo de software, teniendo antecedentes de empleo en proyectos complejos (Flora & Chande, 2013). Su adopción es toda una revolución: Siendo necesario la definición de nuevos roles, nuevos sistemas de medición y la entrega el código de una manera fundamentalmente diferente (Schwaber & Sutherland, 2017; Dybå et al., 2014). Estableciendo un equipo de proyecto prestando menos atención a trabajos como procesos, prácticas y herramientas (Dybå et al., 2014) dando más valor al software funcional ósea priorizando implementación en lugar de un análisis o documentación (Elallaoui et al., 2015).

3.8. Extreming Programing (XP)

La metodología eXtreme Programming-XP, recibe su nombre del proceso de tomar la mejor práctica y luego llevarla al extremo (Fojtik, 2011), desarrollado por Kent Beck (1999), manejando el problema de la complejidad de los requisitos crecientes a lo largo del desarrollo del software, estos cambios se manejan sin exceder el tiempo y el presupuesto. Consistiendo en una lista de procesos que pueden ser seleccionados para abordar una necesidad de mejora pertinente (Dybå et al., 2014). Siendo estos principios probados en la ingeniería de software (Amaya, 2015).

4. Conclusiones

Tras lo expuesto como colaboración a la comunidad científica de investigación enfocada en el desarrollo de aplicaciones Web bajo metodologías ágiles como Scrum y XP, se concluyó que la metodología Scrum es la más idónea para la gestión de cambios en los requisitos durante el desarrollo del proyecto, siendo capaz de adaptarse a los mismo de la manera más óptima y eficiente.

También se pudo concluir que la metodología XP es la más idónea para desarrollar aplicaciones Web en el menor tiempo posible y con la funcionalidad necesaria, requerida por el cliente ya que está basado en pruebas (TDD) desarrolladas a lo largo del proyecto.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

B-V, E: Definió y conceptualizó el tema a desarrollar, realizó el diseño metodológico, investigo; elaboró el primer borrador del artículo científico. Finalmente, revisó y editó el artículo.

Referencias bibliográficas

- Abrahamsson, P. (2007). *Agile Software Development of*. (November 2005), 1–4.
- Achour, M., Betz, F., Dovgal, A., Lopes, N., Magnusson, H., Richter, G., ... Vrana, J. (2015). *PHP Manual de PHP - Manual*.
- Amaya, Y. (2015). Guía metodológica ágil, para el desarrollo de aplicaciones móviles “AEGIS-MD.” *Revista de Investigaciones UNAD*, 14(1), 97–113.
- Babativa, A., Briceño, P., Nieto, C., & Salazar, O. (2016). *Desarrolló Ágil de una Aplicación para Dispositivos Móviles. Caso de Estudio: Taxímetro Móvil Agile Application Development for Mobile Devices. Case Study: Mobile Taximeter*. 21(3), 260–275.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.3.a01>
- Balaguera, D. (2013). *Metodologías ágiles y desarrollo de aplicaciones móviles*.
- Becerril Isidro, J., Lumbreras Sotomayor, A., & Duk Sánchez, A. R. (2015). *La evolución de la web: un análisis de su impacto en el desempeño de las micro empresas del Distrito Federal*. 31–51.
- Beck, K. (1999). *Extreme Programming Explained* Kent Beck. *Philosophy*, 224.
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. Van, Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... Thomas, D. (2001). *Manifiesto for Agile Software Development*.
- Das, R., & Prasad Saikia, D. (2016). Comparison of Procedural PHP with Codeigniter and Laravel Framework. In *International Journal of Current Trends in Engineering & Research* (Vol. 2).
- Delgado, E. (2008). Metodologías de desarrollo de software. ¿Cuál es el camino? *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2(3).
- Dingsøyr, T., Nerur, S., Balijepally, V., & Moe, N. B. (2012). A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development. *Journal of Systems and Software*, 85(6), 1213–1221. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.02.033>

