



Micaela

Revista de investigación - UNAMBA

Volumen 4 Núm. 1 año (2023) - <https://doi.org/10.57166/micaela.v4.n1.2023>
ISSN: 2955-8646 (e) - ISSN: 2709-8990



La IA redefine el arte y la creatividad

La foto ha sido modelada por IA de leonardo.ai utilizando a Micaela Bastidas como referencia, en un hipotético caso de que ella hubiera cumplido 60 años. En el fondo se ha utilizado una imagen generada por el Creador de imágenes con tecnología DALL-E de Microsoft Bing, representando el hermoso Santuario Nacional de Ampay en Apurímac Perú.



UNIVERSIDAD NACIONAL
MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC

Micaela Bastidas Puyucahua



Comité Editorial

Editor General

Ecler Mamani Vilca

Equipo Editorial

Iris Eufemia Paredes Gonzales

Yonatan Mamani Coaquira

Erech Ordoñez Ramos

Edwar Ilasaca Cahuata

Luis Fernando Pérez Falcón

Ernesto Mauro Suarez Lopez

Universidad Nacional de San Agustín

Ricardo José Linares Juarez

Pontificia Universidad Católica del Perú

Martha Liliana Muñoz Delgado

Universidad del Valle de Colombia

Roosevelt E. Mamani Quispe

Pontificia Universidad Católica de Chile

José L. Velasquez Garambel

Universidad Nacional del Altiplano - Perú

Pascual Ayamamani Collanqui

Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba - Perú

Diana Margaret Roque Quispe

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú

A. Víctor Bustinza Choque

Universidad Nacional del Altiplano - Perú

Harnold Segundo Portocarrero Prado

Universidad Nacional del Altiplano - Perú

Pedro Walter Bravo Matheus

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Alfredo Huamán Cuya

Universidad Nacional José María Arguedas

Periodicidad: Semestral

Vol. 4 Núm. 1 año (2023)

Áreas temáticas: Ciencias, Tecnología y Humanidades.

Editorial: UNAMBA – Perú

<https://doi.org/10.57166/micaela.v4.n1.2023>

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220



Editorial

Micaela es una revista de investigación de gran prestigio en la comunidad académica y científica. Se encuentra actualmente en su cuarta edición y a partir esta edición la publicaciones serán semestrales, lo cual es una prueba del éxito y relevancia que ha obtenido desde su primera publicación. Esta revista contienen temas multidisciplinaria.

En cada edición de Micaela se pueden encontrar artículos originales que abordan temas relevantes y actuales de manera clara y rigurosa, lo que la hace una publicación indispensable para investigadores, académicos y estudiantes interesados en estos temas.

Micaela es una publicación de alta calidad, que promueve la discusión y el debate en la comunidad académica y científica, lo que la convierte en una herramienta fundamental para el avance de la investigación en las ciencias sociales, humanidades, tecnología y ciencias exactas.

Dr. Ecler Mamani Vilca



Revista de investigación - UNAMBA

Autores

Guevara Ríos Jaime
Ibarra Cabrera Manuel J.
Vargas Ovalle Queen Dennis
Huacac Mendoza Keniluz Milagros
Ebert Gómez Aiquipa
Emerson Ñahuinlla Velasquez
Lucy M. Guanuchi Orellana
Edward K. Carrasco Taco
Abbon A. Vasquez Ramirez
Luis Cruz Martinez
Rudy G. CruzMartinez
Elio Nolasco Carbajal
Mauro Huayapa Huaynacho
Silvia S. López Ibáñez
Contreras Salas Lintol
Keyro Meléndez Flores
Delmer Zea Gonzales
Gizely Alva Villavicencio
Quispe Gutiérrez
Juan R. Soncco Quispe
Otilia S. Aguilar Paniura
Virgilio Machaca Machaca
Víctor Cano Fuentes
Valeriano Paucara Ocsa
Victor Buztinza Choque

