



Universidad
Nacional de
Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

LICENCIADA RESOLUCIÓN N° 080-2018-SUNEDU/CD

RECTORADO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CAJAMARCA

REVISTA CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



Volumen 22, N° 1-2: Enero – Diciembre 2023

Versión Electrónica

ISSN: 3028-9246

CAXAMARCA

REVISTA CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Volumen 22, N° 1-2: Enero – Diciembre 2023

ISSN: 3028-9246 (Versión electrónica)

Vicerrectorado de Investigación y Responsabilidad Social Universitaria

Av. Atahualpa 1050 1S-202 (2do piso) Ciudad Universitaria

Cajamarca, Perú

Teléfono: (076) 362516

Web: www.revistas.unc.edu.pe/index.php/caxamarcae/index

Email: viceinvestigacion@unc.edu.pe

EQUIPO EDITORIAL

Director de la Revista

- Dr. Carlos M. Rosales Loredo

Editor Jefe

- Dr. Carlos A. Gil Jáuregui

Comité Editor

- Bach. Luis A. Vargas Rocha
- Bach. César A. Murga Moreno

Comité Científico

- Mg. Max E. Sangay Terrones
- Dr. Juan José J. Vera Abanto
- Dr. Jorge D. Díaz García
- Dr. Ivonne K. Fernández León
- Dr. Martha V. Abanto Villar
- Dr. Doris T. Castañeda Abanto
- Dr. Wilder Quispe Urteaga
- Dr. Eduardo A. Tapia Acosta
- Dr. Teresa Y. Terán Ramírez
- Mg. Wilder Andrés Guevara Ortiz

Soporte Técnico

- MCs. Gilmer Cayotopa Jara

Índice

Evaluación del contenido de metales pesados en suelos agrícolas del distrito de Jesús – Cajamarca.....	1
<i>José Ramiro Díaz Cumpén, Giovana Ernestina Chávez Horna, Luis Javier Quipuscoa Castro, José Francisco Rabanal Guevara, Teresita de Jesús Pereyra Quevedo, Jhon Yober Campos Herrera</i>	
Similitud de cobertura de suelo, mediante clasificación digital de imágenes satelitales, y su verificación en campo en la ciudad de Celendín, Cajamarca, 2022	13
<i>Agustín Medina Chávez, Edgar Díaz Mori, Víctor Estela Becerra</i>	
Prevalencia del uso de métodos anticonceptivos durante el periodo 2015-2021, distrito de Cajamarca, 2022.....	21
<i>Silvia Isabel Sánchez Mercado, Julia Elizabeth Quispe Oliva, Rossana Patricia León Izquierdo</i>	
Uso de aplicaciones informáticas en teléfono móvil para el monitoreo del ruido ambiental en zonas comerciales de Cajamarca	30
<i>Consuelo Plasencia Alvarado, Claudia Rodríguez Ulloa</i>	
Condiciones turísticas de las manifestaciones culturales del distrito de Jesús, Cajamarca.....	42
<i>Pedro Napoleón Sánchez Legrás, Miguel Angel Cueva Zavala, Alfonso Antonio Terán Vigo, Elsy Iliana Saldaña Alva, José Santos Reyes Moreno</i>	
Evaluación de dos tipos de raciones en la crianza de patos muscovy (<i>Cairina moschata</i>) sobre las variables productivas, Cajamarca.....	51
<i>José Antonio Niño Ramos, Gilberto Fernández Idrogo</i>	
Prevalencia de la resistencia antimicrobiana de <i>Escherichia coli</i> en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en la ciudad de Cajamarca, Perú – 2022.....	58
<i>Rodolfo Gustavo Gamarra Ramírez, María Luisa Díaz Pereyra, Norma Elizabeth Gamarra Ramírez</i>	
Detección de cuerpos extraños en necropsias de caninos: un análisis en el laboratorio de Patología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca (junio 2022 - junio 2023)	66
<i>Jorge Luis Portal Torres, Pedro Luis Ortiz Oblitas, María Elena Chilón Raico, Arcadio Oswaldo Vilca Sangay</i>	
Educación universitaria, juventud y trabajo en la región Cajamarca 2022-2023: habilidades y competencias necesarias en un contexto cambiante	75
<i>Jesús Coronel Salirrosas, Segundo Eriberto Lescano Díaz, Catalina Sevilla Linares, Luis Alberto Robles Cabrera</i>	
Medición de la huella ecológica universitaria	87
<i>Yrma Violeta Rojas Alcalde, Héctor Leonardo Gamarra Ortiz, Janeth Esther Nacarino Diaz</i>	
Optimización geológica de las calizas en la Formación Cajamarca para la producción de óxido de calcio (cal) en la localidad de Chamis, Cajamarca, Perú	96
<i>Hugo Mosqueira, Alejandro Lagos, Eduardo Rodríguez, Eduardo Salazar</i>	
Determinación de la calidad físicoquímica y bacteriológica del Manantial La Manzanilla, Michiquillay – La Encañada, Cajamarca	106
<i>Ramiro Salazar Salazar, Augusto Chavez Correa, Jorge Lezama Bueno, Casimiro Paico Cusquisibán</i>	

Clasificación de las locuciones con la marca diatópica de Perú según tres diccionarios académicos para la formulación de una propuesta de un corpus fraseológico con las locuciones usadas en el Perú, año 2022	118
<i>Virgilio Gómez Vargas, Carmen Olga Jáuregui Medina de Bardales</i>	
Caracterización productiva y comercial de los productos lácteos en Cajamarca	129
<i>Jorge Piedra Flores, Ángel Francisco Dávila Rojas, Javier Alejandro Perinango Gaitán, Juan Antonio Marín Silva, Wilder Humberto Silva García, Jorge Wilfredo Villarreal Vásquez</i>	
Evaluación productiva y valor nutritivo de cinco cultivares de gramíneas perennes en dos pisos altitudinales de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca	136
<i>Luis Asunción Vallejos Fernández, Gilmer Cayotopa Jara</i>	
Análisis y diseño de plateas de cimentación con pilotes	145
<i>Marcos Mendoza Linares, Ever Rodríguez Guevara, Gerardo Mercedes Trigoso Torres, Segundo Linares Estrada, José Alejandro Alcántara Tucto, Yvette Amparo Jimenez Maza</i>	
Evaluación de las vías de circulación de las mototaxis en la ciudad de Cajamarca	157
<i>Juan Francisco Urteaga Becerra</i>	
Evaluación de peligros geológicos mediante imágenes satelitales Landsat 5 en el distrito de Chilete, Cajamarca...	167
<i>Crispín Zenón Quispe Mamani, Víctor Ausberto Arapa Vilca</i>	
Caracterización de los casos de exhumaciones y necropsias de Ley en el Distrito Fiscal de Cajamarca, años 2008-2012	178
<i>Víctor Vicente Cruz Chinchay, Adolfo Máximo López Aylas, María Teresita de Fátima León Roncal, Nimia Carmela Huamán Rojas</i>	

Evaluación del contenido de metales pesados en suelos agrícolas del distrito de Jesús – Cajamarca

Evaluation of the content of heavy metals in agricultural soils of the district of Jesús – Cajamarca

José Ramiro Díaz Cumpén^{1*}, Giovana Ernestina Chávez Horna¹, Luis Javier Quipuscoa Castro¹, José Francisco Rabanal Guevara¹, Teresita de Jesús Pereyra Quevedo¹, Jhon Yober Campos Herrera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: rdiazcu@unc.edu.pe

Resumen

La investigación tuvo como objetivo principal conocer el contenido de los metales pesados Pb, Cd, Cr, Cu y Zn, existentes en suelos agrícolas del Caserío La Bendiza del distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca. También, se evaluaron los parámetros edáficos: textura, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico (CIC). Se eligieron tres suelos dedicados al cultivo intensivo de col, considerando el alto consumo de pesticidas y fertilizantes químicos, sobre todo los primeros por su repercusión en la salud humana. De cada campo se tomaron 10 muestras simples para formar una muestra compuesta, de la cual, luego de mezclarlas, se tomó 1 kg para su análisis correspondiente. Los resultados de los análisis se evaluaron e interpretaron de acuerdo a la normativa nacional vigente (Reglamento de Clasificación de Suelos por su Capacidad de Uso Mayor: D.S. N° 005-2022-MIDAGRI), ECA Suelo (D.S. 002-2013-MINAM) y la Norma Canadiense: Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) 2007, para los parámetros que no figuran en la normativa nacional, como es el caso del cobre y el zinc. Todos los suelos evaluados mostraron una textura ligera (franco-arenosa), en tanto que los resultados promedio obtenidos para los parámetros edáficos, fue de 7,68 para pH, conductividad eléctrica: 0,44 dS/m, materia orgánica: 1,36% y CIC: 10,73 meq/100 g de suelo. Las concentraciones máximas de metales pesados encontradas para los tres campos fue: plomo (4,31 ppm), cadmio (3,84 ppm), cromo (0,34 ppm), cobre (12,57 ppm), y zinc (61,65 ppm), valores que al ser comparados con el ECA Suelo, nos indican que el único metal que había superado a este estándar Cadmio; sin embargo, la presencia de los otros metales pesados, aunque en concentraciones menores por su condición no biodegradable y bioacumulable, representan un riesgo a la salud de los consumidores.

Palabras clave: agroquímicos, bioacumulación, metales pesados, parámetros edáficos, terreno cultivable

Abstract

The main objective of the research was to know the content of heavy metals Pb, Cd, Cr, Cu and Zn, existing in agricultural soils of the La Bendiza Caserío in the district of Jesús, Province of Cajamarca. Also, the edaphic parameters were evaluated: texture, pH, electrical conductivity, organic matter and cation exchange capacity (CEC). Three soils dedicated to intensive cabbage cultivation were chosen, considering the high consumption of pesticides and chemical fertilizers, especially the former due to their impact on human health. From each field, 10 simple samples were taken to form a composite sample, of which, after mixing them, 1 kg was taken for corresponding analysis. The results of the analyzes were evaluated and interpreted in accordance with current national regulations (Reglamento de Clasificación de Suelos por su Capacidad de Uso Mayor: D.S. N° 005-2022-MIDAGRI), ECA Suelo (D.S. 002-2013-MINAM) and the Canadian Standard: Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) 2007, for the parameters that do not appear in the national regulations, such as copper and zinc. All the soils evaluated showed a light texture (sandy loam), while the average results obtained for the edaphic parameters were 7.68 for pH, electrical conductivity: 0.44 dS/m, organic matter: 1.36% and CEC: 10.73 meq/100 g of soil. The maximum concentrations of heavy metals found for the three fields was: lead (4.31 ppm), cadmium (3.84 ppm), chromium (0.34 ppm), copper (12.57 ppm), and zinc (61.65 ppm), values that when compared with the ECA Suelo, indicate that the only metal which had surpassed this Cadmium standard; however, the presence of other heavy metals, although in lower concentrations due to their non-biodegradable and bioaccumulative condition, represent a risk to the health of consumers.

Key words: agrochemicals, arable land, bioaccumulation, edaphic parameters, heavy metals

Introducción

Los metales pesados, elementos químicos esenciales para la vida, pueden volverse tóxicos en concentraciones elevadas. Su presencia en el suelo puede originarse tanto por procesos naturales, como la erosión de rocas y minerales, como por actividades humanas, entre las cuales se incluyen la actividad industrial, la minería y la agricultura.

En Perú, la agricultura desempeña un papel crucial en la economía, representando aproximadamente el 10% del Producto Interno Bruto (PIB). El país se caracteriza por una vasta diversidad de suelos, utilizados para cultivar una amplia gama de productos agrícolas. Sin embargo, la actividad agrícola también puede contribuir significativamente a la contaminación del suelo con metales pesados.

La contaminación del suelo con metales pesados puede tener consecuencias perjudiciales tanto para el medio ambiente como para la salud humana. Estos elementos tienen la capacidad de bioacumularse en organismos

vivos, lo que implica su acumulación progresiva en el cuerpo a lo largo del tiempo. Esta acumulación puede desencadenar una serie de problemas de salud, que abarcan desde enfermedades cancerígenas hasta trastornos reproductivos y neurológicos.

En este contexto, la evaluación del contenido de metales pesados en los suelos agrícolas de Perú adquiere una importancia crucial. La obtención de esta información permitirá identificar áreas con riesgo de contaminación y tomar medidas adecuadas para preservar tanto el medio ambiente como la salud humana. En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo principal evaluar y determinar la concentración de metales pesados en los terrenos cultivables del distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca. Este análisis contribuirá significativamente a la comprensión y gestión de los posibles riesgos asociados a la presencia de metales pesados en suelos agrícolas en esta región específica.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en los suelos de tres campos agrícolas del Caserío La Bendiza del distrito de Jesús- Cajamarca, ubicados dentro de una altitud promedio de 2616 msnm. El tipo de investigación aplicada es no experimental transversal descriptiva, realizada con el propósito de conocer los valores de variables independientes que son los parámetros edáficos pH, CE, MO y CIC, los cuales van a influir sobre la concentración de los metales pesados Pb, Cd, Cr, Cu y Zn (variables dependientes).

En base a los objetivos propuestos, se hizo el reconocimiento de la zona agrícola seleccionada, dentro de la cual fueron elegidos tres campos agrícolas, los mismos que fueron muestreados de manera aleatoria, dando lugar a la obtención de 10 muestras simples de suelos por cada campo dentro de los 30 primeros centímetros, con lo cual se constituyeron tres muestras compuestas. En cada punto de muestreo, las muestras simples fueron extraídas con un cucharón de acero, siendo depositadas en un balde plástico, para constituir una muestra compuesta. El suelo seco al aire, se mezcló en forma homogénea, separando dos kilos por cada muestra compuesta, los cuales fueron colocados en bolsas plásticas de cierre hermético, selladas con cinta adhesiva, identificadas y colocadas en un cooler, una de las cuales fue enviada al laboratorio de suelos de la Universidad Agraria la Molina, quedando la segunda bolsa como muestra de seguridad.

A nivel de gabinete se realizó la clasificación y organización de los datos obtenidos en campo y laboratorio, asimismo la presentación de los mismos se hizo en tablas y figuras; se discutieron y analizaron los resultados obtenidos de los diferentes parámetros, para posteriormente determinar la influencia de los mismos sobre la concentración de los metales pesados evaluados.

Resultados y discusión

Los resultados de los análisis de suelos, se muestran en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Resultados de los análisis de los suelos agrícolas del caserío La Bendiza del distrito de Jesús-Cajamarca

Campos evaluados	Análisis textural			Clase textural	pH	MO (%)	CE dS/m	CaCO ₃ (%)
	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)					
Campo 1	70,84	13,56	15,60	Franco arenoso	7,32	1,79	0,36	0,10
Campo 2	71,28	16,00	12,72	Franco arenoso	7,77	1,18	0,62	0,50
Campo 3	67,28	18,00	14,72	Franco arenoso	7,95	1,12	0,36	0,27

Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la UNALM.

Tabla 2. Resultados de los análisis de los suelos agrícolas del caserío La Bendiza del distrito de Jesús

Campos evaluados	Cationes cambiables*				CIC	Metales pesados totales (ppm)				
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		Pb	Cd	Cr	Cu	Zn
Campo 1	7,69	0,55	0,05	0,25	8,54	0,13	3,84	0,34	1,03	4,66
Campo 2	10,86	0,88	0,07	0,63	12,45	4,31	0,16	<0,05	12,57	56,37
Campo 3	9,99	0,82	0,08	0,33	11,22	0,84	<0,012	<0,05	10,38	61,65

*Según los análisis realizados no se reportó la presencia de los cationes Al³⁺ e H⁺

Fuente: Laboratorio de agua, suelo, medio ambiente y fertirriego de la UNALM.

Sobre el análisis textural

Todos los suelos examinados se ubican dentro de la clase textural Franco arenosa, mostrando un alto contenido de arena (>67%) y un bajo contenido de arcilla (<16%) (Tabla 1 y Figura 1). Estos valores nos indican suelos con una alta permeabilidad, baja retención de agua y nutrientes y baja retención de cationes, entre los cuales se encuentran los metales pesados evaluados. Esta capacidad para adsorber metales se da a través de los coloides del suelo entre los que destacan la arcilla y el humus procedente de la materia orgánica, componentes edáficos que están presentes en poca cantidad en los suelos analizados.



Figura 1. Textura de los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre el pH de los suelos evaluados

Los valores de pH en los suelos muestreados van desde ligeramente alcalino (7,32) a moderadamente alcalino, (7,95) (DS 005-2022 MINAGRI). En estas condiciones es baja la solubilidad de los metales pesados evaluados a excepción del cromo que es mayormente soluble a pHs alcalinos. La mayor adsorción de los metales Pb, Cd, Cu y Zn por los coloides del suelo contribuye a la baja absorción de estos metales por las plantas y escasa migración a las aguas subterráneas; asimismo es preciso señalar que estos valores del pH de los suelos muestreados es una manifestación del bajo contenido de carbonato de calcio y el bajo nivel de materia orgánica (Tabla 1 y Figura 2).

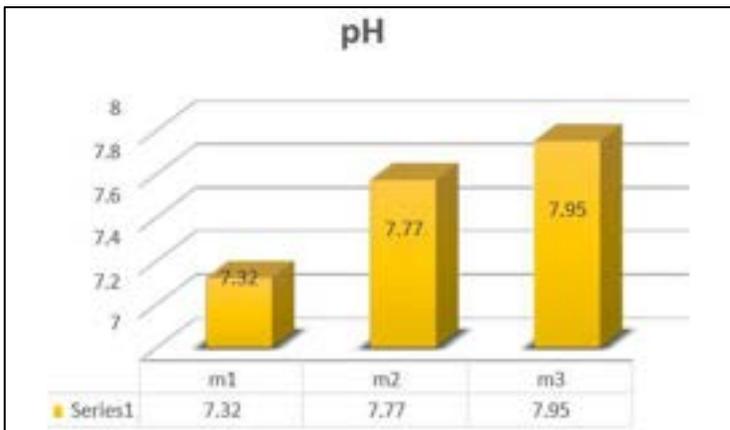


Figura 2. pH de los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre el contenido de materia orgánica (MO)

Los valores de MO en los suelos muestreados van desde 1,12% a 1,79% (Tabla 1 y Figura 3) lo que indica un bajo contenido de este componente, lo cual se traduce en un bajo contenido de humus (coloide orgánico del suelo), que es el producto final de la descomposición de la MO, cuya contribución es muy reconocida en la retención de nutrientes y metales pesados. En suelos pobres en humus y arcilla como son los suelos evaluados tiene lugar el lavado de nutrientes y metales pesados a las aguas freáticas o subterráneas; lo cual determina una baja fertilidad del suelo.

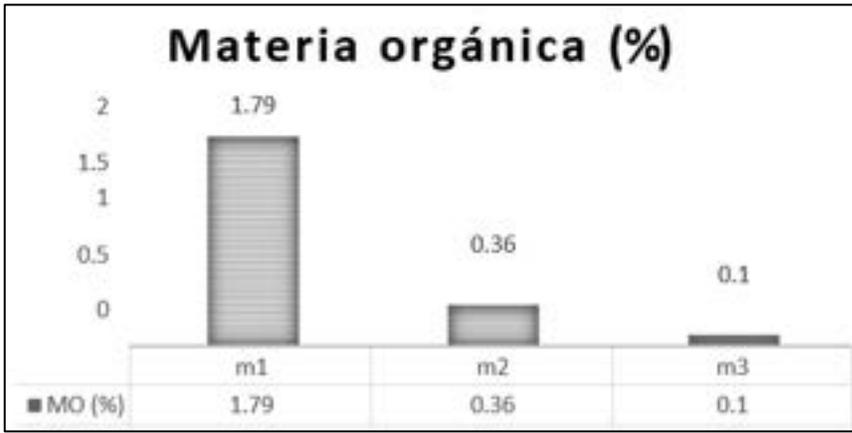


Figura 3. Materia orgánica de los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Según los resultados obtenidos, los suelos evaluados muestran una baja CIC, que va desde 8,54 a 12,45 meq/100 g de suelo (Tabla 2 y Figura 4), lo cual es una manifestación del bajo contenido de arcilla (12,72 - 15,60%) y de humus procedente de la MO (1,12% a 1,79%). Esta característica edáfica determina una baja retención de metales pesados y nutrientes naturales del suelo y los que llegan a él a través de los fertilizantes y enmiendas orgánicas (abonos orgánicos) o enmiendas inorgánicas (cal, yeso, etc.) para corregir el pH, salinidad o deficiencia de nutrientes.

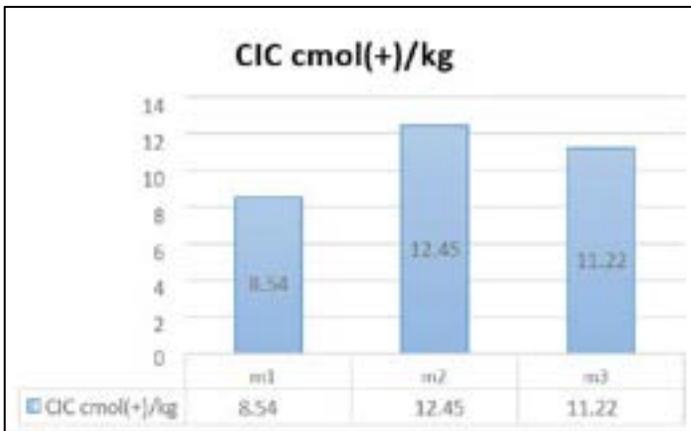


Figura 4. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre el contenido de metales pesados totales

Los metales pesados analizados fueron: Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr) y Zinc (Zn). El valor máximo de Plomo alcanzado por este elemento fue en el suelo del campo 2 con 4,31 ppm (Tabla 5). En atención al Estándar de calidad ambiental (ECA) para suelos, establecido por D.S. N°011-2017-MINAM; la concentración de plomo para suelos agrícolas es de 70 mg.kg-1 de suelo a nivel de peso seco; lo cual indica que la concentración encontrada de este metal en los suelos evaluados, no supera el nivel establecido por el ECA suelo para plomo; lo cual puede atribuirse a la escasa adsorción de este metal por el suelo al haberse encontrado niveles bajos de los coloides arcilla y humus, coloide orgánico que deriva del bajo contenido de materia orgánica de estos suelos de textura ligera (franco arenosos).

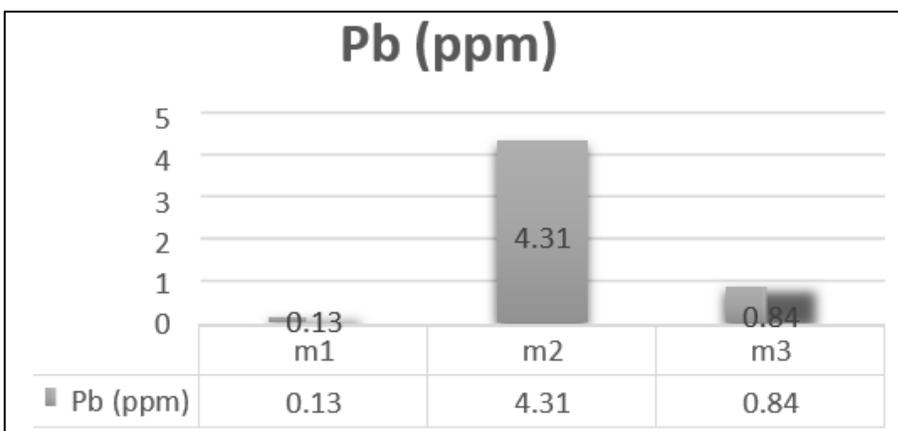


Figura 5. Contenido de Plomo (Pb) en los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre el contenido de Cadmio

El valor máximo alcanzado por este elemento fue en el campo 1 con 3,84 ppm (Tabla 2 y Figura 6). En atención al Estándar de calidad ambiental (ECA) para suelos; la concentración de cadmio para suelos agrícolas es de 1,4 mg.kg⁻¹ de suelo; lo cual indica que se supera el nivel del ECA suelo para cadmio.

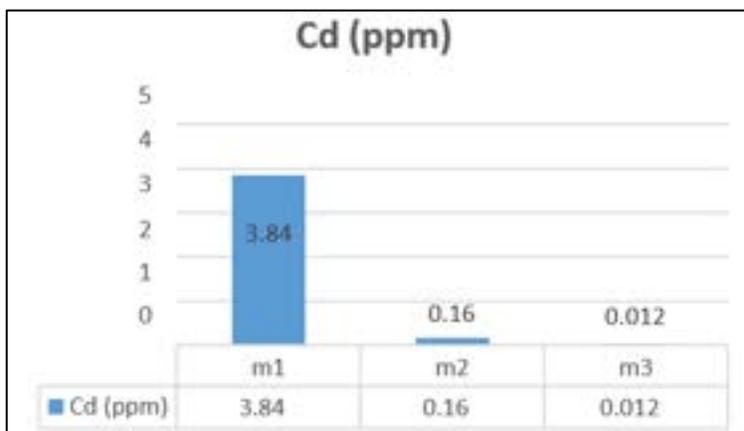


Figura 6. Contenido de Cadmio (Cd) en los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre el contenido de Cobre

El valor máximo alcanzado de este elemento, fue en el campo 2, con 12,57 ppm (Tabla 2 y Figura 7). Debo señalar que el estándar de calidad ambiental (ECA) para suelos, no establece la concentración de cobre para suelos agrícolas; por lo cual se ha tenido que recurrir a estándares de otros países como lo indica la Norma canadiense: Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) 2007, que considera como estándar para el Cu 63 mg.kg⁻¹; en tanto que la concentración máxima permitida de metales pesados totales en suelos agrícolas para la Unión Europea (UE) para el caso del Cu es de 50-140 mg.kg⁻¹, dentro de los países que conforman la UE se tiene a Francia e Italia; quienes indican como concentración máxima de Cu, 100 mg.kg⁻¹; en tanto que España refiere una concentración máxima de 40 mg.kg⁻¹. Bajo esta comparación del contenido de Cu obtenido en los suelos evaluados, con las normas internacionales, el valor de este elemento no supera dichos estándares; sin embargo, su existencia nos debe preocupar para investigar sobre la causa de su presencia y su posible translocación a las plantas que en estos suelos se cultivan, al analizar tejidos vegetales.

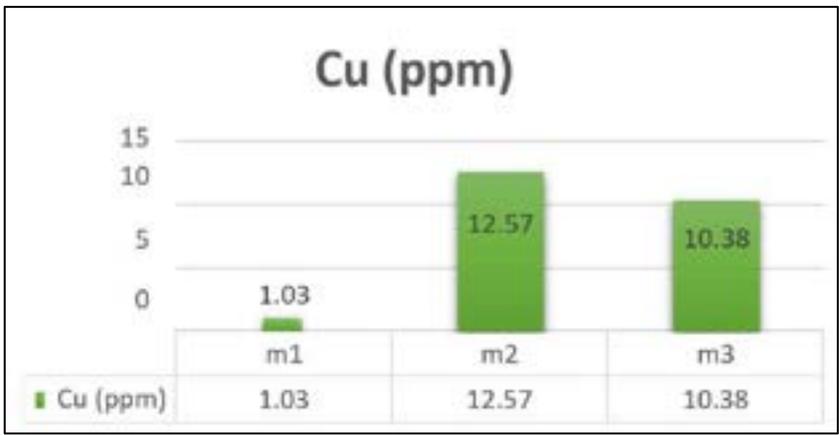


Figura 7. Contenido de Cobre (Cu) en los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre el contenido de Cromo

Según los suelos evaluados, el valor máximo de Cromo fue alcanzado por la muestra de suelo del campo 1 (Tabla 2 y Figura 8) con 0,34 ppm. En atención al Estándar de calidad ambiental (ECA) para suelos; la concentración de cromo VI es de 0,4 mg.kg-1 para suelos agrícolas, lo cual indica que se no se superó el nivel establecido por el ECA suelo nacional para cromo hexavalente; en tanto que para la norma Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) 2007, la concentración máxima de Cromo es de 64 mg.kg-1; sin embargo, hay que considerar que el cromo es uno de los metales pesados que es soluble en suelos alcalinos.

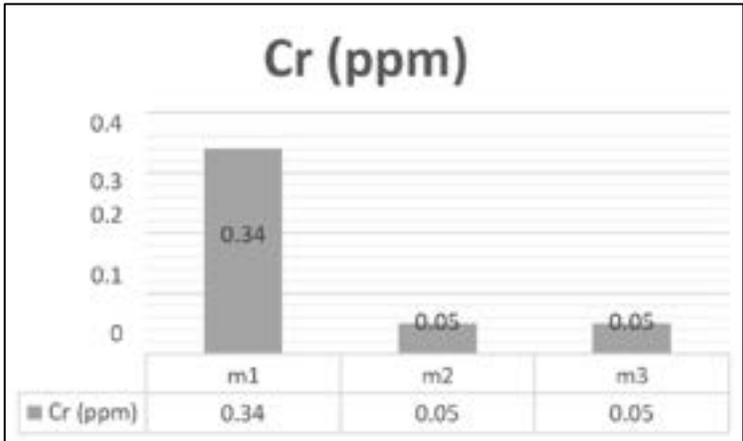


Figura 8. Contenido de Cromo (Cr) en los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Sobre el contenido de Zinc

El valor máximo alcanzado para este elemento fue por la muestra de suelo del campo 3 (Figura 9) con 61,65 ppm. Debo señalar que el estándar de calidad ambiental (ECA) para suelos, no registra la concentración de zinc para suelos agrícolas; por lo cual se tuvo que tomar como referencia para la comparación estándares de otros países, como es el caso de la normativa ambiental canadiense CEQG Canadian Soil Quality Guidelines, 2007, para suelos agrícolas, que indica como estándar para el elemento zinc, 200 mg.kg⁻¹; asimismo la concentración máxima permitida de metales pesados totales en suelos agrícolas para la Unión Europea (UE) señala al Zn con 150-300 mg.kg⁻², en tanto que Francia e Italia, indican como concentración máxima de Zn, 300 mg.kg⁻¹; asimismo España considera como concentración máxima permisible de Zn. valores entre 100-150 mg.kg⁻¹; lo que significa que bajo esta comparación con las normas internacionales, el contenido de Zn obtenido en los suelos evaluados, no supera dichos estándares.

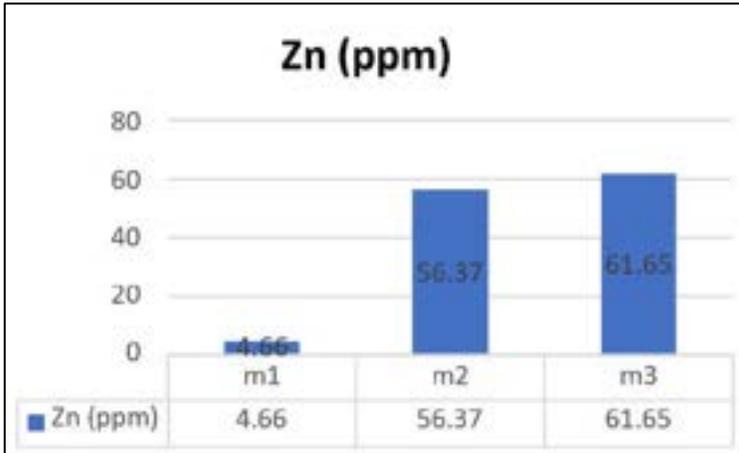


Figura 9. Contenido de Zinc (Cu) en los suelos agrícolas del caserío La Bendiza-Distrito de Jesús-Cajamarca

Conclusiones

La clase textural dentro de la cual se ubican todos los suelos examinados es Franco arenosa, con un alto porcentaje de arena (>67%) y un bajo contenido de arcilla (<16%), característica que determina la baja adsorción de los metales pesados estudiados y nutrientes.

Los valores del pH de los suelos muestreados van desde 7,32 a 7,95; calificándose a los suelos muestreados según este parámetro, desde ligeramente alcalinos a moderadamente alcalinos. En estas condiciones existe baja solubilidad de los metales pesados Pb, Cu, Cd y Zn en estos suelos; sin embargo, se favorece la solubilidad del elemento cromo.

En los suelos analizados, existe un bajo contenido de materia orgánica, que va desde 1,12% a 1,79%, lo cual se traduce en una baja fertilidad del suelo, baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) y por ende baja adsorción de nutrientes y metales pesados.

Los suelos examinados muestran una baja CIC, que va desde 8,54 a 12,45, lo cual es una manifestación del bajo contenido de arcilla (12,72 -15,60) y de humus procedente de la MO de estos suelos ligeros.

El valor máximo alcanzado por el metal Plomo en los suelos evaluados fue de 4,31 ppm (campo); por lo cual en atención al ECA-suelo, la concentración encontrada de este elemento en suelos agrícolas no supera el Estándar del ECA suelo para plomo.

El valor máximo alcanzado por Cadmio fue por la muestra de suelo del campo 1 con 3,84 ppm. En atención al Estándar de calidad ambiental (ECA) para suelos; la concentración de cadmio para suelos agrícolas es de 1,4 mg/kg; lo cual indica que se supera el Estándar del ECA suelo para cadmio.

El valor máximo alcanzado por el cobre fue por la muestra de suelo del campo 2 con 12,57 ppm, considerando que el estándar de calidad ambiental (ECA) para suelos nacional no establece la concentración de cobre para suelos agrícolas; se comparó con los estándares de la norma canadiense Canadian Environmental Quality Guidelines, CEQG. 2007, que considera como estándar para el Cu 63 mg.kg-1; por lo tanto, el valor máximo obtenido para este elemento no supera dicho estándar canadiense.

Según los suelos evaluados, el valor máximo de Cromo fue alcanzado por la muestra de suelo del campo 1 con 0,34 ppm. En atención al ECA-suelo; la concentración de cromo VI es de 0,4 mg/kg para suelos agrícolas, lo cual indica que no se superó el Estándar del ECA suelo para cromo hexavalente.

El valor máximo alcanzado para el elemento zinc fue por la muestra de suelo del campo 3 con 61,65 ppm. Considerando que el ECA suelos nacional; no registra la concentración de zinc para suelos agrícolas; se tuvo que tomar como referencia norma canadiense CEQG Canadian Soil Quality Guidelines. 2007, para suelos agrícolas, que indica como estándar para el elemento zinc, 200 mg/kg.; lo que significa que bajo esta comparación el valor de este elemento no supera dichos estándares.

Referencias

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). (1996). Niveles de metales pesados en suelos.

Alloway, B. J. (2013). Heavy Metals in Soils, Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability (3ra ed.). United Kingdom.

Buendia, B. (2018). Evaluación de la concentración de metales pesados en frutos de *Passiflora ligularis* por uso intensivo de agroquímicos-Oxapampa. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú.

Carvalho, et al. (1998). Rastreo de plaguicidas en los trópicos. Boletín del OEIA No 40.

Gobierno del Perú. (2017). Estándar de Calidad Ambiental suelo (ECA-suelo). Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

Kabata, A., & Pendias, H. (2004). Soil plant transfer of trace elements: an environmental issue. *Geoderma*.

Manhecha, et al. (2015). Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta. Colombia.

Micó, C., et al. (2006). Assessing heavy metal sources in agricultural soils of a European Mediterranean area by multivariate analysis. España.

Moreno, et al. (2002). Acumulación de Zn, Cd, Cu y Pb en la col china influenciada por las condiciones climáticas bajo cultivo protegido. *J. Agric. Food Chem.*

Roqueme, J., et al. (2014). Metales pesados en suelos agrícolas del valle medio y bajo del río Sinú, departamento de Córdoba. Universidad de Córdoba, Montería. Colombia.

Rueda G., Rodríguez J. A., & Madriñán R. (2011). Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas: Perspectivas para Colombia. *Acta Agronómica*.

Similitud de cobertura de suelo, mediante clasificación digital de imágenes satelitales, y su verificación en campo en la ciudad de Celendín, Cajamarca, 2022

Similarity of land cover, through digital classification of satellite images, and its field verification in the city of Celendin, Cajamarca, 2022

Agustín Medina Chávez^{1*}, Edgar Díaz Mori¹, Víctor Estela Becerra¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: amedina@unc.edu.pe

Resumen

La investigación tuvo como objetivo calcular el porcentaje de similitud entre las coberturas identificadas en el terreno mediante puntos de muestreo y las categorías correspondientes en el mapa ráster derivado de la clasificación no supervisada, utilizando una imagen satelital Landsat 8 de la zona de interés. Se empleó una muestra que superaba los treinta y cinco puntos de muestreo, proporcionando un nivel de confianza del noventa por ciento y un margen de error del diez por ciento. Las imágenes de la zona de interés se descargaron de la USGS (United States Geological Survey), y se realizó una combinación de las primeras siete bandas. Luego, esta composición se fusionó con la banda número ocho para mejorar la resolución espacial, alcanzando una resolución de quince metros. Posteriormente, se llevaron a cabo correcciones de radiancia y reflectancia. Con las imágenes corregidas, se efectuó la combinación de bandas 543 para la categoría de vegetación, 764 para bosque y el índice (BSI) de suelo desnudo. Estos datos se representaron en un mapa ráster, y sobre cada categoría se superpusieron los puntos de muestreo correspondientes para determinar la cantidad de puntos que coincidían tanto en el terreno como en el mapa ráster. Los resultados revelaron una coincidencia del 93,5% en la categoría de vegetación, 95% en suelo desnudo y 91% en la categoría de bosque.

Palabras clave: banda, cobertura del suelo, imágenes satelitales, ráster, similitud de categorías

Abstract

The research aimed to calculate the percentage of similarity between land cover identified in the field through sampling points and the corresponding categories in the raster map derived from unsupervised classification, using a Landsat 8 satellite image of the area of interest. A sample exceeding thirty-five sampling points was utilized, providing a confidence level of ninety percent and a ten percent margin of error. Images of the area of interest were downloaded from the United States Geological Survey (USGS), and a combination of the first seven bands was performed. Subsequently, this composition was merged with band eight to enhance spatial resolution, achieving a resolution of fifteen meters. Radiance and reflectance corrections were then applied. With the corrected images, band combinations 543 for vegetation, 764 for forest, and the Bare Soil Index (BSI) were conducted. These data were represented on a raster map, and sampling points were superimposed on each category to determine the number of points coinciding both in the field and on the raster map. The results revealed a 93.5% match in the vegetation category, 95% in bare soil, and 91% in the forest category.

Key words: band, land cover, raster, satellite images, similarity of categories

Introducción

La clasificación digital de imágenes satelitales se ha posicionado como una herramienta indispensable en la caracterización y evaluación de la cobertura del suelo, permitiendo la identificación y clasificación automatizada de diferentes tipos de cobertura a una escala espacial significativa. En este sentido, la aplicación de tecnologías avanzadas, como la captura de datos de satélites Landsat 8, proporciona una oportunidad única para analizar la similitud entre las categorías de cobertura del suelo.

La investigación se adentra en la metodología de clasificación no supervisada de imágenes satelitales, empleando la información espectral capturada por Landsat 8 para discernir las variadas categorías de cobertura del suelo, como suelo desnudo, vegetación y bosque. Este enfoque, apoyado por el uso de software especializado en el procesamiento y análisis de datos geoespaciales, busca explorar la coherencia y la precisión de la clasificación digital en comparación con la realidad del terreno.

Además, se enfoca en la crucial fase de verificación en campo, destinada a validar y perfeccionar la clasificación obtenida mediante la recolección de datos in situ. La utilización de técnicas de muestreo y puntos muestrales en el terreno brinda una valiosa oportunidad para contrastar y calibrar la información derivada de las imágenes satelitales, asegurando así la exactitud y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

En este contexto, la investigación se presenta como un aporte sustancial al campo de la teledetección y la

cartografía, proporcionando un análisis detallado y académicamente fundamentado sobre la similitud de cobertura del suelo entre datos satelitales y observaciones en campo, con implicaciones significativas para la gestión eficiente de los recursos naturales y la toma de decisiones medioambientales.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en un área de 2,10 km² (210 ha) con un perímetro de 6,55 km, situada al norte de la ciudad de Celendín, región Cajamarca. Los límites georreferenciados en WGS84 mediante coordenadas UTM se presentan en la figura adjunta (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Coordenadas del área de interés

Punto	Este	Norte
A	814707	9241870
B	817162	9241731
C	817141	9240873
D	814735	9240965

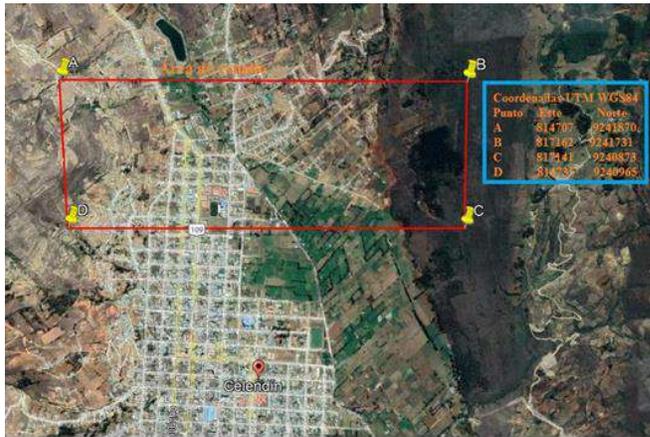


Figura 1. Área de interés

Población y muestra de estudio

La población de estudio comprende la superficie delimitada por los puntos indicados, garantizando que los resultados obtenidos sean aplicables exclusivamente a esta zona. Se determinó el tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 90% y un error del 10%, requiriendo un mínimo de 35 puntos muestrales para las categorías evaluadas. Kongalton R. et al. (2019) sugiere tomar aproximadamente el 1% de la superficie cartografiada, empleando la fórmula:

$$n = \frac{p q Z^2}{E^2}$$

Donde Z es la abscisa de la curva normal para un nivel dado de probabilidad, p es el porcentaje de aciertos, q es el porcentaje de errores (q=1-p), y E es el nivel permitido de error.

Jean François Mas et al. (2003) propone una cantidad mínima de unidades de muestreo, que en este caso son puntos, relacionándolas con su ubicación en mapas. El método de muestreo utilizado fue aleatorio estratificado, tomando al menos 30 puntos para cada categoría en el terreno y ubicándolos en el mapa generado mediante clasificación no supervisada (Tabla 2).

Tabla 2. Tamaño de la muestra por clases en función de p y d

*	p				
	90%	80%	70%	60%	50%
2,5%	553	983	1291	1475	1537
5,0%	138	246	323	369	384
10,0%	35	61	81	92	96

p: confiabilidad estimada de la clase

Trabajo de campo

En la zona de estudio, se recolectaron más de treinta puntos para cada categoría evaluada utilizando receptores GPS. Se empleó un software de manejo de datos geográficos para llevar a cabo la clasificación no supervisada, generando un mapa temático con las correspondientes categorías.

Se combinaron las 7 bandas y luego se fusionaron con la banda 8 para mejorar la resolución de 30 m a 15 m, se convirtieron los valores de ND a radiancia, se combinaron las bandas B5, B4, B3 para identificar la vegetación. Para el suelo desnudo, se calculó el Índice BSI utilizando las bandas correspondientes. Para la categoría Bosque, se utilizó la combinación de las bandas B7, B6, B4. Después de las combinaciones, se llevó a cabo la clasificación no supervisada. Se utilizó una imagen de la zona descargada de Google Earth Pro y se realizó una clasificación no supervisada utilizando Corine Land Cover para la presentación de las coberturas.

Análisis de los datos

Después de fusionar las siete bandas, se procedió a combinarlas con la banda 8 con el objetivo de mejorar la resolución de las imágenes de 30 metros a 15 metros. Acto seguido, se llevó a cabo la conversión de los valores de ND a radiancia, seguida de la transformación a niveles de reflectancia. Con todas las imágenes ajustadas a niveles de reflectancia, se realizó una nueva combinación, utilizando las bandas B5, B4 y B3 con el propósito

de identificar las áreas de vegetación. Para determinar la categoría de suelo desnudo, se calculó el Índice BSI mediante la calculadora ráster y las bandas correspondientes.

En cuanto a la categoría de bosque, se empleó la combinación de las bandas B7, B6 y B4. Tras realizar estas combinaciones específicas, se procedió a llevar a cabo la clasificación no supervisada, utilizando un enfoque que permitió discernir automáticamente las diferentes categorías de cobertura del suelo.

Adicionalmente, se incorporó una imagen de la zona descargada de Google Earth Pro en el análisis. Se efectuó una clasificación no supervisada utilizando Corine Land Cover con el propósito de presentar y validar las diversas coberturas identificadas en el área de estudio. Este enfoque multifacético garantizó una evaluación exhaustiva y precisa de la cobertura del suelo en la región de interés.

Resultados y discusión

En la Clasificación no Supervisada, categoría Vegetación, de los 46 puntos registrados en campo al superponer sobre el resultado ráster solo se encontró tres desaciertos (Figura 2).

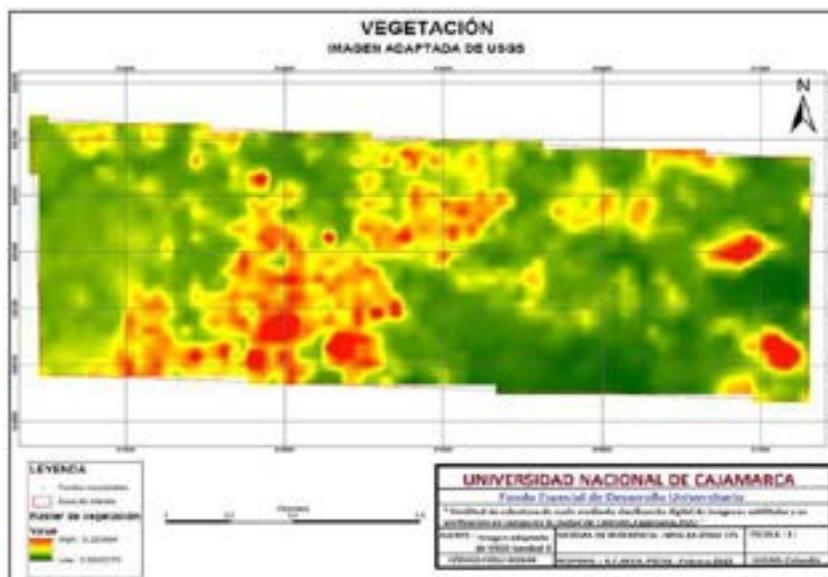


Figura 2. Ráster de la categoría Vegetación

En la Clasificación no Supervisada, categoría Suelo Desnudo, de los 40 puntos registrados en campo al superponer sobre el resultado ráster solo se encontró dos desaciertos (Figura 3).

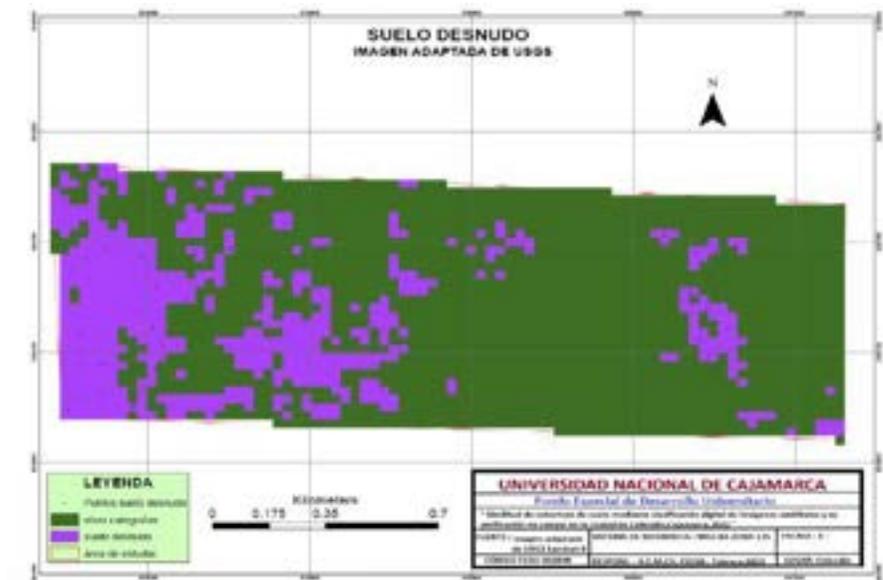


Figura 3. Ráster de la categoría Suelo Desnudo

En la Clasificación no Supervisada, categoría Bosque, de los 45 puntos registrados en campo al superponer sobre el resultado ráster solo se encontró cuatro desaciertos (Figura 4).

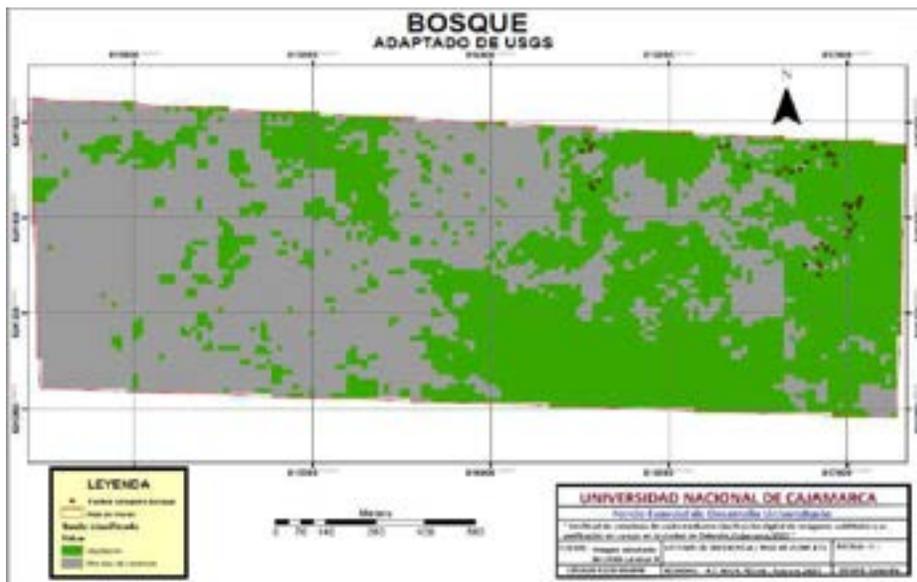


Figura 4. Ráster de la categoría Bosque

De la misma manera, ante los resultados presentados en las figuras, se pudo elaborar la siguiente tabla resumen:

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos

Categoría	Número de puntos muestrales	Porcentaje similitud	Nº puntos con aciertos	Confiabilidad estimada en%	Porcentaje de error
Vegetación	46	93,5	43	90	10
Suelo Desnudo	40	95	38	90	10
Bosque	45	91	41	90	10

Jean François Mas (2003) señala discrepancias significativas entre la clasificación de suelos realizada a través de fotografías aéreas y la cobertura verificada en campo. Estas discrepancias superan el 20%, y un 23% de las áreas no se corresponden con la cobertura evaluada en el terreno, resaltando la complejidad y los desafíos asociados con la clasificación de suelos a partir de fuentes remotas.

Por otro lado, Illán-Fernández et al. (2022) emplea la clasificación Corine Land Cover y reporta un prometedor 89% de similitud utilizando la matriz de confusión. Sin embargo, identifican limitaciones al utilizar la combinación de bandas mediante clasificación no supervisada, específicamente en la incapacidad para ofrecer una separación detallada de los diferentes tipos de vegetación. Similarmente, la clasificación de bosques carece de una combinación precisa que permita una distinción clara entre áreas boscosas y aquellas que no lo son. En respuesta a estas limitaciones, optaron por utilizar un índice específico para la identificación de suelos desnudos, permitiendo así una separación más efectiva de esta categoría.

De manera alternativa, en la misma área de estudio, llevaron a cabo una clasificación no supervisada utilizando una imagen de mayor resolución espacial descargada de Google Earth Pro. A pesar de tener solo tres bandas, los resultados mejoraron considerablemente, y la clasificación se realizó utilizando la simbología de Corine Land Cover. Este hallazgo subraya la importancia de la resolución espacial, indicando que a medida que esta aumenta, la calidad de la clasificación digital de las coberturas del suelo se ve notablemente mejorada.