- Dybå, T., Dingsøyr, T., & Moe, N. B. (2014). Agile Project Management: Scrum, eXtreme Programming, and Scrumban. In *Software Project Management in a Changing World* (Vol. 9783642550). https://doi.org/10.1007/978-3-642-55035-5_11
- Elallaoui, M., Nafil, K., & Touahni, R. (2015). Automatic generation of UML sequence diagrams from user stories in Scrum process. *2015 10th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SITA.2015.7358415>
- Eslava Muñoz, V. J. (2017). *El nuevo PHP*. Bubok Publishing S.L.
- Flora, H., & Chande, S. (2013). A Review and Analysis on Mobile Application Development Processes using Agile Methodologies. *International Journal of Research in Computer Scienc*, 3(4), 8–18. <https://doi.org/10.7815/ijorcs.34.2013.068>
- Fojtik, R. (2011). Extreme programming in development of specific software. *Procedia Computer Science*, 3, 1464–1468. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.01.032>
- Fuertes, Y., & Sepúlveda, J. (2016). *Scrum, Kanban and Canvas in the commercial, industrial and educational sector-A literature review Scrum, Kanban y Canvas en el sector comercial, industrial y educativo-Una revisión de la literatura*.
- Josefina, Y., Aular, M., & Pereira, R. T. (2007). Metodologías para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en entornos colaborativos: Una reflexión teórica. *MULTICIENCIAS*, 7, 63–71.
- Laaziri, M., Benmoussa, K., Khouli, S., & Kerkeb, M. L. (2019). A Comparative study of PHP frameworks performance. *Procedia Manufacturing*, 32, 864–871. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.295>
- Lindsjørn, Y., Sjøberg, D. I. K., Dingsøyr, T., Bergersen, G. R., & Dybå, T. (2016). Teamwork quality and project success in software development: A survey of agile development teams. *Journal of Systems and Software*, 122, 274–286. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.09.028>
- Mcdonald, A., & Welland, R. (2001). A Survey of Web Engineering in Practice. *Analysis*, 1–52.
- Mitre, H., Ortega, E., & Lemus, G. (2014). Estimación y control de costos en métodos ágiles para desarrollo de software: un caso de estudio. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 15(3), 403–418. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(14\)70350-6](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(14)70350-6)
- Molina, J., Zea, M., Contento, M., & García, F. (2018). Comparación De Metodologías En Aplicaciones Web. *3C Tecnología_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 7(1), 1–19. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n1e25.1-19>
- Muñoz Córdova, E. B. (2017). "Elaboración de una guía de aplicación de métricas de calidad para metodologías ágiles de desarrollo web en www.machalamovil.com."
- Pantoja, L., & Pardo, C. (2016). Evaluando la Facilidad de Aprendizaje de Frameworks mvc en el Desarrollo de Aplicaciones Web. *Publicaciones e Investigación*, 10, 129. <https://doi.org/10.22490/25394088.1592>
- Pop, D. P., & Altar, A. (2014). Designing an MVC model for rapid web application development. *Procedia Engineering*, 69, 1172–1179. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.106>
- Pressman, R. S. (2010). *Ingenieria del Software - Un Enfoque Practico 5b: Edicion (Spanish Edition)*.
- Putra, L., Michael, Yudishtira, & Kanigoro, B. (2015). Design and Implementation of Web Based Home Electrical Appliance Monitoring, Diagnosing, and Controlling System. *Procedia Computer Science*, 59, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.335>
- Ramos Cardozzo, D. (2016). *Desarrollo de Software : requisitos, estimaciones y análisis*. IT Campus Academy.

- Sanz, L. F., & Silva, P. B. (2014). Gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software en España: Estudio de la situación. *Revista Facultad de Ingeniería*, 70(70), 233–243.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *La Guía de Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*. 22.
- Selbach Borges, K., Augusto Rauh Schmitt, M., & Marx Nakle, S. (2014). eduScrum Projetos de Aprendizagem Colaborativa Baseados em Scrum. *RENOTE*, 12(1).
<https://doi.org/10.22456/1679-1916.49839>
- Silva, D., & Mercerat, B. (2010). Construyendo Aplicaciones Web con una Metodología de Diseño Orientada a Objetos. *Revista Colombiana de Computación - RCC*, 2(2).
- Silva, V. B., Barbosa, M. W., & Carvalho, L. A. C. (2016). Experiências do ensino a distância do gerenciamento ágil de projetos com Scrum e apoio de uma ferramenta para gerência de histórias de usuário. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*.
<https://doi.org/10.5335/rbca.2015.5614>
- Sunardi, A., & Suharjito. (2019). MVC Architecture: A Comparative Study Between Laravel Framework and Slim Framework in Freelancer Project Monitoring System Web Based. *Procedia Computer Science*, 157, 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.150>
- Uribe, E. H., & Ayala, L. E. V. (2007). Del Manifiesto Ágil, sus valores y sus principios. *Redalyc.Uaemex.Mx*, (34), 381–385.
- Valarezo, M. (2018). *Comparación de tendencias tecnológicas en aplicaciones web comparison of technology trends in web applications*. 66, 37–39.
- Valarezo, R., & Guarda, T. (2018). Comparativo de los Frameworks Laravel y Codeigniter Frameworks. *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–6.
- Valle, A. (2009). *Metodologías de diseño usadas en ingeniería web, su vinculación con las NTICs*.
- Velásquez-Restrepo, S. M., Londoño-Gallego, J. A., López-Romero, C., & Vahos, J. D. (2018). Desarrollo de una plataforma web multimedial para la elaboración de proyectos bajo la metodología de marco lógico. *Lámpsakos*, 1(18), 12.
<https://doi.org/10.21501/21454086.2601>
- Vidal, C. L., López, L. L., Rojas, J. A., & Castro, M. M. (2017). Desarrollo de sistema web de reclutamiento y selección y de directivos por competencias mediante PHP codeigniter 3.0. *Informacion Tecnologica*, 28(2), 203–212. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000200021>



Revista Amazonía Digital

Patrocinador:



Universidad Nacional Amazónica
de Madre de Dios



Vicerrectorado de
Investigación