Dr. Ecler Mamani Vilca
Editor

<https://doi.org/10.57166/micaela.v4.n1.2023>

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220

Autores

- © Guevara Ríos Jaime
- © Ibarra Cabrera Manuel J.
- © Vargas Ovalle Queen Dennis
- © Huacac Mendoza Keniluz Milagros
- © Ebert Gómez Aiquipa
- © Emerson Nahuinlla Velasquez
- © Lucy M. Guanuchi Orellana
- © Edward K. Carrasco Taco
- © Abbon A. Vasquez Ramirez
- © Luis Cruz Martinez
- © Rudy G. CruzMartinez
- © Elio Nolasco Carbajal
- © Mauro Huayapa Huaynacho
- © Silvia S. López Ibáñez
- © Contreras Salas Lintol
- © Keyro Meléndez Flores
- © Delmer Zea Gonzales
- © Gizely Alva Villavicencio
- © Quispe Gutiérrez
- © Juan R. Soncco Quispe
- © Otilia S. Aguilar Paniura
- © Virgilio Machaca Machaca
- © Víctor Cano Fuentes
- © Valeriano Paucara Ocsa
- © Victor Buztinza Choque

Editor © Ecler Mamani Vilca
Av. Garcilaso C.U Tamburco, Abancay Telef, +51983747138
Apurímac – Perú eclervirtual@unamba.edu.pe
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220 ISSN: 2709-8990
<https://doi.org/10.57166/micaela.v4.n1.2023>
ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990
Tiraje: 1000 ejemplares

Volumen 4 Número 1 2023
Se terminó de imprimir en Noviembre de 2023 en:
Kartergraf S.R.L.
RUC: 20562944223
Jr. Huaraz 1856 - Breña, Lima Perú
kartergraf@gmail.com

01

Diseño y construcción de una cámara termográfica para determinar el mapa de calor de un polín en una faja transportadora.

Una aplicación responsiva de autoservicio para realizar pedidos en restaurantes.

07

13

Valoración del factor estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño en la ciudad de Abancay.

Planeamiento Estratégico y Gestión Educativa en instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo.

19

25

Liderazgo y competencias directivas en la Gobernanza de las Universidades Nacionales de la Región Apurímac.

Un sistema de monitoreo de una estación meteorológica basado en IoT con un bot de Telegram .

31

37

Estado de salud de la trucha arcoíris del río Chalhuanca.

Gonadotropina Coriónica Humana y la condición corporal en la maduración in vitro de ovocitos de vacas criollas para la preservación de la biodiversidad ganadera

45

51

Fertilización in vitro de ovocitos de alpaca, post maduración suplementados con hormona folículo estimulante y gonadotropina coriónica equina.

Características tecnológicas de la lana del ovino criollo (*Ovis aries*) en algunas comunidades de Lambrama, para optimizar su productividad.

57



Design and construction of a thermographic camera to determine the heat map of an idler in a conveyor belt

Diseño y construcción de una cámara termográfica para determinar el mapa de calor de un polín en una faja transportadora

Guevara-Ríos Jaime¹, Ibarra-Cabrera Manuel J.², Vargas-Ovalle Queen Dennis³, Huacac-Mendoza Keniluz Milagros⁴

<https://orcid.org/0000-0003-3401-3996>¹, <https://orcid.org/0000-0001-6711-4916>², <https://orcid.org/0000-0001-7167-3622>³ y <https://orcid.org/0009-0007-4914-8478>⁴

¹Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – jguevara@unamba.edu.pe

²Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – mibarra@unamba.edu.pe

³Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – 122379@unamba.edu.pe

⁴Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – 151369@unamba.edu.pe

(Recepción: 05/04/2023 - Aceptación 03/04/2023)

Abstract. This research work describes the design and construction of a thermographic camera to determine the heat map of an idler on a conveyor belt. The problem encountered was that due to the constant work carried out, the idler often gets hot and could damage the belt and even cause fires. The hardware was built into low-cost electronic devices such as a credit card-sized motherboard called the Raspberry Pi, an Arduino microcontroller, a proximity temperature sensor, and a heat map sensor. After applying the prototype in the conveyor belt of the ECONSA construction aggregates production company, located in Pachachaca Abancay, it can be concluded that the created system is used to monitor the temperature of a pollen in a conveyor belt; Likewise, it was possible to show the heat map to visualize the heating of the idler.

Keywords: Arduino, Raspberry Pi, heat map, thermal imager, conveyor belt.