En resumen, tanto las observaciones de Mas como las conclusiones de Illán-Fernández et al. subrayan la relevancia de considerar cuidadosamente la fuente de datos, la resolución espacial y las metodologías empleadas al clasificar la cobertura del suelo, destacando la necesidad de enfoques más refinados y precisos para una caracterización más exacta y fiable de las coberturas en el entorno estudiado.

Conclusiones

En el porcentaje de similitud de la cobertura de suelo encontrado en la categoría vegetación fue de 93,5%, en

suelo desnudo 95% y en bosque 91% encontrándose en promedio 93% de similitud comparado con la clasificación no supervisada usando imágenes Landsat 8 haciendo composición de bandas.

Referencias

Chuvieco Salinero, E. (2006). Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio.

Chuvieco Salinero, E., & Sancho Comíns, J. (1996). Tratamiento visual y digital de las imágenes espaciales: Aplicaciones docentes. *Didáctica geográfica*, 14, 17-28.

Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial*, Tercera Edición Revisada. Ediciones RIALP, S.A. Madrid.

Congalton, R. (1988). A Comparison of Sampling Schemes Used in Generating Error Matrices for Assessing the Accuracy of Maps Generated from Remotely Sensed Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*.

Flores Cesáreo, J. C., Bustamante González, A., Vargas López, S., Cajuste, L., Escobedo, F. J., & Valadez Ramírez, M. (2020). Cartografía del uso del suelo en la subcuenca Huaquechula, Puebla, México, con un índice combinado de imágenes de satélite. *Investigaciones geográficas*, 101.

García Rodríguez, M. del P., Sanz Donaire, J. J., Pérez González, M. E., & Navarro Madrid, Á. (2012). *Guía práctica de teledetección y fotointerpretación*. Universidad Complutense de Madrid.

Illán-Fernández, E., Pérez-Morales, A., & Romero-Díaz, A. (2022). Fiabilidad en la detección de las superficies selladas empleando datos del programa Copernicus | *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*.

Jean Francois Mas. (2003). Monitoring land-cover changes: A comparison of change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 20(1), 139-152.

Kogut. (2022). Los Landsat orbitan alrededor de la Tierra en órbita circular.

Kongalton R., Russell G., & Kass Green. (2019). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*, Third Edition. Routledge & CRC Press.

Robinove, C. J. (1981). The logic of multispectral classification and mapping of land. *Remote Sensing of Environment*, 11, 231-244.

Prevalencia del uso de métodos anticonceptivos durante el período 2015-2021, distrito de Cajamarca, 2022

Prevalence of the use of contraceptive methods during the period 2015-2021, Cajamarca district, 2022

Silvia Isabel Sánchez Mercado^{1*}, Julia Elizabeth Quispe Oliva¹, Rossana Patricia León Izquierdo¹

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: ssanchez@unc.edu.pe

Resumen

Esta investigación, de naturaleza descriptiva y diseño no experimental retrospectivo, se propuso examinar la evolución de la prevalencia del uso de métodos anticonceptivos (MAC) en mujeres en edad fértil (MEF) del distrito de Cajamarca durante el periodo 2015-2021. La metodología empleada incluyó una revisión documental como técnica y la ficha de registro de datos como instrumento. La población de interés consistió en mujeres en edad fértil del distrito de Cajamarca, según los informes proporcionados por la Dirección Regional de Salud de Cajamarca. Los resultados revelaron que la prevalencia del uso de MAC en mujeres de este distrito fue inferior al 50% en 2016 y 2021, pero superó el 60% en 2015 y 2019, alcanzando su punto máximo en 2018 con un 70,1% de MEF que utilizaron algún método anticonceptivo. A lo largo del periodo de estudio (2015-2021), los métodos más utilizados pertenecieron al grupo de los eficaces, siendo el inyectable trimestral el más preferido con un promedio de uso del 30,6%, seguido por el inyectable mensual con un promedio de uso del 13,6%. Por otro lado, la utilización de métodos anticonceptivos naturales fue mínima, siendo inferior al 1%. En conclusión, se observó una evolución irregular en la prevalencia del uso de MAC durante la primera mitad del periodo de estudio, con un descenso entre 2015 y 2016 de 16,8 puntos porcentuales, seguido de un aumento constante en 2017 que alcanzó su punto máximo en 2018, superando el 70%. En la segunda mitad del periodo de estudio, se registró una reducción progresiva entre 2019 y 2021, aproximadamente de 22,3 puntos porcentuales.

Palabras clave: inyectable trimestral, métodos anticonceptivos, mujeres en edad fértil, prevalencia

Abstract

This research, of a descriptive nature and a non-experimental retrospective design, aimed to examine the evolution of the prevalence of contraceptive methods (CM) usage among women of childbearing age (WCA) in the Cajamarca district during the period 2015-2021. The methodology employed included a documentary review as a technique and a data registration form as an instrument. The population of interest consisted of women of childbearing age in the Cajamarca district, as reported by the Regional Health Directorate of Cajamarca. The results revealed that the prevalence of CM usage among women in this district was less than 50% in 2016 and 2021 but exceeded 60% in 2015 and 2019, reaching its peak in 2018 with 70.1% of WCA using some contraceptive method. Throughout the study period (2015-2021), the most commonly used methods belonged to the effective group, with the quarterly injectable being the most preferred, averaging 30.6% usage, followed by the monthly injectable with an average usage of 13.6%. On the other hand, the use of natural contraceptive methods was minimal, being less than 1%. In conclusion, an irregular evolution in the prevalence of CM usage was observed during the first half of the study period, with a decline between 2015 and 2016 of 16.8 percentage points, followed by a steady increase in 2017 that peaked in 2018, surpassing 70%. In the second half of the study period, there was a progressive reduction between 2019 and 2021, approximately 22.3 percentage points.

Key words: contraceptive methods, prevalence, quarterly injectable, women of childbearing age

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó que aproximadamente 214 millones de mujeres en edad fértil en países en desarrollo desean posponer o detener la procreación, pero muchas de ellas no utilizan métodos anticonceptivos modernos (MAC) para la planificación familiar. A pesar de la alta prevalencia del uso de anticonceptivos en América Latina y el Caribe, el informe "Tendencias en la Anticoncepción en el mundo 2015" de las Naciones Unidas señaló que persisten necesidades insatisfechas en torno al 10% (BBC News Mundo, 2019).

Después de la Conferencia Mundial de Población y Desarrollo en El Cairo en 1994, los países de América Latina y el Caribe asumieron desafíos significativos en la implementación de políticas sobre salud sexual y reproductiva, logrando importantes resultados en la reducción de Necesidades Insatisfechas de Planificación Familiar, llegando al 2020 con un nivel de 11,4% (BBC News Mundo, 2019). No obstante, la pandemia de COVID-19 a partir de marzo de 2020 afectó negativamente el acceso a la anticoncepción, impactando la provisión de insumos en establecimientos de salud y limitando la capacidad de las mujeres para adquirir métodos modernos en farmacias. El Fondo de Poblaciones de las Naciones Unidas (UNFPA) concluyó que 17

millones de mujeres de la región se verán forzadas a interrumpir el uso de métodos anticonceptivos, con 13 millones enfrentando dificultades en servicios de salud y 4 millones incapaces de comprarlos en farmacias privadas, lo que llevó a un aumento del porcentaje de mujeres con Necesidades Insatisfechas de Planificación Familiar del 11,4% al 16,3% (UNFPA, 2020).

A nivel nacional, en Perú, la pandemia afectó negativamente el acceso a los MAC, dificultando su disponibilidad y distribución, así como su adquisición en diversas farmacias. Seis de cada diez mujeres que discontinuarán el uso de anticonceptivos lo harán debido a una retracción de los ingresos familiares, mientras que cuatro de cada diez lo harán por dificultades de aprovisionamiento en establecimientos de salud. Esta dificultad se agravó por la alta proporción de usuarias de MAC de corta duración, ya que el impacto del COVID-19 se registró principalmente en métodos como condones, anticonceptivos orales e inyectables, mientras que los métodos permanentes y reversibles de larga duración no resultaron afectados. En este contexto, Perú presenta una mayor vulnerabilidad, ya que el 77% de las usuarias de métodos anticonceptivos modernos utilizan métodos de corta duración. En la región Cajamarca, la utilización de MAC en mujeres en edad fértil (MEF) unidas antes de la pandemia apenas rozaba el 50%, pero luego del COVID-19 no llega ni al 45%, aunque los datos del distrito son aún más escasos, generando interrogantes sobre la situación actual.

La utilización de los MAC contribuye a prevenir embarazos no deseados y proteger contra infecciones de transmisión sexual, permitiendo que las mujeres gocen plenamente de su sexualidad. Sin embargo, aún no existe un método que brinde protección anticonceptiva al 100%, ya que todos presentan algunos inconvenientes junto con sus ventajas. Los principios anticonceptivos se fundamentan en evitar la unión del espermatozoide con el óvulo mediante barreras químicas o mecánicas, así como impidiendo la liberación del óvulo o anulando la ovulación con progestágenos de acción prolongada, como inyecciones o parches (Beckmann y Ling, 2021).

Existe una amplia diversidad de métodos anticonceptivos clasificados según diferentes variables, como naturales o artificiales, hormonales y no hormonales, quirúrgicos y no quirúrgicos, temporales o definitivos, vaginales y de barrera (Espitia, 2020). Los principales métodos anticonceptivos, como píldoras anticonceptivas orales, implantes, inyectables, parches, anillos vaginales, dispositivos intrauterinos, preservativos, esterilización masculina y femenina, entre otros, varían en su mecanismo de acción y eficacia. La eficacia se mide por el número de embarazos por cada 100 mujeres que utilizan el método, clasificándolos según su grado de eficacia al utilizarlos de forma habitual (OMS, 2020).

Cada persona tiene la libertad de elegir el método que mejor se adapte a sus características particulares, considerando factores como eficacia, seguridad, contraindicaciones, tasa de efectividad, protección contra el VIH, reversibilidad y respeto a las indicaciones y recomendaciones del profesional de salud (Blanco et al., 2013).

Al elegir un MAC, la tasa de falla con el uso habitual y la tasa de falla con uso perfecto son consideraciones importantes, y la previa consejería facilita la elección de un método tolerable y biológicamente conveniente. Otros factores como disponibilidad, costo, aceptabilidad y seguridad también influyen en la elección del tipo y duración del MAC, junto con la opinión de ambos miembros de la pareja para asumir la responsabilidad de la anticoncepción (Beckmann y Ling, 2021).

Materiales y métodos

Este estudio se configuró como una investigación de carácter descriptivo con un diseño retrospectivo no experimental. La unidad de análisis comprendió los informes de la Dirección Regional de Salud (DIRESA) Cajamarca, específicamente relacionados con el uso de métodos anticonceptivos en el distrito durante el lapso de 2015 a 2021.

La técnica empleada para la recopilación de datos fue la revisión documental, utilizando como instrumento la ficha de registro de datos. La información fue obtenida de cada uno de los establecimientos de salud presentes en el distrito de Cajamarca, abarcando tanto las entidades del Ministerio de Salud (MINSA), EsSalud, Sanidad de la Policía Nacional, como también aquellas pertenecientes al sector privado.

En este estudio, se incluyeron los informes provenientes de los establecimientos de salud que ofrecen servicios de planificación familiar a la mayoría de mujeres en edad fértil (MEF), tales como MINSA, EsSalud, Hospital Regional Docente de Cajamarca, Sanidad de la Policía Nacional y otras instituciones relevantes. La recopilación de estos registros se llevó a cabo a través de los informes proporcionados por la DIRESA Cajamarca, correspondientes al periodo comprendido entre 2015 y 2021.

Resultados y discusión

La Tabla 1 revela la evolución de la prevalencia de métodos anticonceptivos (MAC) entre 2015 y 2021. Destaca el uso de métodos eficaces, como la ampolla trimestral (progestágeno exclusivo), que alcanzó su máxima prevalencia en 2018 (36,9%), disminuyendo gradualmente a 25,2% en 2021. Asimismo, el inyectable mensual (combinado), otro método eficaz, mostró una tendencia similar al inyectable trimestral, con un aumento progresivo de 2017 a 2019 (20,5%), seguido de una disminución en 2021 y 2022, descendiendo a 13,9% de usuarias.

La decisión sobre cuándo, cuántos y en qué momento formar una familia se ha convertido en un derecho fundamental, especialmente para las mujeres, quienes asumen la responsabilidad del cuidado familiar. A pesar de los avances de las últimas décadas, este estudio destaca que el control del número de hijos se logra

mediante una variedad de métodos anticonceptivos modernos, los cuales se han sumado a los ya utilizados basados en el control natural de la fecundación.

Tabla 1. Uso de métodos anticonceptivos en el distrito de Cajamarca durante el periodo 2015-2021, según su clasificación

Clasificación del método	Método anticonceptivo	Año													
		2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%	2021	%
Uso de métodos muy eficaces	Implante	846	1.1	1080	1.4	994	1.6	1617	3.0	2555	3.2	1017	1.5	1351	2.2
	DtU	257	0.3	221	0.3	321	0.5	367	0.7	378	0.5	120	0.2	140	0.2
	Esterilización femenina	237	0.3	238	0.3	180	0.3	364	0.7	388	0.5	62	0.1	287	0.5
Uso de métodos eficaces	Píldora combinada	4913	6.6	5525	7.4	4870	7.9	4363	8.0	5338	6.6	4715	6.7	3262	5.3
	Inyectable trimestral	19296	26.0	21583	29.0	21638	35.0	20233	36.9	26607	33.1	20414	29.2	15385	25.2
	Inyectable mensual	6327	8.5	3899	5.2	8898	14.4	10186	18.6	16487	20.5	9715	13.9	8503	13.9
	AOE	51	0.1	9	0.0	71	0.1	186	0.3	136	0.2	324	0.5	52	0.1
Uso de métodos moderadamente eficaces	MELA	346	0.5	485	0.5	916	1.5	878	1.6	480	0.6	274	0.4	99	0.2
	Días fijos (Collar)	0	0.0	4	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0
	Método del ritmo	58	0.1	37	0.0	48	0.1	44	0.1	24	0.0	63	0.1	53	0.1
Uso de métodos menos eficaces	Preservativo femenino	407	0.5	701	0.9	13	0.0	149	0.3	64	0.1	19	0.0	39	0.1
	Moce cervical	1	0.0	0	0.0	1	0.0	4	0.0	0	0.0	2	0.0	4	0.0
Total MEF que utiliza algún MAC		37739	62.1	33682	45.3	37948	61.4	38391	70.1	52458	65.3	36725	52.5	29175	47.8
Población total de MEF de establecimientos de salud del MINSA del distrito de Cajamarca		74078		74331		61761		74755		38391		69916		61933	

Fuente: elaboración propia con datos de DIRESA-Cajamarca

En promedio, el MINSA brindó atención en la provisión de MAC al 57,8% de la población de mujeres en edad fértil (MEF) del distrito de Cajamarca durante 2015-2021. En 2015, el 62,1% de la población utilizaba algún MAC, superando las prevalencias de 2009 (44%) y 2013 (48,8%). Sin embargo, en 2016, la prevalencia disminuyó a 45,3%, contrastando con los resultados presentados por Castro (2016) en Ecuador, quien encontró una prevalencia del 54%, destacando el uso del AQV (26%). En Cajamarca, el inyectable trimestral fue el más preferido, con un porcentaje similar (26%), mientras que el AQV solo fue solicitado por el 0,3% de las usuarias.

En 2017, el uso de MAC disminuyó en 10 puntos en comparación con el año anterior, registrando una prevalencia del 45,3%. Sin embargo, en 2018, aumentó vertiginosamente al 70,1%, superando las cifras del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020), que indicaba una prevalencia nacional del 51,1%. En 2019, la prevalencia disminuyó a 65,3%, un valor menor al informado por la Organización Mundial de la Salud (2020), que señalaba un 75,7% de uso de MAC a nivel mundial. Aunque fue mayor que la prevalencia en África (50%), en Perú, según Díaz et al. (2022), la prevalencia fue de solo 39.3%. En Colombia, Espitia (2020) reportó una prevalencia del 78,24%, con la píldora (60,05%), el implante (24,26%) y la esterilización (19,23%) como los métodos más solicitados. En contraste, en Cajamarca, los métodos más preferidos fueron el inyectable

trimestral (33,1%) y mensual (20,5%), seguidos por la píldora (6,6%) y el implante (3,2%).

En 2020, la prevalencia de uso de MAC descendió al 52,5%, siendo uniforme en todos los métodos, con excepciones como el AOE, que aumentó del 0,2% al 0,5%. Los métodos naturales, como el método del ritmo y el moco cervical, también registraron un aumento mínimo. Este año, el INEI (2020) informó que el 44% de las MEF utilizaban algún MAC, un porcentaje menor al encontrado en Cajamarca. En México, la prevalencia fue ligeramente mayor (53,4%), con un porcentaje considerable de mujeres que solicitaron el AQV (48,5%). Además, se destacó que el 29,3% utilizó métodos hormonales y el 3,9% métodos tradicionales.

En 2021, continuó el declive del uso de los MAC, llegando al 47,8% de mujeres en edad fértil. Este descenso puede deberse a la progresiva reducción de la población de MEF en los últimos dos años. Aunque disminuyó el uso de todos los métodos, se observó un aumento considerable en el uso del implante y el DIU, aunque no superaron la proporción de 2019. Los métodos más solicitados continuaron siendo los inyectables trimestrales, mensuales, la píldora y el implante. Estos valores son significativamente inferiores a los informados por la Encuesta Demográfica y de Salud (2021), donde a nivel nacional el 78,1% de las mujeres eran usuarias de MAC, con un 57% utilizando métodos modernos y un 18% inyectable. Además, se indicó que el 10,9% accedió al AQV. En este caso, el uso de métodos modernos y la preferencia por inyectables trimestrales y mensuales son significativamente mayores en Cajamarca, mientras que el AQV es mucho menor en comparación con las estadísticas nacionales.

El estudio reveló que la prevalencia de MAC ha disminuido a menos de la mitad de las MEF que los utilizan a lo largo del tiempo. Ponce de León (2022) encontró que, en países latinoamericanos como Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba y Paraguay, la prevalencia de uso de MAC fue del 70%, mientras que en Bolivia y Haití fue del 34,6% y 31,3%, respectivamente. Además, se señaló que la prevalencia de métodos de larga duración o reversibles fue mayor en México, Cuba, Paraguay y Trinidad y Tobago, datos que concuerdan con los resultados de esta investigación. En Brasil, sin embargo, la utilización del AQV es significativamente mayor.

Kundu et al. (2022) encontraron en Bangladesh una prevalencia de uso de métodos del 72%, pero solo el 13,5% empleó métodos modernos. Elamin et al. (2022) reportaron una prevalencia del 75%, especificando que las píldoras eran el método más preferido. A diferencia del estudio de Kundu, en el distrito de Cajamarca, las mujeres prefieren utilizar métodos modernos y en un porcentaje mínimo, los tradicionales. El método más solicitado es el inyectable trimestral. En resumen, la prevalencia de uso de MAC en la primera mitad del período de estudio (2015-2021) fue irregular, disminuyendo entre 2015 y 2016, luego aumentando hasta 2018 y disminuyendo a partir de 2019 hasta alcanzar su punto más bajo en 2021 (47,8%). Durante todo este período, los métodos de mayor preferencia fueron los inyectables trimestrales, seguidos de los mensuales, las píldoras

combinadas y, finalmente, los implantes. La preferencia por los tres primeros métodos puede estar relacionada con el control que ejerce la mujer sobre el uso y desuso del mismo, ya que decide dejar de utilizarlo si es necesario, simplemente no acudiendo al establecimiento de salud en la fecha de su cita. Esta situación no se presenta con el implante, ya que, para dejar de usarlo obligatoriamente, la mujer debe acudir al establecimiento de salud y depender de otra persona para retirárselo, situación similar con el DIU. Es importante destacar que los métodos modernos menos utilizados por las mujeres del distrito de Cajamarca son el AQV y el preservativo femenino, con una prevalencia inferior al 1%. En cuanto al uso de métodos tradicionales, su prevalencia también es mínima (menor al 1%). Esto podría deberse a que, aunque las mujeres refieren cuidarse de forma natural, al indagar sobre su conocimiento para diferenciar los días fértiles de los no fértiles y en qué fase del ciclo deberían o no tener relaciones coitales, se verifica que desconocen totalmente el tema, lo que impide considerarlas usuarias de MAC.

Conclusiones

En el distrito de Cajamarca, la prevalencia del uso de Métodos Anticonceptivos (MAC) entre las mujeres mostró variaciones significativas a lo largo del periodo de estudio (2015-2021). Se observó que, tanto en 2016 como en 2021, la utilización de MAC fue inferior al 50%, mientras que en 2015 y 2019 superó el 60%, alcanzando su punto máximo en 2018. En términos de preferencia, los métodos más empleados durante todo el periodo fueron los considerados eficaces, encabezados por el inyectable trimestral, seguido del inyectable mensual y la píldora combinada. La evolución de la prevalencia fue irregular en la primera mitad del estudio, con una disminución de 16,8 puntos porcentuales entre 2015 y 2016, seguida de un aumento constante hasta su punto máximo en 2018. En la segunda mitad del periodo, se registró una reducción progresiva de aproximadamente 22,3 puntos porcentuales entre 2019 y 2021.

Referencias

BBC News. (2019). Cuántos métodos anticonceptivos hay disponibles y cuáles son los más efectivos (según la OMS) [Internet]. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49846770>

Beckmann, y Ling. (s.f.). Obstetricia-y-ginecología-Spanish-Edition.pdf [Internet]. <https://sncpharma.com/wp-content/uploads/2021/01/Beckmann-y-Ling.-Obstetricia-y-ginecolog%C3%ADa-Spanish-Edition.pdf>

Blanco, M., Quintana, M., Orellana, A., Diezma, J., Criado, M., Lasheras, M., et al. (2013). Los Métodos Anticonceptivos. Cómo son, cómo actúan, sus desventajas, sus inconvenientes. Ministerio de Sanidad. España. https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/img/anatomia/metodos_anticonceptivos.pdf

Castro, K., & Castro, K. (2016). Factores socio culturales que influyen en el acceso y uso de métodos anticonceptivos en mujeres en edad fértil de familias residentes temporales en el albergue del ex-aeropuerto Reales Tamarindos de la ciudad de Portoviejo durante los meses julio y agosto del 2016. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/12903>

Díaz, A., Yrala, G., Al-kassab, A., & Munayco, V. (2022). Associated factors, inequalities, and spatial distribution of the use of modern contraceptive methods among women of reproductive age in Peru: a population-based cross-sectional study. *BMC Public Health*, 22(1), 1-13.

Elamin, H., Gadir, I., Alhazmi, M., & Owisi, N. (2022). The prevalence and factors affecting the use of contraceptive methods among Saudi women in Sabya, Jazan, Saudi Arabia. *Saudi Journal for Health Sciences*, 11(1), 48-54. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=156806114&site=eds-live>

ENDES-INEI. (2021). Encuesta demográfica y de salud familiar 2021. Principales resultados [Internet]. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/endes-2021-presentacion.pdf>

Espitia, F. (2020). Métodos anticonceptivos: Tasa de prevalencia y caracterización en mujeres del Eje Cafetero, Colombia, 2016-2019. *Investigación Materno Perinatal*, 9(3), 10-7. <https://investigacionmaternoperinatal.inmp.gob.pe/index.php/rpinmp/article/view/200>

INEI. (2020). Mujeres unidas en edad fértil que usan métodos modernos de planificación familiar, según ámbito geográfico 2009-2020 [Internet]. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/sociales/#url>

Kundu, S., Kundu, S., Rahman, MdA., Kabir, H., Al Banna, MdH., Basu, S., et al. (2022). Prevalence and determinants of contraceptive method use among Bangladeshi women of reproductive age: a multilevel multinomial analysis. *BMC Public Health*, 22(1), 2357. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14857-4>

Martínez, T., Gómez, Y., & Jiménez, A. (2018). Raíces históricas de la anticoncepción. *Gaceta Médica Espirituana*, 8(0). <https://revgmespirituana.sld.cu/index.php/gme/article/view/1842>

OMS. (2020). Planificación familiar [Internet]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/family-planning-contraception>

Ponce de León, R. (s.f.). Contraceptive use in Latin America and the Caribbean with a focus on long-acting reversible contraceptives: prevalence and inequalities in 23 countries PIIS2214-109X(18)30481-9.pdf [Internet]. [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/langlo/PIIS2214-109X\(18\)30481-9.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/langlo/PIIS2214-109X(18)30481-9.pdf)

UNFPA. (2020). Impacto del Covid 19 sobre el acceso a métodos anticonceptivos [Internet]. UNFPA.
[https://peru.unfpa.org/sites/default/files/pub-
pdf/factsheet_peru._impacto_del_covid_19_en_el_acceso_a_los_anticonceptivos_2.pdf](https://peru.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/factsheet_peru._impacto_del_covid_19_en_el_acceso_a_los_anticonceptivos_2.pdf)

Uso de aplicaciones informáticas en teléfono móvil para el monitoreo del ruido ambiental en zonas comerciales de Cajamarca

Use of computer applications on mobile phones to monitor environmental noise in commercial areas of Cajamarca

Consuelo Plasencia Alvarado^{1*}, Claudia Rodríguez Ulloa¹

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: cplasenciaa@unc.edu.pe

Resumen

El propósito de este estudio fue evaluar la practicidad de utilizar aplicaciones informáticas en teléfonos móviles para monitorear el nivel de ruido ambiental en tres áreas comerciales de Cajamarca: los mercados San Martín y San Sebastián, así como el Centro Comercial Real Plaza. Se realizaron mediciones simultáneas de ruido utilizando dos aplicaciones móviles gratuitas descargadas de Play Store e instaladas en los dispositivos de las investigadoras (Sonómetro A: Mystic Mobile Apps GPS Tools y Sonómetro B: Splend Apps). En cada zona comercial, se registraron puntos específicos, como las secciones de carnes y puestos de comida, obteniendo valores de 15 segundos con pausas de 10 segundos durante el horario diurno a lo largo de un mes. El análisis de datos se llevó a cabo mediante el software SPSS versión 26. Los resultados revelaron que los mercados San Martín y San Sebastián exhibieron niveles de ruido significativamente más altos que el Centro Comercial ($p < 0,05$). No se observaron diferencias significativas entre los niveles de ruido en las secciones de carne y puestos de comida ($p > 0,05$). Al comparar los registros de ruido con las aplicaciones en las tres zonas comerciales, se constató que superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido establecido en 70 dB durante el horario diurno. En consecuencia, se concluyó que el uso de estas aplicaciones informáticas en teléfonos móviles resulta viable para monitorear el ruido ambiental en las áreas comerciales de Cajamarca.

Palabras clave: aplicaciones informáticas, áreas comerciales, estándares de calidad ambiental, monitoreo de ruido ambiental, teléfonos móviles

Abstract

The purpose of this study was to assess the feasibility of using mobile applications on smartphones to monitor ambient noise levels in three commercial areas of Cajamarca: San Martín and San Sebastián markets, as well as the Real Plaza Shopping Center. Simultaneous noise measurements were taken using two free mobile applications downloaded from the Play Store and installed on the researchers' devices (Sound Meter A: Mystic Mobile Apps GPS Tools and Sound Meter B: Splend Apps). In each commercial area, specific points were recorded, such as meat sections and food stalls, obtaining values for 15 seconds with 10-second pauses during daytime over a month. Data analysis was conducted using SPSS version 26 software. The results revealed that the San Martín and San Sebastián markets exhibited significantly higher noise levels than the Shopping Center ($p < 0.05$). No significant differences were observed between noise levels in the meat sections and food stalls ($p > 0.05$). When comparing the noise records with the applications in the three commercial areas, it was found that they exceeded the National Environmental Quality Standards for noise set at 70 dB during daytime. Consequently, it was concluded that the use of these mobile applications on smartphones is feasible for monitoring ambient noise in the commercial areas of Cajamarca.

Key words: Commercial areas, computer applications, environmental quality standards, environmental noise monitoring, mobile phones

Introducción

El ruido se define como cualquier sonido no deseado. El ruido excesivo es un problema de salud pública que impacta negativamente en la sociedad. Los sonidos con niveles elevados de presión sonora pueden ocasionar problemas de salud como enfermedades cardiovasculares, molestias en los oídos, trastornos del sueño, pérdida de audición, déficit cognitivo y estrés, entre otros (Junta de Andalucía, 2020).

El aumento de actividades industriales ha llevado a la contaminación acústica en la mayoría de las ciudades, subrayando la necesidad de monitorear y regular los niveles de ruido ambiental. Aunque los sonómetros proporcionan evaluaciones precisas de los niveles de ruido, su costo, mantenimiento y calibración pueden limitar la viabilidad del monitoreo, representando una barrera para los evaluadores (Crossley et al., 2021).

Estudios han demostrado que aplicaciones de ruido en teléfonos inteligentes pueden ser utilizadas para evaluar el ruido en las ciudades de manera participativa (Kanjo, 2010), sugiriendo una estrecha relación entre la evaluación del ruido y dispositivos móviles, facilitando el acceso económico, especialmente en países en desarrollo (Murphy and King, 2016). Estas aplicaciones ofrecen ventajas como acceso rápido a la información, almacenamiento seguro de datos personales, versatilidad y mejora en la conectividad (Santiago et al., 2019).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el nivel de ruido recomendado para garantizar salud y bienestar es de 65 dB, con un alto riesgo de pérdida auditiva crónica por exposición a más de 85 dB y riesgo de pérdida inmediata por exposición repetida por encima de 100 dB (WHO, 2015). Aunque la normativa peruana establece zonas y horarios, esta investigación se centró en el horario diurno con un límite de 70 dB.

La población de Cajamarca enfrenta actualmente una exposición total a la contaminación acústica, vinculada al aumento del tráfico y actividades comerciales, generando efectos adversos en la salud y el ambiente. El ruido afecta directamente la salud humana, generando estrés, irritabilidad y cefaleas. Es crucial considerar las propuestas de la OMS y exigir el cumplimiento estricto de los estándares nacionales para el ruido (PCM, 2003). Los resultados permitirán recomendar estrategias para mitigar la contaminación sonora en los centros comerciales evaluados.

En Cajamarca, estudios anteriores han demostrado niveles de ruido superiores a los estándares nacionales en diversas zonas (Ludeña, 2018; Llamoga y Cuba, 2021), complementando y sirviendo como referencia para la toma de decisiones de las autoridades. Es imperativo difundir y socializar el uso de aplicaciones móviles, diseñadas para ejecutarse en teléfonos inteligentes, como una herramienta universal para que la población pueda monitorear el ruido y tomar acciones para mitigar sus efectos en la salud auditiva.

Materiales y métodos

Con el fin de evaluar la eficacia de los dispositivos móviles como instrumentos para medir la contaminación acústica, se llevó a cabo una comparación simultánea de las mediciones de ruido ambiental utilizando dos aplicaciones móviles gratuitas disponibles en la Play Store, las cuales fueron descargadas e instaladas en los teléfonos celulares de las investigadoras del presente estudio (Sonómetro A: Mystic Mobile Apps GPS Tools y Sonómetro B: Splend Apps).

Se identificaron tres zonas comerciales, definidas según la normativa que especifica el área autorizada por el gobierno local para actividades comerciales y de servicios (PCM, 2003). Estas zonas comerciales seleccionadas se encuentran ubicadas en las principales avenidas de la ciudad de Cajamarca, a saber, el Mercado San Martín en la Avenida de Evitamiento Sur 1012, el Mercado San Sebastián en la Avenida Los Héroes 428 y el Centro Comercial Real Plaza en la Avenida Evitamiento Norte Lote 1.

En cada zona comercial, se seleccionaron las dos áreas de mayor afluencia, es decir, la sección de carnes y la sección de puestos de comida, como puntos de registro para el ruido ambiental. En cada punto, se registraron los datos con las aplicaciones móviles respectivas en triplicado, obteniendo valores de 15 segundos con pausas de aproximadamente 10 segundos. El registro se llevó a cabo durante el horario diurno, desde las 10:00 horas

hasta las 18:00 horas, todos los días de la semana, durante un mes.

Los datos recopilados sobre el ruido ambiental fueron ingresados en una base de datos utilizando el programa Excel y posteriormente fueron analizados con el software estadístico SPSS versión 26. Se generaron tablas y gráficos que mostraban frecuencias numéricas y porcentajes. Dado que se determinó que los datos no seguían una distribución normal, se realizaron análisis de las diferencias en los niveles de ruido utilizando la prueba de Mann-Whitney en relación con el tipo de aplicación y la prueba de Kruskal-Wallis en relación con el tipo de zona comercial.

Resultados y discusión

Durante el mes de septiembre del 2022 se obtuvieron en total 252 mediciones realizadas en las zonas comerciales seleccionadas para el presente estudio (Mercado San Martín, Mercado San Sebastián y Centro Comercial Real Plaza) con la ayuda de las aplicaciones móviles anteriormente descritas.

En el mercado San Martín (Tabla 1) los promedios de los niveles de ruido obtenidos con ambas aplicaciones fueron similares en la sección de carnes que en la sección de comidas ($p>0,05$). En el mercado San Sebastián (Tabla 2) los promedios de los niveles de ruido obtenidos con ambas aplicaciones fueron mayores en la sección de carnes que en la sección de comidas ($p<0,05$). En el centro comercial (Tabla 3), los promedios de los niveles de ruido obtenidos con ambas aplicaciones fueron mayores en el patio de comidas que en la sección de carnes del supermercado ($p<0,05$).

Tabla 1. Niveles de ruido del mercado San Martín en las secciones carnes y comidas

Sección	Sonómetro A (dB)	Sonómetro B (dB)
Carnes*		
Promedio	81,81	78,43
Mínimo	67,62	62
Máximo	90,0	95,43
Comidas*		
Promedio	80,76	78,14
Mínimo	66,14	64,67
Máximo	89,86	98,81
Máximo	89,86	98,81

*Prueba U de Mann-Whitney; $p>0,05$

Tabla 2. Niveles de ruido del mercado San Sebastián en las secciones carnes y comidas

Sección	Sonómetro A (dB)	Sonómetro B (dB)
Carnes*		
Promedio	78,95	83,10
Mínimo	62,67	65,67
Máximo	90,19	107,33
Comidas*		
Promedio	77,05	76,10
Mínimo	59,38	63,10
Máximo	88,95	104,52

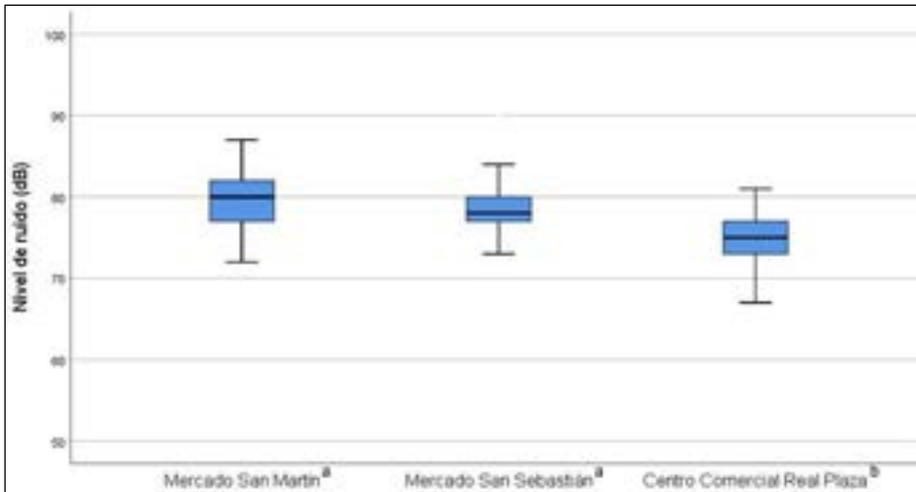
*Prueba U de Mann-Whitney; $p < 0,05$

Tabla 3. Niveles de ruido del Centro Comercial Real Plaza en sector carnes y comidas

Sección	Sonómetro A (dB)	Sonómetro B (dB)
Carnes de Plaza Veá*		
Promedio	72,67	72,29
Mínimo	57,33	60,86
Máximo	87,52	86,05
Patio de comidas*		
Promedio	77,71	77,43
Mínimo	62,0	67,76
Máximo	88,81	92,29

*Prueba U de Mann-Whitney; $p < 0,05$

Al comparar los niveles de ruidos en los diferentes mercados se puede observar la diferencia ($p < 0,05$), siendo el mercado San Martín y el mercado San Sebastián los que presentaron los mayores niveles de ruido en comparación con el Centro Comercial (Figura 1).



Prueba de Kruskal- Wallis. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre mercados ($p < 0,05$).

Figura 1. Niveles de ruido promedio en diferentes zonas comerciales de la ciudad de Cajamarca registrados por las dos aplicaciones empleadas en el estudio

Al comparar los niveles de ruidos en los diferentes mercados se puede observar la diferencia ($p < 0,05$), siendo el mercado San Martín y el mercado San Sebastián los que presentaron los mayores niveles de ruido en comparación con el Centro Comercial (Figura 1).

Al realizar la comparación entre los promedios de los niveles de ruido, obtenidos con ambas aplicaciones en los mercados San Martín y San Sebastián se observó que presentaron los mayores niveles sonoros (Tabla 1, Tabla 2 y Figura 1), principalmente en la sección de carnes, debido a que se utilizan varias herramientas, como cortadoras de carne, molinillos de carne, afiladores, megáfonos, equipos de sonido, y por otro lado en ese turno de la mañana hay mayor concurrencia de personas y las diferentes fuentes emisoras de ruido también se incrementan.

Los resultados concuerdan con Mori (2022), quien reporta datos sobre el horario de mayor ruido que fue en la mañana, llegando a registrar hasta 41,2 dB, aunque sus datos corresponden a un mercado de provincia de Celendín, el mayor% de ruido fue entre las 10:00 – 13:00 horas. Mori también cita a Miranda (2016), que en su investigación sobre Determinación de nivel de ruido proveniente de los mercados San Alfonso y la Condamine y su influencia en la población de los alrededores de la ciudad de Riobamba en Ecuador, obtuvo un 95% de la población encuestada, que respondieron que el ruido es más fuerte en la mañana. Lo cual se entiende que los trabajadores de los centros comerciales y mercados perciben más el ruido en el transcurso de la mañana por la mayor afluencia de personas y todas fuentes de ruido que se activan durante la comercialización de sus productos.

Con respecto al centro Comercial Real Plaza (Tabla 3 y Figura 1), el registro del ruido fue menor a diferencia de los mercados. En este lugar se reúnen las familias completas, grupos de amigos, es decir es una área que convoca una multitud de personas y socialmente están acostumbrados a reunirse y participar de una serie de eventos que ahí se realizan, como conciertos y diversos show infantiles, y precisamente se realizan el patio de comidas que se ubica en el segundo nivel, mientras que en el primer nivel está la sección de Plaza Veá, que está clasificado como una Empresa de Sector Terciario de Servicio que brinda, atención al cliente en cerca de 30 pasillos, en los que constantemente se emiten mensajes de ofertas a través de altavoces dentro del recinto comercial, aumentando así la intensidad del ruido y las consecuencias en las personas. Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta es el tiempo promedio que permanecen los compradores, el que está considerado entre 1 hora y 1,30 minutos, y mientras mayor sea el tiempo de exposición al ruido, mayores pueden ser las consecuencias en su salud auditiva.

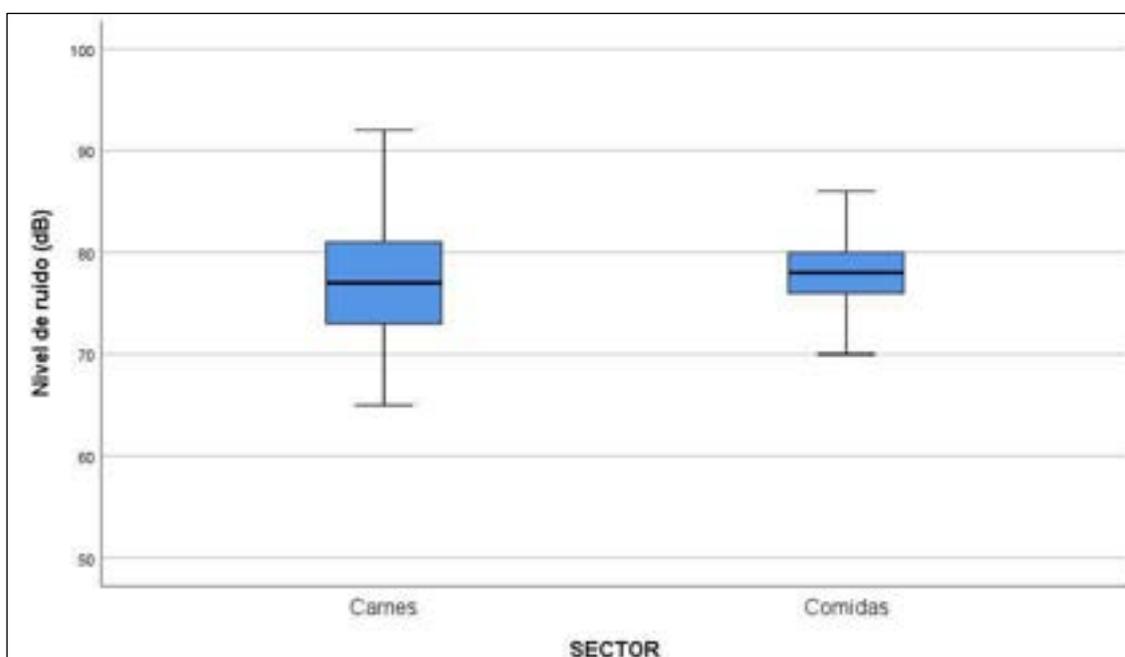
En el centro comercial, los promedios de los niveles de ruido obtenidos con ambas aplicaciones fueron mayores en el patio de comidas que en la sección de carnes del supermercado (Tabla 3), tal como se explicó, además del ruido de la conversación entre los comensales, se aúna el ruido de la televisión, de las radiodifusoras y/o equipos de música.

También es necesario resaltar algunas actividades que incrementan el ruido, en los dos mercados y en el Centro comercial estudiado, por ejemplo, cuando se genera la relación en el mercado o en centro comercial, entre ellas se puede citar a la falta de concentración durante el trabajo, los desacuerdos entre vendedor y vendedor, o entre el vendedor y comprador. Y la consecuencia que se genera es la distracción cuando hay mucho ruido, la interrupción en sus conversaciones y además deben elevar la voz. (Mori 2022).

Otro impacto analizado por Mori 2022, es el impacto psicológico causado por la intensidad del ruido en los trabajadores del mercado modelo "Adolfo Absalón Aliaga Apaestegui" en la cual se evidencia que 49,2% siempre tienen cambios bruscos de humor, 29,2% nerviosismo, 26,4% irritabilidad y 61,6% a veces presentan estrés, los que fueron efectos más representativos que aquejan a la población. De modo similar Mori cita a Laguna (2018), quien evidenció efectos extra-auditivos del ruido en los comerciantes del área periférica del mercado central de León; siendo el estrés, la irritación, dificultad para dormir y la pérdida de la concentración, por otro lado, los menos representativos fueron la ira, inquietud, preocupación y tensión.

Tabla 4. Niveles de ruido en diferentes secciones de las zonas comerciales

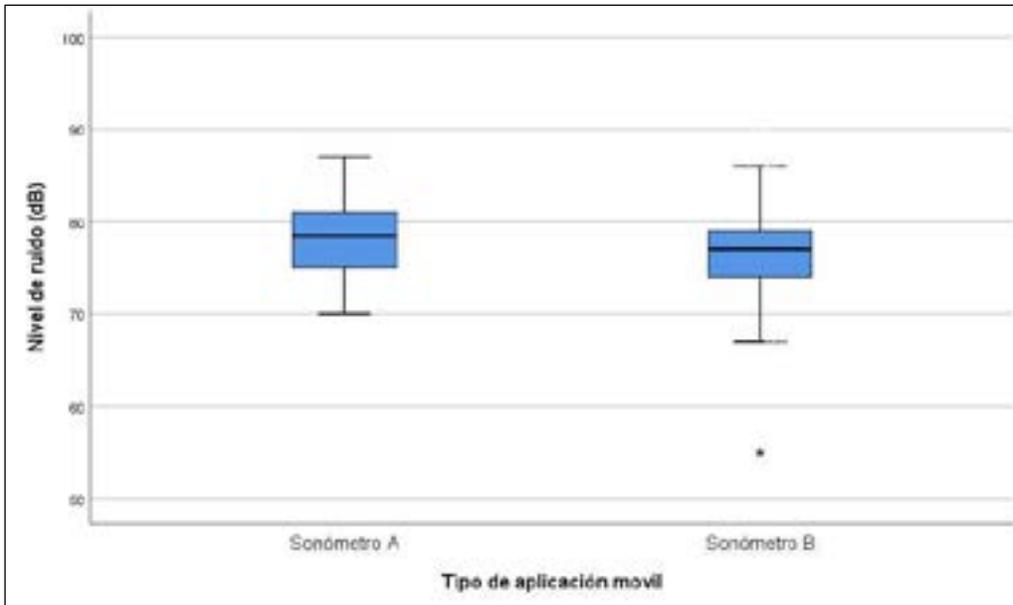
Sección	Sonómetro A (dB)	Sonómetro B (dB)
Carnes		
Promedio	77,81	76,94
Mínimo	62,21	62,81
Máximo	89,24	96,27
Comida		
Promedio	78,51	77,22
Mínimo	62,51	65,17
Máximo	89,21	98,54



Prueba U de Mann-Whitney; $p > 0,05$.

Figura 2. Niveles de ruido promedio en diferentes secciones de las zonas comerciales estudiadas en la ciudad de Cajamarca registradas por las dos aplicaciones empleadas en el estudio

Cuando se compara de manera general, el nivel de ruido generado en las secciones de venta de carne con las secciones de venta de comida en las tres zonas estudiadas con ambas aplicaciones de celulares, se pudo evidenciar que no existe diferencia significativa, por lo que el nivel de ruido en ambas secciones es similar (Tabla 4, Figura 2). La mayoría de registros en las tres zonas estudiadas sobrepasan el nivel de 70 dB señalados, que al ser comparados con los ECA ruido (PCM, 2003), hace presumir, que existe un alto riesgo de sufrir alguna enfermedad ocupacional.



Prueba U de Mann-Whitney; $p < 0,05$.

Figura 3. Niveles de ruido promedio en las zonas comerciales estudiadas en la ciudad de Cajamarca registradas por las dos aplicaciones empleadas en el estudio

Al comparar los niveles de ruido, se observó que la aplicación móvil Sonómetro A registró niveles significativamente más altos que la aplicación Sonómetro B ($p < 0,05$) (Figura 3). A pesar de esta diferencia, ambas aplicaciones son recomendables para el registro oportuno del ruido, respaldando hallazgos anteriores que destacan la utilidad de las aplicaciones de ruido en teléfonos inteligentes para la evaluación participativa en entornos urbanos (Kanjo, 2010; Murphy and King, 2016). Además, las aplicaciones móviles ofrecen ventajas como acceso rápido a la información, almacenamiento seguro de datos y mayor versatilidad, mejorando la conectividad y la disponibilidad de servicios (Santiago et al., 2019).

La portabilidad y la integración de sensores, como micrófono, cámara y GPS, hacen que los dispositivos móviles sean herramientas útiles para el monitoreo ambiental (Garg, Lim, & Lee, 2019). Numerosos estudios respaldan la viabilidad de utilizar aplicaciones móviles para medir el ruido con precisión comparable a los instrumentos profesionales (Aumond et al., 2017; Lefevre & Issarny, 2018; McLennon, Patel, Behar, & AbdoliEramaki, 2019; Murphy & King, 2016).

La conciencia ambiental de la población es crucial, y el uso de aplicaciones móviles por parte de los ciudadanos puede contribuir a la recopilación precisa de datos acústicos en entornos urbanos. Diversos estudios respaldan la efectividad de estas aplicaciones para obtener mapas y mediciones de ruido (Eiðfeldt, 2020; Garg et al., 2019; Kanjo, 2010; Lee, Garg, & Lim, 2020; Murphy & King, 2016a), y la integración con KoBoToolbox puede agilizar la recolección masiva de información acústica.

La contaminación sonora se reconoce como un problema de salud ambiental y ocupacional, con peligros inmediatos o graduales. Las pérdidas auditivas, derivadas del ruido, pueden prevenirse mediante programas de control y vigilancia de la salud auditiva en entornos laborales y comerciales. La normativa peruana otorga responsabilidad a los gobiernos municipales para el control del ruido.

El ruido, también conocido como contaminación silenciosa, es una forma común de contaminación ambiental que afecta a trabajadores y usuarios de centros comerciales. Aunque las personas pueden adaptarse a niveles elevados de ruido, sus efectos negativos en la salud emocional y física son innegables.

Conclusiones

Este estudio demostró la viabilidad del empleo de aplicaciones informáticas en teléfonos móviles para llevar a cabo un monitoreo efectivo del ruido ambiental en tres zonas comerciales de Cajamarca durante el año 2022. La programación del monitoreo se diseñó específicamente para abarcar el horario diurno, con un énfasis particular en la mitad de la mañana, considerado el período más concurrido en los tres centros comerciales evaluados. Se realizaron un total de 252 mediciones en las áreas comerciales designadas, focalizando los puntos de monitoreo en las secciones de carnes y puestos de comida. Sin embargo, al comparar los registros de ruido obtenidos mediante las aplicaciones en las tres zonas comerciales, se constató que todas las mediciones superaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el ruido, establecidos en 70 dB para el horario diurno. Estos resultados resaltan la urgente necesidad de abordar la problemática de la contaminación acústica en estas áreas comerciales y sugieren la importancia de implementar medidas correctivas para garantizar un entorno más saludable.

Referencias

Álvarez, P., & Vega, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles: Implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14(2), 245-260. <https://www.redalyc.org/pdf/175/17512724006.pdf>

Aumond, P., Lavandier, C., Ribeiro, C., Gonzalez, E., Kambona, K., et al. (2017). A study of the accuracy of mobile technology for measuring urban noise pollution in large scale participatory sensing campaigns. *Applied Acoustics*, 117(Part B), 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.07.011>

Crossley, E., Biggs, T., Brown, P., & Singh, T. (2021). The accuracy of iPhone applications to monitor environmental noise levels. *Laryngoscope*, 131, E59-62.

Eiðfeldt, H. (2020). Sustainable urban air mobility supported with participatory noise sensing. *Sustainability*,

12(8), 3320.

Fernández, A. (2013). 18 aplicaciones para cuidar el medio ambiente (Por en Eroski Consumer). Eroski Consumer España Noticias Ambientales. Disponible en: <https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/contaminacion-acustica-app-noisewatch-7428>

Garg, S., Lim, K. M., & Lee, H. P. (2019). An averaging method for accurately calibrating smartphone microphones for environmental noise measurement. *Applied Acoustics*, 143, 222-228.

Junta de Andalucía. (2020). *Ruido y Salud*. España: Junta de Andalucía; 68p.

Kanjo, E. (2010). NoiseSpy: A real-time mobile phone platform for urban noise monitoring and mapping. *Mobile Networks and Applications*, 15(4), 562–574.

Lefevre, B., & Issarny, V. (2018). Matching Technological & Societal Innovations: The Social Design of a Mobile Collaborative App for Urban Noise Monitoring. *IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP)*, Taormina, Italy, 2018, pp. 33-40.

Llamoga, K., & Cuba, N. (2021). Niveles de contaminación sonora y percepción sobre los efectos en la salud de los pobladores del centro histórico de la ciudad de Cajamarca 2021. Cajamarca. Tesis. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

Ludeña, P. (2018). Niveles de Ruido Ambiental En La Ciudad De Cajamarca Y Afectación En La Salud Humana. Tesis para obtener el grado de maestro en Ciencias. Universidad Nacional de Cajamarca. pp. 121.

McLennon, T., Patel, S., Behar, A., & Abdoli-Eramaki, M. (2019). Evaluation of smartphone sound level meter applications as a reliable tool for noise monitoring. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(9), 620-627. <https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1639718>.

Mori, K. (2022). Intensidad del ruido y su impacto biopsicosocial en los trabajadores del mercado modelo “Adolfo Absalón Aliaga Apaestegui” de Celendín – Cajamarca. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias. Mención Salud Ocupacional y Ambiental. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional de Cajamarca. pp. 114.

Murphy, E., & King, E. A. (2016). Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. *Applied Acoustics*, Vol. 106, pp. 16-22.

Presidencia del Consejo de Ministros (PCM). (2003). Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Santiago, R., et al. (2019). Mobile Learning: nuevas realidades en el aula. Grupo Océano. pp. 8-26-27, 22-29. ISBN 9788449451454. Disponible en: <http://repositorio.sociales.uba.ar>

World Health Organization (WHO). (2015). Hearing loss due to recreational exposure to loud sounds. A review. Geneva: WHO;. 38 p.

Zuo, J., Xia, H., Liu, S., & Qiao, Y. (2016). Mapping Urban Environmental Noise Using Smartphones. Sensors (Basel, Switzerland), 16(10), 1692.

Condiciones turísticas de las manifestaciones culturales del distrito de Jesús, Cajamarca

Touristic conditions of the cultural manifestations in the district of Jesus, Cajamarca

Pedro Napoleón Sánchez Legrás^{1*}, Miguel Angel Cueva Zavala¹, Alfonso Antonio Terán Vigo¹, Elsy Iliana Saldaña Alva¹, José Santos Reyes Moreno¹

¹Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: psanchez@unc.edu.pe

Resumen

La investigación se propuso evaluar la viabilidad y factibilidad de las manifestaciones culturales locales para un aprovechamiento pleno y eficiente en el ámbito turístico. Para ello, se llevó a cabo un análisis detallado de los recursos turísticos del distrito, incluyendo su categorización y una evaluación para determinar su jerarquía. Además, se examinaron las instalaciones turísticas disponibles y se proporcionó una descripción detallada de la superestructura asociada. Los resultados de la investigación revelaron un potencial significativo en las manifestaciones culturales del Distrito de Jesús, destacando posibles procedimientos para impulsar un desarrollo más efectivo de la actividad turística en la región.

Palabras clave: categorización turística, jerarquización turística, manifestaciones culturales, superestructura

Abstract

The research aimed to assess the viability and feasibility of local cultural manifestations for a full and efficient utilization in the tourism sector. To achieve this, a detailed analysis of the district's tourist resources was conducted, including their categorization and an evaluation to determine their hierarchy. Additionally, the available tourist facilities were examined, and a detailed description of the associated superstructure was provided. The research results revealed significant potential in the cultural manifestations of the District of Jesús, highlighting possible procedures to promote a more effective development of tourism activity in the region.

Key words: Cultural manifestations, tourist categorization, tourist hierarchy, superstructure

Introducción

Las indagaciones acerca del comportamiento poblacional se erigen como una piedra angular en la empresa científica y social, no solo por su capacidad de descifrar la dinámica demográfica inherente a las comunidades, sino también por su capacidad para desvelar los estratos de modernización social y, por inferencia, las imperiosas necesidades que imperan en la población.

El sector turístico, motor de desarrollo económico global, ha experimentado un crecimiento progresivo a lo largo de décadas, liderado por naciones de renombre como Francia, Italia y Alemania, que ostentan impresionantes cifras de visitantes anuales, oscilando entre 54 y 40 millones, según la prestigiosa Organización Mundial del Turismo (OMT). Asimismo, las naciones sudamericanas exhiben cifras significativas, fluctuando entre 30 y 15 millones de visitantes anuales. Estas visitas han engendrado cuantiosas divisas en aquellos países donde la gestión turística ha demostrado su eficacia. No obstante, este despliegue ha suscitado impactos tanto adversos como beneficiosos, instigando tensiones en distintas sociedades. No obstante, una evaluación individualizada revela que los beneficios han superado con creces los desafíos sociales.

Por consiguiente, se revela como imperativo ineludible en países en vías de desarrollo, como el Perú, propiciar un crecimiento incesante en la oferta turística, erigiéndose esta como un catalizador para el desarrollo de cada rincón del país. Facilitar este progreso implica la identificación meticulosa de nuevos atractivos turísticos, meticulosamente alineados con la demanda actual de visitantes. Esta demanda, cada vez más orientada hacia el turismo no convencional, refleja un interés marcado por las expresiones auténticas y singulares de una comunidad, especialmente en manifestaciones culturales. Estas manifestaciones se constituyen en una materia prima invaluable, conferiendo a un destino una autenticidad inigualable.

Materiales y métodos

La naturaleza de la investigación se clasifica como aplicada, ya que su objetivo primordial es determinar las características turísticas de las manifestaciones culturales del Distrito de Jesús con el propósito de impulsar un desarrollo eficiente en la actividad turística. En términos de su alcance descriptivo, la investigación profundiza en la caracterización detallada de los elementos inherentes a las condiciones turísticas de los recursos turísticos en estudio.

Este estudio adopta un diseño de investigación no experimental de tipo transversal, enfocado en el análisis del año 2022. Su finalidad radica en identificar las posibles particularidades que distinguen a las manifestaciones culturales del Distrito de Jesús durante este período.

Para fundamentar esta investigación, se recurre a fuentes de datos confiables y relevantes, entre las cuales destacan el X Censo Nacional de Población y V de Vivienda llevado a cabo en 2007, el XI Censo Nacional de Población y VI de Vivienda realizado en 2017, así como el artículo "Niveles y Tendencias de la Fecundidad". Estos documentos no solo enriquecen el análisis, sino que también se perfilan como recursos esenciales para la consecución de los objetivos de la investigación.

Resultados y discusión

Tabla 1. Atractivos turísticos del distrito de Jesús

Recurso Turístico	Categoría	Tipo	Subtipo	Jerarquía
Puente de piedra La trinca	Manifestaciones culturales	Arquitectura y espacios urbanos	Puentes	1
Fundo Los Molinos	Manifestaciones culturales	Arquitectura y espacios urbanos	Molinos	1
Puente La Chiquita	Manifestaciones culturales	Arquitectura y espacios urbanos	Puentes	1
Puente La Succha	Manifestaciones culturales	Arquitectura y espacios urbanos	Puentes	1
Qhapaq Ñan	Manifestaciones culturales	Arquitectura y espacios urbanos	Caminos	1
Plaza Mayor de Jesús	Manifestaciones culturales	Arquitectura y espacios urbanos	Plazas	1
Artesanos de canastas	Folclor	Artesanía y artes	Cestería	S/N
Cuy jesusano	Folclor	Gastronomía	Platos típicos	S/N
Granja el Niño Aparecido	Realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas.	Explotaciones agropecuarias y pesqueras.	Ganadería	1
Vivero municipal	Realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas.	Centros científicos y técnicos.	Jardines botánicos y viveros.	1
Granja La Cabaña	Realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas.	Explotaciones agropecuarias y pesqueras.	Ganadería	1
Hacienda La Colpa	Realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas.	Explotaciones industriales	Centros productivos.	1
Fiesta del Dulce Niño de Jesús	Acontecimientos programados	Fiestas	Fiestas religiosas-patronales.	S/N
Festicuy	Acontecimientos programados	Eventos	Festivales	S/N

En la Tabla 1 se puede observar el registro cualitativo de los atractivos turísticos relacionados a las manifestaciones culturales, folclor y realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas y los

acontecimientos programados en el Distrito de Jesús. En esta tabla se precisa que seis de estos atractivos pertenecen al tipo arquitectura y espacios urbanos, que está compuesto por subtipos; seis sub tipos correspondientes a puentes, molinos, caminos y plazas. También se identifica a dos de la categoría folclor y a los tipos de gastronomía y artesanía respectivamente. También se aprecia cuatro atractivos de la categoría Realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas y dos de acontecimientos programados. Lo que suma un total de catorce atractivos turísticos.

También en esta tabla se puede observar que todos los recursos turísticos que se pueden jerarquizar (manifestaciones culturales y realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas), poseen una puntuación de 1. Esta ponderación se llevó a cabo a través del procedimiento que propone el ente rector (MINCETUR), que consiste en la evaluación de los valores intrínsecos de los recursos correspondientes a particularidades, publicaciones, reconocimientos y estado de conservación; y de los atributos referidos a la representatividad y la demanda consistente en flujos de turistas, facilidades, representatividad territorial e inclusión en la visita turística.

Tabla 2. Jerarquía de los recursos turísticos (referido a las manifestaciones culturales) en el distrito de Jesús

Código	Criterio	Valor Asignado	Ponderación	Sub Total
A	Particularidad	1	2	2
B	Publicaciones	1	0.5	0.5
C	Reconocimientos	1	1.5	1.5
D	Estado de conservación	1	1.5	1.5
E	Flujo de turistas	2	2	4
F	Facilidades	4	1	4
G	Representatividad	1	1	1
H	Inclusión en la visita	1	0.5	0.5
PUNTAJE				15
JERARQUÍA				1

En la Tabla 2 se puede apreciar el procedimiento de valoración de la jerarquía de los recursos turísticos del Distrito de Jesús siguiendo el modelo del MINCETUR, donde se determinó que todos ellos poseen la misma valoración al tener las mismas características. Esta valoración asignada se les otorgó a los criterios de particularidad (1) debido a que sus características que los diferencian de los demás es mínima, publicaciones (1), dado que ninguno de los recursos han sido motivo de alguna publicación científica; reconocimientos (1), debido a que no han sido reconocidos de manera oficial por ningún órgano rector, ni institución en particular; en cuanto al estado de conservación (1), se le otorgó ese valor debido a que presenta irregularidades

superables al largo plazo.

También se evaluó en función del flujo de turistas, facilidades, representatividad e inclusión en la visita, teniendo una valoración de 2,4,1 respectivamente. Dado que sus visitas son esporádicas y de manera local, cuenta con infraestructura básica y complementarias en sus zonas más cercanas, son recursos característicos del Distrito y su explotación podría ser utilizado de forma complementaria a la visita, no siendo de vital importancia la concurrencia turística.

Tabla 3. Instalaciones turísticas en el distrito de Jesús

Empresa	Tipo de Establecimiento	Categoría	Propietario
La Esmeralda	Hospedaje	Hostal	Rosmeri Silva
Glamping Luxury Bunker	Hospedaje	Hostal	Alindor Díaz De la Cruz
El Edén	Hospedaje	Hostal	Alejandro Agüero Torres
Don José	Hospedaje	Hostal	Flor Minchán Sánchez
El Puente Colgante	Restauración	Restaurante Campestre	Rosa Vega Torres
El Puquio	Restauración	Restaurante Campestre	Paolo Cerna Agüero
El Mirador de Jesús	Restauración	Restaurante Campestre	Segundo Cadenillas Saldaña
La Tacshana	Restauración	Restaurante Campestre	Manuel Cerna Vásquez
El Edén de Jesús	Restauración	Restaurante Campestre	Alejandro Agüero Torres

Con respecto a las instalaciones turísticas, referidos a establecimientos de hospedaje y restauración del Distrito de Jesús, estas poseen los servicios básicos para cubrir las necesidades primarias de un visitante promedio, no obstante, no es suficiente para exigencias de una demanda de índole nacional, teniendo en cuenta que estas vienen siendo más elevadas con el paso del tiempo.

Como se puede ver en la Tabla 3, se cuenta con cuatro hospedajes y con cinco establecimientos de restauración, que, si bien aún no cuenta con lo necesario para albergar a una demanda nacional e internacional, estas limitaciones aún pueden ser subsanadas con una eficiente gestión turística.

Superestructura

El distrito de Jesús cuenta con un área de gestión turísticas, la que está compuesta por un Comité de Coordinación, integrado por un representante del gobierno municipal, los gremios de negocios turísticos, propietarios de los recursos turísticos y los operadores de turismo.

Cada uno de ellos debe obedecer los lineamientos del ente rector del turismo que es la DIRCETUR (órgano filial de Ministerio de Comercio Exterior y Turismo). Los mismos que poseen un conjunto de normas y

reglamentos que rigen para todo el territorio nacional.

Conclusiones

Se ha evaluado las condiciones turísticas de las manifestaciones culturales en el distrito de Jesús para el desarrollo del turismo, evidenciando que cuenta con los elementos mínimos para atraer al turismo local, aunque aún se pueden realizar mejoras para alcanzar estándares más elevados. Además, se procedió a la categorización de las manifestaciones culturales, identificando 6 atractivos en la categoría de manifestaciones culturales, 2 en folclore, 4 en realizaciones técnicas, científicas y artísticas contemporáneas, y 2 en eventos programados. La jerarquización de estas manifestaciones reveló que todas pertenecen a la jerarquía 1. Asimismo, se identificó la planta turística del distrito, con un total de 4 hostales y 5 restaurantes, los cuales ofrecen servicios básicos, aunque se destaca la necesidad de un proceso de mejora. Por último, respecto a la superestructura turística, se determinó que, a pesar de contar con un Comité de Control que involucra a los sectores público y privado, aún no han alcanzado un consenso que beneficie de manera integral al turismo en el distrito de Jesús.

Referencias

Antich, J., & Arcarons, R. (1998). Diccionario de turismo. Madrid, Síntesis.

Baena, G. (2014). Metodología de investigación. Grupo Editorial Patria S.A. de C.V. México.

Barreto, G. (1994). Turismo Cultural. México.

Barzola, C., & Borja, M. (2015). Diagnóstico Situacional Turístico de la comunidad Las Lagunas como parte de la zona de amortiguamiento del bosque protector Huashapamba del Cantón Saraguro de la Provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja.

Boullón, R. (2006). Planificación del espacio turístico. Recuperado de http://www.aptae.pe/archivos/_up/0107-planificacion-del-espacio-turistico-roberto-c-ballon.pdf

Camarena, I., & Coral, F. (2016). Diagnóstico de los componentes del sistema de gestión turística en comunidades receptoras andinas. Caso: Provincia de Chupaca, Valle del Mantaro, Región Junín.

Caro, J., & Paredes, L. (2018). Diagnóstico Situacional de los Recursos Territoriales Turísticos para la Implementación del Turismo Rural Comunitario en el Caserío de Marayhuaca, Inkawasi – Ferreñafe. Universidad Señor de Sipán, Pimentel -Chiclayo – Perú.

- Cegarra, J. (2012). Metodología de la investigación científica y tecnológica. Ediciones Diaz de Santos.
- Chang, B. (2019). Patrimonio cultural. Lima – Perú.
- Comisión de Estadística de las Naciones Unidas. (1994). Definición del turismo.
- Comité de Turismo y Competitividad. (2017). Definiciones. Organización Mundial del Turismo. Madrid. España.
- Cueva, J. (2014). Diagnóstico de los Atractivos Turísticos Naturales del sector Loreto y su incidencia en el Desarrollo Turístico de la Población Local, Ecuador. Universidad Internacional SIK, Quito – Ecuador.
- Dirección de Comercio Exterior y Turismo. (2018). Registro de recursos turísticos inventariados, Cajamarca – 2021.
- Escobedo, M., & Herrera, I. (2016). Estrategias de comunicación para promover el potencial turístico de la Laguna de Conache del distrito de Laredo – departamento de La Libertad – 2016.
- Fuentes, A. (2018). Diagnóstico del Potencial Turístico del Distrito de Bambamarca en la Provincia de Hualgayoc y Propuesta para lograr su Desarrollo Turístico-2017. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- García, J. (1997). Psicología del ocio y el turismo. Ediciones Aljibe S. L.
- Gil, D., & Silva, A. (2018). Condición Situacional de los Recursos Turísticos del Departamento de Cajamarca, Orientada a las Propuestas de Actuación como Fuente Generadora de Desarrollo Económico. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo – Cajamarca – Perú.
- Gómez, H. (2005). Definición del turismo cultural. Lima, Perú.
- Hernández, F. (1998). Métodos de investigación en psicopedagogía. Madrid. Recuperado de <https://grupos.unican.es/mide/masterinnova/materiales/Proceso%20investigacion.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación (6ª ed., pp. 170-191). México: McGraw-Hill. Recuperado de http://sined.uaem.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2776/506_6.pdf?sequence=1
- Japón, S. (2016). Diagnóstico Situacional Turístico del Cantón Nangaritza de la Provincia de Zamora Chinchipe. Universidad Nacional de Loja – Ecuador.

- Lara, A. (2019). Patrimonio cultural peruano. Lima - Perú.
- Mercado, J. (2016). Patrimonio cultural y turismo. Lima, Perú.
- MINETUR. (2010). Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación Social Caso: Turismo.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2007). Definición de turismo. Perú.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2018). Manual de inventario turístico. Perú.
- Ministerio de Cultura. (2020). Definición de patrimonio cultural, Lima – Perú.
- Molina, S. (2000). Turismo, Metodología para su planificación. México, Trillas.
- Molina, S. (2006). Conceptualización del turismo. Limusa, México, Trillas.
- Molinero, M. (2017). Turismo cultural como alternativa de desarrollo inclusivo, Lima – Perú.
- Olivera, Q. (2007). Arqueología Peruana. Lima, Perú.
- Organización Mundial del Turismo. (1998). Definición de turismo cultural.
- Organización Mundial del Turismo. (2017). Definición y situación del turismo mundial.
- Pérez, R. (2006). Modelo y procedimiento para la gestión de la calidad del destino turístico holguinero. Tesis de Doctorado. Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, Cuba. Documento recuperado en: <http://catedragc.mes.edu.cu/download/Tesis%20de%20Doctorado/Ingeniera%20Industrial%20Nacionales/ReynP%C3%A9rezCampdesu%C3%B1erRESUMEN.pdf> [Consultado el 08 de marzo del 2016].
- Quezada, R. (2010). Elementos del turismo: teoría clasificación y actividad. Recuperado de <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7216/2/338.4791-C235pCAPÍTULO%20I.pdf>
- Ricaurte, C. (2009). Manual para el diagnóstico turístico local. Guía para planificadores. Guayaquil: Escuela Politécnica del Litoral.
- Sánchez, F. (2004). Procedimientos para la puesta en valor del patrimonio cultural. Lima, Perú.
- Torres, F. (2018). Diagnóstico Situacional de los Recursos de la Esperanza Alta para el Desarrollo de un

Producto Ecoturístico. Universidad de Guayaquil – Ecuador.

UNESCO. (2020). Patrimonio cultural. Recuperado de <https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/cultura/patrimonio>

Valqui, V. (2015). Diagnóstico Situacional de los Recursos Turísticos del Distrito de Huancas, Región Amazonas – 2014. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas - Perú.

Yoctún, J. (2018). Diagnóstico Turístico del Sitio Arqueológico de Puruchuco, Distrito de Ate, 2018. Universidad César Vallejo – Lima. Perú.

Evaluación de dos tipos de raciones en la crianza de patos muscovy (*Cairina moschata*) sobre las variables productivas, Cajamarca

Evaluation of two types of rations in the breeding of muscovy ducks (*Cairina moschata*) on productive variables, Cajamarca

José Antonio Niño Ramos^{1*}, Gilberto Fernández Idrogo¹

¹Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: jantonio@unc.edu.pe

Resumen

Se realizó una evaluación del impacto de dos dietas con distintos niveles de proteína en la alimentación de patos Muscovy, considerándola como una alternativa para potenciar las variables productivas. El diseño experimental contó con la participación de 100 patos de un día de edad, sin discriminación de sexo, distribuidos al azar en dos tratamientos (T1 y T2) con 50 patos cada uno, en la granja San José de Baños del Inca, Cajamarca. La duración del experimento fue de 12 semanas. Los resultados revelan que los patos del tratamiento T1, con un nivel de proteína superior en las raciones de inicio, crecimiento y acabado, exhiben valores productivos significativamente mejores en comparación con el T2 ($p < 0,05$). Específicamente, los patos del T1 alcanzaron un peso final de 3 462 g, en contraste con los 3 280 g del T2. Además, el consumo de alimento fue de 10 961 g y 11 605 g para T1 y T2, respectivamente, mientras que la conversión alimenticia fue de 2,62 y 3,03 para T1 y T2, respectivamente. Se concluye que, el aumento cuidadoso del aporte de proteínas mejora de manera significativa las variables productivas. En consecuencia, la cría de patos Muscovy en Cajamarca se posiciona como una alternativa altamente beneficiosa para la producción de proteína animal.

Palabras clave: Cajamarca, niveles de proteína, patos Muscovy, variables productivas

Abstract

An assessment was conducted on the impact of two diets with different protein levels in the feeding of Muscovy ducks, considering it as an alternative to enhance productive variables. The experimental design involved the participation of 100 one-day-old ducks, without gender discrimination, randomly distributed into two treatments (T1 and T2) with 50 ducks each, at the San José farm in Baños del Inca, Cajamarca. The experiment lasted for 12 weeks. The results reveal that ducks in treatment T1, with a higher protein level in the starter, grower, and finisher rations, exhibit significantly better productive values compared to T2 ($p < 0.05$). Specifically, ducks in T1 reached a final weight of 3 462 g, in contrast to 3 280 g in T2. Additionally, the food consumption was 10 961 g and 11 605 g for T1 and T2, respectively, while the feed conversion was 2.62 and 3.03 for T1 and T2, respectively. It is concluded that the careful increase in protein intake significantly improves productive variables. Consequently, Muscovy duck farming in Cajamarca emerges as a highly beneficial alternative for animal protein production.

Key words: Cajamarca, Muscovy ducks, productive variables, protein levels

Introducción

La crianza de patos ha experimentado mejoras significativas en varios aspectos, particularmente en relación con la genética y la nutrición, factores directamente vinculados a la creciente demanda de carne y huevos. Esta demanda creciente impulsa al sector avícola a buscar alternativas que permitan una producción eficiente (Paz, 2013).

Al examinar el desglose de la producción nacional de carne de ave, que incluye pollo, pavo y pato, se observa que la carne de pollo domina la producción, contribuyendo con un 88%, lo que se traduce en 1 009 599 toneladas de carne y una población de 92 017 474 millones. Le sigue la carne de pavo, representando el 7% con 5 265 toneladas y una población de 1 965 862. Finalmente, la carne de pato constituye el 4% con 3 008 toneladas y una población de 1 680 970. La población de patos en La Libertad asciende a 158 071, contribuyendo al total de la población nacional (MINAGRI, 2011).

En la actualidad, para mejorar los parámetros productivos y la rentabilidad, las empresas avícolas deben optimizar la utilización del alimento, dado que este representa el 60–70% del costo total de producción. Por este motivo, el uso de alimento peletizado en la industria animal ha ganado importancia en las últimas décadas, ya que estudios indican que conduce a una mayor eficiencia alimentaria (Bolaños, 2013).

Se reconoce que el alimento en forma de pellet mejora la utilización de los nutrientes de insumos como el maíz

o la proteína de la dieta, al hacerlos más biodisponibles o más digestibles que el alimento en harina, resultando en mejores parámetros productivos (Vergara, 2001, citado por Bolaños, 2013).

Materiales y métodos

La población de estudio consistió en 100 patos Muscovy de 1 día de edad, sin discriminación de sexo. Estos fueron distribuidos aleatoriamente en dos tratamientos (T1 y T2), cada uno compuesto por 50 patos. El experimento se llevó a cabo durante un periodo de 12 semanas, durante el cual se monitorearon y registraron diversas variables productivas. Se construyeron los siguientes tratamientos:

T1: Dieta con un nivel superior de proteína en las raciones de inicio, crecimiento y acabado.

T2: Dieta con un nivel diferente de proteína en comparación con T1.

Las variables evaluadas fueron: Peso final de los patos, consumo de alimento, conversión alimenticia. Los 100 patos fueron designados aleatoriamente a los tratamientos T1 y T2. Se administraron las dietas correspondientes a cada tratamiento a lo largo del periodo experimental. Monitoreo de Variables Productivas: Se registraron y evaluaron regularmente el peso final de los patos, el consumo de alimento y la conversión alimenticia en ambos tratamientos.

Análisis Estadístico

Se utilizó un análisis estadístico para comparar las variables entre los dos tratamientos y determinar la significancia de las diferencias observadas.

Resultados y discusión

Tabla 1. Pesos (gramos) semanales de los patos por tratamiento

Semanas	T1 (g)	T2 (g)
Peso inicial	60,00	60,40
1	138,10 a	135,80 a
2	326,80 a	326,70 a
3	754,50 a	733,70 a
4	1147,00 a	108,00 b
5	1434,00 a	1341,00 b
6	1770,00 a	1708,00 b
7	2326,00 b	2165,00 b
8	2414,00 a	2374,00 b
9	2596,00 a	2508,00 b
10	2792,00 a	2710,00 b
11	3184,00 a	2904,00 b
12	3462,00 a	3280,00 b

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($p \geq 0,01$).

Tabla 2. Consumo de alimento en base a materia seca (BMS) por tratamiento

Semanas	T1	T2
1	143,27 b	200,80 a
2	307,38 b	201,21 a
3	633,82 b	707,07 a
4	636,48 b	909,09 a
5	852,52 b	809,72 a
6	1013,05 b	1113,36 a
7	953,39 b	1113,36 a
8	1273,89 b	1217,04 a
9	1187,69 b	1251,02 a
10	1270,40 b	1278,04 a
11	1314,20 b	1382,24 a
12	1375,25 b	1422,30 a
Consumo total/pato (g)	10961,34	11605,25

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($p \geq 0,01$).

Tabla 3. Conversión alimenticia promedio semanal de los patos por tratamiento

Semanas	T1	T2
1	0,76 b	1,05 a
2	1,30 a	0,97 b
3	1,61 b	2,02 a
4	2,22 b	3,52 a
5	2,54 a	2,48 a
6	2,38 b	3,01 a
7	2,51 b	3,18 a
8	3,27 a	3,38 a
9	3,49 b	3,91 a
10	3,87 b	4,20 a
11	3,57 b	4,29 a
12	3,97 b	4,34 a
Promedio (g)	2,62	3,03

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($p \geq 0,01$).

Respecto a los pesos obtenidos de los patos al finalizar las 12 semanas experimentales, los cuales fueron de 3 462 y de 3 280 g para T1 y T2 respectivamente, se aprecia un incremento de 182 g promedio en los patos del T1; esto debido al mayor aporte de proteína cruda de la ración de los patos de este tratamiento que fue de 22, 18 y 16% para las fases de inicio, crecimiento y acabado respectivamente, versus el aporte de proteína de la ración de los patos de T2 que fue de 20,16 y 14% para las fases de inicio, crecimiento y acabado respectivamente. Al comparar los pesos obtenidos con los reportados por Colorado (2023) de 3 506 y 3 510 gramos para sus T0 y T1 respectivamente, estos son ligeramente mayores a los obtenidos en la investigación debido al mejor peso inicial de los patos BB del trabajo de investigación comparado. Por otro lado, Tarrillo (2013), obtiene pesos entre 4 179 y 4 083 para patos hembras y 5 859 y 5 971 g para patos machos en sus tratamientos T1 y T2 que incorporaban entre 1 y 2% de un promotor de crecimiento respectivamente a base de péptidos y nucleótidos activos, apreciándose su efecto significativo y además el tiempo de duración de su trabajo fue de catorce semanas.

El consumo de alimento en BMS al finalizar la investigación fue de 10 961 y 11 605 g para T1 y T2 respectivamente, apreciándose un ligero mayor consumo en los patos del T2. Al comprar estos consumos promedios de alimento con los reportados por Porras (2022) que fueron de 10,80, 10,64, 10,75 y 11,11 kg para sus tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente fueron muy cercanos a los de nuestra investigación; sin embargo, con estos consumos de alimento los pesos obtenidos fueron de 2,55, 2,69, 2,51 y 2,58 kg. para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, los cuales son menores a los obtenidos en nuestra investigación.

La conversión alimenticia obtenida en el presente trabajo de investigación fue de 2,62 y 3,03 para T1 y T2 respectivamente, observándose que los patos del T1 consumieron menor cantidad de alimento para ganar un

kilo de peso vivo en comparación con los patos del T2 que consumieron más alimento para el mismo propósito. Al comparar las conversiones obtenidas con la reportada por Colorado (2023) quien obtuvo 2,35, ésta es menor debido a un menor consumo de alimento para ganar un kilo de peso vivo, así como un mejor manejo durante toda la crianza también en doce semanas experimentales. Por otro lado, las nuestras son mejores por menor valor que las reportadas por Cajusol (2018) que fueron de 3,29, 3,73 y 3,31 para sus tratamientos T0, T1 y T2 respectivamente. También las nuestras son mejores por menor valor que las reportadas por Porras (2022) que fueron de 3,96, 4,24, 4,29 y 4,31 para T1, T2, T3 y T4 respectivamente.

Conclusiones

Las raciones de inicio, crecimiento y acabado suministradas a los patos del tratamiento T1 demostraron resultados superiores en términos de peso final, consumo de alimento reducido y una conversión alimenticia más eficiente en comparación con los patos del tratamiento T2, lo cual se atribuye al mayor contenido de proteína presente en dichas raciones.

Referencias

- Bolaños, A. (2013). Efecto del peletizado en la dieta, en los costos de producción y desempeño animal. Actualidad avipecuaria. <http://www.actualidadavipecuaria.com/noticias/efecto-del-peletizado.html>
- Cajusol Baldera, C. E. (2018). Evaluación de fotoquímico, ácidos orgánicos, probióticos y prebióticos en la eficiencia productiva de patos de sexo hembras de raza Muscovy. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2729>
- Colorado Espinoza, J. C. (2023). Evaluación de un reconstituyente energético, proteico y vitamínico en la crianza de patos de la raza Muscovy (*Cairina moschata*) en el distrito Baños del Inca, Cajamarca. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario, Universidad Nacional de Cajamarca.
- MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego. (2011). Boletín de información. <http://www.minagri.gob.pe>
- Paz, P. (2013). Niveles de promotor de crecimiento orgánico (extracto de quillaja) en la cría y engorde de pato pekín (*Anas platyrhynchos*) en el cantón Valencia. Tesis Ing. Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Porras Palomino, I. (2011). Influencia de la suplementación de metionina sintética a diferentes niveles, en el crecimiento y engorde de patos Pekín a 2750 msnm. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2980>

Santisteban Capurro, M. E. (2017). Efecto del uso de lisofosfolípidos sobre la ganancia de peso en la etapa de engorde de patos Muscovy (*Cairina moschata domestica* L.). Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9632>

Tarrillo Ruíz, W. (2013). Efecto de los péptidos y nucleótidos activados incluidos en la dieta sobre el rendimiento productivo del pato criollo mejorado *Cairina moschata*. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/438>

Toro, M. (2012). Evaluación de tres niveles de harina de maní forrajero (*Arachis pintoí*) en la alimentación de patos Pekín (*Anas platyrhynchos domesticus*) en el recinto Selva Alegre. Cantón La Mana, Provincia de Cotopaxi en el año 2011.

Prevalencia de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* en cuyes (*Cavia porcellus*) en la ciudad de Cajamarca, Perú – 2022

Prevalence of antimicrobial resistance of *Escherichia coli* in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the city of Cajamarca, Peru – 2022

Rodolfo Gustavo Gamarra Ramírez^{1*}, Maria Luisa Díaz Pereyra¹, Norma Elizabeth Gamarra Ramírez¹

¹Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: rgamarra@unc.edu.pe

Resumen

Desde abril del 2022 a junio del 2023 en Cajamarca, Perú, se recolectaron 105 muestras de heces de cuyes aparentemente sanos, solicitando el permiso informado a los propietarios e indicándoles que el muestreo es no invasivo. El objetivo de la presente investigación fue determinar la prevalencia de la resistencia bacteriana de *Escherichia coli* en cuyes (*Cavia porcellus*) en la ciudad de Cajamarca, frente a los microbianos. El muestreo se realizó de manera aleatoria simple. Las muestras se recogieron del recto de los cuyes estudiados, mediante hisopos estériles, en todos y cada uno de los 15 sectores de esta ciudad, transportándose en caldo peptonado y cajas de tecnopor al Laboratorio de Microbiología Veterinaria, de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde se cultivó inicialmente en Agar MacConkey, confirmándose el aislamiento de *E. coli* mediante IMViC. La resistencia antimicrobiana de *E. coli* se efectuó por discodifusión y la prevalencia de la resistencia se determinó considerando los niveles internacionales. Los valores obtenidos no coinciden con lo planteado en nuestras hipótesis que consideraba que los niveles de resistencia serían Moderados >10% a 20%, ya que los resultados encontrados fueron: Extra alto (>70%) para Neomicina (100,0%); Bajo (>1 a 10%) para Cloranfenicol (7,6%) y Sulfa-Trimetoprim (1,9%); Muy bajo (0,1 a 1%) para Tetraciclina (1,0%) y Enrofloxacino (1,0%). Asimismo, en nuestra zona de estudio el 90,5% de aislamientos resultaron resistentes a por lo menos un antibacteriano; sin embargo, por haberse encontrado solamente dos casos de *E. coli* resistentes a 3 de los 5 antibacterianos probados, podemos concluir que ello representa una ventaja para esta especie doméstica ya que la alta sensibilidad a Cloranfenicol, Sulfa-Trimetoprim, Tetraciclina y Enrofloxacino los hace adecuados para su uso terapéutico en esta especie animal.

Palabras clave: Cajamarca, *Cavia porcellus*, cuyes, *Escherichia coli*, resistencia bacteriana

Abstract

From April 2022 to June 2023 in Cajamarca, Peru, 105 samples of apparently healthy guinea pig feces were collected, obtaining informed consent from the owners and informing them that the sampling is non-invasive. The objective of this research was to determine the prevalence of bacterial resistance in *Escherichia coli* in guinea pigs (*Cavia porcellus*) in the city of Cajamarca, in the face of microbial agents. The sampling was carried out randomly. The samples were collected from the rectum of the studied guinea pigs using sterile swabs, in each of the 15 sectors of this city, and transported in peptone broth and styrofoam boxes to the Veterinary Microbiology Laboratory of the Faculty of Veterinary Sciences at the Universidad Nacional de Cajamarca. Initial cultivation was performed on MacConkey Agar, confirming the isolation of *E. coli* through IMViC. The antimicrobial resistance of *E. coli* was determined by disk diffusion, and the prevalence of resistance was determined considering international levels. The obtained values do not align with what was hypothesized, which considered resistance levels from Moderate (>10% to 20%), as the results were: Extra high (>70%) for Neomycin (100.0%); Low (>1 to 10%) for Chloramphenicol (7.6%) and Sulfamethoxazole-Trimethoprim (1.9%); Very low (0.1 to 1%) for Tetracycline (1.0%) and Enrofloxacin (1.0%). Also, in our study area, 90.5% of isolates were resistant to at least one antibacterial; however, since only two cases of *E. coli* resistant to 3 of the 5 tested antibacterials were found, we can conclude that this represents an advantage for this domestic species, as the high sensitivity to Chloramphenicol, Sulfamethoxazole-Trimethoprim, Tetracycline, and Enrofloxacin makes them suitable for therapeutic use in this animal species.

Key words: bacterial resistance, *Cavia porcellus*, *Escherichia coli*, guinea pigs

Introducción

La crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) constituye una actividad de gran relevancia en numerosas comunidades de nuestro país, especialmente en las áreas rurales, donde se ha convertido en una fuente significativa de ingresos y proteínas para las familias. No obstante, a pesar de los beneficios económicos y nutricionales asociados con esta práctica, surge un desafío crítico relacionado con el uso de antibacterianos en la producción de cuyes. La investigación de Leyva (2019) ha resaltado que esta práctica puede representar un riesgo para los consumidores, planteando inquietudes sobre la seguridad alimentaria. Además, la constante aplicación de drogas antibacterianas en la crianza de cuyes contribuye al desarrollo de cepas bacterianas con resistencia cada vez mayor, un fenómeno que ha sido documentado de manera extensa en la literatura científica (Tenover, 2006).

A pesar de la creciente conciencia sobre la resistencia bacteriana a nivel global, es importante señalar que la mayoría de los estudios al respecto se han llevado a cabo en países desarrollados y han focalizado

principalmente en animales de consumo masivo. En el caso de animales de crianza regional, como el cuy, la disponibilidad de información sobre resistencia antimicrobiana es notablemente escasa. Esta brecha en el conocimiento motiva el presente estudio, que tiene como objetivo contribuir al entendimiento de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* en heces de cuyes. El enfoque se centra en la ciudad de Cajamarca, Perú, donde la crianza de cuyes es una actividad común, pero la investigación específica sobre la resistencia bacteriana en esta especie es limitada.

La metodología empleada en este estudio consiste en el uso del método de disco difusión para evaluar la susceptibilidad de las cepas de *Escherichia coli* presentes en las heces de cuyes a diferentes antimicrobianos. Este enfoque permitirá obtener datos relevantes sobre la resistencia específica en esta especie, brindando información valiosa para orientar prácticas de manejo más sostenibles y seguras en la crianza de cuyes en la región. En última instancia, se espera que los resultados de esta investigación contribuyan a la formulación de políticas y prácticas más informadas en la producción de cuyes, abordando preocupaciones cruciales relacionadas con la resistencia antimicrobiana y promoviendo la seguridad alimentaria en las comunidades locales.

Materiales y métodos

El procedimiento empleado siguió las normativas establecidas para análisis bacteriológicos (Bauer et al., 1966). Todas las etapas del trabajo de laboratorio se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Población y muestra

La población de estudio incluyó todos los cuyes presentes en los 15 sectores de la ciudad de Cajamarca. La muestra consistió en 105 muestras de heces recolectadas de estos animales.

Elección de los cuyes

La selección de los cuyes se realizó de manera secuencial, abarcando cada uno de los 15 sectores en los que se divide la ciudad. Se seleccionaron al azar manzanas dentro de cada sector, identificando viviendas donde las familias criaban cuyes. Posteriormente, se escogió un cuy al azar de cada hogar, y se recopiló información pertinente. Los propietarios fueron debidamente informados sobre el método no invasivo de toma de muestra.

Toma y transporte de muestras

Con una sujeción cuidadosa del cuy, se recolectó una muestra de heces a nivel del recto utilizando hisopos

estériles, garantizando una única oportunidad de toma de muestra. Las muestras se depositaron en tubos de ensayo conteniendo caldo peptonado al 0,1%. Posteriormente, fueron transportadas en una caja de poliestireno expandido al Laboratorio de Microbiología Veterinaria de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Análisis bacteriológico

Inicialmente, se procedió al cultivo primario en Agar Mac Conkey, manteniendo las placas a una temperatura de 37 °C durante un periodo de 18 a 24 horas. La posterior lectura e identificación fenotípica de las colonias de *Escherichia coli* permitió distinguir de manera precisa la presencia de la bacteria de interés. Se prosiguió con la obtención de un cultivo puro en caldo peptonado al 1%, seguido de la realización de pruebas bioquímicas para confirmar la identidad de la bacteria aislada. La fase culminante del análisis consistió en la aplicación de la Prueba de Disco Difusión según el método de Bauer et al. (1966). Se utilizaron distintos antibacterianos, incluyendo Tetraciclina (30 µg), Neomicina (30 µg), Sulfa-Trimetoprim (25 µg), Enrofloxacino (30 µg), y Cloranfenicol (30 µg). La incubación se llevó a cabo a 37 °C durante 18 horas, seguida de la evaluación de los halos resultantes. La interpretación se realizó conforme a las directrices del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), clasificando los resultados en categorías de Resistente, Intermedio o Susceptible. En este contexto, los resultados clasificados como Intermedios fueron considerados como Susceptibles para efectos de análisis e interpretación.

Resultados y discusión

Los datos fueron procesados mediante SPSS versión 21 y aplicando estadística básica e inferencial para evaluar la prevalencia de la resistencia de *E. coli* frente a cada antibacteriano evaluado y se presentan en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Prevalencia de la resistencia de *E. coli* aislada de heces de cuyes (n = 105), frente a los agentes antibacterianos probados y evaluados mediante el método de disco-difusión, Cajamarca, 2022

Antibiótico	Resistencia				Total	
	R		S		Rec	%
	Rec	%	Rec	%		
Tetraciclina	1	1,0	104	99,0	105	100,0
Neomicina	105	100,0	0	0,0	105	100,0
Sulfa-Trimetoprim	2	1,9	103	98,1	105	100,0
Enrofloxacino	1	1,0	104	99,0	105	100,0
Cloranfenicol	8	7,6	97	92,4	105	100,0

R = Resistente, S = Susceptible, Rec = Recuento

En la Tabla 1, se puede notar la prevalencia de la resistencia a los antibacterianos y clasificando dichos resultados de mayor a menor, poder ver que se hallaron los siguientes valores: Neomicina (100,0%), Cloranfenicol (7,6%), Sulfa-Trimetoprim (1,9%), Tetraciclina (1,0%) y Enrofloxacino (1,0%).

Considerando dichos resultados, se comprueba que la hipótesis planteada de que la resistencia de *E. coli* frente a los antimicrobianos en cuyes procedentes de Cajamarca sería Moderada: >10-20% (EFSA-ECDC, 2013), no coincide con los valores que se han encontrado y que se sitúan por debajo de lo planteado en nuestra hipótesis para Cloranfenicol (7,6%) ni para Sulfa-Trimetoprim (1,9%) los cuales son de Nivel Bajo (>1-10%), tampoco coincide con los valores hallados para Tetraciclina (1,0%) ni para Enrofloxacino (1,0%) los que son de Nivel Muy Bajo (0,1-1%). De igual manera, la hipótesis planteada no coincide con el Nivel Extra Alto >70% encontrado para Neomicina (100,0%).

Los cuyes considerados en el presente estudio, a pesar de no tener antecedentes de tratamientos antimicrobianos, presentan diferentes niveles de resistencia. Estos resultados de resistencia de *E. coli* frente a las drogas ha sido mencionado en diversas publicaciones sobre el tema (Cabrera et al., 2007; Cantas et al., 2013; Theuretzbacher, 2013).

En el año 2021 en Canchis, Cusco, se estudió la frecuencia de la presencia de bacterias relacionadas con la mortalidad de cuyes de crianza familiar-comercial y se pudo determinar que la frecuencia general acerca de la resistencia en las cepas de bacterias aisladas fue 5,4% para Enrofloxacino y 3,6% para Trimetoprim-Sulfametoxazol; mientras que, en nuestro estudio, la prevalencia de la resistencia fue de 1,0% para Enrofloxacino y 1,9% para Sulfa-Trimetoprim. En ambos resultados podemos notar que los valores porcentuales de resistencia son bajos, pero en el presente estudio, los porcentajes fueron aun menores que los reportados en Canchis, Cusco, lo cual puede ser debido a que se evaluaron cuyes de crianza más tecnificada, mientras que en Cajamarca se ha trabajado con crianza familiar donde es mucho menor la exposición a los antimicrobianos reportados (Angulo-Tisoc et al., 2021).

Los resultados generales del presente estudio permiten concluir que en vista de que el 100% de aislamientos de *E. coli* evaluados resultaron resistentes, el uso de la Neomicina en casos específicos para el tratamiento de procesos infecciosos debería ser cuidadosamente evaluada. Mientras que para los demás antimicrobianos: Cloranfenicol, Sulfa-Trimetoprim, Tetraciclina y Enrofloxacino, la baja resistencia los hace antimicrobianos de elección.

Tabla 2. Aislamientos de *E. coli* resistentes a antimicrobianos

Niveles de resistencia antimicrobiana (*)	Antimicrobiano	Prevalencia de la resistencia (%)
Extra alto: >70%	Neomicina	100,0
Muy alto: >50-70%	-	-
Alto: >20-50%	-	-
Moderado: >10-20%	-	-
Bajo: >1-10%	Cloranfenicol	7,6
	Sulfa-Trimetoprim	1,9
Muy bajo: >0,1-1%	Tetraciclina	1,0
	Enrofloxacino	1,0
Raro: <0,1%	-	-

(*) Niveles de resistencia antimicrobiana según la EFSA (European Food Safety Authority) y ECDC (European Centre For Disease Prevention and Control), 2013.

En los resultados mostrados en la Tabla 2, se refleja que la resistencia en Cajamarca es muy elevada frente a Neomicina. Cloranfenicol y Sulfa-Trimetoprim son las más recomendables en primera instancia, reservando a la Tetraciclina y el Enrofloxacino para usarlos en casos de procesos infecciosos severos y en los que las otras dos opciones no funcionen.

Tabla 3. Prevalencia de los aislamientos de *E. coli* resistentes según el número de antimicrobianos empleados

N° de antibacterianos a los que salieron resistentes	Aislamientos de <i>E. coli</i> Resistentes	
	Número	Porcentaje
5	0	0,0
4	0	0,0
3	2	1,9
2	8	7,6
1	95	90,5
0	0	0,0
Total	105	100,0

Como se aprecia en la Tabla 3, el número y porcentaje alcanzado en cada caso, en orden creciente es como sigue: de 105 muestras de *E. coli* aisladas y analizadas en el laboratorio, el mayor número de aislamientos (90,5%) salieron resistentes a un antimicrobiano, seguidos de aquellos casos que salieron baja resistencia: 8 (7,6%) resistentes a dos antimicrobianos y 2 (1,9%) resistentes a tres antimicrobianos, mientras que ninguna muestra salió resistente a cuatro o cinco antimicrobianos.

El hecho de haber encontrado solamente dos casos de aislamientos de *E. coli* procedentes de cuyes de crianza

familiar en Cajamarca, resistentes a tres (de los cinco antibacterianos probados) nos está presentando un bajo porcentaje (1,9%) de multirresistencia, lo cual representa una gran ventaja en esta especie doméstica en nuestra ciudad, ya que la alta sensibilidad a Cloranfenicol, Sulfa-Trimetoprim, Tetraciclina y Enrofloxacino, los hace adecuados para su uso terapéutico en esta especie animal.

Conclusiones

El análisis bacteriológico de *Escherichia coli*, obtenida y evaluada a partir de las heces de 105 cuyes (*Cavia porcellus*) en la ciudad de Cajamarca, Perú, reveló una resistencia generalizada, alcanzando el 100,0% de las cepas aisladas frente a al menos un antibacteriano. Al considerar los cinco antibacterianos evaluados mediante el método de Disco Difusión, la prevalencia de resistencia fue extraordinariamente alta (>70%) para Neomicina (100,0%), mientras que para Cloranfenicol (7,6%) y Sulfa-Trimetoprim (1,9%), se registraron niveles bajos (>1% a 10%). En contraste, la resistencia fue mínima para Tetraciclina (1,0%) y Enrofloxacino (1,0%), ubicándose en el rango muy bajo (>0,1%-1%). Contrariamente a la hipótesis planteada, que sugirió un rango moderado de resistencia (>10-20%), según las pautas de EFSA y ECDC (2013), ninguno de los antimicrobianos evaluados confirmó esta expectativa, ya que los resultados encontrados no se situaron dentro del rango propuesto. Estos hallazgos destacan la urgencia de abordar y monitorear de manera efectiva la resistencia antimicrobiana en la crianza de cuyes, subrayando la necesidad de estrategias más específicas y sostenibles para preservar la eficacia de los antibacterianos en la producción animal.

Referencias

Angulo-Tisoc, J. M., Jara, L. M., Pacheco, J. I., & Pezo, D. (2021). Frequency of bacterial agents associated with mortality in Guinea pigs from commercial-family breeding centres in Canchis, Cusco. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(3), 1-10. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I3.20415>

Bauer, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 36, 493-496.

Cabrera, C. E., Gómez, R. F., & Zúñiga, A. E. (2007). La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes: una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia Médica*, 38, 149-158.

Cantas, L., Shah, S. Q. A., Cavaco, L. M., Manaia, C. M., Walsh, F., Popowska, M., Garelick, H., Bürgmann, H., & Sørum, H. (2013). A brief multi-disciplinary review on antimicrobial resistance in medicine and its linkage to the global environmental microbiota. *Frontiers in Microbiology*, 14 May 2013.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00096>

Crespo, M. D. P. (2011). La resistencia bacteriana: ¿estamos preparados para detectarla? *Infectio*, 9(1).

EFSA-European Food Safety Authority, & ECDC-European Centre for Disease Prevention and Control. (2013). The European Union Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2011. *EFSA Journal*, 11(5), 1-359. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3196>.

Guardabassi, L., Schwarz, S., & Lloyd, D. H. (2004). Pet animals as reservoirs of antimicrobial-resistant bacteria. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 54(2), 321-332. <https://doi.org/10.1093/jac/dkh332>

Harbarth, S., & Samore, M. H. (2005). Antimicrobial resistance determinants and future control. *Emerging Infectious Diseases*, 11(6), 794.

Lei, T., Tian, W., He, L., Huang, X.-H., Sun, Y.-X., Deng, Y.-T., Sun, Y., Lv, D.-H., Wu, C.-M., Huang, L.-Z., Shen, J.-Z., & Liu, J.-H. (2010). Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolates from food animals, animal food products and companion animals in China. *Veterinary Microbiology*, 146(1-2), 85-89. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.04.025>

Leyva, C. (2019). Detección de enrofloxacin en cuyes (*Cavia porcellus*) destinados al consumo humano en la provincia de Jauja, Región Junín - Perú [Tesis Médico Veterinario]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria.

Szmolka, A., & Nagy, B. (2013). Multidrug-resistant commensal *Escherichia coli* in animals and its impact on public health. *Frontiers in Microbiology*, 4(SEP), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00258>

Tenover, F. C. (2006). Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria. *The American Journal of Medicine*, 119(6), S3-S10.

Theuretzbacher, U. (2013). Global antibacterial resistance: The never-ending story. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 1(2), 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2013.03.010>

Detección de cuerpos extraños en necropsias de caninos: un análisis en el laboratorio de Patología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca (junio 2022 - junio 2023)

Detection of foreign bodies in canine necropsies: an analysis at the Veterinary Pathology Laboratory of the Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca (June 2022 - June 2023)

Jorge Luis Portal Torres^{1*}, Pedro Luis Ortiz Oblitas¹, María Elena Chilón Raico¹, Arcadio Oswaldo Vilca Sangay¹

¹Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: jportal@unc.edu.pe

Resumen

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo con el propósito de identificar los objetos extraños encontrados en necropsias de cadáveres caninos (*Canis lupus familiaris*). Los cadáveres de los animales fueron hallados en las calles de la ciudad de Cajamarca. Las 50 necropsias de los caninos fueron realizadas en el Laboratorio de Patología Veterinaria de la Universidad Nacional de Cajamarca. La investigación abarcó desde junio 2022 a junio 2023, se empleó el método básico, descriptivo y transversal, con las variables: tipo y ubicación de objeto extraño. En esta especie fue más frecuente la presencia de cuerpos extraños de tipo huesos, plásticos, cabellos humanos, donde la ubicación más habitual donde fueron identificados fue en el estómago con reporte de 8 casos, 3 caso en el intestino delgado.

Palabras clave: aparato digestivo, caninos, cuerpos extraños, estómago, necropsia

Abstract

The present research work was carried out with the purpose of identifying foreign objects found in necropsies of canine corpses (*Canis lupus familiaris*). The animal carcasses were found in the streets of the city of Cajamarca. The 50 necropsies of the canines were performed at the Veterinary Pathology Laboratory of the National University of Cajamarca. The research covered the period from June 2022 to June 2023, employing the basic, descriptive, and prospective method, with variables including the type and location of the foreign object. In this species, the presence of foreign bodies such as bones, plastics, and human hair was more frequent, with the most common location identified being the stomach, with a report of 8 cases, and 3 cases in the small intestine.

Key words: canines, digestive system, foreign bodies, necropsy, stomach

Introducción

La ingesta de objetos no comestibles se conoce como cissa, picacia, malacia, parorexia, geomanía y pica, siendo este último término el más utilizado en veterinaria, derivado del latín "pica", palabra utilizada para referirse a la urraca (*Pica pica*), un ave de la familia Corvidae conocida por robar y consumir indiscriminadamente todo tipo de objetos no alimenticios (Mullen y Regier, 2020). La causa principal de esta patología radica en la deficiencia de macro minerales esenciales como calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), y micro minerales como hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), selenio (Se), zinc (Zn) y cobalto (Co); siendo el fósforo esencialmente crucial (Mullen y Regier, 2020).