Resumen. Este artículo de investigación describe el diseño y construcción de una cámara termográfica para determinar el mapa de calor de un polín en una faja transportadora. El problema encontrado fue que el polín debido al trabajo constante realizado, muchas veces se calienta y podría llegar a dañar la faja e incluso producir incendios. El hardware fue construido a dispositivos electrónicos de bajo costo por ejemplo una placa madre del tamaño de una tarjeta de crédito llamada Raspberry Pi, un microcontrolador Arduino, un sensor de temperatura por proximidad y un sensor de mapa de calor. Luego de aplicar el prototipo en la faja transportadora de la planta de producción de agregados de construcción ECONSA, ubicada en Pachachaca Abancay se puede concluir que el sistema creado sirve para poder realizar el monitoreo de la temperatura de un polín en una faja transportadora; asimismo, se pudo mostrar el mapa de calor para visualizar el calentamiento del polín.

Palabras Clave: Arduino, Raspberry Pi, mapa de calor, cámara termográfica, faja transportadora.

1 Introducción

Hoy en día, la actividad minera se ha convertido en uno de los factores de desarrollo económico de un país, tal es el caso de Chile y Perú en Sudamérica [1], este rubro ha influenciado notablemente en el desarrollo de ambos países [2]. La mayoría de las empresas mineras, usan el sistema una faja transportadora basado en polines, para transportar minerales de un punto inicial a un punto final, también se usa la faja transportadora para transportar otro tipo de materiales como, piedra, hormigón, cemento, caña de azúcar y otros [3].



Un “polín” o rodamiento, es un elemento cilíndrico de metal en donde se apoya la banda transportadora, tienen como función principal soportar la carga transportada [4], y por tanto facilitar el movimiento continuo de la banda transportadora. El problema es que, debido a la continuidad del trabajo y por desgaste, por lo general estos polines tienden a calentarse mucho e incluso podría producir un incendio; por otro lado, el material de desecho que se acumula entre los polines también genera que un mal funcionamiento en el sistema.

Generalmente, las empresas mineras tienen un plan[5] de mantenimiento programado, el cual contempla la verificación de los polines de una faja transportadora; también existe otro de tipo de mantenimiento que no estuvo planificado[6], a la que se le denomina mantenimiento no programado [7]; sin embargo, las empresas mineras no pueden parar más allá de lo programado, porque esto genera pérdidas económicas para la empresa.

Las empresas de minería no metálica requieren transportar de un lugar a otro piedras, arena, hormigón o minerales. En el caso de la minería metálica, existe una faja transportadora principal que lleva el mineral desde el chancado primario hasta la pila de acopio con una longitud aproximada de 5.2 km [8]. Inicialmente, esta faja está diseñada para transportar un aproximado de 140,000 toneladas diarias de mineral; sin embargo, existen paradas no programadas, por ejemplo: por acumulación de material, por el quiebre de la estructura (bastidor), desgaste físico, fatiga de pernos, entre otros; estas paradas ocasionan una disminución de unas 20,000 toneladas, lo cual indica que se transporta unas 120,000 toneladas diariamente [9]; esto implica que el personal deja de trabajar durante varias horas y genera grandes pérdidas económicas para la empresa. La Fig. 1, muestra un ejemplo de faja transportadora utilizando polines y utilizada en una empresa.

Una faja transportadora con el sistema de polines tiene los siguientes problemas: por un lado, existe un desgaste por calentamiento y fricción que no se puede detectar fácilmente; y por otro lado existe acumulación de material no detectado. Cuando un polín se empieza recalentar y no se hace una parada para dar un mantenimiento, podría dañarse el polín e incluso podría ocasionar un incendio (Fig. 2).



Fig. 1. Faja transportadora basada en polines



Fig. 2. Incendio ocasionado por el posible calentamiento de un polín

El objetivo de este proyecto fue crear un prototipo funcional de una cámara termográfica que muestre el mapa de calor de un polín en una faja transportadora; y por otro lado, que el sistema permita mostrar al usuario final el estado actual del mapa de calor de un polín.

La introducción corresponde a la primera sección; la segunda sección muestra los trabajos relacionados referidos a uso de polines; la tercera sección explica las características principales del diseño y la implementación del sistema propuesto; la cuarta sección describe el método utilizado; la quinta sección presenta los resultados obtenidos respecto al funcionamiento y las pruebas realizadas; finalmente, la sexta sección presenta las conclusiones y el trabajo futuro de esta propuesta.