Las deficiencias minerales se manifiestan inicialmente con signos inespecíficos como despigmentación del pelo y piel, pérdida de peso, mucosas pálidas, articulaciones endurecidas o engrosadas, nacimientos de crías débiles, pérdida de la libido, repetición o ausencia de celos, abortos no infecciosos, muerte súbita, alteraciones óseas o dentales, baja natalidad, inmunodepresión, diarrea, anemia, osteodistrofia, hipocalcemia, disminución en la producción de leche (Mullen y Regier, 2020).

El objetivo de este estudio fue realizar necropsias para identificar objetos extraños en los cadáveres de caninos en la ciudad de Cajamarca, observando el tipo y ubicación de dichos objetos. Los resultados indicaron que los cuerpos extraños más comunes eran huesos y que la ubicación más frecuente era el estómago. Este estudio tiene un enfoque netamente descriptivo e informativo, proporcionando información valiosa para proyectos futuros a nivel nacional, regional y local.

Materiales y métodos

El enfoque de conocimiento de esta investigación es fundamentalmente básico, descriptivo y transversal, enfocado en la identificación de las causas y las muertes más comunes en perros y gatos, así como en su clasificación según raza, edad y sexo. Este estudio se lleva a cabo dentro del marco de la línea de Salud Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

En cuanto a su diseño, se clasifica como transversal, ya que la recopilación de datos se realizó en un período y ubicación específicos durante los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2023. Esta investigación implica diversas etapas, comenzando con la elaboración de un cronograma de actividades detallado. El proceso se inicia con la búsqueda de cadáveres y la realización de las necropsias. En el protocolo de necropsia, se destaca la importancia de realizar el procedimiento lo antes posible, ya que la degradación de los tejidos se intensifica con el tiempo, especialmente en condiciones de temperatura elevada que pueden acelerar la autólisis y la putrefacción.

La necropsia puede llevarse a cabo en diversos entornos, desde una mesa de trabajo hasta salas de necropsias equipadas. Antes de iniciar la necropsia, se prepara todo el material necesario para llevar a cabo la técnica y tomar muestras. Entre los utensilios esenciales se encuentran cuchillos, tijeras, pinzas y, en algunos casos, sierras eléctricas o manuales para la apertura de la cavidad craneana. Se destaca la importancia de contar con una fuente de agua y recipientes para el lavado de piezas, instrumentos y desinfección.

Además, se emplea estadística descriptiva para la generación de gráficos que ilustren los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación. Este enfoque detallado y meticuloso garantiza la obtención de datos precisos y contribuye a la calidad integral del estudio.

Resultados y discusión

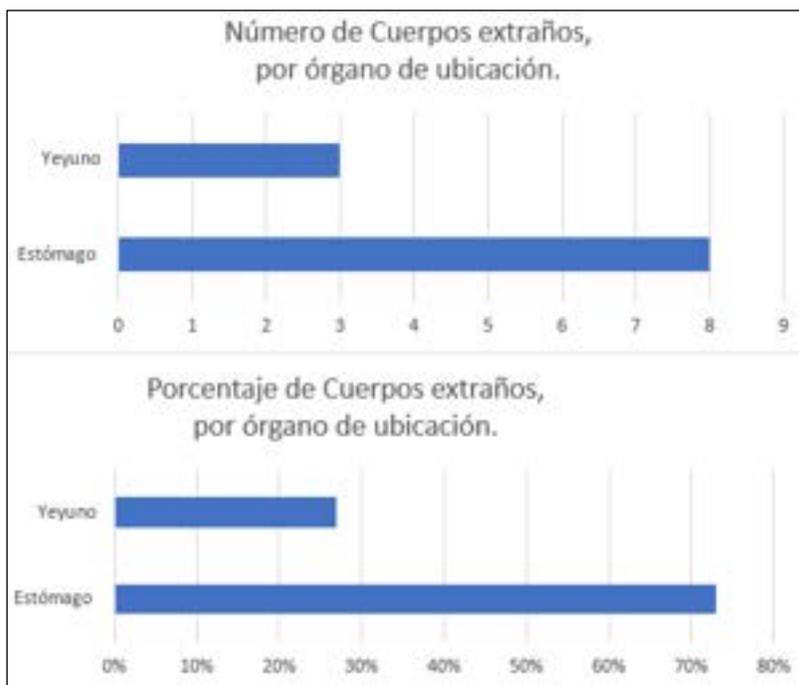


Figura 1. Presencia de cuerpos extraños por lugar de ubicación en 50 necropsias de caninos, realizadas en el laboratorio de Patología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca

En la Figura 1, se puede observar que, del total de necropsias positivas, según la ubicación de los cuerpos extraños encontrados, el 27,27% se encontraba en el yeyuno, en comparación con el 72,73% que se encontraban en el estómago.

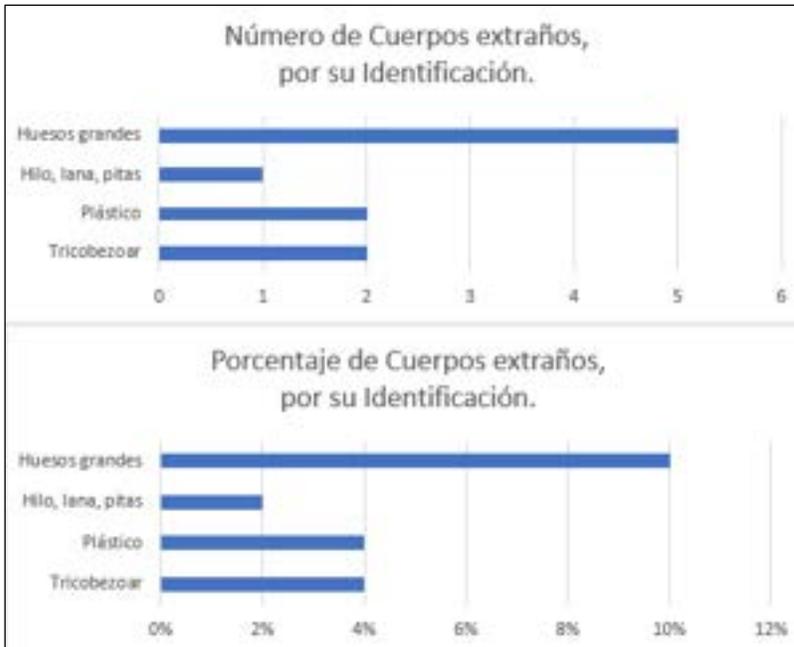


Figura 2. Identificación de cuerpos extraños en 50 necropsias de caninos, realizadas en el laboratorio de Patología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca

En la Figura 2, se puede observar que, del total de cuerpos extraños encontrados a la necropsia, un 2% se identificó como hilos o lana, un 4% hubo la presencia de tricobezoares (conformado por pelos en forma ovoide), 4% de material plástico y 10% de huesos peligrosamente largos, todos ellos potencialmente iniciadores de obstrucción en el duodeno y yeyuno proximal.



Figura 3. Número de animales identificados con presencia de cuerpos extraños en 50 necropsias de caninos, realizadas en el laboratorio de Patología Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca

Si analizamos en función al número de cadáveres caninos positivos que presentaron cuerpos extraños del total de necropsias, observamos que 6 representan el 12% de animales, presentaban material inusual en órganos internos, en comparación con 44 caninos, que representan un 88% de cadáveres caninos negativos, del total de animales necropsiados.

Según Clavijo (2018), se destaca la presencia habitual de objetos extraños, especialmente plásticos; no obstante, este estudio identificó que los huesos fueron el tipo de cuerpo extraño más frecuentemente encontrado. En relación a la ubicación, se coincide en que los objetos extraños tienden a alojarse en el estómago, y aunque pueden ocasionar obstrucciones, este estudio reveló que en algunos casos los caninos tenían otras causas de muerte no relacionadas con estos objetos.

En el análisis de Cahua y Díaz (2009), se observó que los cuerpos extraños en los caninos estudiados se encontraban tanto en el intestino delgado como en el estómago. Coincide con nuestro estudio en la presencia predominante de objetos de plástico, así como tricobezoares, a pesar de no ser comunes en las necropsias analizadas. Se reportaron dos casos de tricobezoares, uno ubicado en el estómago y otro en el intestino.

En la contrastación de hipótesis, los hallazgos de objetos extraños en las necropsias respaldan la suposición inicial. Se encontraron plásticos, cabellos humanos y huesos, sugiriendo que los animales, en vida, eran callejeros y fueron encontrados muertos en la ciudad de Cajamarca, donde se llevó a cabo este estudio.

Conclusiones

Se identificaron diversos cuerpos extraños en los cadáveres de caninos, destacándose huesos, plásticos, cabellos humanos, hilos y lanas. Entre estos, los huesos fueron el cuerpo extraño más frecuentemente identificado en el tracto digestivo. Se observó una mayor presencia de cuerpos extraños en el estómago en comparación con otros órganos. Los cuerpos extraños encontrados en las necropsias de los cadáveres caninos consistieron principalmente en plástico, huesos y cabellos. Cabe resaltar que estos materiales, al no ser digeribles por el aparato digestivo, permanecían dentro del organismo sin haber sido expulsados.

Referencias

Bruhl, R., Matínez, M. E., & Meyer, P. (2015). Cirugía en la clínica de pequeños animales. Editorial Servet. ISBN-10: 8416315329, ISBN-13: 978-8416315321.

Cahua, J. U., & Díaz, D. C. (2009). Diagnóstico de cuerpos extraños gastrointestinales en caninos mediante ecografía y radiología. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(1), 53-57. ISSN 1609-9117.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172009000100009&script=sci_abstract

Caicedo, J. OJAJ. (n.d.). Técnica de necropsia, interpretación de hallazgos macroscópicos y toma de muestras en mamíferos silvestres. Retrieved from <https://www.revistas.veterinariosvs.org/index.php/cima/article/view/112>

Cardona, A. J., Montes, V. D., & Martínez, M. (2017). Diagnóstico clínico de alotrofagia en bovinos del departamento de Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 9(2), 141–146.

Carvajal, F. D. (2018). Enfermedades del intestino grueso de resolución quirúrgica y sus técnicas operatorias para el canino doméstico (*canis lupus familiaris*). Monografía. Universidad de Chile, Departamento de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

Clavijo, M. (2018). Reporte de caso: manejo médico quirúrgico en obstrucción intestinal por cuerpos extraños en un Golden Retriever. Bogotá, Colombia.

Edwards, M. (2004). *Detecting Foreign Bodies in Food*. ISBN 978-1-85573-729-7. Pages 297-306. <https://www.sciencedirect.com/book/9781855737297/detecting-foreign-bodies-in-food#book-info>

Fiallos, G. (2018). Estudio retrospectivo de emergencias y urgencias gastrointestinales con resolución quirúrgica en caninos que fueron atendidos en el hospital veterinario Lucky durante el periodo 2010-2017. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas. <https://repositorio.udla.edu.ec/handle/33000/11424>

Ford, R. B., & Mazzaferro, E. M. (2010). *Urgencias en veterinaria procedimientos y terapéutica*. Elsevier.

Gaviria Romero, N. (2021). Extracción de cuerpo extraño gástrico en un canino. (Tesis de pregrado). Facultad De Ciencias Administrativas y Agropecuarias. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3237>

Gómez, J. (2020). Estudio epidemiológico sobre la ingesta de anzuelos en perros y gatos en Valencia y su eficacia de extracción por endoscopia. Valencia, España.

Hayes, G. (2009). Gastrointestinal foreign bodies in dogs and cats: A retrospective study of 208 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 50(11), 576–583.

Hernández, C. (2010). Obstrucciones intestinales en perros y gatos. FIAVAC. Grupo de Investigación INCA-CES. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad CES. <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428104008.pdf>

Hernandez, C. A. (2010). Emergencias gastrointestinales en perros y gatos. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 5(2), 69-85. <http://www.redalyc.org/pdf/3214/321428104008.pdf>

Holt, D., Granajero, N. S., & Orsini, J. A. (2022). Small Intestine Obstruction. *Comparative Veterinary Anatomy. A Clinical Approach*, 310-315. Elsevier Inc. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323910156000388?via%3Dihub>

Jones, B. D. (1998). Cuerpos extraños esofágicos y gastrointestinales. En L. P. Tilley y F. Smith. (Eds.), *La consulta veterinaria en 5 minutos canina y felina* (p. 468-469). Inter-Médica.

Lindquist, E., & Lobetti, R. (2017). Gastrointestinal Disease in Cats and Dogs with Gastrointestinal Foreign Bodies. *Advances in Small Animal Medicine and Surgery*, 30(5), 1-2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1041782617300452>

Luna del Villar-Velasco, J., & Perez gallardo, N. S. (2023). Urgencia gastrointestinal por cuerpos extraños. *AMMVEPE. Revista de la asociación mexicana de médicos veterinarios especialistas en pequeñas especies. FMVZ, UNAM. Revista AMMVEPE Mayo - Agosto 2023.*

Moncada Duque, F. C. (2019). Estudio retrospectivo de casos de necropsia en caninos en el periodo 2013-2018 de la empresa Corpavet y del laboratorio de patología de la Universidad de La Salle. Bogotá.

Moreno Cardenti, B. R. SGM del P. (n.d.). *Manual de Técnicas de Necropsia Patología General*. Retrieved from <https://cardentiblog.files.wordpress.com/2015/01/manualnec.pdf>

Mullen, K. M., Regier, P. J., DACVS- SA, Ellison, G. W., & Londoño, L. (2020). The Pathophysiology of Small Intestinal Foreign Body Obstruction and Intraoperative Assessment of Tissue Viability in Dogs: A Review. *Topics in Companion Animal Medicine*, 40, 100438. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1938973620300362>

Nogué, L., Bardalet, N., & Adserias, M. (2016). Técnicas de apertura del cadáver. *Medicina Legal de Costa Rica*, 33(1), 3–14. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v33n1/2215-5287-mlcr-33-01-00003.pdf>

Quispe, L. (2018). *Ultrasonografía frente a radiología convencional en el diagnóstico de obstrucción gastrointestinal en Canis Lupus familiaris en la Clínica Gonzales mayo - octubre Lima 2017. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Tecnología Médica.* <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/242068>

Radostis, O., Mayhew, I., & Houston, D. (2002). Examen y diagnóstico clínico en veterinaria. Harcourt S.A.

Sá, T. C., Fernandes, E. P. A., Lahos Borges, J., Nilo, L. U., Bárbara Trindade, A., Luiz Sinhorin, A., & Kazue Otutumi, L. (2017). Corpo estranho esofágico em paciente canino - relato de caso. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar, 20(03), 179-182.

Torres Jara, J. (2020). Presencia de cuerpos extraños punzocortantes en vísceras de porcino (*Sus scrofa domesticus*), encontrados a la inspección post mortem en el Matadero Municipal. Cajamarca.

Triolo, A., & Lappin, M. R. (2003). Acute medical diseases of the small intestine. En T. R. Tams (Ed.), Handbook of Small Animal Gastroenterology (pp. 195-210). Elsevier Science.

Vega Canizares, A., Martínez Bermúdez, R. L., Rojo Fiallo, R., & Irurzun Estrada, C. (2019). Extracción de cuerpo extraño en el estómago de un canino. Revista de Salud Animal. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2019000300010

VetCorp Educación Continuada. (2015). Abordaje de urgencias gastrointestinales. <http://www.vetpraxis.net/curso/curso-online-abordaje-clinico-deurgencias-gastrointestinales/>

Willard, M. D. (2010). Trastornos de aparato digestivo. En R. W. Nelson y C. G. Couto. (Eds.), Medicina interna de pequeños animales (pp.351-484). Elsevier.

Educación universitaria, juventud y trabajo en la región Cajamarca 2022-2023: habilidades y competencias necesarias en un contexto cambiante

University education, youth, and employment in the Cajamarca Region 2022-2023: skills and competencies needed in a changing context

Jesús Coronel Salirrosas^{1*}, Segundo Eriberto Lescano Díaz¹, Catalina Sevilla Linares¹, Luis Alberto Robles Cabrera¹

¹Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: jcoronel@unc.edu.pe

Resumen

Esta investigación se propone analizar el impacto de la educación universitaria en la región Cajamarca, centrándose en la formación de habilidades y competencias profesionales para satisfacer las expectativas de la juventud y facilitar su inserción inmediata en un mercado laboral en constante cambio durante el periodo 2022-2023. La metodología empleada combina el método hipotético deductivo con enfoques estadísticos e históricos. El marco teórico se sustenta en aspectos relacionados con la educación universitaria, el desarrollo de competencias, y la inserción laboral de la juventud egresada. Los resultados revelan que las cuatro universidades licenciadas en la región ofrecen formación en carreras tradicionales con una mínima variación según la demanda del mercado laboral. La automatización en empresas e instituciones públicas afecta el acceso laboral, y los indicadores de SUNEDU impactan negativamente en las universidades de Cajamarca. En cuanto a la automatización, su avance es lento en los sectores agrario e industrial, aunque se destaca un progreso significativo en el sector minero. La digitalización en el sector servicios ha avanzado, afectando mínimamente la inserción laboral. Se concluye que se requieren reformas integrales en el sistema educativo, abordando competencias y habilidades definidas por organismos especializados públicos y privados. Estas reformas deben ser orgánicas, institucionales y centradas en contenidos académicos y curriculares para adaptarse a las demandas cambiantes del mercado laboral.

Palabras clave: competencias, desempleo, educación universitaria, habilidades, juventud, trabajo

Abstract

This research aims to examine the impact of university education in the Cajamarca region, focusing on the development of professional skills and competencies to meet the expectations of youth and facilitate their immediate integration into a dynamically changing job market during the 2022-2023 period. The methodology employed combines the deductive hypothetical method with statistical and historical approaches. The theoretical framework is grounded in aspects related to university education, competency development, and the employment of graduating youth. The findings reveal that the four licensed universities in the region offer training in traditional careers with minimal variation based on the demands of the job market. Automation in public and private institutions negatively affects employment access, and SUNEDU indicators have a detrimental impact on Cajamarca's universities. Regarding automation, progress is slow in the agricultural and industrial sectors, though significant advancements are noted in the mining sector. Digitalization in the service sector has advanced, minimally impacting employment opportunities. The conclusion emphasizes the need for comprehensive reforms in the education system, addressing competencies and skills outlined by specialized public and private entities. These reforms should be organic, institutional, and focused on academic and curricular content to adapt to the changing demands of the job market.

Key words: competencies, employment, skills, university education, unemployment, youth

Introducción

La experiencia ha evidenciado que la expansión de la cobertura de la educación superior universitaria sin un enfoque en la calidad carece de sentido, penaliza a los estratos más desfavorecidos y no cumple con las promesas de movilidad social y mejora que la educación pretende ofrecer. Individuos formados en instituciones de baja calidad tienden a contribuir al aumento de la tasa de subempleo profesional o a la informalidad laboral en el país. Consciente de esta problemática, el Congreso de la República aprobó en junio de 2014 la Nueva Ley Universitaria N° 30220, la cual fue promulgada el 8 de julio del mismo año.

En el contexto de Cajamarca, la Universidad Nacional de Cajamarca destaca como la institución universitaria más antigua y prestigiosa, mientras que la región cuenta con dos universidades públicas adicionales: la Universidad Nacional Autónoma de Chota y la Universidad Nacional de Jaén. Además, se encuentra la Universidad Privada del Norte, una institución privada con sede principal en Trujillo y presencia en Cajamarca, bajo la supervisión de la SUNEDU. Estas instituciones conforman la oferta de estudios universitarios que se considerará en la presente investigación.

La Universidad Nacional de Cajamarca, según su Plan Estratégico Institucional 2017-2021, reafirma su

compromiso ante la sociedad de proporcionar una formación profesional integral y de calidad, realizar investigaciones científicas y tecnológicas, y profundizar la relación Universidad-Sociedad. Además, reitera su compromiso con el desarrollo sostenible de la región Cajamarca y el país, consolidando su misión de ser una institución dedicada a la formación integral de profesionales y gestores del conocimiento, a través de la investigación científica, tecnológica y humanística, comprometidos con los procesos sociales, económicos, ambientales y culturales (PEI-UNC 2017-2021).

Materiales y métodos

El diseño de esta investigación adopta un enfoque no experimental y longitudinal, centrándose en el análisis de los fenómenos educativos y de enseñanza universitaria en la región Cajamarca. Se evita la manipulación deliberada de variables, optando por observar y comprender la relación entre la formación profesional y la capacidad de inserción en el mercado laboral.

La metodología se fundamenta en el Método Hipotético-Deductivo, partiendo de teorías existentes sobre educación, enseñanza universitaria y desarrollo de competencias. Se plantean hipótesis que requieren corroboración. Además, se emplea el Método Histórico para abordar la evolución del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior universitaria a lo largo de varios años, especialmente en relación con las necesidades generadas por el progresivo proceso de automatización laboral debido al avance tecnológico.

Las técnicas de recolección de datos comprenden la revisión de bibliografía especializada, materiales relacionados con teorías, investigaciones y trabajos sobre educación universitaria, sistemas educativos, competencias, habilidades y la inserción laboral. La selección de técnicas e instrumentos adecuados se basa en el análisis documental, utilizando fichas o guías documentales para ordenar y clasificar los datos. Finalmente, el procesamiento de la información incluye la codificación de datos, transferencia a matrices, tablas y figuras, seguido de su análisis e interpretación, teniendo en cuenta el nivel de medición de las variables. Este enfoque metodológico busca asegurar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Resultados y discusión

Se realizó el diagnóstico educativo y de inserción laboral de los jóvenes universitarios en la región Cajamarca, en el contexto actual 2022-2023, para ello, se analizó la situación de los egresados de las cuatro universidades licenciadas por SUNEDU en la región Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Nacional Autónoma de Chota, Universidad Nacional de Jaén y la Universidad Privada del Norte.

Tabla 1. Número de estudiantes de pregrado matriculados y número de egresados por escuela académico profesional de la Universidad Nacional de Cajamarca, 2021-2022

Escuela Académico Profesional	N°	N°	N°
	Matriculados 2022	Egresados 2021	Egresados 2022
1.- Administración	461	70	55
2.- Agronomía	463	24	70
3.- Biología y Biotecnología	137	7	6
4.- Contabilidad	669	69	7
5.- Derecho	539	48	53
6.- Economía	459	43	11
7.- Educación	1009	50	17
8.- Enfermería	491	50	27
9.- Ingeniería en Industrias Alimentarias	352	27	35
10.- Ingeniería Ambiental	268	113	33
11.- Ingeniería Civil	938	47	67
12.- Ingeniería de Minas	312	11	53
13.- Ingeniería de Sistemas	367	63	37
14.- Ingeniería en Agro negocios	150	25	59
15.- Ingeniería Forestal	478	25	28
16.- Ingeniería geológica	314	28	8
17.- Ingeniería Hidráulica	220	18	37
18.- Ingeniería Sanitaria	186	22	25
19.- Ingeniería Zootecnista	308	32	1
20.- Medicina Humana	363	41	18
21.- Medicina Veterinaria	388	26	33
22.- Obstetricia	290	34	24
23.- Sociología	242	21	19
24.- Turismo y Hotelería	237	32	21
TOTAL	9536	926	744

Fuente: UNC Información Estadística, página Web. INEI 2021: Educación Universitaria. Número de alumnos/as matriculados y número de egresados en Universidades Públicas 2008-2021

Tabla 2. Número de estudiantes de pregrado matriculados y número de egresados por escuela académico profesional de la Universidad Nacional de Jaén, 2021-2022

Escuela Académico Profesional	N°	N°	N°
	Matriculados 2022	Egresados 2021	Egresados 2022
1.- Ingeniería de Industrias Alimentarias	338	17	22
2.- Ingeniería Forestal y Ambiental	364	12	14
3.- Ingeniería Civil	365	9	13
4.- Ingeniería Mecánica y Eléctrica	372	13	18
5.- Tecnología Médica con Especialidad en Laboratorio Clínico	374	21	24
TOTAL	1813	72	91

Fuente: UNJ Información Estadística, página Web. INEI 2021: Educación Universitaria. Número de alumnos/as matriculados y número de egresados en Universidades Públicas 2008-2021

Tabla 3. Número de estudiantes de pregrado matriculados y número de egresados por escuela académico profesional de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, 2021-2022

Escuela Académico Profesional	N°	N°	N°
	Matriculados 2022	Egresados 2021	Egresados 2022
1.- Contabilidad	292	14	15
2.- Enfermería	284	16	17
3.- Ingeniería Forestal y Ambiental	290	12	16
4.- Ingeniería Agroindustrial	285	13	17
5.- Ingeniería Civil	289	8	10
TOTAL	1440	63	75

Fuente: UNACH Información Estadística, página Web. INEI 2021: Educación Universitaria. Número de alumnos/as matriculados y número de egresados en Universidades Públicas 2008-2021

Tabla 4. Número de estudiantes de pregrado matriculados y número de egresados por escuela académico profesional de la Universidad Privada del Norte, 2021-2022

Escuela Académico Profesional	N°	N°	N°
	Matriculados 2022	Egresados 2021	Egresados 2022
1.- Administración	585	45	57
2.- Contabilidad y Finanzas	713	56	49
3.- Administración y Negocios Internacionales	672	71	65
4.- Administración y Márketing	369	39	43
5.- Ingeniería Ambiental	378	43	51
6.- Ingeniería Civil	2153	98	86
7.- Ingeniería de Minas	660	58	46
8.- Ingeniería de Sistemas Computacionales	562	49	38
9.- Ingeniería Empresarial	219	32	37
10.- Ingeniería Geológica	344	44	49
11.- Ingeniería Industrial	1123	78	68
12.- Comunicación	314	54	64
13.- Psicología	1641	97	102
14.- Arquitectura y diseño de interiores	446	52	63
15.- Derecho	2083	108	123
TOTAL	12262	924	941

Fuente: UPN Información Estadística, página Web. INEI 2021: Educación Universitaria. Número de alumnos/as matriculados y número de egresados en Universidades Privadas 2008-2021

Los graduados universitarios desempeñan un papel crucial en el desarrollo regional y nacional, aportando su experiencia en diversas organizaciones, tanto públicas como privadas, y contribuyendo significativamente a los sectores productivos, educativos y culturales. En el contexto del vínculo entre formación profesional y mercado laboral, la Ley Universitaria establece que las universidades deben implementar mecanismos de mediación e inserción laboral como requisito básico de calidad (Art. 28 Ley Universitaria).

La inserción laboral está directamente vinculada a la dinámica de oferta y demanda en cada sector. En nuestro país y región, se observa consistentemente que los egresados de carreras en Ciencias de la Salud e Ingeniería y Tecnología experimentan mayores niveles de empleabilidad durante el primer año después de graduarse, en comparación con aquellos de carreras en Humanidades y Artes.

En relación con la duración del empleo formal asalariado, se examina la situación de 228 748 bachilleres cuyos títulos fueron emitidos entre los años 2017 y 2020, según datos de la SUNEDU. Sorprendentemente, el 27,8% de ellos no ingresó a la planilla electrónica en los primeros 24 meses, es decir, durante los dos años posteriores a su graduación. Estos hallazgos resaltan la necesidad de una comprensión más detallada de los factores que afectan la transición de los graduados al mercado laboral formal. Ello indica que esta proporción de egresados no formó parte del asalariado formal del país:

- Región Lima: 12,9 meses
- Región Costa: 11,7 meses
- Región Sierra: 9,2 meses
- Región Selva: 10,1 meses
- Total Nacional: 11,6 meses

Se obtuvo también el tiempo promedio de empleo asalariado formal tras la obtención del grado de bachiller, según campos de la educación en período de 24 meses (2 años) según los campos de educación:

- Educación: 15,8 meses.
- Tecnología de la información y la comunicación: 13,7 meses.
- Ciencias administrativas y derecho: 12,6 meses.
- Ingeniería, industria y construcción: 10,7 meses.
- Ciencias sociales, periodismo e información: 10,0 meses
- Humanidades y Artes: 9,5 meses.
- Salud y bienestar: 9,4 meses.
- Ciencias naturales, matemáticas y estadística: 8,6 meses.
- Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria: 7,8 meses.

La tasa de desempleo en el país experimentó un aumento del 8,7%, aunque esta variación no fue uniforme en

todas las regiones. La Sierra presentó el mayor incremento con un 11,8%, seguida por Lima con un 9,5%. Se observaron cambios más moderados en la región Amazónica, con un aumento del 5,2%, y en la costa con un 4,4%. En el año 2020, el 15,5% de los egresados universitarios a nivel nacional se encontraban desempleados.

Si nos enfocamos en la región de Cajamarca, donde se ubican las cuatro universidades bajo estudio y que forma parte de la región de la Sierra, la cual registra indicadores más desafiantes en términos de inserción laboral y empleo para los jóvenes egresados universitarios durante el periodo 2020-2021, podemos concluir que estos desafíos a nivel nacional, y especialmente en la región Sierra, afectan de manera significativa al sistema educativo universitario de Cajamarca. Por lo tanto, es imperativo proponer una reforma en el sistema educativo universitario para alinear la formación profesional con la capacidad de inserción laboral en condiciones propicias.

El avance tecnológico ha introducido transformaciones significativas en el mercado laboral, destacándose la masiva incorporación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Este fenómeno ha impulsado durante décadas la promoción de la alfabetización digital y el uso de estas tecnologías en diversas esferas de la vida cotidiana, acelerando así la velocidad de aprendizaje y adaptación al entorno laboral.

Tabla 5. América Latina (17 países) 2018: Empleados de 15 años y más según el riesgo de automatización de sus trabajos por sectores de actividad (porcentajes)

Nivel Ocupaciones	Sectores de Actividad	Primario	Secundario	Terciario	Promedio Total
Ocupaciones con alto riesgo de automatización		21,6	35,4	34,0	30,3
Ocupaciones con bajo riesgo de automatización		34,4	11,1	14,3	20,0
Ocupaciones no automatizables		44,0	53,5	51,7	49,7
TOTAL		100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: CEPAL, Banco de Datos de Encuesta de Hogares (BADEHOG), y Encuesta PIAAC.

En esta investigación, se realiza un análisis comparativo a nivel de Latinoamérica, Perú y la Región Cajamarca, facilitando la comprensión de la situación actual.

Tabla 6. América Latina (17 países) 2018: Ocupados de 15 años y más en puestos de trabajo con alto riesgo de automatización, según grandes grupos de edad y nivel educativo (en porcentajes)

Nivel Educativo	Edad	Jóvenes 15-29 años	Adultos/mayores 30 años y más
Hasta primaria incompleta		28,9	14,7
Hasta secundaria incompleta		35,8	26,0
Secundaria completa		37,5	33,7
Terciaria o superior incompleta		55,9	48,7
Terciaria o superior completa		38,8	26,1

Fuente: CEPAL, Banco de Datos de Encuesta de Hogares (BADEHOG), y Encuesta PIAAC.

A nivel latinoamericano, se observa que la proporción de jóvenes ocupados en puestos de alto riesgo de automatización supera a la de adultos mayores de 30 años en todos los niveles educativos. Destacan los niveles de educación Superior o Terciaria incompleta (55,9%) y Terciaria o superior completa (38,8%), lo que subraya la necesidad de considerar esta información en el diseño de políticas educativas, especialmente en secundaria y educación superior.

Tabla 7. América Latina (17 países) 2018: Ocupados de 15 años y más en puestos de trabajo con alto riesgo de automatización, según grandes grupos de edad y nivel educativo (en porcentajes)

Nivel Ocupaciones	Sectores de Actividad	Primario	Secundario	Terciario	Promedio Total
Ocupaciones con alto riesgo de automatización		19,4	28,7	27,3	25,2
Ocupaciones con bajo riesgo de automatización		31,9	16,5	20,4	22,9
Ocupaciones no automatizables		48,7	54,8	52,3	51,9
TOTAL		100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 2018. Encuesta de transición de la escuela al trabajo en el Perú 2018.

A nivel nacional en Perú, las ocupaciones no automatizables predominan, constituyendo el 52% en promedio. Sin embargo, las ocupaciones con alto riesgo de automatización representan un riesgo considerable para la demanda laboral de los jóvenes, especialmente en los sectores secundario (28,7%) y terciario (27,3%).

Tabla 8. Ocupados de 15 años y más en puestos de trabajo con alto riesgo de automatización, según grandes grupos de edad y nivel educativo (en porcentajes)

Nivel Educativo	Edad	Jóvenes 15-29 años	Adultos/mayores 30 años y más
Hasta primaria incompleta		24,3	16,8
Hasta secundaria incompleta		32,4	24,9
Secundaria completa		34,7	32,6
Terciaria o superior incompleta		52,8	44,5
Terciaria o superior completa		41,2	28,9

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 2018. Encuesta de transición de la escuela al trabajo en el Perú 2018.

Se destaca que la proporción de jóvenes ocupados en puestos de alto riesgo de automatización es mayor que la de adultos mayores de 30 años en todos los niveles educativos a nivel nacional, enfatizando la necesidad de considerar esta información en el diseño de políticas educativas.

Tabla 9. Cajamarca, Departamento: Empleados de 15 años y más según el riesgo de automatización de sus puestos de trabajo por sectores de actividad (porcentajes)

Nivel Ocupaciones	Sectores de Actividad			Promedio Total
	Primario	Secundario	Terciario	
Ocupaciones con alto riesgo de automatización	16,4	27,8	26,8	23,7
Ocupaciones con bajo riesgo de automatización	29,2	17,9	19,7	22,3
Ocupaciones no automatizables	54,4	54,3	53,5	54,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 2018. Encuesta de transición de la escuela al trabajo en el Perú 2018. Problemática Universitaria 2008-2018 SUNEDU

A nivel departamental en Cajamarca, las ocupaciones no automatizables predominan (54% en promedio). Las ocupaciones con alto riesgo de automatización representan una proporción considerable, especialmente en los sectores secundario (27,8%) y terciario (26,8%).

Tabla 10. Cajamarca, Departamento: Empleados de 15 años y más en puestos de trabajo con alto riesgo de automatización, según grandes grupos de edad y nivel educativo (en porcentajes)

Nivel Educativo	Edad	
	Jóvenes 15-29 años	Adultos/mayores 30 años y más
Hasta primaria incompleta	23,2	15,9
Hasta secundaria incompleta	31,3	23,3
Secundaria completa	34,4	33,2
Terciaria o superior incompleta	48,7	42,8
Terciaria o superior completa	42,1	31,7

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 2018. Encuesta de transición de la escuela al trabajo en el Perú 2018. Problemática Universitaria 2008-2018 SUNEDU

La revolución digital ha impactado diversos ámbitos de la vida a una velocidad y magnitud nunca antes vistas. El creciente uso de la robótica en la producción promete aumentar la productividad de las industrias. La inclusión de nuevas tecnologías ha propiciado la aparición de modelos de negocios innovadores y la automatización de ciertas tareas, modificando las habilidades y competencias necesarias para desempeñar una ocupación.

A través del análisis de las tablas sobre competencias y habilidades esenciales para los jóvenes graduados de la educación superior, se pueden resumir los siguientes enfoques:

Competencias

- Cognitivas, Socioemocionales, Prácticas y Físicas, Aprendizaje.
- Cognitivas avanzadas, Socioemocionales, Digitales.
- Formas de pensar, Herramientas para trabajar, Formas para trabajar, Formas de vida.
- Aprender para saber, Aprender para hacer, Aprender para ser, Aprender para vivir juntos.

Se observa una coincidencia general en estos enfoques, destacando la integralidad del enfoque 4.

Habilidades

- Habilidades en los temas centrales del siglo XXI, Habilidades de aprendizaje e innovación, Habilidades cotidianas y de carrera.
- Alfabetización en información y datos, Comunicación y colaboración, Creación de contenido digital, Seguridad, Resolución de problemas.
- Conciencia y protección ambiental, Adaptabilidad y transferibilidad, Trabajo en equipo, Resiliencia, Comunicación y negociación, Conocimientos empresariales, Mitigación de problemas ambientales y adaptación a estos.
- Escritura, Lectura, Cálculo, Digital.

A pesar de pequeñas variaciones, existe una convergencia en los criterios de estos enfoques, siendo el enfoque 1 y el 3 los más cercanos, con el 3 mostrando integralidad y el 1 enfocándose en habilidades esenciales para el siglo XXI.

Conclusiones

El análisis educativo y de inserción laboral de jóvenes universitarios en Cajamarca durante 2022-2023 revela una tendencia negativa. Los indicadores de la SUNEDU señalan que, a nivel nacional, el 27,8% de los graduados no ingresaron a la planilla electrónica en los 24 meses posteriores a su graduación. Además, la región Sierra, donde se encuentra Cajamarca, muestra el menor promedio de meses empleados (9,2 meses) y el mayor crecimiento del desempleo de egresados universitarios (18,4%). Estos desafíos comprometen el sistema educativo universitario en Cajamarca, sugiriendo la necesidad de reformas para alinear la formación profesional con las condiciones de inserción laboral.

En el contexto de la creciente automatización, los jóvenes de Cajamarca enfrentan riesgos laborales significativos. A nivel departamental, la proporción de jóvenes en empleos de alto riesgo de automatización supera a la de adultos mayores en todos los niveles educativos, especialmente en niveles terciarios. Aunque las ocupaciones no automatizables predominan (54%), las automatizables representan una proporción considerable (23,7%), especialmente en sectores secundario y terciario. Este escenario destaca la exposición de los jóvenes al riesgo de pérdida de empleo. En este contexto, se subraya la necesidad de fomentar competencias y habilidades clave en las universidades de la región, alineadas con las demandas del mercado laboral y la era digital.

Referencias

Auris, V. D., Saavedra, V. P., & Otros. (2022). Una mirada a la educación universitaria en el Perú: política, calidad y docencia. *Revista Latinoamericana OGMIOS*, 2(5), Diciembre 2022, Universidad Nacional del Centro, Huancayo-Perú.

CEPAL. (2001). *La generación de los noventa: ocho tesis erradas sobre juventud, educación y empleo en América Latina y sus implicancias para políticas de equidad*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, Chile.

Fairlie, A. (2019). *Educación y empleo: retos de la Juventud del Bicentenario*. Departamento Académico de Economía, PUCP, Lima, Perú.

Hirsch, M. (2020). *Jóvenes y proyectos de futuro. Entre la educación superior y el trabajo en Cañuelas provincia de Buenos Aires, Argentina*. Publicación del Centro de Estudios de la Argentina Rural, 10(19), Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires-Argentina.

Mendoza, A. (2018). *Jóvenes y desigualdad en un país cuesta arriba*. *La revista del Instituto de Defensa Legal (IDL-Ideele)*, N° 277-Marzo 2018, Lima-Perú.

Mungaray, L. A. (2001). *La educación superior y el mercado de trabajo profesional*. Centro de Investigación Educativa, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.

Navarro, C. J. (2013). *Universidad y mercado de trabajo en Cataluña: un análisis de la inserción laboral de los titulados universitarios*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Políticas y de Sociología, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Nussbaum, M. (2010). *Sin fines de lucro. Por qué la democracia necesita de las humanidades*. Katz editores,

Buenos Aires-Argentina.

Ñopo, H., & Franco, A. P. (2018). Ser joven en el Perú: Educación y trabajo. Avances de investigación sobre empleo, productividad e innovación, Grade (Grupo de Análisis para el Desarrollo), Lima-Perú.

Tuñón, L. (2011). Juventud, educación y trabajo: Oportunidades de inclusión de los jóvenes de Argentina (1974-2008). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Medición de la huella ecológica universitaria

Measurement of the university ecological footprint

Yrma Violeta Rojas Alcalde^{1*}, Héctor Leonardo Gamarra Ortiz¹, Janeth Esther Nacarino Diaz¹

¹Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: yrojas@unc.edu.pe

Resumen

El consumo sostenible implica satisfacer nuestras necesidades actuales y futuras de bienes y servicios de manera ambiental, económica y socialmente sostenible. La Huella Ecológica (HE) se destaca como un indicador valioso, ya que facilita la identificación de los impactos ambientales, económicos y sociales de una población o actividad, determinando la superficie necesaria para mantener su nivel de consumo de recursos y gestionar sus desechos. Las universidades, al igual que otros sectores, están influidas por las tendencias de consumo actuales. En este contexto, resulta relevante explorar la evaluación llevada a cabo en la Universidad Nacional de Cajamarca durante el periodo 2022. La metodología empleada se basa en el enfoque propuesto por López y Blanco, que analiza cinco variables de consumo: agua, energía eléctrica, superficie construida, papel y movilidad. La investigación realiza cálculos directos e indirectos para obtener la superficie requerida para absorber las emisiones de dióxido de carbono generadas por el consumo, incluyendo el consumo de papel de los estudiantes. Los resultados revelan que la Huella Ecológica de la Universidad Nacional de Cajamarca fue de 108,73 hectáreas globales de bosques, necesarias para asimilar las 805,75 toneladas de emisiones generadas por las cinco categorías de consumo analizadas. A nivel individual, se determina que cada persona de la comunidad universitaria requiere 0,0041 hectáreas por persona al año y 0,0053 hectáreas globales por persona al año. Sorprendentemente, la HE de la universidad es 3,45 veces el tamaño de la superficie que ocupa el campus universitario. La investigación propone estrategias específicas para la reducción de la Huella Ecológica por parte de la institución.

Palabras clave: categorías de consumo, emisiones CO₂, factor de conversión, huella ecológica

Abstract

Sustainable consumption involves meeting our current and future needs for goods and services in an environmentally, economically, and socially sustainable manner. The Ecological Footprint (EF) stands out as a valuable indicator, facilitating the identification of environmental, economic, and social impacts of a population or activity by determining the surface area needed to sustain its level of resource consumption and waste management. Universities, like other sectors, are influenced by current consumption trends. In this context, it is relevant to explore the assessment carried out at the National University of Cajamarca during the 2022 period. The methodology is based on the approach proposed by López and Blanco, analyzing five consumption variables: water, electricity, built area, paper, and mobility. The research conducts direct and indirect calculations to determine the surface area required to absorb the carbon dioxide emissions generated by consumption, including student paper consumption. The results reveal that the Ecological Footprint of the National University of Cajamarca was 108.73 global hectares of forests, necessary to assimilate the 805.75 tons of emissions generated by the five categories of consumption analyzed. At the individual level, it is determined that each person in the university community requires 0.0041 hectares per person per year and 0.0053 global hectares per person per year. Surprisingly, the university's EF is 3.45 times the size of the area occupied by the university campus. The research proposes specific strategies for reducing the Ecological Footprint by the institution.

Key words: consumption categories, CO₂ emissions, conversion factor, ecological footprint

Introducción

La relación intrínseca entre la humanidad y la naturaleza se ha vuelto evidente a medida que dependemos de un flujo constante de recursos para satisfacer nuestras necesidades esenciales. Esta conexión fue reconocida tardíamente, especialmente con la publicación del Informe del Club de Roma "Los límites del Crecimiento" en 1972, que alertó sobre la degradación ambiental si se seguía con el modelo de crecimiento tradicional. Este llamado a la acción impulsó el cambio hacia el desarrollo sostenible, donde la Huella Ecológica (HE) emerge como un indicador clave. La HE, como parte de un amplio espectro de índices de sostenibilidad, convierte los consumos de energía y materiales en hectáreas de terreno productivo, proporcionando una comprensión clara del impacto ambiental de nuestras actividades.

El desarrollo sostenible, según la Comisión de Brundtland, busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las generaciones futuras. El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12 destaca la importancia de modalidades de consumo y producción sostenibles, promoviendo la eficiencia en el uso de recursos. Sin embargo, simplificar las variables de consumo sigue siendo un desafío. La HE, creada en los años 90 por Rees y Wackernagel, surge como un indicador que no solo estima los impactos ambientales del

consumo, sino que también orienta las decisiones correctivas. En el contexto universitario, la HE se convierte en un indicador esencial para medir y gestionar el consumo responsable de recursos naturales, incluyendo energía eléctrica, construcciones, papel, agua y combustibles fósiles.

Las instituciones educativas, como la Universidad Nacional de Cajamarca, desempeñan un papel crucial en la transición hacia el consumo sostenible. López y Blanco destacan el aumento del compromiso de las universidades en países desarrollados con el desarrollo sostenible. Sin embargo, la falta de comprensión sobre indicadores ecológicos, como la HE, puede obstaculizar la promoción del consumo sostenible. La presente investigación se enfoca en calcular los consumos de recursos en la comunidad universitaria, abordando el consumo de estudiantes, docentes y personal administrativo en la Sede central. Los resultados y la discusión se plasman en los capítulos tres y cuatro, donde se detalla el marco teórico y la metodología para medir la HE universitaria. Con conclusiones y propuestas de mejora, este estudio contribuye a la promoción del desarrollo sostenible en el ámbito educativo.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo esta investigación, se ha priorizado la recolección de información relacionada con las variables de consumo en la institución. Esto incluye aspectos como agua, electricidad, papel, construcción (edificaciones) y movilidad (gasolina, petróleo). Se han cuantificado las emisiones de dióxido de carbono con el objetivo de medir la Huella Ecológica de la sede central. Esta medición abarca los consumos realizados por estudiantes, docentes universitarios y trabajadores administrativos. Se ha obtenido información directa de las oficinas encargadas de procesar los consumos contables y del portal de transparencia de la universidad. Para calcular la Huella Ecológica, se emplean métodos de observación cuantitativa y se considera la responsabilidad social de la institución. La metodología utilizada es Deductivo-Inductivo, permitiendo un análisis detallado de los resultados y su contraste con la realidad del entorno local. Además, se utiliza el método analítico-sintético para descomponer, resumir y contrastar los resultados obtenidos de encuestas y entrevistas aplicadas en la universidad.

El concepto de consumo se entiende como la "cantidad total de recursos extraídos del medio ambiente, que en parte se utilizan para fines económicos, pero cuyo mayor porcentaje se desecha como desperdicios" (Masera, 2001: 6). La gestión eficiente de los recursos naturales, calculando las emisiones de CO₂ por cada categoría de consumo identificada, permite identificar acciones para reducir las emisiones y promover actividades respetuosas con el medio ambiente en la universidad. La valoración de la Huella Ecológica implica calcular la superficie biológicamente productiva necesaria para satisfacer el consumo promedio de recursos naturales, utilizando índices de productividad a escala global o específica. Para lograr comparabilidad entre medidas de superficie, se introduce la unidad de la hectárea global (hag), que denota la productividad media de todas las

áreas biológicamente productivas a nivel mundial. La Huella Ecológica determina el área de tierra necesaria para proporcionar los recursos utilizados por la gente, incluyendo la absorción de CO₂ y las infraestructuras (WWF, 2010).

El índice de conversión, en el contexto de la Huella Ecológica, se define por el consumo de energía, materia prima, combustible y otros asociados con la gestión de un producto o residuo. Para estimar la Huella Ecológica Universitaria (HE) de la Universidad Nacional de Cajamarca, se emplea la metodología propuesta por López y Blanco. Este método incluye cálculos directos e indirectos basados en el consumo de recursos de un año obtenido tanto de fuentes directas como indirectas. Para las categorías donde no hay registros de consumo, se realiza un cálculo indirecto mediante encuestas. El cálculo total de la HE implica determinar el área de bosque necesario para absorber el CO₂ generado por el consumo, sumando el espacio ocupado por los edificios universitarios (López y Blancas, 2009: 1-24).

Resultados y discusión

Categoría de Consumo de Agua

En la universidad, el consumo de agua se abastece de dos formas. Primero, a través de la red de agua potable y alcantarillado en Cajamarca, proporcionada por la empresa prestadora de servicios, EPS Sedacaj S.A. (Sedacaj), que factura por Agua Potable y Alcantarillado. En segundo lugar, la universidad se abastece mediante agua de pozo tubular del acuífero Yanacocha, construido por la universidad. El recibo indica que el pozo está subexplotado y se paga por agua subterránea. El recibo, que cubre el periodo del 1 de enero al 31 de diciembre de 2022, refleja un volumen de 270 437,93 m³, con un monto de pago de S/.10 222,55, abonado a la Autoridad Nacional de Agua (ANA) en Lima. En esta categoría, se emiten 68,9 toneladas de dióxido de carbono, representando el 8,6% del total de emisiones en la universidad (805,75 toneladas).

Categoría de Consumo de Energía Eléctrica

Las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica ascienden a 352,88 toneladas de dióxido de carbono, representando el mayor porcentaje de participación, con un 43,8%. Esta alta proporción destaca la necesidad de concentrarse en actividades que reduzcan el consumo y las emisiones de CO₂. Para lograrlo, se deben implementar cambios en los estilos de enseñanza-aprendizaje, convirtiéndose en una parte esencial de la gestión universitaria.

Categoría de Consumo de Papel

La categoría de consumo de papel contribuye con un 14,4% a las emisiones totales de dióxido de carbono,

ocupando el tercer lugar en términos de porcentaje. Con 115,76 toneladas de CO₂ generadas, es crucial abordar la preocupación por la reducción de emisiones asociadas al uso de papel.

Categoría de Consumo de Construcción

La construcción de edificaciones constituye la segunda categoría con mayor participación porcentual, generando el 24,2% de las emisiones totales, equivalentes a 194,7 toneladas de CO₂ en el campus universitario.

Categoría de Movilidad

En la categoría de consumo de movilidad, que abarca el uso de gasolina y petróleo, se evidencia que la mayor cantidad de unidades móviles funciona con petróleo. Aunque la proporción de emisiones porcentuales es del 9,1%, 4,8 veces menor que el consumo de electricidad (43,8%), se generan 73,42 toneladas de dióxido de carbono. Esto sugiere la necesidad de analizar las rutas y fomentar el uso racional del combustible fósil en la institución.

Cálculo de la Huella Ecológica

Los resultados de la Tabla 13 revelan que la Universidad Nacional de Cajamarca, mediante la evaluación de su huella ecológica, ha generado 805,75 toneladas de dióxido de carbono durante el año 2022. Esto se traduce en una huella ecológica de 84,29 hectáreas por año y 108,73 hectáreas globales por año. En otras palabras, sería necesario un área de 84,29 hectáreas de bosque andino para absorber las emisiones de CO₂ producidas en ese periodo. Además, se requerirían 108,73 hectáreas globales de bosque estándar a nivel mundial para asimilar estas emisiones. Este cálculo también considera el total de la comunidad universitaria involucrada en 2022, compuesta por estudiantes, docentes y administrativos, que suman 20 572 personas. Relacionando la emisión total de 805,75 toneladas con el número total de personas involucradas, se obtiene la Huella Ecológica (HE) de la Universidad Nacional de Cajamarca. A nivel individual, la HE personal es de 0,0041 hectáreas por persona al año y 0,0053 hectáreas globales por persona al año a escala mundial.

Tabla 1. Estimación de la Huella Ecológica en la Universidad Nacional de Cajamarca

Categorías	Tn CO₂	HE (ha/año)	HE (hag/año)
Agua	68,99	23,62	30,47
Energía Eléctrica	352,88	53,32	68,78
Papel virgen	115,76	5,20	6,71
Construcción	194,70	1,55	2,00
Combustible	73,42	0,60	0,78
Total	805,75	84,29	108,73

Nota: Información obtenida a partir de los registros contables de la UNC

Analizando los niveles de emisiones en cada categoría de consumo, se destaca que tanto el consumo de electricidad como la construcción de edificaciones contribuyen significativamente, aportando un 68% del total. Es crucial identificar las actividades académicas y administrativas que impulsan este aumento en el consumo eléctrico y de construcción. Esto implica evaluar el aprovechamiento de la luz natural, la orientación de las construcciones, el uso de colores claros en paredes y muebles, la eficiencia energética de los equipos y la adopción de prácticas ecoamigables, como apagar luces y desconectar dispositivos no utilizados. Una campaña de concientización ambiental dirigida a la comunidad universitaria resulta esencial.

En cuanto a las construcciones, se propone organizar encuentros y talleres que aborden la construcción eficiente y sostenible, promoviendo la reutilización y el rediseño. La formación de equipos multidisciplinarios con profesionales innovadores también es clave para alcanzar el objetivo de reducir emisiones. En la categoría de consumo de papel, considerando que representa el 14,4% de las emisiones totales, se sugiere priorizar acciones para reducir emisiones en las categorías de electricidad, construcción y papel virgen. Estas tres categorías, combinadas, representan el 82,4% de las emisiones totales, subrayando la importancia de focalizar esfuerzos en estas áreas para mejorar el medio ambiente.

Para abordar las emisiones de dióxido de carbono en las categorías de consumo (Agua, Electricidad, Construcción, Papel, Movilidad), la Universidad Nacional de Cajamarca propone diversas estrategias. Entre ellas se encuentran la formulación e implementación de programas de desempeño y mejora continua, la prevención, control, mitigación, compensación y corrección de impactos, la formulación y modificación de programas y lineamientos para monitorear y dar seguimiento al ahorro de energía, la plantación de 50 hectáreas con especies locales en el campus, la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales para recuperar y reutilizar agua, y la implementación de medidas de ecoeficiencia para reducir el consumo de energía eléctrica.

Conclusiones

Las conclusiones derivadas de la evaluación de la Huella Ecológica (HE) generada por la comunidad universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca en el año 2022 son reveladoras. La HE total alcanzó 84,29 hectáreas por año y 108,73 hectáreas globales, indicando que sería necesario un área de 84,29 hectáreas de bosque andino o 108,73 hectáreas globales de bosque estándar mundial para absorber las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) producidas durante ese período. Las cinco categorías de consumo identificadas, que incluyen agua, electricidad, papel, construcción y movilidad, contribuyeron conjuntamente a la generación de

805,75 toneladas de CO₂, distribuidas de manera específica en cada categoría.

El análisis detallado de las huellas ecológicas por categoría, calculado directamente, reveló valores significativos. Para el agua, se obtuvo una huella de 23,62 hectáreas por año; para la electricidad, 53,32 hectáreas por año; en papel, 5,20 hectáreas por año; en construcción, 1,55 hectáreas por año; y en movilidad, 0,60 hectáreas por año, sumando un total de 84,29 hectáreas por año. Estos resultados proporcionan información valiosa para comprender y abordar específicamente las áreas de mayor impacto.

En vista de estos hallazgos, se propone la implementación de un plan integral de estrategias destinadas a mejorar la Huella Ecológica de la Universidad Nacional de Cajamarca. Este plan, centrado en el cuidado del medioambiente, busca mitigar las emisiones de CO₂ en las diversas categorías de consumo identificadas, fomentando prácticas sostenibles y promoviendo una cultura ambientalmente responsable en toda la comunidad universitaria.

Referencias

Caferata Marcelo. (2001). Estados, mercados, comunidades y recursos naturales – apuntes teóricos para la discusión de una política de integración ambientalmente sustentable.

Carballo Penela, A. (2008b). Hacia el desarrollo sostenible de organizaciones y empresas: la huella ecológica corporativa y su aplicación a un productor de mejillón en Galicia. *Revista Luna Azul*, 27, España, pp. 8-26.

Carballo Penela, A. (2010). El método compuesto de las cuentas contables (MC3): una herramienta para la responsabilidad social corporativa. Universidad de Santiago de Compostela, España, pp. 1-25.

Carballo Penela, A. (2010). Utilidad de la huella ecológica y del carbono en el ámbito de la responsabilidad social corporativa (RSC) y el ecoetiquetado de bienes y servicios. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, pp. 1-17.

Carballo Penela, A., & García-Negro, M. D. C. (2008a). La huella ecológica y su aplicación a organizaciones: el caso de una empresa conservera en Galicia. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, 1(03), España. Recuperado el 20 de octubre de 2017, de <http://www.eumed.net/rev/delos/03/cgn.htm>

Chávez Suazo, J. (2018). Captura y almacenamiento de carbono de los bosques estacionalmente secos de la costa norte (Lambayeque), como mitigación frente al cambio climático (Tesis para optar el título profesional de ingeniero Ambiental). Universidad Nacional Agraria de la Molina, Lima, Perú, pp. 11-19, 43-45.

Dasgusta, P., & Maler, K. G. (1991). El ambiente y los nuevos temas de desarrollo y medio ambiente, hacia un

enfoque integrador. Ed. CIEPLAN. Santiago de Chile, pp. 25-44.

Domenech Quesada, J. L. (2006). Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa. Autoridad Portuaria de Gijón. Centro Argentino de estudios Internacionales- Programa Recursos Naturales &Desarrollo, Málaga, España, pp. 1-38.

Escobar, A. (2005). El posdesarrollo como concepto y práctica social. En Políticas de Economía, ambiente y sociedad en tiempos de globalización. Caracas, Venezuela, pp. 20-23.

Gallopin, G. (1979). El medio ambiente humano. Proyecto CEPAL/PENUMA Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina. Santiago, pp. 33-39.

Global Footprint Network. (2014). Recuperado el 15 de septiembre de 2018, de <http://data.footprintnetwork.org>.

Huerta Esquivel, J., & Popayan Valverde, E. (2018). Determinación de la Huella Ecológica en la comunidad Universitaria Santiago Antúnez de Mayolo, Campus Universitario de Shancayán – Periodo Anual 2014 (Tesis título de ingeniero ambiental).

Inostroza Pino, L. (2005). La huella urbana y ecológica de Magallanes: Una Mirada sobre Nuestra Insostenibilidad. Urbano, 8(11), Universidad del Bio Bio. Concepción Chile, pp. 28-11.

IPCC- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. (2007). Contribución del grupo de trabajo III, al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático. Ginebra, Suiza, pp. 2-11, 35-38.

Jaimes Gutiérrez, L. (2019). Estimación de la Huella Ecológica de la Universidad Peruana Unión (Tesis Mag en Desarrollo ambiental). Escuela Posgrado Pontificia Universidad Católica del Perú.

Ministerio del Ambiente. (2009). Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público. DS:009-2009-MINAN. Lima, Perú.

Ministerio del Ambiente. (2012). Huella Ecológica en el Perú. Lima, Perú, pp. 1-16.

Ministerio del Ambiente. (2013). Cálculo de la huella ecológica departamental y por estratos socioeconómicos. Lima, Perú, pp. 1-36.

Ministerio del Ambiente. (2014). Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú. Lima, Perú, pp. 21, 31, 49-59.

Naciones Unidas (ONU)- CEPAL. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, pp. 1-14, 39-40.

Olalla Tárrega, M. (2003). Indicadores de sostenibilidad y Huella Ecológica. Aplicación a la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), pp. 1-17.

Pontificia Universidad Católica del Perú-PUCP. (2011). Huella Ecológica del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú 2010-2011. Resultados del Estudio. Lima, pp. 1-10.

Stiglitz, J. (2006). Cómo hacer que funcione la globalización. Cap.2 La promesa del Desarrollo. Ed.Taurus, Buenos Aires, Argentina, pp. 75-85.

Wackernagel, M., & Rees, W. (2001). Nuestra Huella Ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la tierra. Santiago: LOM ediciones, pp. 25-29.

WWF Internacional. (2016). Planeta Vivo Informe 2016. Riesgo y resiliencia en una nueva era. Suiza, pp. 12-14.

Young, K., & Postigo, J. (2016). Reflexiones finales: ámbitos socio-ecológicos y dinamismo ambiental, en Naturaleza y Sociedad: Perspectivas socio- ecológicas sobre cambios globales en América Latina. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO), Instituto de Estudios Peruanos (IEP). Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto de Ciencias de la Naturaleza (INTE-PUCP). Lima, Perú, pp. 421-430.

Optimización geológica de las calizas en la Formación Cajamarca para la producción de óxido de calcio (cal) en la localidad de Chamis, Cajamarca, Perú

Geological study of limestones in the Cajamarca Formation for the production of calcium oxide (lime) in the Chamis Locality, Cajamarca, Peru

Hugo Mosqueira¹, Alejandro Lagos¹, Eduardo Rodríguez¹, Eduardo Salazar^{1*}

¹Facultad de Educación, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: esalazar@unc.edu.pe

Resumen

La industria de minería de minerales no metálicos desempeña un papel crucial en el desarrollo económico e industrial de Perú. En la región de Cajamarca, la demanda de óxido de calcio es significativa, tanto en la industria agropecuaria como en la minera. En la localidad de Chamis, ubicada al noreste de la ciudad de Cajamarca, se encuentran extensos afloramientos de calizas pertenecientes a la Formación Cajamarca del Cretácico superior. Los resultados químicos y observaciones macroscópicas indican condiciones altamente propicias para la explotación de óxido de calcio en esta área. La proximidad de estos afloramientos a la carretera principal presenta una ventaja logística importante, ya que contribuiría a la reducción de los costos asociados con el transporte del material extraído, su traslado a los hornos de calcinación y la posterior comercialización del producto. Este factor estratégico no solo facilitaría la eficiencia operativa, sino que también potenciaría la competitividad del proyecto, consolidando así la viabilidad económica de la explotación de calizas en la Formación Cajamarca en la localidad de Chamis.

Palabras clave: Cajamarca, explotación de calizas, minería no metálica, óxido de calcio, ventaja logística

Abstract

The non-metallic mining industry plays a crucial role in the economic and industrial development of Peru. In the Cajamarca region, there is significant demand for calcium oxide, both in the agricultural and mining sectors. In the locality of Chamis, located northeast of the city of Cajamarca, extensive outcrops of limestones from the Upper Cretaceous Cajamarca Formation are observed. Chemical results and macroscopic observations indicate highly favorable conditions for the exploitation of calcium oxide in this area. The proximity of these outcrops to the main road presents a significant logistical advantage, as it would contribute to reducing the costs associated with the transportation of extracted material, its transfer to calcination furnaces, and subsequent product marketing. This strategic factor not only enhances operational efficiency but also boosts the project's competitiveness, thereby consolidating the economic viability of limestone exploitation in the Cajamarca Formation in the Chamis locality.

Key words: Cajamarca, calcium oxide, limestone exploitation, logistic advantage, non-metallic mining

Introducción

La investigación geológica dedicada al estudio de las calizas con el propósito de obtener óxido de calcio (cal) es un campo de indagación esencial en la intersección entre la geología aplicada y la industria. La cal, reconocida por sus múltiples aplicaciones en sectores tan diversos como la agricultura, la construcción y la metalurgia, ha desencadenado un interés significativo en la evaluación detallada de los depósitos de calizas que constituyen su fuente primaria. Este estudio geológico se convierte, por tanto, en una empresa de vital importancia, ya que no solo aborda la caracterización de las formaciones geológicas que albergan estos depósitos, sino que también busca comprender la compleja interacción entre las propiedades geológicas y la calidad del óxido de calcio resultante.

En particular, el enfoque de esta investigación se centra en las calizas, cuyas propiedades intrínsecas y distribución geográfica tienen un impacto directo en la viabilidad y eficiencia de la producción de óxido de calcio. Se exploran aspectos geológicos detallados, incluyendo la edad de las formaciones calizas, sus características físicas y químicas, así como la evaluación de la factibilidad económica de su explotación. Este estudio no solo aporta a la comprensión geológica fundamental, sino que también proporciona una base sólida para la optimización de procesos industriales relacionados con la obtención de cal a partir de calizas.

La metodología adoptada en este estudio abarca una amplia gama de técnicas geológicas y analíticas, desde la cartografía geológica detallada hasta análisis químicos precisos. Este enfoque multidisciplinario permite una evaluación integral de las condiciones geológicas que afectan la calidad y cantidad de cal que puede ser

obtenida. Además, se abordan consideraciones logísticas y económicas relacionadas con la ubicación de los yacimientos de calizas, destacando la importancia de la accesibilidad y la infraestructura de transporte en la viabilidad comercial de la explotación.

En síntesis, este estudio geológico de las calizas para la obtención de óxido de calcio se presenta como un componente esencial para el avance de la comprensión geológica aplicada y la mejora de las prácticas industriales asociadas. A medida que se profundiza en la complejidad de estas formaciones geológicas, se abre una ventana de oportunidad para optimizar la explotación de recursos naturales, contribuyendo así al desarrollo sostenible y al progreso económico. Por ello, el presente estudio tuvo la finalidad de realizar el estudio geológico en la localidad de Chamis y sus alrededores para identificar los afloramientos de las calizas de la Formación Cajamarca y realizar análisis químicos para determinar si son aptas para su explotación. Esta zona de estudio abarca un área aproximada de 36,9 km².

Materiales y métodos

La investigación se centró prioritariamente en la evaluación de la idoneidad de las rocas calizas pertenecientes a la Formación Cajamarca para la obtención de óxido de calcio, dada la significativa demanda de este material en la región de Cajamarca. El estudio se llevó a cabo en la porción noroeste de la ciudad de Cajamarca y en la dirección oeste de la localidad de Chamis (Figura 1).



Figura 1. Imagen satelital de la zona de estudio

Como unidad de análisis se seleccionaron los afloramientos de la Formación Cajamarca, compuesta por calizas gris azulinas, estratos sólidos y altamente resistentes a la erosión, caracterizadas por su elevada pureza en



Figura 3. Afloramiento que pertenece a la Formación Cajamarca (Estación CHA-01)

La morfología de este afloramiento se caracteriza por estratos de calizas con un espesor de dos metros, presentando una tonalidad gris azulina que distingue su apariencia. Dichas capas se entremezclan con estratos más delgados, con un grosor de 0,5 metros. La exposición de estas calizas revela una serie de fracturas que añaden complejidad a la estructura geológica circundante.

Para obtener una comprensión más detallada de las propiedades fisicoquímicas de la muestra de caliza proveniente de esta estación, se realizó un análisis exhaustivo. Este análisis abordó aspectos clave como la composición mineralógica, la presencia de impurezas, y la determinación de características físicas, proporcionando información crucial para evaluar la idoneidad de estas calizas en la obtención de óxido de calcio (Figura 4 y Tabla 1):

ANÁLISIS QUÍMICO										
Código	Formación	% Material Insoluble	% CaO	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% MgO	% SO ₃	% Pérdida por calcinación	% CO ₂ Ca
CHA-01	Fm. Cajamarca	3.80	51.80	2.08	0.55	0.21	0.11	0.18	44.09	88.00

ANÁLISIS FÍSICO	
Determinación física	Resultados
Color	Gris azulino
Dureza	Media a alta
Grado de alteración	Bien conservada
Fractura	Irregular a veces concoidea

NORMAS UTILIZADAS :
 ASTM C25-96
 NTP 334.13

Figura 4. Análisis químico de la caliza de la estación CHA-01

Tabla 1. Estudio macroscópico de la muestra de la estación CHA-01

Color superficial	Gris oscuro	
Color de muestra fresca	Gris azulino	
Dureza	Alta	
Componente principal	CO ₃ Ca	
Arcillas	8%	
Fractura	Irregular	
Grado de alteración	Incipiente	
Reacción al HCL	Fuerte efervescencia	
Aspecto superficial	Estructuras de disolución (lapiáz)	
Descripción:	En la muestra de caliza se observan venillas de calcita. Los afloramientos son muy conspicuos. Las calizas de la Formación Cajamarca se muestran con mayor resistencia a la erosión que las otras formaciones calcáreas.	
		Caliza micrítica

Segunda estación

En la presente estación, los afloramientos de calizas exhiben una orientación predominante de NO-SE, formando parte esencial del núcleo del sinclinal Urubamba y presentando un buzamiento promedio de 40°. La composición de este afloramiento incluye estratos de calizas con un espesor de un metro, caracterizadas por su tonalidad gris azulina y su alternancia con estratos más delgados de 0,8 metros (Figura 5).



Figura 5. Afloramientos de calizas en la estación CHA-02

La exposición de estas calizas revela una serie de fracturas, cuya génesis se atribuye a la actividad tectónica Incaica. Estas fracturas contribuyen a la complejidad estructural del afloramiento, brindando valiosa información sobre los procesos geodinámicos que han moldeado la región.

A continuación, se presentan los resultados del análisis fisicoquímico correspondientes a la estación 2, proporcionando una visión detallada de las propiedades de las calizas en estudio. Además, se incluyen los hallazgos obtenidos en el marco del estudio general, consolidando así una comprensión integral de las características geológicas y fisicoquímicas de la zona (Figura 6 y Tabla 2).

III. ANÁLISIS QUÍMICO										
Código	Formación	% Material Insoluble	% Cao	% SiO2	% Al2O3	% Fe2O3	% MgO	% SO3	% Perdida por calcinación	% CO3Ca
CHA-01	Fm. Cajamarca	3.50	50.60	2.02	0.51	0.22	0.12	0.15	44.09	91.01

IV. ANÁLISIS FÍSICO	
Determinación física	Resultados
Color	Gris azulino
Dureza	Media a alta
Grado de alteración	Bien conservada
Fractura	Irregular a veces concoidea

NORMAS UTILIZADAS:
 ASTM C25-96
 NTP 334.13

Figura 6. Análisis químico de la caliza de la estación CHA-02

Tabla 2. Estudio macroscópico de la muestra de la estación CHA-02

Color superficial	Gris marrón	
Color de muestra fresca	Gris azulino	
Dureza	Media a alta	
Componente principal	CO3 Ca	
Arcillas	0.5%	
Fractura	Irregular	
Grado de alteración	Incipiente	
Reacción al HCl	Alta efervescencia	
Aspecto superficial	Estructuras de disolución (lapiáz)	
Descripción:	En la muestra de caliza se observan venillas de calcita. Los afloramientos son muy conspicuos. Las calizas de la Formación Cajamarca se muestran con mayor resistencia a la erosión que las otras formaciones de calizas.	

Caliza micrítica, color gris azulada.

Tercera estación

En esta estación, los afloramientos de calizas exhiben una marcada orientación NO-SE y forman parte integral del flanco occidental del sinclinal Urubamba, caracterizándose por un buzamiento promedio de 35°. Este afloramiento se compone de estratos de calizas gruesas, presentando una tonalidad gris azulina en estado fresco. Estos estratos de calizas ocupan la posición superior de la secuencia cretácica, coronando la formación geológica (Figura 7).



Figura 7. Afloramientos de calizas en la estación CHA-03 (flanco del sinclinal Urubamba)

La exposición de estas calizas revela su robustez y presencia distintiva en la secuencia cretácica. A continuación, se presentan los resultados derivados del análisis fisicoquímico y los hallazgos del estudio macroscópico de la muestra recolectada en esta estación. Estos datos contribuirán significativamente a la comprensión detallada de las propiedades geológicas y físicas de las calizas en cuestión, fortaleciendo así la base de conocimientos para futuras investigaciones y aplicaciones industriales (Figura 8 y Tabla 3).

V. ANÁLISIS QUÍMICO										
Código	Formación	% Material Insoluble	% CaO	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% MgO	% SO ₃	% Pérdida por calcinación	% CO ₃ Ca
CHA-01	Fm. Cajamarca	3.45	52.50	2.09	0.52	0.25	0.15	0.14	45.01	89.16

VI. ANÁLISIS FÍSICO	
Determinación física	Resultados
Color	Gris azulino
Dureza	Media a alta
Grado de alteración	Bien conservada
Fractura	Irregular a veces concolídea

NORMAS UTILIZADAS:
ASTM C25-96
NTP 334.13

Figura 8. Análisis químico de la caliza de la estación CHA-03

Tabla 3. Estudio macroscópico de la muestra de la estación CHA-03

Color superficial	Gris oscuro	
Color de muestra fresca	Gris azulino	
Dureza	Alta	
Componente principal	CO ₃ Ca	
Arcillas	0.5%	
Fractura	Irregular a concoidea	
Peso específico	2.6 TM/m ³ (teórico)	
Grado de alteración	Incipiente	
Reacción al HCL	Fuerte efervescencia	
Aspecto superficial	Estructuras de disolución (lapiáz)	
Descripción: En la muestra de caliza se observan venillas de calcita. Los afloramientos son muy conspicuos. Las calizas de la Formación Cajamarca se muestran con mayor resistencia a la erosión que las otras formaciones de calizas. Muestra pequeños fragmentos de conchas de fosiles.		Caliza micrítica

Conclusiones

En la localidad de Chamis, se destacan extensos afloramientos de la Formación Cajamarca, los cuales emergen hacia el noroeste y constituyen el núcleo del Sinclinal Urubamba, con una orientación predominante de noroeste a sureste. Estos afloramientos están compuestos por estratos robustos de calizas gris azulinas, demostrando una notable resistencia a la erosión. Los análisis químicos realizados por el laboratorio INGEOCONSULT & LAB S.R.L revelan elevados contenidos de carbonato de calcio (CO₃Ca) y óxido de calcio (CaO), indicando que estas calizas son altamente adecuadas para la producción de cal. Además, los estudios petrográficos macroscópicos señalan que estas calizas presentan características micríticas, con fractura irregular a concoidea, dureza media a alta, fuerte reacción al HCl, bajo contenido de arcillas, escasa alteración y marcas de disolución (lapiáz). La inclinación promedio de los estratos de calizas, 35°, sugiere que el método de explotación por bancos sería apropiado, y la escasa presencia de material cuaternario en los afloramientos respalda la factibilidad de la explotación sin dilución significativa de la ley.

Con base en los hallazgos, se recomienda a las empresas dedicadas a la explotación de calizas llevar a cabo trabajos en esta localidad, aprovechando las condiciones propicias identificadas en los análisis. Se sugiere la colaboración con un geólogo especializado para la elección del método óptimo de explotación, con el objetivo de maximizar la eficiencia productiva. Asimismo, se hace hincapié en la importancia de realizar la exploración geológica con un enfoque ambientalmente consciente, asegurando prácticas sostenibles durante el proceso de explotación.

Referencias

- Billings, P. (1974). *Structural Geology*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Rivadavia, Argentina.
- Carrasco, D. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Editorial San Marcos. Perú.
- Davis, M. R., & Thompson, L. J. (2017). Geological and Geochemical Characteristics of Gold Deposits in the Andean Belt. *Ore Geology Reviews*, 80, 876-892. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.10.020>
- García, M. A., & López, R. S. (2019). Environmental Impacts of Mining Activities: A Comprehensive Review. *Journal of Environmental Management*, 248, 109227. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.07.052>
- García-Castro, R., & Martínez, L. E. (2016). Assessment of Water Quality in Rivers Affected by Mining Activities: A Case Study in Northern Peru. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(2), 88. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5133-z>
- Lagos, A., & Quispe, Z. (2006). Aportes al Análisis de Cuencas Sedimentarias en los alrededores de las localidades de los Baños del Inca, Cruz Blanca, Otuzco, distrito de Cajamarca. *Boletín del XIII Congreso Peruano de Geología. Publicación Especial N° 7*. Lima, Perú.
- Lahee, F. H. (1970). *Geología Práctica* (3a ed.). Omega S.A. Barcelona, España.
- Reyes Rivera, L. (1980). *Boletín N° 31 - Estudio por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Serie A – Carta Geológica Nacional Lima – Perú*.
- Rodríguez, P., & Fernández, S. (2020). Sustainable Quarrying Practices: A Case Study in the Cajamarca Region. *Journal of Sustainable Mining*, 19(2), 86-97. <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2020.04.002>
- Smith, J. A., & Johnson, R. B. (2018). *Qualitative Research Methods*. Sage Publications.

**Determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del Manantial La Manzanilla, Michiquillay –
La Encañada, Cajamarca**

**Determination of the physicochemical and bacteriological quality of La Manzanilla Spring, Michiquillay
– La Encañada, Cajamarca**

Ramiro Salazar Salazar^{1*}, Augusto Chavez Correa¹, Jorge Lezama Bueno¹, Casimiro Paico Cusquisibán¹

¹Facultad de Educación, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: rsalazar@unc.edu.pe

Resumen

La investigación aborda dos aspectos fundamentales: las propiedades fisicoquímicas y la presencia de bacterias en el agua. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, se examinan parámetros como la acidez, alcalinidad, dureza, conductividad eléctrica, entre otros. Estos factores son indicativos de la composición química del agua y su capacidad para satisfacer las necesidades humanas sin representar riesgos para la salud. La evaluación bacteriológica se enfoca en identificar la presencia de microorganismos patógenos que podrían causar enfermedades. Se emplean técnicas especializadas para detectar la posible contaminación microbiológica del manantial. Los resultados de estas pruebas son cruciales para determinar si el agua es apta para el consumo humano sin representar un riesgo para la salud. Este estudio no solo contribuye a la protección de la salud de la población local, sino que también puede tener implicaciones más amplias para la gestión sostenible del recurso hídrico en la región. Los datos recopilados proporcionarán información valiosa para las autoridades locales y los responsables de la toma de decisiones en términos de políticas de agua y medidas de conservación. En conclusión, la investigación sobre la calidad del agua en el manantial La Manzanilla en Michiquillay es esencial para garantizar la seguridad hídrica y la salud de la comunidad. Los resultados obtenidos pueden tener un impacto significativo en la formulación de políticas y prácticas de gestión del agua en la región de Cajamarca, promoviendo así el bienestar de la población y la conservación sostenible de este recurso vital.

Palabras clave: calidad del agua, evaluación bacteriológica, gestión sostenible del agua, propiedades fisicoquímicas

Abstract

The research addresses two fundamental aspects: the physicochemical properties and the presence of bacteria in the water. Regarding physicochemical properties, parameters such as acidity, alkalinity, hardness, electrical conductivity, among others, are examined. These factors are indicative of the chemical composition of the water and its ability to meet human needs without posing risks to health. Bacteriological assessment focuses on identifying the presence of pathogenic microorganisms that could cause diseases. Specialized techniques are employed to detect potential microbiological contamination of the spring. The results of these tests are crucial to determine if the water is suitable for human consumption without posing a risk to health. This study not only contributes to the protection of the health of the local population but may also have broader implications for the sustainable management of the water resource in the region. The collected data will provide valuable information for local authorities and decision-makers in terms of water policies and conservation measures. In conclusion, research on the water quality in the La Manzanilla spring in Michiquillay is essential to ensure water safety and community health. The obtained results can have a significant impact on the formulation of water management policies and practices in the Cajamarca region, thus promoting the well-being of the population and the sustainable conservation of this vital resource.

Key words: bacteriological assessment, physicochemical properties, quality of water, sustainable water management

Introducción

La determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de un manantial con influencia minera es un tema de crucial importancia en la actualidad, dado el creciente impacto de la actividad minera en los recursos hídricos. Este análisis se centra en comprender los desafíos y las implicaciones asociadas con la presencia de componentes minerales en fuentes de agua natural.

Desde el punto de vista fisicoquímico, la influencia minera puede introducir una variedad de elementos como metales pesados, cianuro y sulfuros, que afectan la composición química del agua. La acidez, alcalinidad, dureza y conductividad eléctrica son parámetros críticos a evaluar en este contexto. La exposición a altas concentraciones de metales pesados, como el plomo, el arsénico o el mercurio, puede tener consecuencias perjudiciales para la salud humana y el ecosistema acuático.

La evaluación bacteriológica también cobra relevancia, ya que la presencia de sustancias minerales puede crear un entorno propicio para el desarrollo de microorganismos patógenos. Esto plantea riesgos significativos para la salud, ya que las comunidades que dependen de estos manantiales podrían estar expuestas a

enfermedades transmitidas por el agua.

La síntesis de información revela la necesidad crítica de implementar protocolos de monitoreo exhaustivos en áreas con influencia minera. Estos deben incluir métodos de muestreo especializados y técnicas analíticas avanzadas para evaluar la presencia y concentración de sustancias químicas y bacterias. La colaboración entre entidades gubernamentales, empresas mineras y comunidades locales es esencial para garantizar una gestión sostenible de los recursos hídricos y proteger la salud de las poblaciones afectadas.

El estudio en cuestión representa una contribución esencial para evaluar la calidad del agua que utilizan los residentes de la zona baja del sector Michiquillay, específicamente en el distrito de La Encañada. El principal objetivo fue determinar tanto la calidad fisicoquímica como microbiológica del manantial La Manzanilla, ubicado en el distrito de La Encañada, perteneciente a la provincia de Cajamarca, en la región homónima de Cajamarca.

Materiales y métodos

Material Biológico

El estudio utilizó muestras de agua como material biológico, recolectadas del manantial La Manzanilla en el sector Michiquillay, distrito de La Encañada, Cajamarca.

Material Químico

Se empleó un kit Merck que incluía reactivos para analizar aluminio (Al) y hierro (Fe), junto con hidróxido de sodio. El material de vidrio utilizado comprendía fioles de 100 mL, pipetas de 1,5 y 10 mL, termómetros, tubos de ensayo, varillas de agitación y vasos de precipitación de 250 mL.

Equipos

El proceso contó con el soporte de una balanza analítica digital, un espectrofotómetro de absorción atómica, un pH-metro y un conductímetro.

Método

La población bajo estudio abarcó las aguas subterráneas en el sector La Manzanilla de Michiquillay, distrito La Encañada, Cajamarca. Las muestras se tomaron conforme al Protocolo de Monitoreo de DIGESA, remontando a 1 L. Se siguieron métodos normalizados para el análisis de agua, específicamente los descritos por la American Public Health Association (APHA), la American Water Works Association (AWWA) y la Water Pollution

Control Federation (WPCF). Además, se implementaron métodos conforme a la Ley de Recursos Hídricos y la Ley General del Ambiente, garantizando así la aplicación de estándares reconocidos y la conformidad con regulaciones ambientales nacionales.

Resultados y discusión

Se llevó a cabo un análisis de la calidad inicial del agua subterránea procedente del Manantial La Manzanilla, ubicado en el Sector Michiquillay, distrito de La Encañada, Cajamarca. Al contrastar los resultados obtenidos en el laboratorio con los parámetros establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA, Anexo 11: Límites Máximos Permisibles de Calidad Organoléptico, Microbiológicos y Parasitológicos), se verificaron los valores conforme se detalla en la Tabla 1.

El análisis de las muestras de agua se efectuó en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Cajamarca. Para llevar a cabo este proceso, se utilizó el espectrofotómetro Merck SQ118, ubicado en el laboratorio de química de la Escuela de Ingeniería Ambiental. Cabe destacar que, para las muestras líquidas, las lecturas fueron reportadas en miligramos por litro (mg/L). Este enfoque permitió una evaluación precisa de los niveles de diversos componentes, asegurando así una comparación detallada con los estándares regulatorios establecidos para garantizar la calidad del agua destinada al consumo humano.

Tabla 1. Resultados de los análisis fisicoquímicos

ÉPOCA			ÉPOCA SECA				ÉPOCA LLUVIOSA			
MES			Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Parámetro	LMP	Unidad								
pH	6,5-8,5	pH	7,80	8,29	8,19	7,9	8,08	7,99	8,16	7,29
C.E	1500	uS/cm	660	882	998	972	608	489	484	434
Turbidez	5	UNT	2,1	1,4	2,9	2,8	3	2,1	2	3
S.T.D.	1000	mg/L	600	635	609	700	400	300	391	208
Cloruros	250	mg/L	20	39	31	26	35	23,2	21	22,4
Nitratos	50	mg/L	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Hierro	0,3	mg/L	0,025	0,028	0,026	0,022	0,015	0,024	0,011	0,013
Aluminio	0,2	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

pH

En los datos obtenidos del parámetro pH, se registró una mayor concentración en agosto y octubre, con valores de 8,29 y 8,27, respectivamente. En esos meses, el agua se caracteriza por ser alcalina, dado que en la zona se producen lluvias que arrastran consigo carbonatos y bicarbonatos (HCO_3^- , CO_3^{2-}) o debido a la presencia de rocas carbonatadas. Por este motivo, se les denomina aguas naturales (Figura 1).

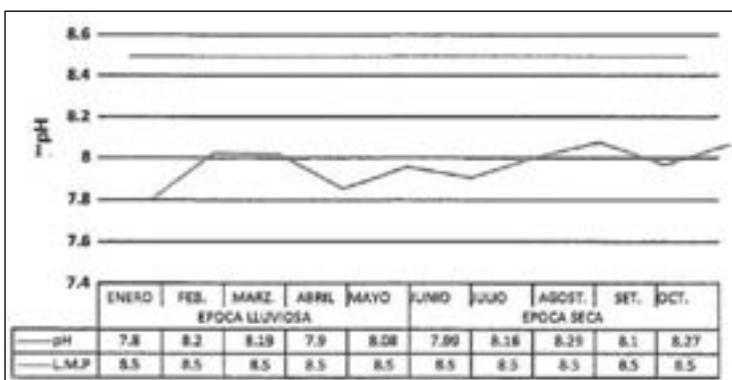


Figura 1. Valores de pH de acuerdo a la época del año

Conductividad eléctrica

La concentración máxima de la conductividad eléctrica en el manantial fue de 998 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el mes de marzo. Al comparar este valor con la normativa de la ECA Nacional, se puede afirmar que la conductividad se encuentra considerablemente por debajo del estándar establecido, una tendencia que se mantiene a lo largo de todos los meses del año (Figura 2).

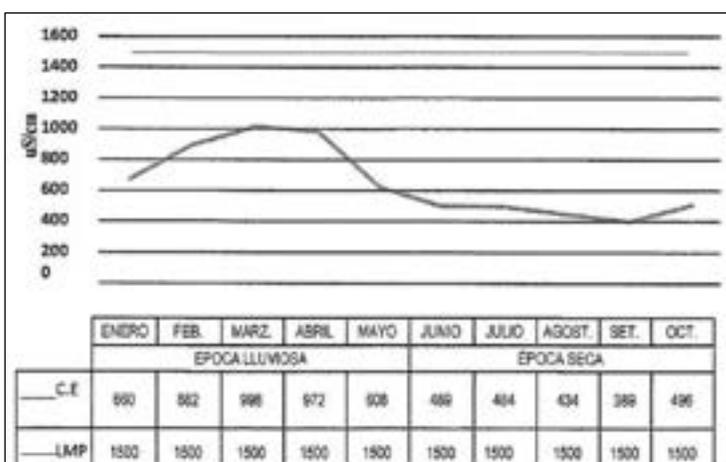


Figura 2. Concentración de la conductividad eléctrica

Turbidez

La concentración máxima de turbidez alcanza los 3 UNT en los meses de mayo y agosto, sugiriendo la posible presencia de partículas en suspensión. En contraste, se registra un valor mínimo de 1,4 UNT en febrero. Es relevante destacar que todos estos valores se sitúan por debajo de los límites máximos permitidos según la normativa de la ECA Nacional (Figura 3).

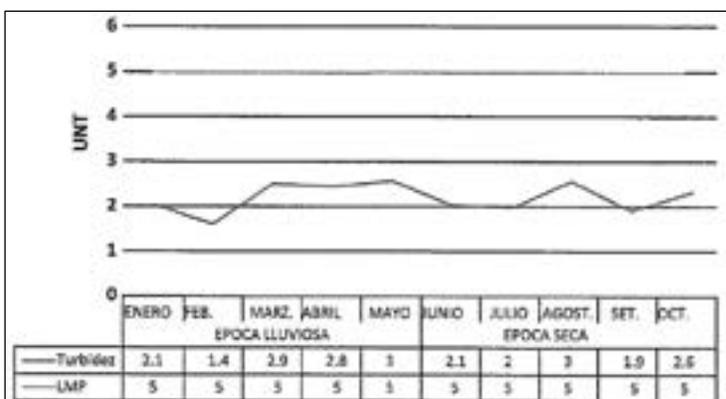


Figura 3. Concentración de la conductividad eléctrica

Sólidos Totales Disueltos

Los sólidos totales disueltos (STO) muestran valores elevados, alcanzando 635 y 700 mg/L en febrero y abril, respectivamente. En contraste, el mes de agosto presenta el valor mínimo de 300 mg/L. Aunque estos datos indican una aptitud para el consumo humano con tratamiento simple, ya que se sitúan por debajo del límite máximo permitido establecido por la ECA Nacional (Tabla 2).

Tabla 2. Concentración de sólidos totales disueltos

	ÉPOCA LLUVIOSA					ÉPOCA SECA				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
S.T.D.	600	635	609	700	400	300	391	208	300	442
LMP	1000									

Cloruros

Los cloruros alcanzan su valor máximo de 39 mg/L en febrero, mientras que el mínimo se registra en 20 mg/L. En base a este parámetro, el agua demuestra ser apta para el consumo humano con tratamiento simple, al presentar un contenido por debajo de los límites establecidos (Tabla 3).

Tabla 3. Concentración de cloruros

	ÉPOCA LLUVIOSA					ÉPOCA SECA				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Cloruros	20	39	31	26	35	23,2	21	22,4	30	25
LMP	250									

Sulfatos

La concentración máxima de sulfatos se registra en febrero con 35 mg/L, mientras que el valor mínimo es de 24 mg/L en octubre. Todos estos valores están por debajo del estándar establecido, lo que indica que el agua es apta para el consumo humano según este parámetro (Tabla 4).

Tabla 4. Concentración de sulfatos

	ÉPOCA LLUVIOSA					ÉPOCA SECA				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Sulf	30	35	32	28	34	28	25	28	26	24
LMP	250									

Nitratos

Las concentraciones de nitratos en todos los meses se sitúan muy por debajo del límite establecido, con un valor máximo de 0,4 mg/L en enero y un valor mínimo de 0,1 mg/L en abril, mayo y agosto. De acuerdo con este parámetro, el agua se considera apta para el consumo humano (Tabla 5).

Tabla 5. Concentración de nitratos

	ÉPOCA LLUVIOSA					ÉPOCA SECA				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
NO₃	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3
LMP	50									

Hierro

Durante la época de lluvias, la concentración máxima de hierro es de 0,028 mg/L en el mes de febrero, y una concentración mínima de 0,011 mg/L en el mes de julio, en la época seca. Por lo que las concentraciones de hierro se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 0,3 mg/L establecido (Tabla 6).

Tabla 6. Concentración de hierro

	ÉPOCA LLUVIOSA					ÉPOCA SECA				
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
NO₃	0,025	0,028	0,026	0,022	0,015	0,024	0,011	0,013	0,015	0,015
LMP	0,3									

Análisis microbiológico

Los valores obtenidos de los coliformes totales y coliformes fecales sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la ECA nacional, lo que indica que el manantial contiene microorganismos patógenos. En su estado natural, el agua del manantial no es apta para el consumo humano, ya que puede causar efectos negativos en la salud, como infecciones y enfermedades gastrointestinales (Tabla 7).

Tabla 6. Evaluación de la calidad bacteriológica para coliformes totales y coliformes fecales

Nro.	Periodo	Coliformes	Coliformes	Normas de	Calidad Bacteriológica –
		Totales UFC/100 mL	Fecales UFC/100 mL	Calidad UFC/100 mL	Coliformes Totales (Apta – No Apta)
1	Enero	1200	1000	0 (*)	No Apta
2	Febrero	1540	1120	0 (*)	No Apta
3	Marzo	1760	1060	0 (*)	No Apta
4	Abril	980	900	0 (*)	No Apta
5	Mayo	720	820	0 (*)	No Apta
6	Junio	630	615	0 (*)	No Apta
7	Julio	880	650	0 (*)	No Apta
8	Agosto	470	642	0 (*)	No Apta
9	Setiembre	610	520	0 (*)	No Apta
10	Octubre	700	514	0 (*)	No Apta

En los análisis de los coliformes totales, se observaron valores máximos en el mes de marzo, alcanzando 1 760 UFC/100mL, mientras que los valores mínimos se registraron en agosto, con 470 UFC/100mL. Estos resultados sugieren una disminución de bacterias coliformes totales durante la época seca, posiblemente debido a la carencia de micronutrientes.

En cuanto a los coliformes fecales, se registraron valores máximos en febrero, alcanzando 1 120 UFC/100mL, y valores mínimos en octubre, con 514 UFC/100mL. La variación en las concentraciones se atribuye a las épocas de lluvia y seca. Este patrón indica que las condiciones climáticas pueden influir significativamente en la presencia de coliformes fecales en el manantial.

Conclusiones

Los análisis fisicoquímicos realizados en las aguas del manantial La Manzanilla, incluyendo parámetros como pH, conductividad eléctrica, turbidez, cloruros, sulfatos, hierro y aluminio, revelaron que no hay evidencia de contaminación fisicoquímica, ya que sus concentraciones se encuentran considerablemente por debajo de los

estándares de la ECA Nacional. Sin embargo, se identificó presencia de contaminación bacteriológica. Se sugiere implementar medidas de protección para el manantial, como evitar el contacto con la escorrentía superficial durante las lluvias, restringir el acceso de animales y prevenir el contacto con residuos o partículas en suspensión transportados por los vientos. Asimismo, se insta a continuar con muestreos de agua más frecuentes para establecer una línea de base más sólida y obtener información más precisa sobre los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Es recomendable ampliar el monitoreo de la calidad del agua, incluyendo la evaluación de más parámetros y la presencia de metales pesados. Además, se propone gestionar capacitaciones en la administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad, con el objetivo de mejorar el suministro del servicio y salvaguardar la infraestructura hidráulica.

Referencias

Auquilla, R.C., Astorga, Y., & Jiménez, F. (2006). Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*, 48, 81-92.

Borrego, J., Morales, J. A., De la Torre, M. L., & Grande, J. A. (2002). Geochemical Characteristics of Heavy Metal Pollution in Surface Sediments of the Tinto and Odiel River Estuary (Southwestern Spain). *Environmental Geology*, 41(6), 785-796.

Catalán Lafuente, J. (1969). *Química del agua*. Madrid: Blume.

Chevalier, J.M. (2007). La Identificación Nominal. En: *La Guía Sistemas de Análisis Social (SAS)* [en línea]. Consultado el 04 de agosto de 2023. Disponible en <http://www.sas2.net/index.php?mact=News.cntnt01.detail.O&cntntOíarticleid=10&cntntü10iiaid=99&cntnt01retumid=85>

Chow, V.T., Maidment, D.R., & Mays, L.W. (1994). *Hidrología Aplicada*. (M. E. Suarez R., Ed., J. G. Saldarriaga, Trans.). Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

CIRA-UAEM (Centro Interamericano de Recursos del Agua-Universidad Autónoma del Estado de México). (2005). *Recursos Hídricos: Conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica*. (C.D. Delgado, M.V. Esteller, & F. López-Vera, Eds.). Montevideo/Toluca: Piriguazu Ediciones.

Cortes-Lara, M.C. (2003). Importancia de los coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. *Rev. Biomed*, 14, 121-123.

Custodio, E., & Díaz, E. (2001). Sección 18: Calidad del agua subterránea. En E. Custodio & M.R. Llamas

(Eds.), Hidrología Subterránea (2da ed., Tomo 11, pp. 18.28-18.31). Barcelona, España: Omega.

El Falaki, A., et al. (1994). Metales pesados y componentes mayoritarios en sedimentos.

Enger, E., & Smith, B. (2006). Ciencia Ambiental, un estudio de interrelaciones (1ra ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A.

Esparza, M., & Castro, L. (1987). Curso taller sobre Control de Calidad Analítica: Parámetros Físicoquímicos que influyen en el Tratamiento y la Calidad del Agua, Lima - Perú.

ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.). (2000). ArcView GIS (Versión 3.3) [Software]. New Delhi, India: Autor.

Fallas, J. (2004). Configuración de receptores Garmin Lambert Norte, Sur y CRTM. Costa Rica, Universidad Nacional. 2 p.

Fallas, J., & Valverde, C. (2008). Manejo y Priorización de Cuencas Hidrográficas: Principios, criterios e indicadores. Costa Rica, Universidad Nacional. 54 p.

Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elía, M., & París, M. (2003). Protección de la Calidad del Agua Subterránea. México D.F., Ediciones Mundi-Prensa. 127 p.

Galán, E. (2008). The role of clay minerals in removing and immobilising heavy metals from contaminated soils. In C. [Apellido del editor] (Ed.), Proceedings of the 1st Latin American Clay Conference (Vol. 1, p. [páginas]). Ciudad de la publicación: Nombre de la editorial.

Gámez, L. (2002). Agua transparente... deuda invisible. En Octavo Informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica: Litografía e imprenta Lil, S.A. 40 p.

García Manjón, J.V. (2008). Concentración de Sectores Intensivos en Conocimiento y de Alta Tecnología: el Caso de España. *Journal of Technology Management and Innovation*, 3(4), 66-79. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242008000400006>

García, L.A. (1998). Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe (Documento de trabajo No. ENV-123S). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://www.iadb.org/sds/doc/ENV-123S.pdf>

Glim, H., & Heinke, G. (1999). Ingeniería Ambiental (2da ed.). Prentice Hall.

Gómez, A. (2002). Monitoreo y atención de intoxicación con arsénico en El Zapote, Municipio de San Isidro, Departamento de Matagalpa, Nicaragua. UNICEF. <https://www.cepis.org/bvsacd/arsenico/monitoreo.pdf>

Henry, J.G., & Heinke, G.W. (1999). Ingeniería Ambiental. Prentice Hall.

Hudson, N.W. (1997). Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía (Boletín de Suelos de la FAO - 68, capítulo 4). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ganadería. <https://www.fao.org/docrep/T0848S/T0848S06.htm>

Hunt, D., & Johnson, C. (1996). Sistema de Gestión Medio Ambiental (1ra ed.). McGraw-Hill/Interamericana.

Jiménez, F. (2007). Curso de Maestría. Manejo de Cuencas Hidrográficas I. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Jiménez, F. (2008). Curso de Maestría: Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas I. Guía para elaborar planes de gestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Jouravlev, A. (2004). Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI. Serie Recursos Naturales e Infraestructura (No. 74). Santiago, Chile: División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL. Recuperado de <http://vr.vw.eclac.org/cgi-bin/etProd.asp?xml=/d/ri/ agrupadores.xml&xi=4&xsl=/a/ agrupadores.xml/a/or uoal listado.xsl>

Kiely, G. (1999). Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Madrid, España: McGraw-Hill.

Madigan, M.T., Martinko, J.M., & Parker, J. (2004). Biología de los microorganismos (10th ed.). España: Pearson Prentice Hall.

Ongley, E.O. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. En Estudios FAO: Riego y drenaje - 55 1997 W2598/S. Recuperado de <http://1w.jw.iao.oro/dccreo/W2598Slw2598s05.htm>

Opazo, U. (2003). Ingeniería Sanitaria: Aplicada a saneamiento y salud pública. México: Editorial Milusca S.A.

OPS (Organización Panamericana de la Salud, US). (2003). Calidad del Agua Potable en Costa Rica: Situación actual y perspectiva. San José, C.R.: OPS.

OPS (Organización Panamericana de la Salud, US). (2004). Salud y Agua. Recuperado de <http://www.cor.opsoms.org/TextoCompleto/configuredList.asp?catid=6&cattttle=Salud+y+Ambiente>

Orozco, B.C., Pérez, S.A., González, D.M.N., Rodríguez, V.F., & Alfayate, B.J.M. (2005). Contaminación Ambiental: Una visión desde la Química. Madrid, España: Thomson.

Pacheco Ávila, J., Pal Canul, R., & Cabrera Sansores, A. (2002). Análisis del ciclo de nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. Ingeniería Revista Académica, 6(3), 73-81.

Clasificación de las locuciones con la marca diatópica de Perú según tres diccionarios académicos para la formulación de una propuesta de un corpus fraseológico con las locuciones usadas en el Perú, año 2022

Classification of the phrases with the diatopic mark of Peru according to three academic dictionaries for the formulation of a proposal for a phraseological corpus with the phrases used in Peru, year 2022

Virgilio Gómez Vargas^{1*}, Carmen Olga Jáuregui Medina de Bardales¹

¹Facultad de Educación, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: vgomez@unc.edu.pe

Resumen

Esta investigación se propone evaluar la clasificación de locuciones con marca diatópica de Perú en tres diccionarios académicos, con el objetivo de construir un corpus fraseológico que refleje las locuciones utilizadas en el contexto peruano durante el año 2022. La hipótesis subyacente sostiene que la clasificación en los diccionarios académicos facilita la formulación de dicho corpus. El marco teórico se basa en la disciplina de la Fraseología, sin hacer referencia a autores específicos. Metodológicamente, se adopta un enfoque descriptivo simple con la recolección de datos a través del análisis documental, utilizando fichas de registro y matrices de sistematización. Los resultados muestran que, de las 548 locuciones identificadas con marca diatópica de Perú en los diccionarios académicos, el 49% corresponde a locuciones verbales. Este hallazgo contribuye a una mejor comprensión de las expresiones idiomáticas peruanas y proporciona recursos lexicográficos más precisos para estudios lingüísticos y la enseñanza del español en contextos hispanohablantes.

Palabras clave: corpus fraseológico, diccionarios académicos, español, locuciones, marca diatópica

Abstract

This research aims to assess the classification of locutions with a diatopic marker from Peru in three academic dictionaries, with the goal of constructing a phraseological corpus that reflects the locutions used in the Peruvian context during the year 2022. The underlying hypothesis posits that the classification in academic dictionaries facilitates the formulation of said corpus. The theoretical framework is based on the discipline of Phraseology, without reference to specific authors. Methodologically, a simple descriptive approach is adopted with data collection through document analysis, using record sheets and systematization matrices. The results show that, out of the 548 locutions identified with a diatopic marker from Peru in the academic dictionaries, 49% correspond to verbal locutions. This finding contributes to a better understanding of Peruvian idiomatic expressions and provides more accurate lexicographical resources for linguistic studies and the teaching of Spanish in Spanish-speaking contexts.

Key words: academic dictionaries, diatopic marker, idiomatic corpus, locutions, Spanish

Introducción

En nuestra comunicación diaria, utilizamos diversas unidades lingüísticas, desde simples hasta compuestas, abarcando frases, dichos, refranes y locuciones, entre otras, para expresar conceptos e ideas. La fraseología, como disciplina independiente, se distingue de la lingüística y engloba diversas ramas como morfología, sintaxis, semántica, pragmática, sociolingüística y psicolingüística (Priego, 2019). Las unidades complejas, denominadas unidades fraseológicas (UF), como frases idiomáticas y expresiones, presentan características fundamentales como pluriverbalidad, fijación, idiomatización, institucionalización y frecuencia.

La relevancia de estudiar a fondo las UF radica en comprender la estructura y el funcionamiento de las lenguas. La fraseología desempeña un papel crucial como facilitador de la comunicación e integración social, influyendo en la enseñanza-aprendizaje de lenguas y en la práctica traductológica (Nieto y Labradada, 2022). Estos estudios revelan el uso real de las UF en las comunidades lingüísticas, destacando su diversidad y adaptabilidad en diferentes contextos.

En contextos geográficos, sociales y comunicativos, las UF, al igual que las unidades léxicas simples, exhiben variaciones. A pesar de su importancia, en el ámbito latinoamericano, los estudios de fraseología son menos extensos que en Europa, según señalan Nieto y Labradada (2022). La escasa atención a la fraseología en América se atribuye a prioridades léxicas, falta de profesionalidad en dialectología fraseográfica y discrepancias en diccionarios dialectales, junto con la escasa representación del español americano en estudios fraseográficos. Matus (2013) destaca la subestimación de la incidencia de la fraseología en la comunicación y

su creciente interés en la interlingüística y la enseñanza de la lengua materna. En América, investigadores como Zuccalá y Espejo (2020) abogan por un análisis detallado de la fraseología en Colombia. Fitch (2018), enfocándose en México, señala la falta de sistematicidad en el tratamiento fraseográfico de las locuciones coloquiales en diccionarios recientes.

En el ámbito peruano, escasean los estudios de fraseología, evidenciando una brecha en la sistematización de las unidades fraseológicas locales (Alcocer, 2002; Hildebrandt, 2011). La ausencia de un diccionario fraseológico peruano refleja dificultades en la clasificación y sistematización de las locuciones, destacando la falta de estudios específicos en regiones como Cajamarca.

En nuestro trabajo, clasificamos locuciones con marca diatópica de Perú según tres diccionarios académicos, consultando el Diccionario de americanismos (2010), Diccionario de Peruanismos. Di Perú (2016) y Diccionario de la lengua española (2022). A través de una metodología contrastiva, identificamos y sistematizamos estas locuciones, generando un corpus que colma vacíos en los estudios fraseológicos peruanos. Este corpus puede ser una herramienta valiosa para docentes al explicar la estructura y variación diatópica del español. Además, sienta las bases para futuros estudios sobre la fraseología peruana, especialmente en contextos regionales como Cajamarca. La revisión de diccionarios académicos y la consolidación de matrices permitieron la creación de un inventario detallado de locuciones usadas en Perú, destacando la importancia de esta investigación en la ampliación del conocimiento fraseológico y la documentación del español peruano.

Materiales y métodos

Esta investigación se enmarca en un enfoque descriptivo que se apoya en la observación natural de fenómenos lingüísticos, sin la aplicación de tratamientos experimentales. Se adopta un razonamiento deductivo, y la predominancia de datos cuantitativos en el análisis se alinea con la perspectiva descriptiva (Reguera, 2008). Además, se llevó a cabo un trabajo de gabinete que implicó la clasificación de locuciones según criterios establecidos en diccionarios académicos seleccionados.

El diseño de investigación se estructura como descriptivo simple, representado por el esquema M ----- O, donde M simboliza la muestra y O denota la recopilación de información relevante. La elección de este diseño facilita la descripción detallada de las locuciones con marca diatópica de Perú y su clasificación según los criterios establecidos. El método empleado es el hipotético-deductivo, partiendo de la observación del fenómeno lingüístico. Se formuló una hipótesis, se dedujeron consecuencias o proposiciones elementales para verificar los enunciados y se compararon con la experiencia. La clasificación de las locuciones se desarrolló en fases específicas, desde la identificación en diccionarios académicos hasta la propuesta de un corpus fraseológico.

En cuanto a las técnicas, se aplicó el análisis documental para examinar los diccionarios seleccionados, tanto en sus versiones impresas como electrónicas. Los instrumentos utilizados fueron fichas de registro de datos y matrices de sistematización de datos, permitiendo una recopilación y organización eficientes de la información lingüística relevante.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados y los hallazgos más destacados derivados de la investigación sobre las locuciones con marca diatópica de Perú, extraídas de los Diccionarios de Americanismos (2010), de la lengua española (2022) y de Peruanismos. DiPerú (2016), tanto en sus formatos impresos como electrónicos.

En el proceso de revisión, se logró identificar un total de 548 locuciones que ostentan la marca diatópica de Perú (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de las locuciones que figuran con la marca diatópica de Perú en el Diccionario de americanismos, el Diccionario de peruanismo-Diperú y el Diccionario de la lengua española

TIPO DE LOCUCIÓN	Frecuencia	Porcentaje
Locuciones sustantivas	74	14%
Locuciones adjetivas	70	13%
Locuciones verbales	269	49%
Locuciones adverbiales	116	21%
Locuciones preposicionales	3	0,5%
Locuciones pronominales	2	0,3%
Locuciones interjectivas	14	2,5%
TOTAL	548	100%

De las 548 locuciones identificadas, 269 (49%) se clasifican como locuciones verbales, 116 (21%) como locuciones adverbiales y solo 2 (0,3%) se clasifican como locuciones pronominales.

Según lo registrado en el Diccionario de americanismos y el Diccionario de peruanismo-Diperú, 132 locuciones solo se usan en el Perú porque solo presentan la marca diatópica de este país. De ese total de locuciones identificadas, 86 (5%) son locuciones verbales, es decir, más de la mitad cumplen la función de verbo en el contexto de los enunciados; solo 1 (8%) se clasifica como locución pronominal (Tabla 2).

Tabla 2. Locuciones que se registran en el Diccionario de peruanismo. DiPerú y figuran con marca diatópica de Perú en el Diccionario de americanismos

TIPO DE LOCUCIÓN	Frecuencia	Porcentaje
Locuciones sustantivas	9	7%
Locuciones adjetivas	13	10%
Locuciones verbales	86	65%
Locuciones adverbiales	23	17%
Locuciones preposicionales	-	-
Locuciones pronominales	1	8%
Locuciones interjectivas	-	-
TOTAL	132	100%

Según lo registrado en el Diccionario de americanismos y el Diccionario de peruanismo-Diperú, 132 locuciones solo se usan en el Perú porque solo presentan la marca diatópica de este país. De ese total de locuciones identificadas, 86 (65%) son locuciones verbales, es decir, más de la mitad cumplen la función de verbo en el contexto de los enunciados; solo 1 (8%) se clasifica como locución pronominal.

Locuciones sustantivas

baldazo de agua fría, caballito de batalla, cabeza caliente, cabeza de pollo, cabeza de rodilla, caído del catre, cama adentro, cantidades navegables, cero kilómetros, correo de (las) brujas, cuarto intermedio, diente frío, huevos(s) triste(s), jalón de orejas, la del estribo, manzana de Adán, marca chancho, ojo mágico, pantalla chica, paños tibios, papa caliente, papel quemado, pasada de mano, pata de cabra, pata de Judas, pata de perro, pelo de choclo, peor es nada, plato de fondo, poto de botella, rabo verde, ring de las cuatro perillas, salida de baño, saludo a la bandera, sangre dulce, sangre ligera, sangre pesada, sueños de opio, tamal mal envuelto, tienda política, una raya más al tigre, uña larga, baticola floja, burro, -a con sueño, caña brava, caña monse, chino cholo, cordón y rosa, gallo de tapada, gallito hervido, gato despensero, la última chupada del mango, lonchera de perro, malagueña con trago, nudo de guerra, padrino sebo, pampa misayoc, panal de rosa, pata de gallo, pedazo de gente, pega pega, pulmón de gato, rasca rasca, sillón de Pizarro, torero de cuy, doble filo, gol de media cancha, mecha corta, padrino cebo, pájaro frutero, pampa corneta, pueblo joven, revolución caliente, viaje a la China.

Locuciones adjetivas

a la criolla, a mil, caído del catre, caído del palto, cama adentro, cero kilómetros, como cohete, como cuete, como la mona, como poto de bebé, común y silvestre, de adiverzas, de ambiente, de cajón, de entre casa, de mantel largo, de medio pelo, de palomita, de polendas, de rompe y raja, en la lona, en picada, ful equipo, hasta el perno, hasta las patas, huevos(s) triste(s), mandado hacer, marca chancho, matiné, vermut y noche, pagado de su suerte, pasado de vueltas, pintado en la pared, por Detroit, poto de botella, rabo verde, sobre medidas,

suelto de huesos, ya no ya, a la línea, al duco, caña brava, caña monse, chino cholo, como pato de chifa, como pulga en la oreja, como un pichín, con la huacha floja, con los huanos de corbata, en la última lona, entero entero, hecho tiras, hecho un pichín, hecho un pincho, hecho una noche, lonchera de perro, mala onda, pulmón de gato, al cohete, al cuete, como cancha, como las huevas, de candela, de la patada, de la pitimitri, de ñangué, doble filo, en fa, hasta el queque, hasta la remaceta, mecha corta.

Locuciones verbales

agarrar de punto, ajustar las clavijas, amarrarse los pantalones, apuntarse un poroto, caer a pelo, caer como un baldazo de agua fría, caer en cana, caer parado, caer pesado, caerle, caérsele las babas, cagarse en la noticia, calentar el banco, cerrar la fábrica, comprarse el pleito, dar bola, dar cátedra, dar duro, dar en la yema del gusto, dejar botado, embarrarla, estar apenas, estar en veremos, estar frito, estar hecho leña, estar parado, estar picado, estar pintado, estar volado, fregar la pita, hablar como carretilla, hablar como perico, hablar en griego, hablar piedras, hacer el dos, hacer el uno, irse al tacho, irse de boca, irse en coche, jalar las orejas, llevarle el amén, llorar sobre la leche derramada, marcar tarjeta, matarse de risa, medir el aceite, meter conversación, meter cuento, meter el dedo, meter el pico, meter la yuca, meter las cuatro, meterle duro, no decir ni chis ni mus, no tener pierde, parar el macho(revisar los significados), parar en seco, parar la mano, parar la olla, parar la(s) orejas(s), parar las antenas, parar los pelos, pararse de cabeza, pasar de año, pasar piola, pasar por agua tibia, pasar por las armas, pegársela, picárselas, pisar el palito, pisar el poncho, poner <a alguien> en alto, ponerle los cachos, ponerse color de hormiga, ponerse en onda, ponerse la camiseta, ponerse las botas, ponerse mosca, repetir el plato, romper el chanchito, romper el culo, romper palitos, sacar canas verdes, sacar con cuchara, sacar el cuerpo, sacar en cara, sacar la chochoca, sacar la chucha, sacar la m, sacar la mierda, sacar la mugre, sacar la ñoña, sacar los trapitos al sol, sacar manteca, sacar pica, sacar roncha, sacar ronchas, sacarse el sombrero, sacarse la chochoca, sacarse la lotería, sacarse la m, sacarse la mierda, sacarse la mugre, salir del clóset, seguir la cuerda, sentirse en falta, ser agua tibia, ser <alguien> boca floja, ser del otro equipo, ser más peligroso que mono con metrallera, ser <alguien> pura boca, ser un pan de Dios, ser una fija, serruchar el piso, tener(le) bronca, tener calle, tener cancha, tener corona, tener muñeca, tener vara, tirar la esponja, tirar las cartas, tirar pinta, tratar con la punta del pie, ver diablos azules, verla fea, verla negra, verla verde, verle la cara, agarrar camote, aguantar pulgas, bailar cada uno con su pañuelo, bailar con su pañuelo, caer la quincha, cambiarse de equipo, comer a dos cachetes, cortar a coco, creerse la última chupada del mango, dar saltito, decirle velas verdes, echar papa al caldo, estar aguja, estar carretón, estar con yaya, estar hasta las cangallas, gustarle el aguadito, hacer cherry, hacer el bajo, hacer el habla, hacer el puente, hacer huano, hacer la malilla, hacer la patería, hacer la plaza, hacer la taba, hacerse el tercio, hacerse la despeinada, irse de alivio, irse de pico, irse en caldo, llegar a la punta del huevo, mandar al desvío, meter cuchilla, pasar el cargo, pelar el ojo, pensar en la inmortalidad del mosquito, picarla, plantar el pico, poner el

parche antes de que salga el chupo, querer huevo, reírse a caquinos, sacarle el ancho, salir coheteado, salir con su domingo siete, salir del callejón, salirse el callejón, ser una pasta, servir para lo que servía Benito, soltar el tigre, soplar la pluma, tener el ojete roto, tirar cuadras, tirar pata, trabajar al cansancio, verlas negras, zapatearle el tuerto, amarrar el macho, caer chinche, caer cuáquer, cerrar con todo, colgar los chimpunes, correr tabla, cortar la mañana, dar de alma, dar encuentro, dar forata, dar sajiro, dar vuelta, decirle <a alguien> la vela verde, estar con la luna, ganarse los frejoles, estar con los chicotes cruzados, estar con los muñecos, estar con roche, estar en algo, estar en su cancha, estar hasta el cien, estar hecho, hablar rocas, hacer cholito (Revisar significados), hacerse la vaca, jalar la lengua, jalarse los pelos, llegar al huevo, llegar al pincho, mandarse de hacha (Revisar significados), meter cabe, meter cabeza, meter floro, meter goma, meter letra, meter vicio, mojar el payaso, patear el tablero, patear latas, pedir chepa, pegarla, remojar el muñeco, remojar el payaso, romper la mano, romperla, sacar cachita, sacar conejos, sacar cuerpo, sacar la vuelta, sacar montera, sacarse el ancho, sacarse la polla, sacarse la suerte, ser <algo> la voz, ser más peruano que el cebiche, ser <alguien o algo> pura finta, tener <a alguien> cabezón, tener esquina, tirar arroz, tirar cabeza, tirar caña, tirar cintura, tirar contra, tirar dedo, tirar jato, tirar la lampa, tirar lata, tirar lenteja, tirar pala, tirar pana, tirar perro muerto, tirar pestaña, tirar pichana, tirar plancha, tirar pluma, tirar ritmo, tirar roche, tirar su gatazo, tirar taba, tirar una luqueada, tirarse la vaca, tocar violín, vaciar los porongos, ver a Judas calato, ver al diablo calato, verse con Llerena.

Locuciones adverbiales

a la brevedad, a la bruta, a la criolla, a la mala, a la pedrada, a la volada, a las finales, a lo macho, a mano, a ocultas, a ojo cerrado, a puchos, a vista y paciencia, al cash, al hilo, al ojo, al toque, cero kilómetros, como cohete, como cuete, como la mona, como por un tubo, con la frente en alto, con los crespos hechos, con todo, con trago, con yapa, cuando las papas queman, de adeveras, de cajón, de fresa, de mantel largo, de palomita, de repente, de yapa, duro y parejo, en coro, en fachas, en la lona, en picada, en veremos, entre gallos y medianoche, entre nos, fierro a fondo, hasta el perno, hasta las patas, ipso pucho, luego de, matiné, vermut y noche, naca la pirinaca, ni (un) medio, ni modo, ni tonto ni perezoso, por Detroit, por gusto, por las huevas, por las puras, por las puras alverjas, por mientras, sobre el pucho, suelto de huesos, tas con tas, ya no ya, a la hora nona, a la hora undécima, a la muerte de un gato, a la pasada, a la tela, a todo forro, al duco, con la huacha floja, con los huanos de corbata, con ojos de ver, de a pocos, de cachete, de frente, de hachazo, de pasadita, de retruque, de porrazo, de todas mangas, en buena cuenta, en dos papazos, en la última lona, en un papazo, fuerte y parejo, mañana más tarde, ni de a caulas, ni huevas, ni pelota, para más yapa, por partes y cucharadas, por puchos, a la merfi, (a) la merfi, a la prepo, a la volástica, a lata, al caballazo, como cancha, como las huevas, de boleto, de candela, de la patada, de la pitimitri, de paporreta, de taquito, de un papazo, en fa (revisar la clasificación), entre Pisco y Nazca, hasta el queque, hasta la remaceta, hasta las huevas, ni michi, por la legal, por puesta de mano.

Locuciones preposicionales

a golpe de, a punta de, luego de.

Locuciones pronominales

naca la piriñaca, ni michi.

Locuciones interjectivas

bien hecho, ¿cómo te (le) quedó el ojo?, ¡concha tu madre!, por la gran flauta, pucha máquina, ¡qué esperanza!, ¡qué tal raza!, ¡las huiflas!, ¡para su macho!, ¡para su madre!, ¡por qué chucha!, ¡qué fea nota!, ¡qué huevas!, ¡qué tal broma!

En ambas tablas, se destaca que el mayor número de locuciones identificadas corresponde a locuciones verbales, corroborando lo expresado por García-Page (2008): "La clase de las locuciones verbales es la más numerosa y, casi con toda seguridad, la más heterogénea estructuralmente." Este fenómeno se atribuye parcialmente al tratamiento diferenciado de ciertas expresiones, que a veces se incluyen entre las locuciones verbales, aunque no lo sean, y a desafíos en los análisis sintácticos.

El análisis detallado de las locuciones revela que su uso no solo varía geográficamente (variación diatópica) sino también en función de estratos sociales (variación diastrática o social) y situaciones comunicativas (variación diafásica). Este hallazgo se vincula con las observaciones de Quintanilla Anglas y Conde Marcos (2018), quienes destacan que las Unidades Fraseológicas (UF) trascienden estratos sociales, desmintiendo la creencia errónea de su asociación exclusiva con personas no letradas o de estratos sociales muy bajos. Además, enfatizan que la creación de UF resulta de la maduración gramatical lingüística de los hablantes, influida por factores sociales y culturales, originando variedades regionales y sociales (dialectos y sociolectos).

La tabla 1 evidencia ejemplos de locuciones utilizadas en Perú para diversos tipos, incluyendo sustantivas, adjetivas, verbales, adverbiales, pronominales, prepositivas e interjectivas. Sin embargo, no se hallaron locuciones conjuntivas, según la clasificación propuesta por la ASALE y la RAE (2009, 2014), la RAE (2023), y García-Page (2008). Tampoco se registraron locuciones oracionales en los diccionarios, según la distinción de García-Page (2008) entre locuciones verbales y oracionales.

Los diccionarios revelaron que algunas locuciones son exclusivas de Perú, sugiriendo su origen en el país. Esta observación concuerda con la afirmación de Arrizabalaga (2015) de que es inapropiado atribuir un origen peninsular a todas las expresiones patrimoniales por simple presunción injustificada. Se destaca que el español

americano no se explica únicamente por adaptación o traducción de lo europeo, ya que desde sus inicios se crearon expresiones originales, utilizando la lengua de Castilla con total libertad.

Las diversas locuciones identificadas presentan las características señaladas por García-Page (2008), como pluriverbalidad, fijación o estabilidad, idiomatización, estructura no oracional, frecuencia, nominación, anomalías, figuras de repetición y, sobre todo, la institucionalización. Este último aspecto implica que la comunidad lingüística adopta una expresión fija, la legitima como propia y la integra como componente de su acervo lingüístico-cultural, consolidándola como parte de su vocabulario. De ahí que las locuciones se encuentren registradas en los diccionarios como usos lingüísticos característicos del ámbito geográfico de Perú.

Aunque en este trabajo se consideró la clasificación de locuciones propuesta por DiPerú y la RAE y la ASALE en los diccionarios consultados, se identificaron discrepancias en la clasificación de algunas locuciones. Por ejemplo:

- "a golpe de": locución preposicional (DiPerú) versus locución adverbial (DA).
- "a punta de": locución preposicional (DiPerú) versus locución adverbial (DA).
- "choque y fuga": locución sustantiva (DiPerú) versus sustantivo compuesto (DA).

Conclusiones

En relación con la clasificación de las locuciones, no hay un consenso pleno entre los autores respecto al tipo de locuciones. Según los diccionarios consultados, se han identificado las siguientes clases: locuciones sustantivas, locuciones adjetivas, locuciones verbales, locuciones adverbiales, locuciones pronominales, locuciones prepositivas y locuciones interjectivas. Las locuciones verbales constituyen el grupo más numeroso, representando el 49%, mientras que las locuciones pronominales son menos frecuentes, constituyendo tan solo el 0,3%. En base a los diccionarios examinados, se constata la presencia de locuciones exclusivas de Perú, es decir, aquellas que forman parte del acervo lingüístico de esta región de Sudamérica y reflejan la idiosincrasia de los peruanos. La identificación y clasificación de las locuciones presentes en los diccionarios analizados, así como en otros con características similares, posibilita la construcción de inventarios o corpus de unidades fraseológicas. Estos recursos pueden ser fundamentales para la elaboración de un diccionario fraseológico propio de Perú. Resulta imperativo llevar a cabo un análisis más detallado de la clasificación de las locuciones presentes en los diccionarios, tomando en consideración el marco teórico pertinente. Este enfoque contribuirá a evitar ambigüedades en el uso de algunas locuciones y fortalecerá la coherencia en la clasificación de estas unidades fraseológicas.

Referencias

Arrizabalaga, C. (2015). Fraseología patrimonial hispanoamericana. El caso de Quedarse a la luna de Paita. *Paremia*, 24, 111-124. https://cvc.cervantes.es/lengua/paremia/pdf/024/010_arrizabalaga.pdf

Ciro, L. A., & Grajales-Alzate, R. (2022). Los colombianismos en el Diccionario de la Lengua Española. *Folios*, (56).

Fajardo, A. (1997). Las marcas lexicográficas: concepto y aplicación práctica en la Lexicografía española. *Revista de lexicografía*. <https://core.ac.uk/download/pdf/61897454.pdf>

García-Page Sánchez, M. (2019). Fraseología y Numismática. Locuciones con nombres de moneda española en el Diccionario de la lengua española. *BRAE*, t. XCIX, c. CCCXIX. <http://revistas.rae.es/brae/article/view/303/763>

Hein, M. A. (2022). La competencia fraseológica y la enseñanza de Fraseología en las carreras universitarias de traducción en la República Argentina. [Tesis doctoral, Universidad de Alicante]. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/123684>

Instituto de Investigaciones Lingüísticas. (2023). La lexicografía. <https://inil.ucr.ac.cr/programas/lexicografia/que-es-la-lexicografia/#:~:text=La%20Lexicograf%C3%ADa-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20Lexicograf%C3%ADa%3F,su%20historia%2C%20tipolog%C3%ADa%20y%20m%C3%A9todos.>

Martin, L. A. (2016). La marcación sociolingüística en los diccionarios de lenguas Amerindias. *Opción*, vol. 32, núm. 81. <https://www.redalyc.org/journal/310/31048807008/html/>

Matus, A. (2013). Para una fraseología chilena. *Boletín de la Academia Peruana de la lengua*, vol. 55, n.º 55.

Nágera, A. B. (2020). Las locuciones en el aula ELE. Perfiles, factores y contextos en la enseñanza y el aprendizaje de ELE/EL2. https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/asele/pdf/29/29_0054.pdf

Nieto, G. V. (2020). "Variación léxica de las locuciones verbales de Colombia y España". Mogorrón Huerta, Pedro y Cuadrado Rey, Analía (eds.): *ELUA: Fraseología y variaciones (socio)lingüísticas y diatópicas*, Anexo VII, 201-215. <https://doi.org/10.14198/ELUA2020.ANEXO7.12>

Nieto, G. V., & Labrada, G. (2022). Variación diatópica de las unidades fraseológicas zoomorfas en el español

de Cuba y Colombia. SciELOPreprints. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.4371>

Penadés Martínez, I. (2019). La información pragmática sobre las locuciones en el diccionario. *Revista de lexicografía*, 24, 89-106. <https://doi.org/10.17979/rlex.2018.24.0.5519>

Porma, P., & Serra, S. (2019). Unidades fraseológicas en un corpus histórico del español en Chile. *Estudios filológicos*. [DOI: 10.4067/s0071-17132019000200275][DOI: 10.4067/s0071-17132019000200275]

Priego, B. (2019). Análisis e identificación de locuciones verbales mexicanas. *Research in Computing Science*, 148(10).

Quintanilla Anglas, R. F., & Conde Marcos, M. E. (2018). Unidades fraseológicas en el español limeño: Investigación lingüística e inventario para la enseñanza de la lengua. *Lengua y Sociedad*, Vol. 17, n.º 1. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/lenguaysociedad/article/view/22365/17906>

Rojas, L. (2019). Estudio lingüístico de la fraseología en los medios de comunicación masiva de Lima. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15319/Rojas_dl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zuccalá, D., & Espejo, M. B. (2020). "Estudio de caso de la fraseología empleada en Colombia: análisis crítico de un corpus ad hoc de locuciones." En: Mogorrón Huerta, Pedro (ed.) 2020. Análisis multidisciplinar del fenómeno de la variación fraseológica en traducción e interpretación / Multidisciplinary Analysis of the Phenomenon of Phraseological Variation in Translation and Interpreting. *MonTI Special Issue 6*, 121-153.

Caracterización productiva y comercial de los productos lácteos en Cajamarca

Productive and Commercial Characterization of Dairy Products in Cajamarca

Jorge Piedra Flores^{1*}, Ángel Francisco Dávila Rojas¹, Javier Alejandro Perinango Gaitán¹, Juan Antonio Marín Silva¹, Wilder Humberto Silva García¹, Jorge Wilfredo Villarreal Vásquez¹

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: jpiedra@unc.edu.pe

Resumen

Este estudio ha evaluado la calidad de los quesos tipo suizo y mantecoso, seleccionando al azar 20 muestras de 5 fábricas y distribuidoras (designadas como A, B, C, D y E) en la ciudad de Cajamarca. La evaluación abarcó tres parámetros de calidad: sensoriales, físico-químicos y microbiológicos. En la evaluación sensorial, se determinaron el color, olor y textura de los quesos, siguiendo los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP). Respecto a la calidad físico-química, se determinó el contenido de grasa y proteína mediante el método microkjeldahl, revelando valores (grasas 29,45% y 23,83%; proteína 7,92% y 9,64% en quesos mantecoso y suizo, respectivamente) por debajo de las recomendaciones de varios autores (37,00% para grasa y 25% de proteína). En términos de calidad microbiológica, se realizó el conteo de enterobacterias (UFC), mostrando valores entre 4 325 para mantecoso y 4 190 para suizo, considerablemente superiores al límite permitido por la norma NTP (1 000). Además, los análisis para hongos, levaduras y salmonela también arrojaron resultados positivos. Aunque las características organolépticas se ajustan a los parámetros de la NTP, se destaca la necesidad de estrictos controles de higiene para garantizar la calidad de los quesos cajamarquinos tipo suizo y mantecoso. Esto es esencial para satisfacer las expectativas del consumidor en términos de salud y seguridad.

Palabras clave: contenido de grasa y proteína, conteo de enterobacterias, Norma Técnica Peruana, parámetros de calidad, quesos

Abstract

This study has assessed the quality of Swiss and buttery-type cheeses by randomly selecting 20 samples from 5 factories and distributors (designated as A, B, C, D, and E) in the city of Cajamarca. The evaluation encompassed three quality parameters: sensory, physicochemical, and microbiological. In the sensory evaluation, the color, smell, and texture of the cheeses were determined, following the parameters established by the Peruvian Technical Standard (NTP). Concerning physicochemical quality, the fat and protein content was determined using the microkjeldahl method, revealing values (fat 29.45% and 23.83%; protein 7.92% and 9.64% in buttery and Swiss cheeses, respectively) below the recommendations of several authors (37.00% for fat and 25% for protein). In terms of microbiological quality, the count of enterobacteria (CFU) was conducted, showing values ranging between 4325 for buttery and 4190 for Swiss, considerably exceeding the limit allowed by the NTP standard (1000). Furthermore, analyses for fungi, yeasts, and salmonella also yielded positive results. Although the organoleptic characteristics comply with NTP parameters, the need for strict hygiene controls to ensure the quality of Swiss and buttery-type cheeses from Cajamarca is emphasized. This is essential to meet consumer expectations regarding health and safety.

Key words: cheeses, enterobacteria count, fat and protein content, Peruvian Technical Standard, quality parameters

Introducción

El departamento de Cajamarca, situado en el norte del país, abarca una extensión de 33 247,77 km² (según el censo del INEI en 2006) con una población de 135 902,3 habitantes. Se destaca como el tercer departamento más poblado del país, caracterizado por una población mayoritariamente joven, con el 43% de la población menor de 20 años, y predominantemente rural, con el 75% de la población residiendo en áreas rurales.

Hasta alrededor del año 2000, las principales actividades económicas en la región eran la agropecuaria (cultivos como maíz, trigo, cebada, avena y ganadería bovina lechera) y la minería, siendo esta última la actividad más influyente en la economía regional, aportando el 23% del PIB. Sin embargo, a partir de 2001, se ha evidenciado un aumento significativo en la ganadería lechera y la producción de leche. Cajamarca se destaca como la tercera cuenca lechera del país, con una producción anual que supera las 200,000 toneladas de leche. Según estadísticas preliminares del Ministerio de Agricultura (MINAG) para el año 2009, la producción alcanzó las 146 494 toneladas.

En la región de Cajamarca, se identifican tres grandes corredores económicos. El Corredor Económico de la Zona Sur, que abarca siete provincias, incluyendo Cajamarca, alberga plantas de procesamiento de Nestlé y

Gloria, ubicadas especialmente en el distrito de Baños del Inca, que acopian cerca de 300,000 litros de leche diarios. Este corredor también alberga los principales centros de producción de derivados lácteos en Cajamarca y Baños del Inca. El Corredor Económico del Centro, que comprende los distritos de Bambamarca, Chugur y Hualgayoc, destaca por ser una zona de producción destacada de queso fresco y tipo suizo, orientando su comercialización hacia las ciudades de Trujillo, Chiclayo y Lima.

El Corredor Económico del Norte, abarcando las provincias de Chota y Cutervo, es conocido por la producción de queso fresco, mantecoso, andino y tipo suizo, destinados a las ciudades de la costa norte y Lima. La producción láctea en la región continúa experimentando un crecimiento sostenido. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo llevar a cabo una evaluación comparativa de los quesos cajamarquinos mediante análisis bromatológicos y microbiológicos.

Materiales y métodos

La investigación tuvo lugar en la ciudad de Cajamarca, con coordenadas geográficas ubicadas en una latitud sur de 4°33'7" y una longitud oeste entre meridianos 78°42'27" y 77°44'20". La densidad demográfica registrada fue de 41,7 habitantes por kilómetro cuadrado, con una altitud de la capital de 2750 metros sobre el nivel del mar. Cajamarca cuenta con 13 provincias y 127 distritos. El clima, influenciado por su altitud en la región Quechua, se caracteriza por ser templado, seco y soleado durante el día, pero frío durante la noche, con una temperatura media anual de 15,6°C. A pesar de esta altitud, algunas provincias presentan climas tropicales debido a la proximidad tanto a la Costa como a la Selva, posicionándola favorablemente en comparación con otras ciudades de la Sierra Peruana. El departamento carece de picos nevados, pero cuenta con bosques subtropicales húmedos en la vertiente oriental y bosques subtropicales y tropicales secos en la vertiente occidental, convirtiéndose en el departamento de la sierra con el mayor índice de forestación.

En cuanto a la metodología, se utilizaron 20 muestras de queso (10 tipo mantecoso y 10 tipo suizo) seleccionadas aleatoriamente de diversos fabricantes y vendedores en la ciudad de Cajamarca. Estas muestras, con pesos aproximados de 50 a 200 gramos, fueron codificadas con letras de la E (A, B, C, D y E) para identificar los fabricantes. El proceso de toma de muestras se realizó con la participación de un representante de la municipalidad, quien solicitaba la extracción de queso para su análisis. Las muestras se tomaban con bata y guantes, se colocaban en bolsas de papel selladas con cinta aislante, y se transportaban a la nevera del laboratorio de medio ambiente de la Municipalidad para realizar los análisis microbiológicos. Posteriormente, se llevaron al congelador de lácteos de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde se realizaron los análisis bromatológicos, incluyendo la determinación de proteínas y grasas mediante el método mikrokjedahl. Se emplearon diversas herramientas estadísticas, como la estadística descriptiva, desviaciones

estándar, coeficientes de variación y pruebas de hipótesis para la interpretación de los resultados en la discusión.

Resultados y discusión

Se observan diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) en el porcentaje de grasa a favor del queso tipo mantecoso. Asimismo, se puede inferir que la amplitud en el porcentaje de grasa es considerablemente mayor en el queso tipo mantecoso, indicando una notoria variabilidad en el contenido graso de la leche utilizada en la producción de este tipo de queso. En lo que respecta al porcentaje de grasa del queso tipo suizo, aunque presenta naturalmente un menor contenido graso, se destaca una menor variabilidad en su tenor graso (Figura 1).

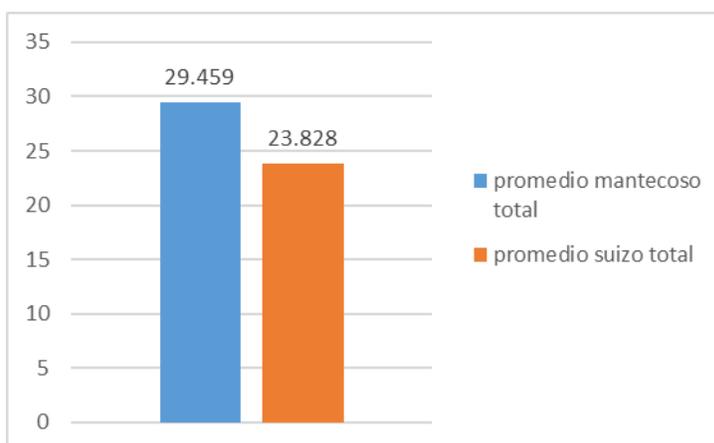


Figura 1. Porcentaje de grasa en queso tipo suizo y mantecoso

No existen diferencias significativas entre el queso tipo suizo y el queso mantecoso, en cuanto al porcentaje de proteína (Figura 2).

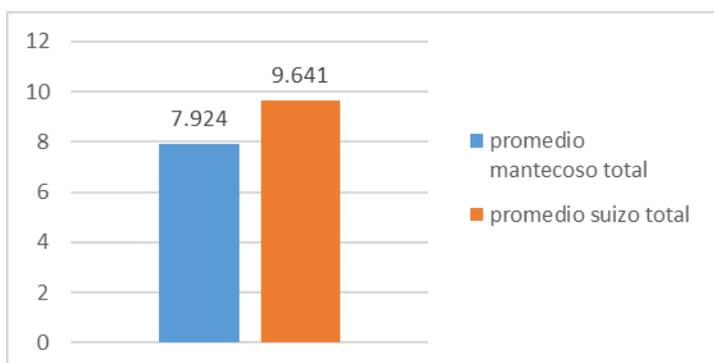


Figura 2. Porcentaje de proteína en queso tipo suizo y mantecoso

Conforme a la Norma Técnica Peruana (2004) que regula el queso tipo mantecoso, se establece que la

presencia de bacterias coliformes debería ser inferior a 10^3 unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo. Al examinar los resultados presentados en el cuadro anterior, se desprende que los valores de UFC, específicamente para bacterias coliformes, son notablemente superiores a los límites establecidos por la NTP. Esta disparidad puede atribuirse a prácticas inadecuadas de manejo de la leche y procesamiento, lo que repercute directamente en la calidad del producto final. Es importante señalar que estos valores se ajustan a los parámetros de la PTP para la leche, regidos por el Ministerio de Salud mediante el Decreto Supremo N° 007-98-SA. Adicionalmente, destaca que la totalidad de las muestras analizadas presenta presencia de salmonella, contraviniendo la indicación de la NTP que establece que esta bacteria debe estar ausente. Estos hallazgos sugieren condiciones no idóneas para la producción de quesos en la región, afectando tanto la obtención como el almacenamiento e industrialización de la leche (Figura 3).

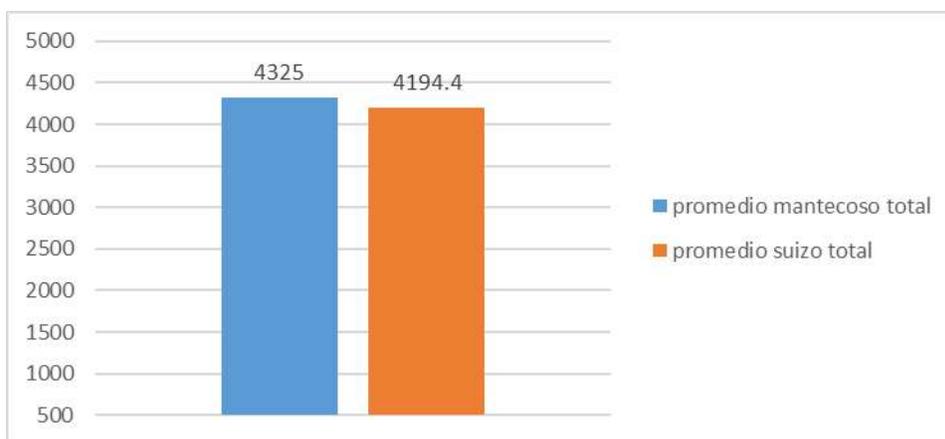


Figura 3. UFC en queso tipo suizo y mantecoso

Conclusiones

Los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de queso tipo mantecoso revelan que estos se sitúan por debajo de los estándares establecidos por la NTP (2004) en términos de contenido de grasa y proteína. De manera similar, el análisis microbiológico del mismo tipo de queso arroja resultados significativamente elevados en comparación con las normas establecidas. Respecto al queso tipo suizo, las muestras seleccionadas al azar no cumplen con los criterios de la NTP (2004) en el análisis fisicoquímico, siendo la cantidad de proteína inferior a los requisitos establecidos. En el análisis microbiológico de las muestras de queso suizo, los resultados también se desvían de las normativas establecidas por la NTP (2004).

Cabe destacar que, en Cajamarca, la leche, una vez ordeñada, no se enfría, lo que podría ser una de las causas del incremento en el conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), ya que cuanto más tiempo tarde en enfriarse una leche limpia, mayor será la proliferación de microorganismos. En relación con el análisis comparativo entre los quesos tipo suizo y mantecoso, se deduce estadísticamente que existen diferencias

significativas en cuanto a la cantidad de grasa, evidenciando que el tipo mantecoso es más graso que el tipo suizo, y este último presenta una mayor homogeneidad en su composición grasa. Por último, los quesos tipo suizo y mantecoso analizados en esta investigación muestran semejanza con la NTP en lo que respecta a sus propiedades sensoriales, incluyendo olor, color y sabor.

Referencias

Alvarado Vásquez, L.C. (2010). Métodos para determinar la adulteración de la leche fresca.

Cenzano, I. (1992). Los quesos.

Codeiac. (Serie sistematizaciones N°7). Queso cajamarquino de calidad: Experiencia de la coordinadora del sector de derivados lácteos de Cajamarca.

Díaz Liñan, V.A. (2009). Informe de prácticas pre-profesionales. Transformación de productos lácteos en el centro experimental Cefop N° 7 Cajamarca I. Control de calidad de la leche fresca que se brinda al programa del vaso de leche de la municipalidad provincial de Cajamarca.

Dubach, J. (1980, junio). El ABC para la quesería rural del Ecuador.

Eck, A. (1990). El queso.

ENTP. (2007). Normativa y legislación sobre productos lácteos en el Perú.

Frazier, W.C., & Westhoff, D.C. (2000). Microbiología de los alimentos.

Itintec. (1982). Instituto Tecnológico de la Industria de la Leche y Derivados Lácteos.

Madrid, A. (1996). Curso de industrias lácteas.

Neyra Flores, J.M. (2007). Evaluación de la calidad del queso tipo suizo comercializado en la ciudad de Cajamarca.

NTP. (2004). Norma Técnica Peruana para quesos y productos lácteos.

Piedra Flores, J. (2009). Manual Tecnología de la leche. Universidad Nacional de Cajamarca.

Panreac Química S.A. (2003). Manual Básico de Microbiología (4ª ed.).

Resolución Ministerial del Ministerio de Salud del Perú.

Ronald M.A. (1990). Microbiología. Fundamentos y aplicaciones.

Silva Díaz, M.R. (2009). Estudio de la vida útil de productos lácteos.

Soriano Vallejo, M.M. (2007). Normativa y legislación alimentaria en leche.

Valdivia Novoa, C.A. (1997). Análisis bromatológico y sus posibles adulteraciones de los quesos: mantecoso y tipo suizo que se expende en la ciudad de Cajamarca. [URL]
<http://www.1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/07MesaRedonda CESFAC.pdf>

Evaluación productiva y valor nutritivo de cinco cultivares de gramíneas perennes en dos pisos altitudinales de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca

Productive evaluation and nutritional value of five cultivars of perennial grasses in two altitudinal zones of the province of Santa Cruz, Cajamarca

Luis Asunción Vallejos Fernández^{1*}, Gilmer Cayotopa Jara²

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

²Biblioteca Central, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: lvallejos@unc.edu.pe

Resumen

Se llevó a cabo un experimento con el objetivo de evaluar el rendimiento, la altura y el valor nutricional de cinco cultivares de gramíneas perennes (*Dactylis glomerata Savvy*, *Festuca arundinacea Quantum II*, *Festuca arundinacea Festival*, *Festulolium Mahulena* y *Phalaris Confederate*) en dos pisos altitudinales (PA) de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca. Durante el estudio, se analizaron el porcentaje de pureza, el poder germinativo y el peso de 1 000 semillas. Nueve parcelas de 6 m² (3 m x 2 m) por PA fueron designadas al azar, y en ellas se sembraron los cinco cultivares utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Aunque no se observaron diferencias significativas en el rendimiento ($P>0,05$) entre los cultivares, se destacó que, por piso altitudinal, el mayor rendimiento ($P<0,05$) en materia seca por corte y acumulado (MS) correspondió al PA I, con 1 874,43 kg MS ha⁻¹ y 9 372,20 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente. Se observaron concentraciones elevadas de cenizas (minerales) solo por piso altitudinal, siendo más pronunciadas en el PA I. Considerando que la evaluación abarcó un año completo, los valores obtenidos en estos cultivares generan expectativas favorables para los productores, incentivando la mejora de la producción de leche.

Palabras clave: altitudinal, Cajamarca, cultivares, gramíneas perennes, rendimiento

Abstract

An experiment was conducted with the aim of assessing the performance, height, and nutritional value of five cultivars of perennial grasses (*Dactylis glomerata* Savvy, *Festuca arundinacea* Quantum II, *Festuca arundinacea* Festival, *Festulolium Mahulena*, and *Phalaris Confederate*) in two altitudinal zones (AZ) in the province of Santa Cruz, Cajamarca. Throughout the study, the percentage of purity, germination power, and the weight of 1 000 seeds were analyzed. Nine plots of 6 m² (3 m x 2 m) per AZ were randomly designated, and the five cultivars were planted in them using a Completely Randomized Block Design (CRBD). Although no significant differences in yield ($P>0.05$) were observed among the cultivars, it was highlighted that, by altitudinal zone, the highest yield ($P<0.05$) in dry matter per cut and accumulated (DM) corresponded to AZ I, with 1 874.43 kg DM ha⁻¹ and 9 372.20 kg DM ha⁻¹ year⁻¹, respectively. Elevated concentrations of ashes (minerals) were observed only by altitudinal zone, being more pronounced in AZ I. Considering that the assessment spanned a full year, the values obtained in these cultivars generate favorable expectations for producers, encouraging improvements in milk production.

Key words: altitudinal, Cajamarca, cultivars, perennial grasses, yield

Introducción

La evaluación de nuevas gramíneas con comportamiento perenne resulta imprescindible en las zonas de la región Cajamarca, donde la ganadería lechera es una práctica común. A pesar de que en nuestra área los animales se alimentan principalmente de raigrás ecotipo cajamarquino, una gramínea anual que persiste en muchos predios desde hace varias décadas debido a su naturalización, la afirmación de su permanencia no es tan certera. Esta pastura se mantiene en el tiempo debido a que los animales la consumen en un estado de madurez avanzado (reproductivo), lo que la hace persistente, aunque a expensas de su valor nutritivo. En contraste, en el mercado, gracias al mejoramiento genético, se encuentran especies como el *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Phalaris arundinacea* y *Festulolium*, una combinación de *Lolium anual* y *Lolium perenne*, que se utilizan en varios países de Sudamérica y se destacan por su resistencia al frío y a la escasez de agua (Zeng et al., 2020; Durand, 2014). Estas gramíneas perennes no toleran suelos con pH demasiado bajos ni mal drenados (Ovalle et al., 2011; Durand, 2014).

Los rendimientos en materia verde (MV) varían entre 6 140 y 8 800 kg MV ha⁻¹ por corte, mientras que en materia seca (MS) oscilan entre 1 630 y 2 230 kg MS ha⁻¹ por corte (Villegas, 2015). En cuanto al valor nutritivo, este dependerá del momento de corte o pastoreo (Criollo, 2013; Uvidia et al., 2015; Maruelli, 2017). Con este propósito, se planteó evaluar cinco cultivares de gramíneas perennes (*Dactylis glomerata* Savvy, *Festuca*

arundinacea Quantum II, *Festuca arundinacea* Festival, *Festulolium* Mahulena y *Phalaris* Confederate) en dos pisos altitudinales de la provincia de Santa Cruz, dentro de un rango de altitudes que va desde los 2 300 hasta los 3 300 metros sobre el nivel del mar.

Materiales y métodos

El experimento tuvo lugar en Santa Cruz, Cajamarca, abarcando el período desde marzo de 2018 hasta abril de 2019, y se ubicó geográficamente en la Latitud 06°48'00" S y Longitud 78°48'00" W. Se establecieron dos pisos altitudinales (PA): PA I (2 300-2 800 msnm) y PA II (2 801-3 300 msnm). En cada uno de estos pisos, se eligió un productor para llevar a cabo la investigación. La temperatura y precipitación promedio se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Temperatura promedio y precipitación pluvial promedio en los tres PA, durante la fase experimental (Estación Meteorológica: Minera La Zanja, 2019)

Mes	PA I		PA II	
	T° (°C)	Precipitación (mm)	T° (°C)	Precipitación (mm)
Enero	17,6	77	14,2	98
Febrero	17,5	93	13,4	111
Marzo	17,2	161	13,5	133
Abril	16,9	113	13,4	91
Mayo	16,3	62	12,7	42
Junio	15,8	33	11,8	15
Julio	15,4	20	11,9	8
Agosto	15,7	37	12,3	14
Setiembre	16,2	69	12,8	40
Octubre	16,6	90	13,6	92
Noviembre	16,8	69	13,3	68
Diciembre	16,9	54	13,4	83

Previo a la siembra, se llevó a cabo la evaluación del porcentaje de pureza, peso de 1 000 semillas y poder germinativo (Lallana, 2011) de los cinco cultivares de gramíneas perennes bajo investigación. Se tomaron muestras de suelo de cada una de las parcelas seleccionadas utilizando un sacabocado, siguiendo el método del zigzag (Múnera, G. 2012). Los análisis de suelo de las parcelas experimentales (ver Tabla 2) se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tabla 2. Composición química del suelo en las parcelas experimentales

Composición química suelo	PA I	PA II
pH	5,05	4,38
Materia orgánica (%)	4,23	23,72
Nitrógeno (%)	0,28	0,97
Fósforo (ppm)	10,4	1,8
Potasio (ppm)	738	396
Aluminio (meq/100)	0,30	2,90

Rendimiento (kg MS ha⁻¹)

Se dispusieron cuadrantes de 30 cm x 30 cm (0,09 m²) de manera representativa en cada parcela, procediendo a cortar los cultivares que se encontraban dentro del cuadrante.

Altura de planta (cm)

Se empleó una regla de metal de 70 cm para medir la altura promedio de los cultivares, registrando como altura la parte donde se concentraba la mayor cantidad de hojas (Saldanha, 2018).

Valor nutritivo

Las muestras recolectadas se colocaron en bolsas de plástico (10 x 15) identificadas con plumón de tinta indeleble, para su transporte en cajas refrigerantes (cooler) al gabinete de trabajo ubicado en la UNC. Allí, se llevó a cabo el pesado de todas las muestras en una balanza electrónica ($\pm 0,5$ g). Posteriormente, se trasladaron al Laboratorio de Pastos del INIA-Cajamarca para la determinación de la composición química de las variedades en estudio mediante análisis proximal.

El diseño estadístico utilizado para el experimento fue el de Bloques Completos Aleatorizados (DBCA), y el análisis se realizó con el software estadístico InfoStat, Versión 2018. Para la comparación de medias, se aplicó la prueba de Tukey.

Resultados y discusión

Rendimiento de materia verde (MV)

En la Tabla 3, se muestra el rendimiento (kg MV ha⁻¹ corte⁻¹ y kg MV ha⁻¹ año⁻¹) de las cinco variedades de gramíneas perennes en dos pisos altitudinales de la Provincia de Santa Cruz - Cajamarca.

Tabla 3. Rendimiento de materia verde de cinco cultivares de gramíneas perennes en dos pisos altitudinales

Cultivares	(kg MV ha⁻¹ corte⁻¹)	(kg MV ha⁻¹ año⁻¹)
<i>Festuca</i> (Quantum)	8 956,38	32 188,83
<i>Festuca</i> (Festival)	7 352,95	29 691,35
<i>Dactylis</i> (Savvy)	6 631,98	24 242,15
<i>Phalaris</i> (Confederate)	6 502,92	25 768,40
<i>Festulolium</i> (Mahulena)	5 001,67	20 515,40
<i>p-valor</i>	0,1370	0,4951
Piso Altitudinal		
I	8 468,63 a	42 343,05 a
II	5 309,73 b	10 619,40 b
<i>p-valor</i>	0,0014	0,0001

Al observar los valores obtenidos en la Tabla 3, podemos indicar que no hay diferencia significativa ($P>0,05$) para el rendimiento de materia verde en kg ha⁻¹ corte⁻¹ y kg/ha/año en los cinco cultivares de gramíneas perennes, debido probablemente a sus similares características de adaptación a las condiciones adversas del suelo y del clima como temperatura y humedad (Ovalle et al., 2011).

Por piso altitudinal se observa ($P<0,05$) que el PA II muestra el más bajo rendimiento con 5 309,73 kg MV ha⁻¹ corte⁻¹, frente al PA I con 8 468,63 kg MV ha⁻¹ corte⁻¹. En rendimiento acumulado, el más alto valor lo obtuvo el PA I con 42 343,05 kg MV ha⁻¹ año⁻¹; esta diferencia probablemente se deba al número de cortes obtenidos por piso altitudinal (5 cortes en el PA I y 2 cortes en el PA II) como consecuencia de las características adversas de clima y suelo a mayor altitud (Vallejos et al., 2020; Durand, 2014).

Comparando nuestros resultados con los encontrados por Villegas, 2015 los valores de *Dactylis* y *Festuca* hallados en nuestro trabajo son similares, confirmándose la resistencia de estas especies a la altitud, así como a la adversidad del clima.

Rendimiento de materia seca (MS)

En la Tabla 4, se muestra el rendimiento de MS en kg ha⁻¹ corte⁻¹ y kg ha⁻¹ año⁻¹, de las cinco variedades de gramíneas perennes, así como el rendimiento en los dos pisos altitudinales de la Provincia de Santa Cruz - Cajamarca.

Tabla 4. Rendimiento de materia seca (M.S.) en kg/ha/corte y kg/ha/año en los diferentes pisos altitudinales

Cultivares	(kg MS ha⁻¹ corte⁻¹)	(kg MS ha⁻¹ año⁻¹)
<i>Festuca</i> (Quantum)	2 133,60	7 444,67
<i>Festuca</i> (Festival)	1 812,92	6 910,68
<i>Dactylis</i> (Savvy)	1 624,95	5 827,67
<i>Phalaris</i> (Confederate)	1 373,68	5 229,77
<i>Festulolium</i> (Mahulena)	1 310,83	5 157,05
<i>p-valor</i>	0,1112	0,4694
Piso Altitudinal		
I	1 874,43 a	9 372,20 a
II	1 427,97 b	2 855,73 b
<i>p-valor</i>	0,0418	0,0001

Al observar los valores obtenidos en la Tabla 4, podemos indicar que no hay diferencia significativa ($P>0,05$) entre variedades, pero si se observa que por piso altitudinal hay diferencia significativa ($P<0,05$), siendo el PA I el que presenta mayor rendimiento por hectárea (1 874,43 kg MS ha⁻¹ corte⁻¹) y mayor rendimiento acumulado con 9 372,20 versus el PA II con 2 855,73 kg MS ha⁻¹corte⁻¹año⁻¹; esto debido al número de cortes, como consecuencia probablemente de las condiciones climatológicas y características químicas del suelo (Vallejos et al., 2020).

Altura de la planta

En la Tabla 5, se muestra la altura de planta en los diferentes pisos altitudinales de cinco variedades de gramíneas perennes en la Provincia de Santa Cruz – Cajamarca.

Tabla 5. Altura de la planta por piso altitudinal y variedad de gramíneas perennes

Cultivares	Altura (cm)
<i>Phalaris</i> (Confederate)	18,10 a
<i>Festuca</i> (Quantum)	18,00 a
<i>Dactylis</i> (Savvy)	17,53 ab
<i>Festuca</i> (Festival)	14,67 b
<i>Festulolium</i> (Mahulena)	12,75 b
<i>p-valor</i>	0,0428
Piso altitudinal	
I	19,72 a
II	12,70 b
<i>p-valor</i>	0,0001

Los resultados presentados en la Tabla 5 revelan diferencias significativas ($P<0,05$) en la evaluación de la altura

de la planta, destacándose *Phalaris*, *Festuca* y *Dactylis* como los cultivares que alcanzaron las mayores dimensiones. Estos valores superan notablemente los 17,59 cm reportados por Villegas (2015) en la región Amazonas, posiblemente atribuibles a las características genéticas particulares de las variedades estudiadas.

Al analizar los datos de altura de la planta en distintos pisos altitudinales, se evidencia una longitud máxima ($P < 0,05$) en el Piso Altitudinal I, alcanzando los 19,72 cm, mientras que el Piso Altitudinal II exhibe la medida más baja, registrando 12,70 cm. Esta variación podría asociarse a las condiciones del suelo, como se detalla en la Tabla 2.

Valor nutritivo

Los datos expuestos en la Tabla 6 revelan que no se observan diferencias significativas ($P > 0,05$) en cuanto a ceniza, proteína cruda y fibra cruda entre los diversos cultivares analizados.

En relación a los diferentes pisos altitudinales, se destaca que la concentración de ceniza fue significativamente superior ($P < 0,05$) en el Piso Altitudinal I. Este fenómeno podría atribuirse posiblemente a las características químicas particulares del suelo en el Piso Altitudinal II, donde se registran niveles de pH más bajos, una mayor presencia de aluminio y una menor concentración de fósforo.

Tabla 6. Composición química de cinco cultivares de gramíneas perennes en tres pisos altitudinales

Cultivares	Ceniza (%)	Proteína cruda (%)	FC (%)
<i>Dactylis</i> (Savvy)	7,92	14,77	22,71
<i>Festuca</i> (Quantum)	9,11	13,62	20,94
<i>Festuca</i> (Festival)	8,85	13,03	18,64
<i>Festulolium</i> (Mahulena)	8,98	13,80	19,71
<i>Phalaris</i> (Confederate)	8,78	14,63	19,97
p-valor	0,3143	0,6846	0,8236
Piso altitudinal			
PA I	9,34 a	13,09	21,89
PA II	8,12 b	14,85	18,90
p-valor	0,0067	0,0670	0,2131

Al cotejar nuestros resultados respecto al contenido de proteína, se evidencia una similitud con los hallazgos de Villegas (2015) en la región de Amazonas, quien registró un 14,87% para *Dactylis*. Es destacable señalar que los valores promedio de proteína cruda (PC) obtenidos en nuestro estudio, alcanzando el 14,17%, son bastante aceptables e impactantes. La composición química de los forrajes actúa como un indicador crucial de su calidad nutritiva (Moran, 2019), siendo influenciada por el momento de corte (Criollo, 2013; Uvidia, et al.,

2015; Maruelli, 2017).

Conclusiones

No se observaron diferencias ($P>0,05$) en el rendimiento de materia verde (MV) ($\text{kg MV ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$) y materia seca (MS) ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$) entre los cinco cultivares evaluados. Al considerar la altitud, tanto para MV como para MS, se registraron los mejores valores ($P<0,05$) en el Piso Altitudinal I (PA I).

En relación con la altura de planta, se destacó un mayor crecimiento ($P<0,05$) en los cultivares *Phalaris* Confederate, *Dactylis* Savvy y *Festuca* Quantum. Además, al analizar por piso altitudinal, se observaron los valores más elevados en el PA I. En contraste, no se identificaron diferencias significativas ($P>0,05$) entre cultivares en cuanto a la concentración de minerales, pero se evidenció que el PA I superó al PA II en esta medida.

Agradecimiento

Al Bachiller Wilder Sangay Terrones de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias.

Referencias

Criollo Rojas, N. J. (2013). Evaluación de alternativas silvopastoriles que promuevan la intensificación y recuperación de pasturas degradadas y contribuyan a reducir el impacto ambiental de la actividad ganadera en la Amazonía ecuatoriana al segundo año de establecimiento [Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

Durand Aguilar, M. J. (2014). Comportamiento productivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en cultivo puro y asociado con gramíneas forrajeras en el CIP-Camacani.

Lallana, V., García, L., & Elizalde, J. (2011). Unidad Temática 11: Germinación. Cátedra de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. Recuperado de [http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT_FV11\(2da%20Parte\).pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT_FV11(2da%20Parte).pdf)

Maruelli, J. N. (2017). Valoración nutritiva de los alimentos: importancia de la fibra en la alimentación animal.

MIDAGRI. (2022). Anuario estadístico - Producción ganadera y avícola 2021. Año: N° 6.

Moran Salazar, C. I. (2019). Comparación de dos intervalos de cortes del pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.), en su rendimiento de biomasa y valor nutritivo [Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019].

Ovalle, C., Fernández, F., Squella, F., & Ruiz, C. (2011). Recomendación de Praderas para Sistemas Silvopastorales en la Zona Centro Sur de Chile. 59 p. Serie Actas N° 46. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

Quispe, L. (2010). Comportamiento agronómico de cinco variedades de festuca alta (*Festuca arundinacea*), bajo condiciones de fertilización nitrogenada en el Instituto Benson, Letanias-Viacha, La Paz. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Unidad Mayor de San Andrés.

Uvidia, H., Ramírez, J., Vargas, J., Leonard, I., & Sucoshañay, J. (2015). Rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* vs Maralfalfa en la Amazonía ecuatoriana. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 16(6), 1-11.

Vallejos, L. (2009). Efecto de la fertilización fosforada y de la frecuencia de pastoreo sobre el valor nutritivo de la dieta y el comportamiento ingestivo de las vacas Holstein en praderas de ryegrass-trébol en Cajamarca. Tesis para optar el grado de Doctoris Philosophiae. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Vallejos, L., Álvarez, W., Paredes, M., Pinares, C., Bustíos, J., Vásquez, H., & García, R. (2020). Comportamiento productivo y valor nutricional de 22 genotipos de raigrás (*Lolium* spp.) en tres pisos altoandinos del norte de Perú. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 537–545. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.04.09.

Análisis y diseño de plateas de cimentación con pilotes

Analysis and design of foundation slabs with piles

Marcos Mendoza Linares^{1*}, Ever Rodriguez Guevara¹, Gerardo Mercedes Trigoso Torres², Segundo Linares Estrada¹, José Alejandro Alcántara Tucto³, Yvette Amparo Jimenez Maza¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

²Oficina General de Proyectos de Infraestructura y Saneamiento, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

³Oficina de Servicios Generales, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: mmendoza@unc.edu.pe

Resumen

En el contexto actual, la construcción de edificaciones de gran altura se ha vuelto una necesidad imperante, motivada, en primer lugar, por el crecimiento de la población mundial y la consiguiente demanda de espacios habitables en las crecientes ciudades. En segundo término, el avance científico y técnico, que ha propiciado el descubrimiento de nuevos materiales, la implementación de maquinaria especializada y la innovación en procesos constructivos, ha influido significativamente en la capacidad para erigir estructuras más elevadas. Además, factores como la competencia entre naciones por liderar en la construcción de edificaciones imponentes, por razones tanto de moda como de orgullo nacional, también contribuyen a esta tendencia. Este estudio de investigación se centra en el análisis detallado y la aplicación práctica de cimentaciones que combinan plateas y pilotes en la construcción de edificaciones de gran envergadura, puentes, estructuras industriales y marinas, entre otras. Se examinan casos emblemáticos, como la Torre Burj Khalifa, que, al estar ubicada en suelos difíciles de cimentar, utiliza esta combinación para gestionar asentamientos y optimizar consideraciones económicas. Las referencias proporcionan información adicional y detallada sobre diversas edificaciones que emplean esta técnica de cimentación.

Palabras clave: cimentaciones combinadas, edificaciones de gran altura, pilotes estructurales, plateas de cimentación, suelos difíciles

Abstract

In the current context, the construction of tall buildings has become an imperative necessity driven, firstly, by the global population growth and the consequent demand for habitable spaces in expanding cities. Secondly, scientific and technical advancements, leading to the discovery of new materials, the implementation of specialized machinery, and innovation in construction processes, have significantly influenced the ability to erect taller structures. Additionally, factors such as competition among nations to lead in the construction of impressive buildings, driven by both fashion and national pride, also contribute to this trend. This research study focuses on the detailed analysis and practical application of foundations that combine slabs and piles in the construction of large-scale buildings, bridges, industrial, and marine structures, among others. Emblematic cases are examined, such as the Burj Khalifa Tower, which, situated on challenging soil, employs this combination to manage settlements and optimize economic considerations. The references provide additional and detailed information about various buildings that employ this foundation technique.

Key words: combined foundations, challenging soils, foundation slabs, structural piles, tall buildings

Introducción

Este trabajo se enfoca en el análisis detallado de las cimentaciones que combinan plateas con pilotes, conocidas como Piled Raft en inglés. El estudio de estas cimentaciones surge debido a su creciente popularidad, motivada por su costo más económico en comparación con las cimentaciones basadas exclusivamente en pilotes. La investigación aborda la formulación matemática de los elementos platea-pilotes y su aplicación en diversos sistemas estructurales, especialmente en suelos difíciles de cimentar y en condiciones económicas exigentes.

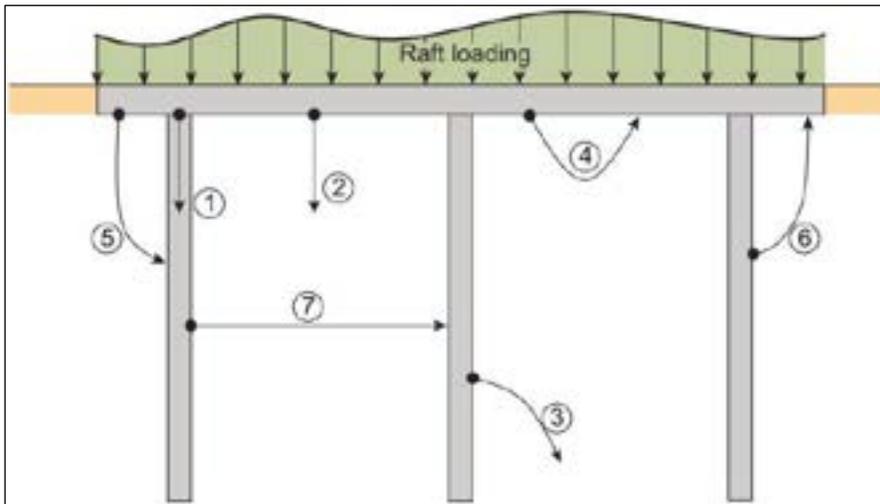
El interés en este tipo de cimentaciones se ha intensificado debido a diversos factores, como el aumento de la población mundial, la escasez de espacios habitables disponibles y los avances científicos y técnicos que han conducido al descubrimiento de nuevos materiales y procesos constructivos. Además, la competencia global por liderar la construcción de estructuras más altas ha contribuido a la adopción de cimentaciones combinadas. El trabajo también introduce un enfoque práctico utilizando el Método de Diseño Simplificado Poulos-Davis-Randolph, presentando su desarrollo teórico y ejemplos de aplicación para una comprensión más clara y efectiva.

Materiales y métodos

La triple interacción entre el suelo, el pilote y la platea (Figura 1), hace que un análisis riguroso del problema sea muy complejo. El diseño requiere de un modelo matemático más sofisticado, como un análisis de elementos

finitos. Existen algunos métodos simplificados que son adecuados para los diseños preliminares; uno de estos consideraremos y que lo exponemos a continuación. En efecto, dado que los asentamientos juegan un papel más importante que la capacidad portante en el diseño de placas con pilotes, nos centraremos más en la rigidez (K) definida como:

$$\text{Rigidez}(K) = \frac{\text{Carga (P)}}{\text{Asentamiento}(S)} \quad (1)$$



(1) Interacción pilote-placa, (2) Interacción suelo-placa, (3) Interacción suelo-pilote, (4) Interacción placa-suelo-placa, (5) Interacción placa-suelo-pilote, (6) Interacción pilote-suelo-placa, (7) Interacción pilote-suelo-pilote.

Figura 1. Interacción Suelo-Pilote-Placa

Fuente: O'Brien et al., 2012

Las interacciones indicadas en la Figura 1, se definen a continuación:

- (1) INTERACCIÓN PILOTE-PLACA. Las cargas se transmiten a los pilotes directamente por la placa.
- (2) INTERACCIÓN PLATEA-SUELO. Las tensiones de contacto entre la placa y el suelo se transmiten al suelo y se produce el asentamiento de la placa.
- (3) INTERACCIÓN PILOTE-SUELO. Las cargas de los pilotes se dispersan en el suelo que rodea los pilotes.
- (4) INTERACCIÓN PLATEA-SUELO-PLATEA. La interacción tiene lugar a través del suelo con otras partes de la placa.
- (5) INTERACCIÓN PLATEA-SUELO-PILOTE. Las tensiones de contacto de la placa también se transmiten a través del suelo e interactúan con los pilotes.

- (6) INTERACCIÓN PILOTE-SUELO-PLATEA. La interacción también tiene lugar entre cada pilote a través del suelo hasta la parte inferior de la platea.
- (7) INTERACCIÓN PILOTE-SUELO-PILOTE. La interacción tiene lugar entre cada pilote a través del suelo a otros pilotes.

En efecto, los subíndices p y r para refieren a pilote (pile) platea (raft), respectivamente. Los métodos aproximados no tienen en cuenta los asentamientos diferenciales.

El método de Poulos-Davis-Randolph (PDR) sugiere que la capacidad de carga vertical de la platea piloteada (platea combinada con pilotes) puede tomarse como la menor de las siguientes:

- La suma de las capacidades últimas de la platea y todos los pilotes.
- La capacidad última del bloque que contiene los pilotes y la platea, más la parte de la platea fuera del perímetro de los pilotes.

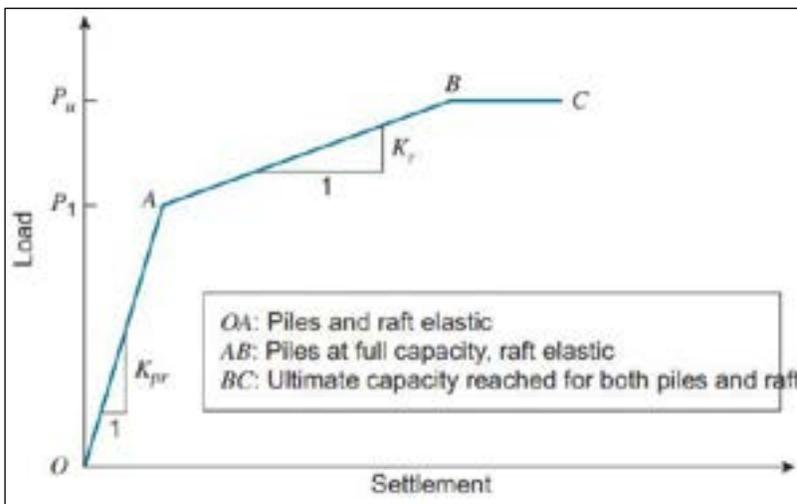


Figura 2. Asentamiento de carga trilineal simplificado para análisis preliminar

Fuente: Poulos, 2001

La Figura 2 muestra un gráfico de asentamiento de carga trilineal simplificado OABC, representado por tres segmentos de línea recta. A lo largo de OA, tanto los pilotes como la platea permanecen elásticos y los pilotes alcanzan su máxima capacidad en A, donde la carga total aplicada sobre la platea piloteada es P_t . La pendiente de la línea OA es la rigidez de la platea piloteada K_{pr} . En cualquier punto de OA, la carga total (P_t) es compartida por la platea (P_r) y los pilotes (P_p). (Los subíndices p y r se refieren a pila y platea, respectivamente). La proporción relativa transportada por la platea (X) se define como:

$$X = \frac{P_r}{P_t} = \frac{P_r}{P_r + P_p} \quad (2)$$

$$1 - X = \frac{P_p}{P_t} = \frac{P_p}{P_r + P_p} \quad (3)$$

Donde

$$P_t = P_r + P_p \quad (4)$$

Si la capacidad la carga última de un solo pilote es P_{up} la carga P_1 (vea la Figura 4) se puede determinar como

$$P_1 = \frac{P_{up}}{1-X} \quad (5)$$

En base a un análisis elástico, Clancy y Randolph (1996) definen X como:

$$X = \frac{K_r(1-\alpha_{rp})}{K_p + K_r(1-2\alpha_{rp})} \quad (6)$$

Donde K_p es la rigidez del grupo de pilotes solamente, K_r es la rigidez de la platea solamente, y α_{rp} es el factor de interacción pilote-platea. Tanto K_r como K_p se puede determinar a partir de teorías elásticas (Fleming et al. 2008; Poulos and Davis, 1974). La rigidez de la platea piloteada K_{pr} se define como (Poulos H. G., 2001):

$$K_{pr} = \frac{K_p + K_r(1-2\alpha_{rp})}{1 - \alpha_{rp}^2 \frac{K_r}{K_p}} \quad (7)$$

El factor de interacción pilote-platea α_{rp} se ubica dentro del rango de 0 - 1, con 0 cuando la estructura está actuando como una platea y 1 cuando está actuando como una cimentación totalmente pilotada con ningún contacto entre la platea y el pilote (por ejemplo, las cimentaciones marinas). Para el mismo tamaño de platea y condiciones de suelo, α_{rp} depende del número de pilotes, sus longitudes y el nivel de esfuerzo. La Figura 3 muestra la posible reducción del asentamiento con el incremento del valor de α_{rp} .

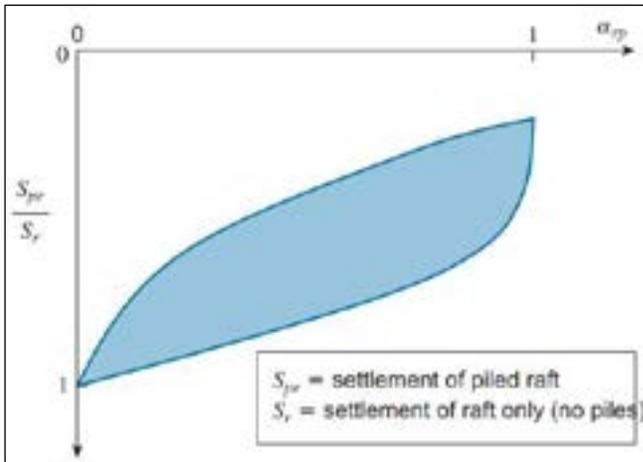


Figura 3. Ilustración cualitativa de la posible reducción del asentamiento y el valor de α_{rp}

De A a B en la Figura 2, la platea piloteada se basa únicamente en la rigidez de la platea (K_r), ya que los pilotes han alcanzado su capacidad total en A. La platea se comporta elásticamente a lo largo de AB, donde la pendiente está definida por la rigidez de la platea K_r , y alcanza su capacidad en B. Más allá de esto, el gráfico de carga-asentamiento es horizontal sin capacidad adicional para cualquier carga adicional. Hasta que la capacidad del pilote se movilice por completo en A (Figura 2), la rigidez de la platea pilotada (K_{pr}) se puede utilizar para determinar el asentamiento a lo largo de OA.

Determinación de α_{rp}

Para determinar la rigidez de la platea piloteada K_{pr} es necesario determinar el factor de interacción del pilote con la platea α_{rp} .

Randolph (1994) propuso un modelo simple de platea piloteada que se muestra en la Figura.4, donde un solo pilote se muestra junto con una platea equivalente o cabezal. El área del cabezal del pilote se define como el área de la platea dividido por el número de pilotes.

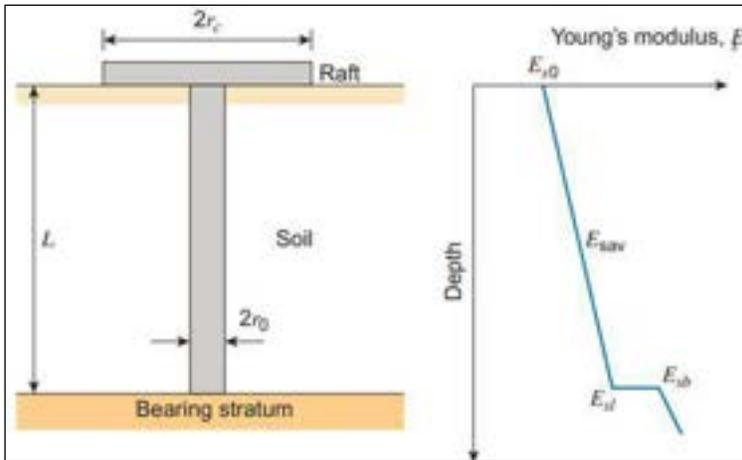


Figura 4. Modelo simplificado simple de un pilote-platea propuesto por Randolph (1994)

En esta figura las notaciones son como sigue:

r_c = radio del cabezal del pilote (basado en el área dividida por el número de pilotes)

r_0 = radio del pilote

L = Longitud del pilote

E_{s0} = Módulo de Young del suelo en el cabezal del pilote

E_{sl} = Módulo de Young del suelo en la punta del pilote

E_{sb} = Módulo de Young del estrato de apoyo debajo de la punta del pilote

E_{sav} = Módulo de Young promedio del suelo a lo largo del eje del pilote

El factor de interacción pilote-platea α_{rp} se puede determinar como

$$\alpha_{rp} = 1 - \frac{\ln\left(\frac{r_c}{r_0}\right)}{\zeta} \quad (8)$$

Donde

$$\zeta = \ln\left(\frac{r_m}{r_0}\right) \quad (9)$$

El radio de influencia del pilote r_m se define como

$$r_m = \{0.25 + \xi[2.5\rho(1 - \mu_s) - 0.25]\}L \quad (10)$$

Donde

$$\xi = \frac{E_{sl}}{E_{sb}} \quad (11)$$

ρ es el factor no homogéneo definido como

$$\rho = \frac{E_{sav}}{E_{sl}} \quad (12)$$

y μ_s es la relación de Poisson del suelo

Algunos valores típicos usados en los diseños de edificios altos sobre plateas piloteadas son como sigue:

Espesor de la platea	= 2-4 m
Espaciamiento de pilotes	= 2,5-8,0 x diámetro del pilote
Relación de esbeltez(longitud/diámetro)	= 10-100
Carga de pilote	= 2-15 MN
Carga total del edificio	= hasta 5 000 MN
Asentamiento máximo observado	= 50-150 mm

Cargado por piso

Edificios Residenciales	= 10 kN/m ²
Edificios de oficinas	= 12 kN/m ²
Edificios industriales	= 16 kN/m ²
Presión de contacto promedio sobre el suelo debajo de la platea	= 1-3 MN/m ²
Módulo de Young del concreto	= 30 GN/m ²
Módulo de reacción de la subrasante	= 10-100 kN/m ² /mm

El trabajo se inicia eligiendo con la búsqueda de las referencias bibliográficas publicadas en revistas científicas

(papers), libros, tesis de maestrías y doctorados en países como EEUU, Canadá, China, India, entre otros.

Después se eligió el tema investigación para su desarrollo consistente en cimentaciones con Plateas Pilotadas de uso actual en el análisis, diseño y construcción de edificios altos en sitios donde los suelos son de mala calidad; resultando antieconómico para uso de otros tipos de cimentaciones.

Resultados y discusión

Se presentan dos ejemplos de aplicación resueltos considerando el Método Simplificado debido a *POULOS-DAVIS-RANDOLPH (PDR)*.

Ejemplo 1. Se propone construir un edificio de 40 pisos con una superficie de 1 350 m² sobre una platea piloteada, con pilotes perforados de 1,0 m de diámetro colocados a 3,0 m de centro a centro. La carga media por piso es de unos 12 kN/m². Para el diseño preliminar, se puede suponer que los pilotes perforados se distribuyen uniformemente.

- a. ¿Cuántas pilas perforadas se necesitarán? ¿Cuál es la carga por pilote perforado? De manera conservadora, desprecie la contribución de la platea y suponga que toda la carga del edificio se transfiere a los pilotes.
- b. Suponiendo condiciones de suelo uniformes, con un módulo de Young y una relación de Poisson constantes de 0,25, estime el factor de interacción de la platea piloteada α_{rp} , suponiendo que los pilotes perforados tienen una longitud de 25 m.

Solución

La solución se llevará a cabo en dos partes

Parte A

$$\text{Peso de edificio} = 40 \times 1\,350 \text{ m}^2 \times 12 \text{ kN/m}^2 = 648 \text{ MN}$$

$$\text{Número de pilotes} = 1\,350 / (3 \times 3) = 150$$

$$\text{Carga por pilote} = 648 / 150 \quad \dots = 4,32 \text{ MN}$$

Parte B

En condiciones uniformes, $\xi = 1$ y $\rho = 1$. De la ec.(10)

$$r_m = \{0,25 + 1[2,5 \times 1(1 - 0,25) - 0,25]\} \times 25 = 46,9 \text{ m}$$

De la ec.(9),

$$\xi = \ln\left(\frac{r_m}{r_0}\right) = \ln\left(\frac{46,9}{0,5}\right) = 4,54$$

El radio del cabezal del pilote equivalente, r_c se puede determinar como

$$\pi x r_c^2 = \frac{1350}{150}; r_c = 1,69 \text{ m}$$

$$\alpha_{rp} = 1 - \frac{\ln\left(\frac{r_c}{r_0}\right)}{\xi} = 1 - \frac{\ln\left(\frac{1,69}{0,5}\right)}{4,54} = 0,73$$

Ejemplo 2. En una platea piloteada $K_p = 2500 \text{ MN/m}$, $K_r = 800 \text{ MN/m}$, y $\alpha_{rp} = 0,75$. Encuentre la proporción relativa de la carga transportada por la platea X y la rigidez de la platea piloteada K_{pr}

Solución

De la ec.(6),

$$X = \frac{K_r(1 - \alpha_{rp})}{K_p + K_r(1 - 2\alpha_{rp})} = \frac{800(1 - 0,75)}{2500 + 800(1 - 2 \times 0,75)} = 0,095$$

De la ec.(7)

$$K_{pr} = \frac{K_p + K_r(1 - 2\alpha_{rp})}{1 - \alpha_{rp}^2 \frac{K_r}{K_p}} = \frac{2500 + 800(1 - 2 \times 0,75)}{1 - 0,75^2 \frac{800}{2500}} = 2561 \text{ MN/m}$$

Ejemplo 3. En la Figura 5 se muestra el gráfico trilineal simplificado de carga vs asentamiento de una platea piloteada. Los pilotes están diseñados para ser utilizados a su máxima capacidad.

- ¿Cuáles son los valores de K_{pr} y K_r usados en este modelo simplificado?
- ¿Cuál es el asentamiento cuando los pilotes alcanzan su capacidad total?

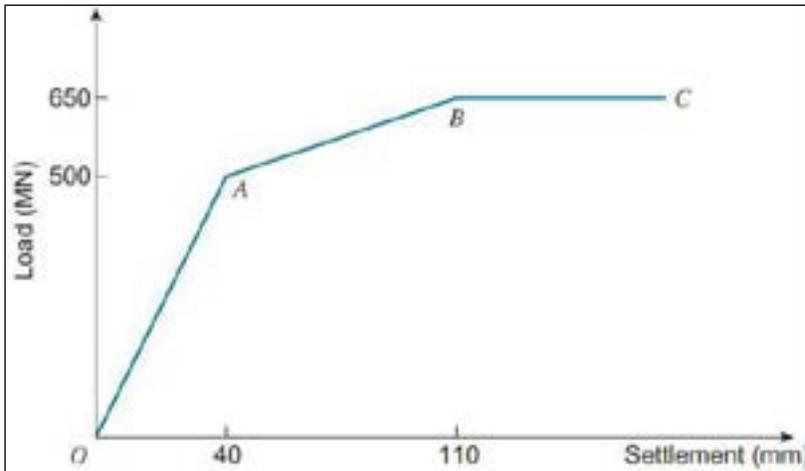


Figura 5. Gráfico del asentamiento de carga trilineal simplificado de la platea piloteada para el ejemplo 7.3

Solución

Parte A

K_{pr} y K_r son las pendientes de las líneas OA y AB, respectivamente. Están dadas por

$$K_{pr} = \frac{500}{40 \times 10^{-3}} = 12\,500 \text{ MN/m}$$

$$K_r = \frac{650 - 500}{(110 - 40) \times 10^{-3}} = 2\,143 \text{ MN/m}$$

Parte B

Los pilotes alcanzan su capacidad total en A cuando el asentamiento es de 40mm

Conclusiones

Las conclusiones extraídas de la investigación son las siguientes: en primer lugar, las cimentaciones combinadas con pilotes, conocidas como Piled Raft en inglés, emergen como una opción económica y segura en la ingeniería civil; en segundo término, el análisis para su diseño es intrincado y requiere el empleo de métodos numéricos avanzados como Elementos Finitos y Elementos de Borde; asimismo, estos análisis, que suelen ser tridimensionales, demandan el uso de computadoras de alta capacidad; finalmente, se destaca la utilidad del Método Simplificado como herramienta para evaluar la calidad de los resultados en los análisis numéricos, especialmente en aquellos de naturaleza tridimensional.

Referencias

- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2019). Principles of Foundation Engineering (9th ed., SI ed.).
- Fleming, W. G. K., Weltman, A. J., Randolph, M. F., & Elson, W. K. (2008). Piling Engineering (3rd ed.). Blackie.
- O'Brien, A. S., Burland, J. B., & Chapman, T. (2012). Rafts and Piled Rafts. In J. Burland, T. Chapman, H. Skinner, & M. Brown (Eds.), ICE Manual of Geotechnical Engineering (Chapter 56). Institution of Civil Engineers.
- Poulos, H. G. (2001). Pile Raft Foundations: Design and Applications. *Geotechnique*, 51(2), 95–113.
- Poulos, H. G. (2016). Tall building foundations: design methods and applications. *Innov. Infrastruct. Solut.*, 1(10), DOI 10.1007/s41062-016-0010-2.
- Poulos, H. G., & Davis, E. H. (1974). Elastic Solutions for Soil and Rock Mechanics. Wiley.
- Poulos, H. G., & Davis, E. H. (1980). Pile foundation Analysis and Design. The University of Sydney.
- Yenginar, Y., & Olgun, M. (2019). Designing Piled Raft Foundations Using Simplified Analysis Methods. Department of Civil Engineering, Engineering Faculty, Selcuk University, Konya, TURKEY.

Evaluación de las vías de circulación de las mototaxis en la ciudad de Cajamarca

Assessment of the circulation routes of mototaxis in the city of Cajamarca

Juan Francisco Urteaga Becerra^{1*}

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: jurteagab@unc.edu.pe

Resumen

En la ciudad de Cajamarca, el mototaxismo se presenta como una opción de transporte alternativa ampliamente accesible para la mayoría de la población. Sin embargo, este servicio carece de formalidad, generando inseguridad y teniendo un impacto negativo tanto en el tráfico como en la contaminación ambiental. El objetivo de este estudio es llevar a cabo una evaluación detallada de las secciones de las vías con mayor presencia de mototaxis en la ciudad de Cajamarca. En este proceso, se identificaron las 48 intersecciones viales con mayor flujo de mototaxis, se determinó una muestra representativa y se aplicaron técnicas digitalizadas para realizar un levantamiento urbanístico. Además, se contó con la colaboración de alumnos de la Asignatura de Planeamiento Urbano, quienes utilizaron el programa Autodesk Revit para representar en 3D los planos de 41 intersecciones. Los resultados de este trabajo permiten analizar las características específicas de la circulación de mototaxis en las intersecciones viales. Se observó que durante las horas punta, aproximadamente el 41% del total de vehículos corresponden a mototaxis. Asimismo, se evaluaron los componentes de las secciones viales en estas intersecciones, revelando que solo una vía colectora cumple con todos los requisitos. Las calzadas cumplen con la normativa en un 80%, las veredas en un 27,5%, y los retiros diagonales en las esquinas solo alcanzan un 14%. Como conclusión, se proponen medidas concretas para mejorar la seguridad y la circulación de mototaxis, las cuales deberían ser consideradas por la municipalidad en la elaboración de un plan regulador para vehículos menores en el distrito de Cajamarca, abordando aspectos como la velocidad máxima permitida, la ubicación de paraderos y la restricción de circulación por vías colectoras.

Palabras clave: Cajamarca, circulación, intersecciones, mototaxismo, urbanístico

Abstract

In the city of Cajamarca, mototaxism emerges as a widely accessible alternative transportation option for the majority of the population. However, this service lacks formality, leading to insecurity and having a negative impact on both traffic and environmental pollution. The aim of this study is to conduct a detailed assessment of the sections of roads with a higher presence of mototaxis in the city of Cajamarca. In this process, the 48 intersections with the highest mototaxi traffic were identified, a representative sample was determined, and digitized techniques were applied for urban planning surveys. Additionally, collaboration was sought from students in the Urban Planning Subject, utilizing Autodesk Revit to create 3D representations of 41 intersections. The results of this work enable the analysis of specific characteristics of mototaxi circulation at these intersections. It was observed that during peak hours, approximately 41% of total vehicles consist of mototaxis. Furthermore, the components of road sections in these intersections were evaluated, revealing that only one collector road meets all requirements. Roadways comply with regulations at 80%, sidewalks at 27.5%, and diagonal setbacks at corners reach only 14%. In conclusion, specific measures are proposed to enhance the safety and circulation of mototaxis, which should be considered by the municipality in crafting a regulatory plan for smaller vehicles in the district of Cajamarca. This plan should address aspects such as the maximum allowed speed, location of stops, and restriction of circulation on collector roads.

Key words: Cajamarca, circulation, intersections, mototaxism, urban planning

Introducción

En la urbe de Cajamarca, el mototaxismo ha emergido como un medio de transporte alternativo, accesible para la mayoría de la población; no obstante, se caracteriza por su informalidad, manifestando inseguridades y ejerciendo un impacto adverso tanto en el flujo vehicular como en la contaminación ambiental. En este contexto, resulta imperativo que el sistema de transporte aborde de manera adecuada la operación de los mototaxis, garantizando que su integración con el tráfico vehicular general no genere factores de riesgo para posibles accidentes.

El presente estudio tiene como propósito identificar las secciones de las vías con mayor afluencia de mototaxis en la ciudad de Cajamarca. Se llevaron a cabo la identificación de 48 intersecciones viales con un notable tránsito de mototaxis, la determinación de una muestra representativa y la implementación de técnicas digitalizadas para el levantamiento urbanístico. El desarrollo de estas actividades contó con la colaboración de alumnos de la Asignatura de Planeamiento Urbano, quienes emplearon el programa Autodesk Revit para generar representaciones tridimensionales de los planos de 41 intersecciones.

En el análisis de las características de los componentes de las secciones viales en estas intersecciones, se destacó que únicamente una vía colectora cumplía con todos los componentes normativos establecidos. Asimismo, se evaluó la dinámica de la circulación de mototaxis en estas intersecciones, revelando que durante las horas punta, aproximadamente el 41% del total de vehículos corresponde a mototaxis. Adicionalmente, se identificó que en el 29% de las intersecciones, los mototaxis representan el 50% o más del total de vehículos.

Como resultado de estas observaciones, se han formulado recomendaciones y medidas concretas orientadas a mejorar la seguridad y eficiencia de la circulación de mototaxis. Estas propuestas deberían ser consideradas por la municipalidad al desarrollar un plan regulador específico para vehículos menores en el distrito de Cajamarca. Dichas medidas abarcan aspectos como la regulación de la velocidad máxima, la ubicación de paraderos y la restricción de circulación en vías colectoras, contribuyendo así a optimizar la coexistencia de los mototaxis en el entorno urbano.

Materiales y métodos

La investigación se enfocó en obtener información detallada de las intersecciones, tomando como muestra 41 intersecciones específicas en la ciudad de Cajamarca. El proceso metodológico abordado se inició con una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el tema, seguida por la determinación del tamaño de la muestra de secciones viales en las intersecciones y áreas de equipamiento con alta circulación de mototaxis en la ciudad. Posteriormente, se llevó a cabo un levantamiento urbanístico a nivel de detalle, mediante la digitalización de planos de las secciones viales seleccionadas y áreas de equipamiento, con el respaldo de los alumnos de la asignatura de Planeamiento Urbano de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. Este proceso incluyó un registro fotográfico y la elaboración de planos digitalizados en dos dimensiones y en 3D de las intersecciones viales.

Como parte del análisis, se confeccionaron dos cuadros detallados: uno que abarcaba las características de los componentes de las secciones viales y otro que detallaba la cantidad de mototaxis presentes en dichas intersecciones. Tras la recopilación y análisis de estos datos, se formuló una propuesta para la mejora del sistema. Finalmente, se establecieron conclusiones derivadas de la evaluación de los resultados obtenidos. El universo de investigación comprendió la totalidad de las intersecciones viales con mayor tránsito de mototaxis en la ciudad de Cajamarca, asegurando una representación integral de la dinámica de estas interacciones en el entorno urbano.

Resultados y discusión

Con el respaldo de alumnos de la asignatura de Planeamiento Urbano de la Escuela de Ingeniería Civil, se llevó

a cabo un levantamiento urbano computarizado de 41 intersecciones de las vías. Este levantamiento incluyó la documentación detallada de los componentes de las secciones, abarcando fotografías, plantas y secciones en 2D, así como representaciones tridimensionales utilizando el programa Autodesk REVIT en sus versiones del 2020 al 2023.

La evaluación de los componentes viales se basó en las especificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), particularmente en lo referente a las dimensiones mínimas de calzadas y veredas. Sin embargo, la evaluación de la existencia de estacionamientos no se llevó a cabo, dado que la mayoría de las vías locales y colectoras carecen de estacionamiento contiguo a la vereda.

En las 41 intersecciones viales, se examinaron las características de los componentes de las secciones de 153 cuadras. Del total, el 48% corresponde a vías locales principales, el 31% a vías colectoras y el 21% a vías locales secundarias. Respecto a las dimensiones, el 80% cumple con el ancho mínimo de calzadas, el 27.5% cumple con las dimensiones mínimas de las veredas, y solo el 14% de los ochavos cumplen con el retiro diagonal mínimo de 3 m, siendo notable la ausencia de retiros diagonales en muchas de las intersecciones. En cuanto al estado, el 35% de calzadas y veredas se encuentra en estado regular.

Destaca que solo la vía colectora de la Av. Los Héroes supera el ancho mínimo de 7,2 m de la berma central, mientras que las demás no alcanzan ni el 50% de este ancho, algunas incluso presentan dimensiones inferiores a 1 m (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen del total de intersecciones (Porcentaje de vías que cumplen requisitos)

Intersección Vías Públicas	ACTUAL					CUMPLIMIENTO NORMA RNE					Observaciones (1)			
	N° Cuadras	Zonas	Estado Pavimento	Estado de Vereda	Obras Drenaje	Tipo de Vía (2)			Ancho mínimo calzada dos módulos (en m.) Psje=4,0, LS=5,4, LP=6,0	Ancho mínimo Vereda en m. (2) LS=1,2 (1,8-2,4), LP=1,8 (2,4-3,0), VC=2,4 (3,0)		Ochavo mínimo (3 m)		
						VC	LP	LS					cumple	par
TOTAL	153	N° zonas 33												
	Porcentaje		35%	35%	69%	31%	48%	21%	80%	26%	29%	14%	14%	41 intersecciones

(1) No se ha evaluado el ancho bermas estacionamiento y central; sólo observando. (2) Psje = Pasaje; LS = Local secundaria; LP = Local principal; VC = Vía Colectora

La determinación de los tipos de vehículos en las intersecciones viales se llevó a cabo mediante un conteo realizado durante las horas punta, específicamente de 7 a 8 de la mañana, de 12 a 1 de la tarde y de 6 a 7 de la noche, en intervalos de 15 minutos. Se seleccionaron los días de mayor circulación, preferiblemente lunes o viernes, considerando la disponibilidad de los grupos de alumnos que brindaron apoyo en función de sus horarios académicos. La agrupación de los vehículos se realizó clasificándolos en mototaxis, ómnibus y camiones, taxis, combis, autos y camionetas, bicicletas y triciclos, moto lineal y trimotos de carga.

En el análisis de las 41 intersecciones evaluadas, se observó que el mayor porcentaje corresponde a las mototaxis, representando el 41% del total. Le siguen los autos y camionetas particulares con un 24%, mientras que las motos lineales y trimotos de carga alcanzan un 15%. Estos resultados proporcionan una visión detallada de la composición vehicular en las intersecciones, destacando la significativa presencia de mototaxis en la dinámica del tráfico urbano (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen del conteo de la circulación de vehículos de las 41 intersecciones

VEHÍCULO	DÍA		LUNES O VIERNES			
	HORA PUNTA	7-8	12-13	18-19	Promedio	Porcentaje
Mototaxi		444	446	448	445	41
Taxi		82	103	102	95	9
Combi		68	67	67	67	6
Ómnibus y camión		33	40	37	36	3
Moto Lineal y Trimoto		145	171	168	161	15
Auto Particular y camioneta		243	268	273	261	24
Bicicleta y triciclo		15	14	13	14	1
TOTAL		1 030	1 109	1 107	1 082	100

La cantidad de vehículos en circulación en las 41 intersecciones durante las horas pico (de 7 a 8 horas, de 12 a 13 horas y de 18 a 19 horas) muestra similitudes notablemente entre los mototaxis, las combis y las bicicletas, mientras que en los demás grupos se observa una pequeña diferencia.

Las intersecciones con el mayor flujo vehicular son la Vía de Evitamiento con Jr. El Inca, registrando 2 785 vehículos, seguida por el Óvalo Musical con la Vía de Evitamiento con 2 554 vehículos y la Vía Evitamiento con Av. Hoyos Rubio con 2 427 vehículos. En contraste, las intersecciones con la menor circulación se encuentran en la Vía Evitamiento con Héroes del Cenepa, contabilizando 460 vehículos, y Sara Mac Dougal con Marañón, con un total de 466 vehículos.

Las intersecciones más concurridas por mototaxis en Cajamarca incluyen la Vía de Evitamiento con Jr. El Inca,

contabilizando 1017 mototaxis, y Av. Hoyos Rubio con la Vía de Evitamiento, con 887 (Figura 1). Varias intersecciones exhiben un notable porcentaje de mototaxis, superando el 50%, como Seoane-Av. Hoyos Rubio, Seoane-Revilla, Hoyos Rubio-Dos de Mayo, y otras, totalizando un 31% de intersecciones evaluadas con un alto flujo de mototaxis (Figuras 2 y 3).



Figura 1. Intersección Vía Evitamiento - Jr. El Inca: gran cantidad de vehículos y mototaxis

La variabilidad en la cantidad de vehículos en estas intersecciones es significativa, oscilando entre un mínimo de 460 y un máximo de 2 785 vehículos en promedio durante las tres horas punta. Además, la presencia de mototaxis varía de 142 a 1 017 por hora punta. En total, se registraron 46 463 vehículos y 28 497 mototaxis circulando en las 41 intersecciones en una hora punta promedio, donde el 61% de los vehículos y el 55% de las mototaxis utilizan las vías colectoras, evidenciando la importancia de estas vías en el flujo vehicular.

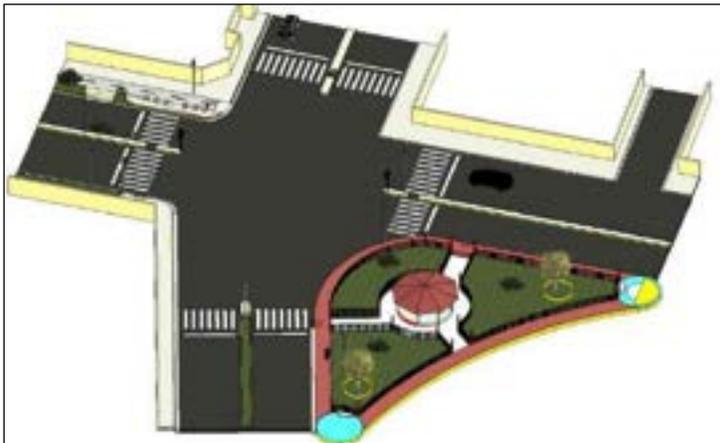


Figura 2. Intersección Vía Evitamiento – Hoyos Rubio



Figura 3. Intersección Vía Evitamiento – Av. Atahualpa (dos vías colectoras)

Análisis de Características y Circulación Vehicular

La evaluación de las características de los componentes de las secciones viales revela importantes deficiencias en la infraestructura urbana de Cajamarca. Conforme a la Norma Técnica GH.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones y el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, se constata que un elevado porcentaje de veredas (86%) y calzadas (72%) no cumplen con las dimensiones mínimas establecidas para vías colectoras, locales principales y locales secundarias. Además, el 86% de las esquinas de las intersecciones no cumple con el retiro en diagonal de 3 m, afectando la visibilidad y la seguridad del desplazamiento peatonal.

En el análisis de la circulación de vehículos, se identifican intersecciones críticas como la Vía de Evitamiento con Jr. El Inca, el Óvalo Musical con la Vía de Evitamiento y la Vía de Evitamiento con Av. Hoyos Rubio, con un tránsito considerable de vehículos durante las horas punta. Sin embargo, la presencia de mototaxis en estas vías colectoras, contraviniendo la Ordenanza Municipal N° 457-MDA, resalta la falta de regulación y planificación.

Normativas y Propuestas de Mejora

El análisis normativo destaca la ausencia de un Plan Regulador para el servicio especial de vehículos menores en Cajamarca, a diferencia de lo establecido por la Ordenanza N° 1693 en Lima. Además, la falta de regulación en la ubicación de paraderos y la velocidad máxima permitida para vehículos menores evidencian la carencia de un marco normativo integral.

Propuestas para el Mejoramiento y Acondicionamiento

Con el objetivo de mejorar la circulación de mototaxis y garantizar condiciones de seguridad, se proponen medidas específicas. Estas incluyen la restricción de mototaxis en vías colectoras, la definición de condiciones

para la ubicación de paraderos basadas en un plan regulador, la mejora de los componentes viales y la elaboración de un Plan Regulador específico por parte de la Municipalidad de Cajamarca. Estas acciones buscan abordar las deficiencias identificadas, promoviendo una circulación más segura y eficiente en la ciudad.

Conclusiones

Se llevaron a cabo evaluaciones exhaustivas de las características de las secciones en las intersecciones viales con mayor circulación de mototaxis durante las horas punta en la ciudad de Cajamarca. Este análisis reveló que únicamente una vía colectora cumple con todos los componentes normativos establecidos, indicando la necesidad de una revisión integral de las condiciones operativas de estas vías.

Con el objetivo de obtener representaciones detalladas, se elaboraron planos digitalizados a nivel minucioso, abarcando plantas, secciones y representaciones en 3 dimensiones. Este proceso fue llevado a cabo mediante el programa Autodesk Revit, versiones 2020-2023, para un total de 41 intersecciones viales seleccionadas.

Posteriormente, se procedió a la identificación y evaluación de los componentes específicos de las vías con mayor tráfico de mototaxis en Cajamarca. Los resultados indican que las calzadas cumplen con las normativas en un 80%, mientras que las veredas y los ochavos alcanzan porcentajes de cumplimiento del 27,5% y 14%, respectivamente.

Como conclusión, se han propuesto medidas específicas destinadas a mejorar la seguridad y eficiencia de la circulación de mototaxis en Cajamarca. Estas recomendaciones deben ser consideradas por la municipalidad al formular un plan regulador para vehículos menores en el distrito, asegurando así un enfoque integral para abordar los desafíos identificados en el estudio.

Agradecimiento

Se agradece a los alumnos de la asignatura de Planeamiento Urbano Grupo B y C 2021-2, Grupos A y C 2022-2 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que apoyaron en el levantamiento de las intersecciones, como segundo trabajo.

Referencias

Congreso. (2014). Informe de investigación 79/2014-2015: Problemática en el servicio de transporte público de pasajeros en Iquitos, Piura, Tarapoto y Trujillo. Recuperado de http://www2.congreso.gob.pe/con4_uibd.nsf/PDF

Correa, M. (2021). Manual de diseño de vías urbanas. Recuperado de

<https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle> PDF

León, M. J. (2015). Análisis y Mitigación de los Accidentes Causados por Vehículos Motorizados Menores en Zonas Urbanas - Estudio Ciudad de Ayacucho. Lima - Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Pautas para la identificación de inversiones de optimización, ampliación marginal, reposición y rehabilitación del servicio de movilidad urbana-Vías Urbanas. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/metodologia_sectorial_PDF

Ministerio de Vivienda. (2011). Decreto Supremo N° 006-2011-Vivienda - Componentes de Diseño Urbano. El Peruano del 16 de julio de 2011.

Ministerio de Vivienda. (2021). Decreto Supremo N° 191-2021-Vivienda - Componentes de Diseño Urbano. El Peruano del 8 de julio de 2021.

Municipalidad de Ate. (2017). Ordenanza N° 457-MDA. El Peruano. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales>

Municipalidad de Chorrillos. (2017). Ordenanza municipal N° 305-2017-MDCH. El Peruano. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales>

Municipalidad de Comas. (2021). Ordenanza Municipal N° 609/MDC. El Peruano. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/21> de abril de 2021.

Municipalidad de Lima. (1999). Ordenanza 241. Recuperado de <https://www.munlima.gob.pe/descargas/mml>

Municipalidad de Lima. (2013). Ordenanza N° 1693. Resoluciones/Ordenanzas | Disposiciones emitidas. Recuperado de http://www.transparencia.munlima.gob.pe/cat_view

Murillo, N. (2019). Prevalencia del transporte informal (mototaxismo) como a la ineficacia del servicio de transporte público en el municipio de Istmina Choco. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/handle> PDF

Navarro Gaviria. (2016). Análisis del servicio de los mototaxistas a los turistas en el Aeropuerto Internacional Coronel Fap. Francisco Secada Vignetta, Iquitos, Perú. Recuperado de <http://repository.ucp.edu.pe/handle/UCP>

Olaya, M. (2017). La Historia Triple Del Mototaxismo. Recuperado de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis>

Perdomo, Moncaleano. (2021). La responsabilidad extracontractual del estado y el mototaxismo en Colombia. Recuperado de <https://bdigital.uexternado.edu.co/entities/publication>

Pozo, D., & Davis, (2019). Evaluación del servicio de mototaxis en los sectores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 de la Ciudad de Cajamarca, 2019. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle>

Prisco, J., & Serna, C. (2017). Caracterización socioeconómica de la actividad del. Mototaxismo en la ciudad de Girardot. Recuperado de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle>

Ravines, J. (2020). Propuesta teórica para el estudio de los efectos psicosociales de la ordenanza municipal N° 007-2018-mpch/a en los mototaxistas en la ciudad de Chiclayo. Recuperado de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle>

**Evaluación de peligros geológicos mediante imágenes satelitales Landsat 5 en el distrito de Chilete,
Cajamarca**

**Assessment of geological hazards using Landsat 5 satellite images in the district of Chilete,
Cajamarca**

Crispín Zenón Quispe Mamani^{1*}, Víctor Ausberto Arapa Vilca¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: cquispe@unc.edu.pe

Resumen

La complejidad geomorfológica y geológica del distrito de Chilete, situado en la provincia de Contumazá, región de Cajamarca, se manifiesta a través de factores condicionantes y desencadenantes fundamentales para la identificación, análisis y evaluación de peligros geológicos. Estos factores están intrínsecamente ligados a secuencias litoestratigráficas del Cretácico inferior y superior del Grupo Goyllarisquiza, abarcando las Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat, así como la Formación Inca y el Grupo Puyllicana con sus Formaciones Chulec y Pariatambo. Estas formaciones y secuencias se superponen a depósitos volcanoclásticos de lavas, tobas riolíticas y andesíticas pertenecientes al Grupo Calipuy, y están recubiertas por depósitos coluvio-aluviales, siendo identificados sectores más vulnerables a la ocurrencia de peligros en estas áreas. La aplicación de técnicas avanzadas, como el Sensoramiento Remoto y Teledetección mediante imágenes satelitales Landsat 5, ha resultado crucial para determinar áreas susceptibles a peligros, mediante el procesamiento de imágenes, interpretación de contrastes, texturas y lineamientos estructurales con el software ENVI 5.3. Este estudio, enmarcado en una metodología hipotético-deductiva y de diseño no experimental, se espera que contribuya significativamente a la formulación de políticas de gestión de riesgos a nivel local y regional, reconociendo la importancia de la teledetección como herramienta geocientífica.

Palabras clave: geociencias, geomorfología, riesgos naturales, teledetección, vulnerabilidad

Abstract

The geomorphological and geological complexity of the district of Chilete, located in the province of Contumazá, Cajamarca region, is evident through fundamental conditioning and triggering factors for the identification, analysis, and assessment of geological hazards. These factors are intricately linked to lithostratigraphic sequences of the lower and upper Cretaceous from the Goyllarisquizga Group, encompassing the Chimú, Santa, Carhuaz, and Farrat Formations, as well as the Inca Formation and the Puylluicana Group with its Chulec and Pariatambo Formations. These formations and sequences overlay volcanoclastic deposits of lavas, rhyolitic and andesitic tuffs from the Calipuy Group and are covered by colluvial-alluvial deposits, with sectors more vulnerable to the occurrence of hazards identified in these areas. The application of advanced techniques, such as Remote Sensing and Teledetection using Landsat 5 satellite imagery, has been crucial in determining areas susceptible to hazards through image processing, interpretation of contrasts, textures, and structural alignments using ENVI 5.3 software. This study, framed within a hypothetical-deductive and non-experimental design methodology, is expected to significantly contribute to the formulation of risk management policies at the local and regional levels, recognizing the importance of teledetection as a geoscientific tool.

Key words: geomorphology, geosciences, natural risks, remote sensing, vulnerability

Introducción

En varios sectores de nuestro país, una tendencia urbanística actual es expandirse en áreas con configuración agreste, terreno montañoso y complejas cimentaciones, cada vez más ocupadas por valles, quebradas y ríos. Esta situación sugiere que el riesgo geológico asociado a diversos factores geoambientales aumentará si no se realiza una investigación centrada en identificar y caracterizar las áreas vulnerables afectadas por estos fenómenos (Ortiz, 2003). Los peligros geológicos son resultado de la dinámica terrestre externa, dependiendo de procesos geodinámicos tanto endógenos como exógenos, elementos inherentes a la naturaleza de la Tierra, que evolucionan constantemente tanto en la superficie como en el subsuelo, aunque no siempre sean perceptibles en su totalidad. Muchos de estos procesos, vinculados a variables desencadenantes, pueden desencadenar eventos catastróficos que afectan a personas y propiedades. Aunque en muchos casos no se pueden evitar, su impacto puede mitigarse y su probabilidad de ocurrencia reducirse, simplificando así el riesgo con la disponibilidad de información adecuada.

En los últimos años, se han producido eventos naturales de riesgo en varias zonas con la consiguiente pérdida de vidas humanas, una situación preocupante debido al avance constante de estos procesos hacia áreas más densamente pobladas. Por otro lado, existen evidencias de eventos geológicos peligrosos que ocurrieron y que aún afectan proporciones significativas de tierras de cultivo, viviendas e infraestructura.

La investigación propone la identificación, procesamiento, interpretación y evaluación de peligros geológicos en el distrito de Chilete mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 5. Esta investigación no solo puede prevenir y prevenir riesgos geológicos asociados a diferentes factores geoambientales, sino que también servirá como línea de base para futuros estudios o trabajos de campo, comparando y correlacionando con características similares en el distrito y otras áreas locales, regionales y globales. La imagen satelital Landsat 5 permite referenciar, contrastar, evaluar y analizar datos de años anteriores con información reciente en el distrito de Chilete.

Como parte de la investigación, se plantea la adquisición y procesamiento de imágenes satelitales Landsat 5 para interpretar los riesgos en la hoja 15f de Cajamarca (Rivera, 1980). Esto implica establecer y analizar indicadores detonantes y desencadenantes para la zonificación de áreas según parámetros de amenazas, vulnerabilidad y riesgo geológicos, utilizando tecnologías de teledetección y principios de sensoramiento remoto.

Materiales y métodos

La región de Cajamarca se encuentra en la parte norte y occidental del territorio peruano, abarcando el sector sur de la región de Cajamarca, en la cordillera de los Andes del norte del país. El departamento de Cajamarca, políticamente situado en la zona norte del Perú, se extiende entre los paralelos 4° 30' y 7° 30' de latitud sur, y los meridianos 77° 47' y 79° 20' de longitud oeste. Limita al norte con la República de Ecuador, al sur con el departamento de La Libertad, al este con el departamento de Amazonas y al oeste con los departamentos de Piura y Lambayeque. Administrativamente, se encuentra dentro de la región de Cajamarca, abarcando la provincia de Cajamarca, las provincias de San Pablo y Contumazá, así como el distrito de Chilete. La delimitación espacial de esta investigación abarca la parte sureste de la región de Cajamarca, integrada por varios centros poblados, caseríos y anexos que conforman la comprensión territorial. Gran parte de esta área está delimitada por la cuenca hidrográfica del Jequetepeque, cuyas vertientes desembocan en la vertiente del Pacífico. El objetivo de este estudio es la identificación y descripción de peligros geológicos en el distrito de Chilete.

En términos de metodología, se utilizaron imágenes satelitales (Landsat 5) como muestras de investigación. Se llevó a cabo la transferencia a nivel digital, empleando para ello la imagen original y las correcciones necesarias para obtener mapas temáticos de peligros geológicos, evolución geomorfológica, de pendiente y comparación geológica. El control de calidad y procesamiento de los datos se realizaron mediante la detección de firmas espectrales y la identificación de anomalías. Estos procesos tecnológicos permiten una caracterización detallada y precisa de las áreas de estudio, contribuyendo significativamente a la comprensión de los riesgos geológicos en el distrito de Chilete.

Procedimientos y técnicas de recolección de datos

La investigación se clasifica como aplicada, ya que su enfoque está orientado a la evaluación, identificación y descripción de los peligros geológicos con el objetivo de prevenir daños futuros, contribuyendo así a su utilidad y minimizando la vulnerabilidad frente a riesgos geológicos. En cuanto al nivel, se considera descriptiva, dado que se detallan las características geomorfológicas mediante la utilización de planos temáticos, imágenes satelitales, plano geológico e interpretación, proporcionando información detallada sobre el agua, el suelo y la vegetación para identificar las zonas con mayores peligros geológicos. El diseño de la investigación se clasifica como no experimental, ya que no implica una manipulación deliberada de las variables; en su lugar, se centra en la identificación y análisis de las zonas más afectadas por los peligros geológicos, reflejando las condiciones naturales. En términos de método, se caracteriza como cualitativo, ya que se obtienen datos no cuantificables, como las características de la vegetación (densa, escasa, dispersa) y el suelo en las zonas con pendientes moderadas o suaves. Para ello, se han realizado comparaciones de imágenes satelitales para observar los efectos graduales que dejan en el tiempo geológico.

Métodos del estudio

En el marco de este estudio, se empleó el método del análisis geomorfológico, que considera parámetros morfogenéticos, morfométricos y morfodinámicos. La metodología abarcó diversas etapas, comenzando con la delimitación de unidades geomorfológicas mediante la interpretación de imágenes satelitales Landsat, así como el análisis de información bibliográfica y cartográfica, incluyendo el mapa geomorfológico del INGEMMET del año 2009. En la etapa de gabinete, se determinó que el estudio se enmarca a nivel macro, con una escala de 1:100 000, permitiendo una visión exploratoria y detallada de la caracterización geomorfológica y riesgos geológicos. Se recopiló información temática y cartográfica relevante para Cajamarca y la región, sirviendo como referencia para la investigación. La interpretación de la imagen satelital Landsat 5 implicó la delimitación de unidades geomorfológicas naturales, apoyada por curvas de nivel, mapas hidrográficos y otras fuentes. El procesamiento de información se realizó mediante herramientas específicas como ENVI 5.3 y ArcGIS, ajustando el mapa preliminar con datos de trabajos de campo y contribuciones de especialistas, culminando en el mapa de evaluación geomorfológica. La identificación de riesgos y clasificación de unidades geomorfológicas consideró la configuración de grandes paisajes, formados por procesos endógenos y exógenos, como vulcanismo, plegamiento, fallamiento, denudación y litología, conformando el armazón de los paisajes actuales. Este enfoque metodológico contribuye a una comprensión detallada y precisa de los riesgos geológicos en el distrito de Chilete.

Contexto geológico regional

Las unidades objeto de estudio se originaron en la bien conocida Cuenca Occidental (Cuenca Chicama según INGEMMET, 1995). Esta cuenca se formó en un entorno deltaico durante el Cretácico inferior, con contribuciones aparentes desde el norte, según investigaciones de Carlotto et al. (2009). En las proximidades de Cajamarca, es posible distinguir cuatro unidades: Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. Mientras tanto, en los límites de la cuenca, todo el paquete sedimentario se considera como una única unidad perteneciente al Grupo Goyllarisquizga (Figura 1).

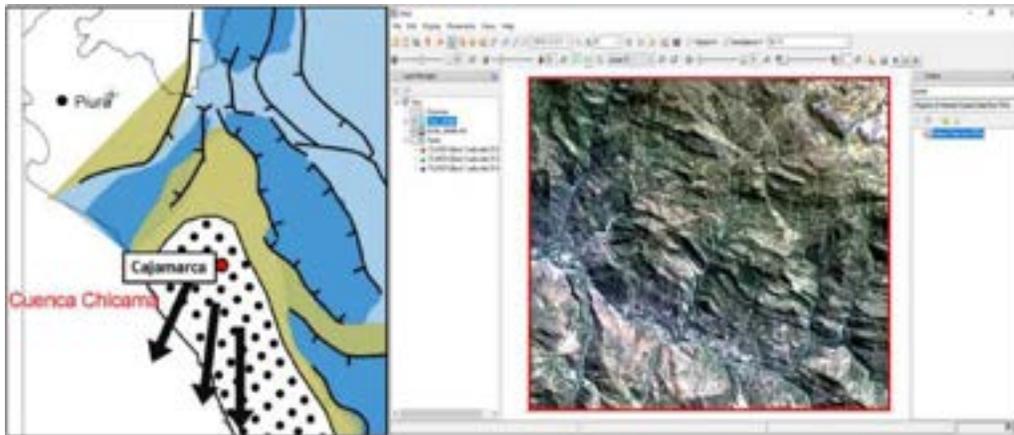


Figura 1. Geografía de la cuenca Chicama durante el Cretácico inferior (izquierda) y Selección ruta de salida de la imagen recortada, para la investigación (derecha).

En la región de Cajamarca, predominan rocas sedimentarias que se formaron a fines del Jurásico, específicamente en una cuenca al oeste que inicialmente estuvo cubierta por el mar. Durante el Neocomiano-Aptiano, la cuenca experimentó un desarrollo continuo con la deposición de sedimentos clásticos, principalmente en el Grupo Goyllarisquizga, Formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat, acumulando alrededor de 1 500 metros en la cuenca y apenas 200 metros en la plataforma. A pesar de que el mar abarcaba partes de la cuenca, no era profundamente extenso, resultando en una acumulación clástica mayormente deltaica o costera, con excepción de las calizas de la Formación Santa, que representan una considerable transgresión. La plataforma permaneció mayormente emergida. Hacia finales del Aptiano y principios del Albiano, la cuenca y la plataforma empezaron a hundirse, con el mar invadiendo de manera decidida la cuenca y cubriéndola por completo en el Albiano medio. Durante este periodo, se depositaron los niveles calcáreo-arenosos de la Formación Inca en un ambiente transicional, seguido de las calizas Chulec y Pariatambo en la cuenca. Hacia finales del Albiano medio, el mar cubrió totalmente la región hasta llegar al oriente peruano, condiciones que persistieron hasta el Santoniano, durante el cual se acumularon las rocas calcáreas de las Formaciones Yumagual, Mujarrúm, Quilquiñán, Cajamarca y Celendín, con un espesor de aproximadamente 1 500 metros en la cuenca. En el Paleógeno, se depositaron los derrames y brechas del Volcánico Llama, seguidos de las brechas piroclásticas y tobas del Volcánico Porculla; finalmente, en el Neógeno, se depositaron

las tobas de cenizas y cristales del Volcánico Huambos en la región.

Resultados y discusión

Análisis y combinación de las bandas

El satélite Landsat 5, captura imágenes desde el año 1984 hasta la actualidad, el ancho de la escena es alrededor de 180 km² y posee 7 bandas espectrales:

- **Banda 1 (Azul):** Usada para el mapeo de aguas costeras, mapeo de tipo de forestación o agricultura y la identificación de los centros poblados.
- **Banda 2 (Verde):** Corresponde a la reflectancia del verde de la vegetación vigorosa o saludable. También es usada para la identificación de centros poblados.
- **Banda 3 (Rojo):** Es usada para la discriminación de especies de plantas, la determinación de límites de suelos y delineaciones geológicas, así como modelos culturales.
- **Banda 4 (Infrarrojo Reflectivo):** Determina la cantidad de biomasa presente en un área, enfatiza el contraste de zonas de agua-tierra, suelo-vegetación.
- **Banda 5 (Infrarrojo Medio):** Es sensible a la cantidad de agua en las plantas. Usada en análisis de estas, tanto en época de sequía como cuando es saludable. También es una de las pocas bandas que pueden ser usadas para la discriminación de nubes, nieve y hielos.
- **Banda 6 (Termal):** Para la vegetación y detección de la vegetación que se encuentra enferma, intensidad de calor, aplicaciones de insecticidas, para localizar la polución termal, ubicar la actividad geotermal, actividad volcánica.
- **Banda 7 (Infrarrojo medio):** Es importante para la discriminación de tipos de rocas y suelos, así como el contenido de humedad entre suelo y vegetación.

Para la combinación de bandas primero se debe tener la respectiva imagen recortada y calibrada como en los pasos anteriores se mostró.

A continuación, se comienza a combinar bandas usando la data Manager como se muestra en la siguiente imagen (Figura 2).

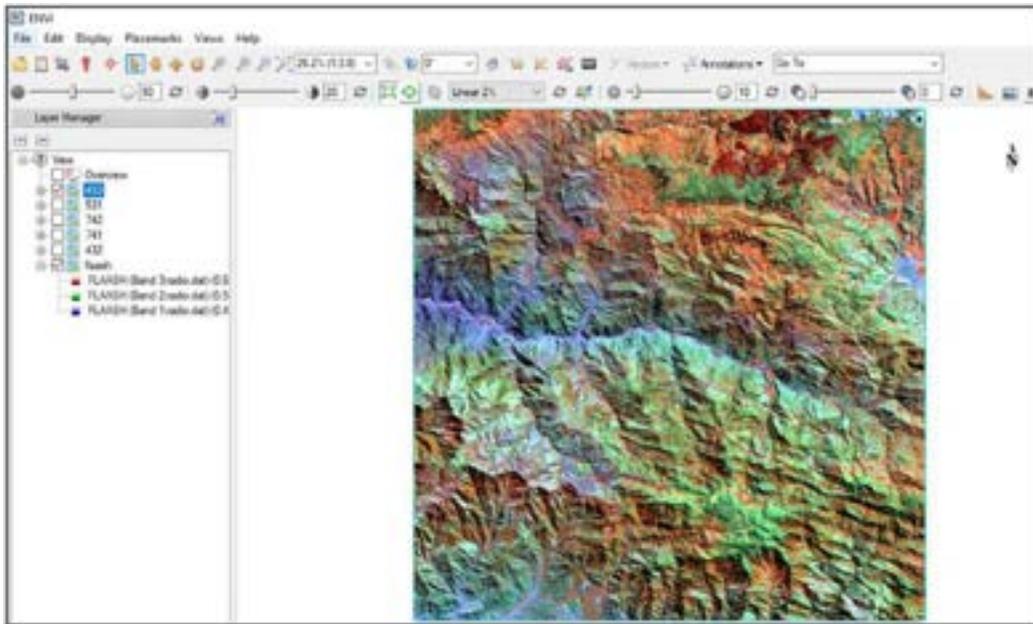


Figura 2. Imagen seleccionada con ruta de salida y combinación de las 7 bandas

Determinación de la litología

Para el presente análisis se necesitó hacer un cociente de bandas para determinar los diferentes tipos de litología que hay en nuestra zona de investigación. Luego se hizo una comparación con el plano geológico del cuadrángulo de Cajamarca 15f, para poder tener una determinación de zonas más específica.

Coficiente de banda 7/5, 5/4 y 3/1

Encontrando similitudes geológicas podemos observar que las tonalidades rosáceas perteneces a rocas volcánicas, las tonalidades verdes presentes en la parte superior tienen relación con andesitas, las tonalidades amarillentas tienen una relación con rocas carbonatadas y/o rocas sedimentarias.

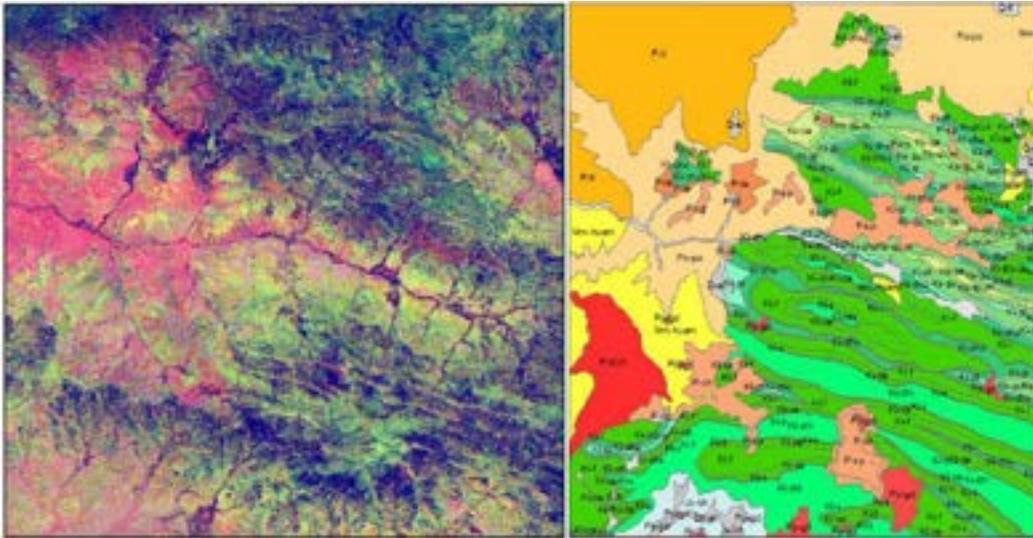


Figura 3. Imagen seleccionada de la zona 4 (izquierda) e imagen de plano geológico regional (derecha)

Para tener un análisis más exacto se comparó la imagen resultante con el plano de comparación geológico para establecer un tipo de correlación.

Determinación de zona de riesgos geológicos

Este análisis se basa en la interpretación de los anteriores ya mencionados, tales como pendientes, litología, geformas, orientación del terreno además de la comparación que se hizo entre imágenes para ver la evolución de la geomorfología.

En la siguiente imagen se han denotado los peligros geológicos que son en su mayoría caída, deslizamientos y flujos, estos se determinaron gracias al análisis de pendientes para ver las zonas con mayor vulnerabilidad, así como también influyeron el mapeo litológico que se hizo por cocientes de bandas.

Importación de datos sobre riesgos geológicos

Luego de haber hecho el análisis con la combinación de bandas se tiene posibles zonas las cuales se podrían clasificar en una de mayor riesgo que otras lo cual se puede corroborar con la importación de datos que han sido recopilados y puestos en Shapefile, a continuación, se muestra como fue el procedimiento para insertar esos datos en la imagen que se ha trabajado. Una vez que se tiene la data, se exporta como vector, `file>open>` y seleccionar donde se tiene guardada. Se han seleccionado el archivo que contiene el recurso de forma ya que es el que contiene toda la información como:

- Deslizamientos

- Erosión
- Zonas críticas
- Caída de rocas.

En la imagen se muestra y se observan todos los puntos críticos asociados a la imagen primaria ahora para un mejor detalle es que se procede a ver los puntos en la zona más reducida (Figura 4).

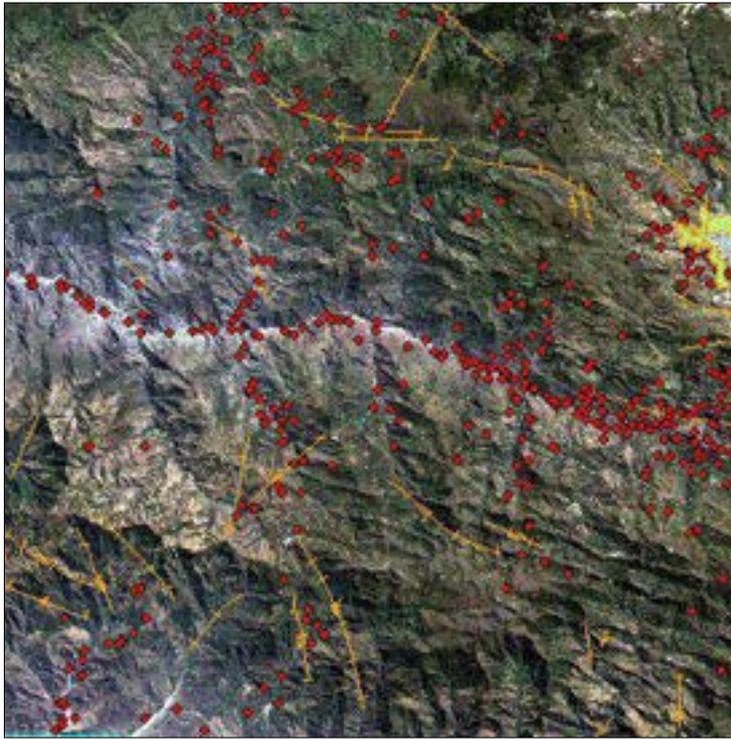


Figura 4. Zonificación de los principales puntos de peligros geológicos

En la Figura 5 se muestran crucetas rojas los cuales identifican los principales peligros geológicos ubicados en la carretera Cajamarca- Ciudad de Dios los cuales fueron identificados mediante la comparación de imágenes, la combinación de bandas para ver la litología, mineralogía zonas de gran humedad lo que conlleva a la inestabilidad de taludes entre otros factores que condicionan la geodinámica del modelamiento actual del terreno.

Después de procesar toda la información, procedemos a la creación de mapas temáticos. Dado que ENVI carece de un editor de mapas, optamos por utilizar ArcGIS, ya que ENVI ofrece la posibilidad de exportar las escenas para su posterior trabajo en ArcMap.



Figura 5. Principales puntos de peligros geológicos

Para exportar datos ArcMap se realiza a partir de la data manager y luego en la opción Export files in ArcMap. El mapa temático de la zona de estudio contiene la información de peligros geológicos, dicho mapa es creado con imágenes en ENVI.

Conclusiones

La correcta integración de herramientas accesibles permite la identificación de áreas propensas a riesgos geológicos, analizando las estructuras morfoestructurales en distintos niveles topográficos (planicies, lomadas, laderas y escarpes) en relación con el tipo de roca, cuencas hidrográficas y suelos. El uso del software ENVI 5.3 ha facilitado el procesamiento de imágenes satelitales a escala regional, permitiendo distinguir contrastes de colores que posibilitan la interpretación desde la primera etapa de la investigación, llevada a cabo principalmente en el entorno de trabajo. Además, el análisis de combinaciones de contrastes, texturas, lineamientos e intensidades por anomalías, integrado con sistemas de información geográfica, requiere corroboración de datos en el campo (In Situ). La composición de bandas para pendientes, relieve de sombras y zonificación se realiza mediante la observación de tonalidades de colores en imágenes satelitales. El mapa de riesgos geológicos se vincula temporalmente con el análisis litológico, pendientes y orientación, estableciendo los factores desencadenantes morfoestructurales que influyen en la dinámica geológica de la región.

Referencias

- Arapa, C. (2022). Evaluación de peligros geológicos y delimitación de la faja marginal para el distrito de Uchumayo, provincia de Arequipa – Región-Arequipa. Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Arribasplata, J. (2014). Peligros Geológicos entre las localidades de Cushunga, Chamis y Alrededores. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Ayala-Carcedo, J. (2002). Riesgos Naturales, Conceptos Fundamentales y Clasificación. Madrid: Ariel.
- CENEPRED. (2014). Lineamientos para el Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Chuvieco, E. (2010). Fundamentos de Teledetección Espacial. Editorial Rialp S.A. Alcalá, España.
- Cuesta, M. (2003). Geomorfología e Inestabilidad de laderas en la cuenca Carbonífera Central (Valle del Nalón, Asturias). Análisis de la susceptibilidad ligada a los movimientos superficiales del terreno. Tesis doctoral, Universidad de Oviedo.
- Dávila, J. (2011). Diccionario Geológico. Lima, Perú: Ingemmet.
- Díaz, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga-Colombia: Instituto de Investigaciones sobre erosión y deslizamientos.
- ESRI. (s.f.). Hillshade function. Recuperado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/data/imagery/hillshade-function.htm>.
- INDECI (2006). Evaluación de riesgos en Cajamarca.
- INEI. (2017). Censo Nacional Poblacional.
- OEA. (1993). Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Washington D.C.
- Rivera, L. (1980). Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Boletín número 31-INGEMMET. Lima, Perú.
- Tafur, A. (1950). Nota preliminar de la Geología del valle de Cajamarca, Perú. Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias. Lima, Perú.

**Caracterización de los casos de exhumaciones y necropsias de Ley en el Distrito Fiscal de Cajamarca,
años 2008-2012**

**Characterization of cases of exhumations and legal autopsies in the Fiscal District of Cajamarca, years
2008-2012**

Víctor Vicente Cruz Chinchay^{1*}, Adolfo Máximo López Aylas¹, María Teresita de Fátima León Roncal¹, Nimia Carmela Huamán Rojas¹

¹Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

* Autor de correspondencia: vcruz@unc.edu.pe

Resumen

Este estudio analiza estadísticamente las muertes violentas y no violentas en exhumaciones y necropsias de ley en el Distrito Fiscal de Cajamarca (2008-2012). Se revisaron 27 casos de un total de 1,280 (2,109% del proyecto). En 2009, se registró la mayor tasa de requerimientos con 15 casos (56,00%), y en 2012, la menor con 01 caso (4,00%). La Fiscalía Provincial Mixta-Bolívar lideró por autoridad solicitante con 10 casos (37,00%), mientras varias entidades tuvieron la menor tasa, cada una con 01 caso (4,00%). En cuanto al sexo, la mayor tasa fue en hombres con 21 casos (78,00%), indeterminado con 01 caso (4,00%), y mujeres con 05 casos (4,00%). El rango de 04-07 meses y 08-07 meses tuvo la mayor tasa en tiempo aproximado de muerte, cada uno con 07 casos (26,00%), y los rangos de 05-10 años y 41-50 años tuvieron la menor tasa, cada uno con 01 caso (3,50%). El grupo etario de 21-30 años lideró con 06 casos (22,00%), y los rangos de 51-60 años, 71-80 años y 111-120 años tuvieron la menor tasa, cada uno con 01 caso (4,00%). La ocupación de agricultor tuvo la mayor tasa con 14 casos (52,00%), y empleada doméstica y mecánico automotriz tuvieron la menor tasa, cada uno con 01 caso (4,00%). Las provincias de Cajamarca y Bolívar lideraron en lugar de ocurrencia con 10 casos cada una (37,00%), y las provincias de San Marcos, Santa Cruz y Cajabamba tuvieron la menor tasa, cada una con 1 caso (4,00%). Septiembre lideró en presentación con 06 casos (22,00%), y los meses de febrero, marzo, abril, mayo, agosto y noviembre tuvieron la menor tasa, cada uno con 01 caso (4,00%). La causa "Se Desconoce por el Avanzado Estado de Descomposición Orgánica" tuvo la mayor tasa con 16 casos (59,00%), y envenenamiento por monóxido de carbono, asfixia mecánica-estrangulamiento e intoxicación por sustancia química no determinada tuvieron la menor tasa, cada una con 01 caso (4,00%). "Avanzado Estado de Descomposición Orgánica" lideró en agente con 16 casos (60,00%), y monóxido de carbono, elemento constrictor alrededor del cuello y sustancia química tuvieron la menor tasa, cada uno con 1 caso (4,00%). En la prueba químico-toxicológica, "Aminas por Descomposición" lideró con el 85,00%, y sustancia química y

monóxido de carbono tuvieron la menor tasa, cada uno con 1 caso (4,00%).

Palabras clave: cadáveres, causas de muerte, distrito fiscal, necropsias de ley, violencia

Abstract

This study statistically analyzes violent and non-violent deaths in exhumations and forensic autopsies in the Fiscal District of Cajamarca (2008-2012). A total of 27 cases were reviewed from 1,280 (2.109% of the project). In 2009, the highest rate of requirements was recorded with 15 cases (56.00%), and in 2012, the lowest with 01 case (4.00%). The Provincial Mixed Prosecutor's Office-Bolívar led as the requesting authority with 10 cases (37.00%), while several entities had the lowest rate, each with 01 case (4.00%). Regarding gender, the highest rate was in men with 21 cases (78.00%), undetermined with 01 case (4.00%), and women with 05 cases (4.00%). The time range of 04-07 months and 08-07 months had the highest rate in the approximate time of death, each with 07 cases (26.00%), and the ranges of 05-10 years and 41-50 years had the lowest rate, each with 01 case (3.50%). The age group of 21-30 years led with 06 cases (22.00%), and the ranges of 51-60 years, 71-80 years, and 111-120 years had the lowest rate, each with 01 case (4.00%). The occupation of farmer had the highest rate with 14 cases (52.00%), and domestic employee and automotive mechanic had the lowest rate, each with 01 case (4.00%). The provinces of Cajamarca and Bolívar led in the place of occurrence with 10 cases each (37.00%), and the provinces of San Marcos, Santa Cruz, and Cajabamba had the lowest rate, each with 1 case (4.00%). September led in presentation with 06 cases (22.00%), and the months of February, March, April, May, August, and November had the lowest rate, each with 01 case (4.00%). The cause "Unknown due to Advanced State of Organic Decomposition" had the highest rate with 16 cases (59.00%), and poisoning by carbon monoxide, mechanical asphyxiation-strangulation, and intoxication by an unspecified chemical substance had the lowest rate, each with 01 case (4.00%). "Advanced State of Organic Decomposition" led in the agent with 16 cases (60.00%), and carbon monoxide, constricting element around the neck, and chemical substance had the lowest rate, each with 1 case (4.00%). In the chemical-toxicological test, "Amines due to Decomposition" led with 85.00%, and chemical substance and carbon monoxide had the lowest rate, each with 1 case (4.00%).

Key words: corpses, causes of death, fiscal district, forensic autopsies, violence

Introducción

Las exhumaciones, etimológicamente derivadas del latín (ex, fuera, y humus, tierra), representan la acción de extraer un cadáver de ataúdes, bóvedas o nichos, ya sea antes o después del tiempo previsto por las leyes. Este proceso tiene diversos propósitos, como trasladar los restos a otros cementerios, cremarlos o depositarlos en urnas u osarios. Además, las exhumaciones pueden ser ordenadas por autoridades judiciales para llevar a

cabo diferentes estudios periciales, respondiendo a circunstancias contempladas en las leyes pertinentes (García, 2017; Raffo, 2015).

En el ámbito judicial, las exhumaciones se llevan a cabo cuando hay fallas o contradicciones en el informe de investigación, y el juez de control tiene la facultad de ordenar una re-necropsia. Esta medida se toma en situaciones específicas y frecuentemente surge de análisis exhaustivos de los expedientes judiciales (Popol, 2006).

La necropsia médico legal, procedimiento normado por el método científico, se realiza a petición de la autoridad competente con el objetivo de determinar la causa y los mecanismos de la muerte, así como proporcionar elementos necesarios para la identificación del cadáver. El dictamen emitido por el médico legista en el juicio oral sustenta los resultados de la necropsia, siguiendo los protocolos establecidos. La propuesta de normativa especial para procesos de exhumación en Guatemala destaca el papel de organizaciones pro derechos humanos, especialmente la Fundación de Antropología Forense de Guatemala, que ha demostrado eficacia y credibilidad en la intervención como peritos en Antropología Forense en los últimos diez años (Arias, 2004; Félix et al., 2015).

El proyecto de investigación se enfoca en identificar las características de las muertes violentas y no violentas a través de exhumaciones y necropsias de ley, evaluando variables como dependencias públicas, grupo etario, fecha de la muerte, ocupación, lugar de ocurrencia, distribución mensual, agente o instrumento, diagnóstico de la causa de la muerte y resultados químico-toxicológicos. Se abordará el análisis médico-legal y jurídico de las muertes violentas resultantes de las exhumaciones y necropsias de ley.

Materiales y métodos

El presente estudio se configura con un diseño observacional, descriptivo y retrospectivo. La población y muestra se constituyen a través de 27 casos de exhumaciones y necropsias de ley, donde las muestras de fluidos y vísceras se envían al Laboratorio Central en Lima. Estos casos, confirmados como muertes violentas y/o no violentas, serán objeto de estudio en la Unidad Médico Legal II de Cajamarca, abarcando el periodo de 2008 a 2012.

Las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos incluyen entrevistas personales con familiares y otros testigos para esclarecer las circunstancias de la muerte. Además, se llevan a cabo exhumaciones y necropsias de ley con la presencia del Fiscal Penal Corporativo Provincial de Turno, médico legista designado, familiares y, de ser posible, un abogado. El examen detallado comprende un retrato hablado basado en la anatomía topográfica por segmentos anatómicos, junto con un examen interno que implica la

apertura de cavidades según sea necesario. Las muestras requeridas se remiten al Laboratorio Central en Lima para realizar exámenes quimicotóxicológicos, dosaje ético y, según la causa de la muerte, anatomía patológica. Finalmente, se determina la causa de la muerte con base en los resultados obtenidos de los exámenes auxiliares.

En relación al procedimiento y análisis de datos, se recopilan utilizando técnicas e instrumentos como archivos de la Morgue Central, libros, internet y revistas especializadas en Medicina Legal. La información se introduce en un paquete de datos y se somete a una evaluación cuantitativa de los tipos de muerte violenta, en particular de feminicidio. Se aplican pruebas estadísticas procesadas por el paquete SPSS para analizar de manera rigurosa los datos recabados en la investigación.

Resultados y discusión

Durante los años 2008 - 2012, se realizó en la Unidad Médico Legal II de Cajamarca 27 Exhumaciones y Necropsias de Ley por muerte Violenta y/o no por Violentas. Después de haber revisado y seleccionado de un total de 1 280 casos, entre Exhumaciones y Necropsias y Necropsias de Ley de los años: 2008 (259), 2009 (227), 2010 (263), 2011 (249) y 2012 (282) que representan el (2,109%) y en número específico de Exhumaciones y Necropsias de Ley por los años: 2008 (3), 2009 (15), 2010 (6), 2011 (2) y 2012 (1), con edades que fluctúan entre cero años hasta ochenta años de edad y se han procesado las siguientes tablas.

Tabla 1. Tasa de distribución de las exhumaciones y necropsias de ley durante los años 2008 - 2012

Procedencia	Necropsias de Ley por Año	Nro.	Porcentaje (%)
Exhumaciones y Necropsias y Necropsias de Ley de los años: 2008	259	3	11
Exhumaciones y Necropsias y Necropsias de Ley de los años: 2009	227	15	56
Exhumaciones y Necropsias y Necropsias de Ley de los años: 2010	263	6	22
Exhumaciones y Necropsias y Necropsias de Ley de los años: 2011	249	2	7
Exhumaciones y Necropsias y Necropsias de Ley de los años: 2012	282	1	4
TOTAL		27	100

Se destaca que la tasa más elevada de requerimientos para Exhumaciones y Necropsias de Ley se registró en el año 2009, totalizando 15 casos y representando el 56,00%. En contraste, el año con la tasa más baja fue 2012, contando solo con 01 caso, equivalente al 4,00%. Al realizar un análisis más detallado, se evidencia que las 15 Exhumaciones y Necropsias de Ley en el 2009 abarcaron todo el Distrito Fiscal de Cajamarca. En

noviembre de ese mismo año, se programaron 07 procedimientos en la provincia de Bolívar, coordinados por el Fiscal Penal de Turno de dicha jurisdicción. En colaboración con el nuevo Comisario PNP de Bolívar, se llevó a cabo un reconocimiento de jurisdicción en los distritos de Bolívar, Bambamarca y Condormarca, respaldado por 10 efectivos policiales. Durante estas diligencias, el Fiscal mantuvo reuniones con los pobladores de los Centros Poblados. Como resultado de la interacción con la comunidad y en respuesta a informes y solicitudes de los pobladores, se realizaron 02 Exhumaciones y Necropsias de Ley no programadas. Estos procedimientos resultaron esenciales al tratarse de presuntas muertes violentas por proyectil de arma de fuego, confirmadas posteriormente.

La dependencia pública que presentó la mayor tasa de requerimientos en las Exhumaciones y Necropsias de Ley durante los años 2008-2012 fue la Fiscalía Provincial Mixta-Bolívar, con un total de 10 casos, representando el 37,00%. En contraste, varias fiscalías tuvieron la menor tasa de requerimientos, cada una con 01 caso y representando el 4,00%. Estas fueron: 3FPPC.CAJ, FPPS.C.CAJ, FPMA-CAJ, FSA-CAJ y FPMC-CAJ. Un análisis contextual revela que a partir del año 2011 se implementó el Nuevo Código Procesal Penal, marcando un cambio significativo en la estructura orgánica y funcional del Ministerio Público de Cajamarca. Este nuevo marco incluye las Fiscalías con sus respectivos Despachos de Investigación. En el Distrito Fiscal de Cajamarca, las Fiscalías Provinciales Mixtas, como la Fiscalía Provincial Mixta de Bolívar, están jurisdiccionalmente vinculadas a Cajamarca y geográficamente al Departamento de la Libertad. Cabe destacar que las Fiscalías Mixtas brindan atención tanto a casos penales como civiles en su labor (Tabla 2).

Tabla 2. Tasa de distribución por procedencia o dependencia pública durante los años 2008 - 2012

Procedencia	Siglas	Nro.	Porcentaje (%)
Fiscalía Provincial Penal Hualg-Banca-Caj. 2012.	1FPPHBMCA.CAJ.	4	15
1ra. Fiscalía Provincial Penal C. Caj.2011.	1FPP-.CAJ.	2	7
2da. Fiscalía Provincial Penal C. Caj.2011	2FPPC.CAJ.	2	7
3ra. Fiscalía Provincial Penal C. Caj.2010	3FPPC.CAJ.	2	7
4ta. Fiscalía Provincial Penal C. Caj.2009	44FPPC.CAJ.FPPC-CAJ.	11	4
Fiscalía Provincial Penal San Marcos. Caj. 2010	FPPSM.CAJ	2	7
Fiscalía Provincial Penal Santa Cruz. Caj. 2010	FPPS.C.CAJ	1	4
Fiscalía Provincial Mixta. Asunción. Caj. 2010	FPMA-CAJ.	1	4
Fiscalía Santa Apolonia. Caj. 2009	FSA-CAJ.	1	4
Fiscalía Provincial Mixta. Cajabamba. Caj. 2008	FPMC-CAJ.	1	4
Fiscalía Provincial Mixta. Bolívar. La Libertad. 2009	FPMB-L.L.CAJ.	10	37
TOTAL		27	100

Durante los años 2008-2012, la mayor tasa de Exhumaciones y Necropsias de Ley se observó en el sexo masculino, contabilizando 21 casos (78,00%), mientras que la menor tasa se atribuyó al sexo Indeterminado, con solo 01 caso (4,00%), y el sexo femenino se registró con 05 casos (4,00%). Al analizar estos datos, se evidencia que los hombres, debido a sus ocupaciones, están más expuestos a situaciones de vulnerabilidad, incluyendo agresiones físicas y psicológicas, especialmente en entornos rurales distantes de las ciudades y con limitado acceso a la ayuda de las fuerzas del orden, como la Policía Nacional del Perú. Es importante señalar que el término "sexo Indeterminado" se refiere a conclusiones del Servicio de Antropología Forense de Lima-Ditanfor (antigua Morgue Central de Lima) (Tabla 3).

Tabla 3. Tasa de distribución por sexo durante los años 2008 - 2012

Género	Nro,	Porcentaje (%)
Femenino	05	18
Masculino	21	78
Indeterminado	01	4
TOTAL	27	100

Durante los años 2008-2012, la mayor tasa en la distribución por tiempo aproximado de la muerte en Exhumaciones y Necropsias de Ley se registró en el rango de 04 - 07 meses y de 08 – 07 meses, con 07 casos cada uno, representando el (26,00%). En contraste, los rangos de 05 – 10 años y el rango de 41 – 50 años

aproximadamente presentaron la menor tasa, con 01 caso cada uno, representando el (3,50%). Al analizar estos resultados, se destaca que las Exhumaciones y Necropsias de Ley en muertes violentas, en relación con su demora, contradicen el principio de inmediatez establecido en el Nuevo Código Procesal Penal. Es relevante reflexionar sobre el aforismo de Edmond Locard (1877-1966): "El tiempo que pasa es la verdad que huye". Actualmente, los operadores de justicia, como los fiscales, la Policía Nacional del Perú con su cuerpo especializado OFICRI, y las autoridades locales, deben cumplir con la coordinación y los procedimientos establecidos en el NCPP para garantizar una actuación acorde a los principios legales vigentes (Tabla 4).

Tabla 4. Tasa de distribución por tiempo aproximado de la muerte durante los años 2008 - 2012

Tiempo Aproximado	Nro.	Porcentaje (%)
00- 03 meses	4	15
04 - 07 meses	7	26
08 - 12 meses	7	26
01 - 02 años	4	15
02 - 03 años	3	11
03 - 04 años	-	00
04 - 05 años	-	00
05 - 10 años	1	3,5
41 - 50 años	1	3,5
TOTAL	27	100

Durante los años 2008-2012, la mayor tasa en el Grupo Etario de las Exhumaciones y Necropsias de Ley se observó en el rango de 21 a 30 años, con 06 casos (22,00%), mientras que los rangos de 51-60 años, 71-80 años y 111-120 años presentaron la menor tasa, cada uno con 01 caso (4,00%). Al analizar estos datos, se destaca que el grupo adulto joven, debido a la naturaleza de su juventud, puede ser impetuoso y trabajador, aunque a veces muestra irresponsabilidad en su labor agrícola y en su hogar, generando problemas tanto con la familia como con las autoridades locales. Estos factores pueden influir en la prevalencia de casos en dicho grupo etario en el contexto de Exhumaciones y Necropsias de Ley (Tabla 5).

Tabla 5. Tasa de distribución por grupo etario durante los años 2008 - 2012

Grupo Etáreo	Nro.	Porcentaje (%)
0 - 10 años	4	15
11 - 20 años	4	15
21 - 30 años	6	22
31 - 40 años	5	18
41 - 50 años	5	18
51 - 60 años	1	4
61 - 70 años	-	00
71 - 80 años	1	4
111 - 120 años	1	4
TOTAL	27	100

Durante los años 2008-2012, la mayor tasa de Distribución por Ocupación se atribuyó al Agricultor, con 14 casos, representando el (52,00%). Por otro lado, la menor tasa correspondió a las ocupaciones de Empleada Doméstica y Mecánico Automotriz, con 01 caso cada uno, representando ambos el (4,00%). Al analizar estos datos, se destaca que la ocupación de Agricultor, caracterizada por el trabajo en la tierra y diversas actividades agrícolas, conlleva interacciones con personas de diferentes comportamientos. Este contexto puede generar conflictos, especialmente en situaciones como la gestión del agua durante sequías, dando lugar a discusiones y, en casos extremos, a agresiones físicas que desembocan en muertes (Tabla 6).

Tabla 6. Tasa de distribución por ocupación durante los años 2008 - 2012

Ocupación	Nro.	Porcentaje (%)
Ama de casa	3	11
Estudiante	2	7
Desocupado	4	15
Agricultor	14	52
Empleada Doméstica	1	4
Mecánico Automotriz	1	4
Desocupado	2	7
TOTAL	27	100

Durante los años 2008-2012, las provincias de Cajamarca y Bolívar registraron la mayor tasa de distribución

por lugar y/u ocurrencia, con 10 casos cada una, representando el 75,00%; en contraste, las provincias de San Marcos, Santa Cruz y Cajabamba tuvieron la menor tasa, cada una con un caso, representando el 25,00%. Al analizar estas cifras, se destaca que la provincia de Cajamarca, con aproximadamente 400 000 habitantes, y la provincia de Bolívar, con unos 20 000 habitantes y perteneciente al Departamento de La Libertad pero al Distrito Judicial y Fiscal de Cajamarca, muestran diferencias significativas. En términos proporcionales, Bolívar presenta un índice mayor de Exhumaciones y Necropsias de Ley por habitantes, lo cual se refleja en la proyección estadística. Este fenómeno puede atribuirse a la dispersión de la población en Bolívar, con numerosos Centros Poblados y Caseríos, dificultando el acceso de las autoridades fiscales, policiales, entre otros, para llevar a cabo las diligencias de Exhumación y Necropsias de Ley en plazos cortos, generando retrasos en los procesos judiciales. Además, la falta de recursos humanos y médicos legistas en la provincia contribuye a la demora en la ejecución de las diligencias y, por ende, en los procesos judiciales, dejando desamparados a los justiciables (Tabla 7).

Tabla 7. Tasa de distribución por lugar y/u ocurrencia durante los años 2008 - 2012

Lugar	Nro.	Porcentaje (%)
Cajamarca	10	37
San Marcos	1	4
Bambamarca	4	14
Santa Cruz	1	4
Bolívar - La Libertad	10	37
Cajabamba	1	4
TOTAL	27	100

Durante los años 2008-2012, la mayor Tasa de Distribución por Meses se registró en septiembre, con 06 casos que representan el 50,00%, mientras que la menor tasa correspondió a los meses de febrero, marzo, abril, mayo, agosto y noviembre de 2012, con 01 caso cada uno, representando el 25,00%. Al analizar estos datos, se destaca que septiembre, mes de festividades en la provincia de Bolívar, experimenta un aumento significativo en muertes relacionadas con la ingesta de alimentos y bebidas alcohólicas, tanto por causas violentas como naturales. Es importante señalar que hay 02 exhumaciones y Necropsias de ley realizadas a restos humanos con una data de muerte considerable, donde se desconoce el mes de fallecimiento (Tabla 8).

Tabla 8. Tasa de distribución por meses durante los años 2008 - 2012

Meses	Nro.	Porcentaje (%)
Enero	4	15
Febrero	1	4
Marzo	1	4
Abril	1	4
Mayo	1	4
Junio	2	7
Julio	2	7
Agosto	1	4
Setiembre	6	22
Octubre	2	7
Noviembre	1	4
Diciembre	3	11
Se desconoce el mes	2	7
TOTAL	27	100

Durante los años 2008-2012, la mayor Tasa de Distribución por Diagnóstico de la causa de muerte se atribuye a "Se Desconoce por el Avanzado Estado de Descomposición Orgánica" con 16 casos, representando el 59,00%. Por otro lado, la menor tasa corresponde a "Envenenamiento por Monóxido de Carbono", "Asfixia Mecánica-Estrangulamiento" e "Intoxicación por Sustancia Química no Determinada", cada uno con 01 caso, representando el 4,00% cada uno. Analizando estos resultados, se destaca la importancia del tiempo en la realización de Exhumaciones y Necropsias de Ley para obtener datos precisos. La demora en la obtención de resultados, debido al centralismo del Laboratorio Central de Exámenes Auxiliares, subraya la necesidad de construir Morgues en todas las capitales departamentales, implementar laboratorios especializados y descentralizar servicios de laboratorio. La capacitación del personal especializado y de los profesionales de la salud es esencial para fortalecer estos servicios, lo cual debe contar con el respaldo de las autoridades locales y de Lima. Este enfoque descentralizado contribuirá significativamente a mejorar la eficiencia y la prontitud en la determinación de causas de muerte (Tabla 9).

Tabla 9. Tasa de distribución por diagnóstico de la causa de muerte durante los años 2008 - 2012

Causa de Muerte	Nro.	Porcentaje (%)
Indeterminado	2	7
Se Desconoce por el Avanzado Estado de Descomposición Orgánica	16	59
Traumatismo Encéfalo Craneano Grave	2	7
Traumatismo Encéfalo Grave por Arma de Fuego	2	7
Envenenamiento por Monóxido de Carbono	1	4
Asfixia Mecánica: Estrangulamiento	1	4
Intoxicación por Sustancia Química no Determinada	1	4
Muerte Natural	2	7
TOTAL	27	100

La mayor tasa de distribución por agente y/o instrumento utilizado en la causa de muerte durante los años 2008-2012 se atribuyó al agente y/o instrumento "Se desconoce", relacionado con la causa de muerte por el Avanzado Estado de Descomposición Orgánica, contabilizando 16 casos y representando el 60,00%. En contraste, la menor tasa de muerte se vinculó a los agentes Monóxido de Carbono, Elemento Constrictor Alrededor del Cuello y la sustancia Química, cada uno con un caso, representando el 04,00%. Al analizar el ítem "Indeterminado", se evidencia que se desconoce debido a que se trata de restos humanos esqueléticos con una data de muerte muy antigua, sin hallazgo de signos de violencia (Tabla 10).

Tabla 10. Tasa de distribución por agente y/o instrumento utilizado en la causa de muerte durante los años 2008 - 2012

Causa de Muerte	Agente	Nro.	Porcentaje (%)
Indeterminado	Se desconoce	2	7
Se Desconoce por el Avanzado Estado de Descomposición Orgánica	Se desconoce	16	60
Traumatismo Encéfalo Craneano Grave	Contundente	2	7
Traumatismo Encéfalo Grave por Arma de Fuego	Proyectil Arma de Fuego	2	7
Envenenamiento por Monóxido de Carbono	Monóxido de Carbono	1	4
Asfixia Mecánica: Estrangulamiento	Elemento Constrictor	1	4
Intoxicación por Sustancia Química no Determinada	Sustancia Química	1	4
Muerte Natural	Natural	2	7
TOTAL		27	100

La mayor tasa de distribución por resultado químico toxicológico durante los años 2008-2012 fue Aminas por Descomposición, representando el 100,00%. Por otro lado, la menor tasa se observó en casos de sustancia química y monóxido de carbono, con un caso cada uno, y representan el 100,00%. Cabe destacar que no se enviaron muestras de vísceras de los cadáveres catalogados como restos cadavéricos, ya que no disponían de vísceras para su envío (Tabla 11).

Tabla 11. Tasa de distribución por resultado quimicotoxicológico durante los años 2008 - 2012

Resultado Químico toxicológico	Nro.	Porcentaje (%)
Aminas en Descomposición	23	85
Sustancia Química No Determinada	1	4
Monóxido de Carbono	1	4
No se Envío Muestras de Vísceras	2	7
TOTAL	27	100

Referencias

Arias, L. (2004). Colombia. Guía para la Realización de Necropsias Médico Legales. División de Tanatología forense. Establecimiento Público Adscrito a la Fiscalía General de la Nación. Setiembre del 2004.

Dulitzky, A. (2018, mayo 22). El Perú entre los países con más desaparecidos de Latinoamérica. El Comercio,

Sec Noticias, 120-122 pp.

Félix, A., Fernández, F., Fernández, I., Galtés, I., Guerra, I., Lucena, J., Mayorga, M., Regojo, R., Suárez, M., & Terán, N. (2015). Guía de Patología autopsica. *Electronic Journal of Autopsy*, 13 (Núm 1- 10). [Disponible en: <http://rea.uninet.edu/index.php/ejautopsy/article/view/79>]

García, R. (2017). La exhumación y sus aportes a los procesos de investigación ministeriales y judiciales. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, [enlace a la revista].

Gisbert, J., & Villanueva, E. (2004). *Medicina Legal y Toxicología* (6ª ed.). Barcelona: Masson.

González, G. (2014). *Medicina Forense* (3ra ed.). Martínez, M.: El Manual Moderno.

Hernández, J. (s.f.). Tanatología. Pg 110. TEMA IV. Tanatología Forense IPDF IDescomposición I Medicina CLINICA. [Es.scribd.com/document/234971114/TEMA-IV-Tanatología-Forense]

Ley de Cementerios y Servicios Funerarios N° 26298.

México. Grupo Nacional de Servicios Periciales y Ciencias Forenses. (s.f.). Protocolo de Necropsia Médico Legal "Proyecto". Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses, CP.45580. [Disponible en: www.cienciasforenses.jalisco.gob.mx]

Patito, J. (2000). *Medicina Legal*. © 2000 Ediciones Centro Norte.

Piris, M. (2015). Guía Clínica de Consenso sobre Autopsia. Sociedad Española de Anatomía Patológica. *Revista Electrónica de la Autopsia*, 13, 3-12.

Popol, P. (2006). Propuesta de una Normativa Especial que regule los Procesos Exhumaciones derivadas de las masacres de la década de los ochenta. [Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales], Universidad de San Carlos de Guatemala.

Raffo, O. (2015). *Tanatología, Investigación de homicidios - digitalizado* (1a ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Universidad.

Reglamento de servicio de Necropsia. Decreto supremo N° 047 – 1982, del Primero de Setiembre de 1982.

Rojas, N. (1971). Buenos Aires, Editorial El Ateneo.

Takajashi, F. (2019). *Tanatología Necropsia. Técnica de Necropsia. Técnica de Virchow*. Editorial El Manual

Moderno. México.

Vargas, E. (1999). Medicina legal (2da Ed.). México: Editorial Trillas.