2 Trabajos Relacionados

Cisneros Montero [10] realizó un trabajo de investigación titulado “Segmentación de color en imágenes usando una cámara térmica”, el objetivo de este trabajo fue la reconstrucción de una imagen de calor en dos dimensiones, para lo cual usaron una cámara MLX90640 de Adafruit, con un rango de trabajo para temperaturas desde -40°C hasta 300°C . Para esto usaron un arreglo de sensores de temperatura de 24×32 y dan como resultado global un arreglo de 768 mediciones infrarrojas de temperatura. La programación lo hicieron usando el lenguaje de programación Python, y con la librería para procesar imágenes OpenCV, los resultados se muestran en una escala de grises, esta escala permite proceder con la segmentación de color, lo que da origen a una imagen segmentada en relación con los límites y contornos establecidos. Asimismo, se implementó una interfaz gráfica, que permite ingresar como dato de entrada una temperatura mínima y otra temperatura máxima y también es posible visualizar la referencia del color con la temperatura asociada.

De igual forma, Nava J. et al. [11] realizaron un trabajo de investigación “diseño de una estación de temperatura corporal para covid19”, el objetivo fue crear un dispositivo electrónico que permita hacer la medición de la temperatura corporal de las personas que ingresan a un espacio público, porque es una de las medidas de prevención implementadas por el gobierno de México, debido a la pandemia del COVID19 desde el 2020. El prototipo creado consiste en una estación con censado y registro automático de la temperatura corporal, y para esto utiliza un sensor de temperatura con mapa de calor AMG8833. Las pruebas realizadas con los usuarios muestran que el diseño de la estación fue exitoso; por otro lado, las pruebas muestran que los datos recolectados se almacenan correctamente en una base de datos en la nube. El costo de construcción del prototipo es de cincuenta dólares aproximadamente.

Por otro lado, Ortega Ñahuin, Deycy Gady [12] desarrolló una tesis en la Universidad Nacional Centro del Perú Huancaayo titulada “Determinación de fallas funcionales de los equipos críticos del transporte de mineral grueso en minera Las Bambas S.A.” para optar el título de Ingeniero Mecánico. En este trabajo de investigación hace mención el problema que existe en la minera Las Bambas en el área de proceso de transporte como es el chancado primario, faja transportadora y almacenamiento o pila de acopio en el que existen fallas funcionales en zonas críticas, ocasionando paradas no programadas o repentinas, la consecuencia de este problema es la reducción en la producción diaria del mineral generando pérdidas económicas en la empresa. El objetivo principal de esta investigación fue determinar las fallas funcionales de los equipos críticos del transporte de mineral grueso en Minera Las Bambas S.A, y la metodología aplicada en la presente investigación fue Inductivo –Deductivo. Después de evaluar el estudio de criticidad a los 20 equipos mecánicos del proceso de transporte de mineral grueso, se obtuvo como resultado, las zonas más críticas y son la Faja de sacrificio CVB001, Faja overland CVB003 y Faja overland CVB004 con un índice de criticidad de 32.2. Los componentes de estas fajas más afectados son polines de carga, polines de retorno, polines de impacto, polines guidores, bastidores, raspadores en V, polea motriz, polea de cola, polea tensora y entre otros.

Asimismo, Radosław y Król [13], realizaron la publicación del titulada, “Failure analysis of belt conveyor systems for condition monitoring purposes” el contenido del artículo aborda el análisis de fallas, lo cual basa en análisis de literatura e informes de fallas de 3 compañías mineras, para el monitoreo de condiciones, antes de aplicar se investiga puntos claves de los equipos que presentan complicaciones y debidamente se analiza qué herramientas y métodos deben aplicarse para minimizar el costo; este artículo se centra en el primer paso en la condición, es decir, la estimación de la escala de un problema: fallas frecuentes, tipos y la ubicación de las fallas y su importancia en el contexto del mantenimiento de un sistema de transporte de cinta transportadora. En conclusión, se observa que algunas fallas son como consecuencia de fallas primarias, esto se da por los daños de las fajas debido al calentamiento de polines, grietas en el eje en cajas de engranajes, acoplamientos, sobrecarga debido a la mayor resistencia al giro de los rodillos y polines. El mantenimiento de estas fallas son costosas y demoran en su reparación.

3 Diseño e implementación de la cámara termográfica

3.1 Materiales utilizados

Para la implementación de la cámara termográfica se ha utilizado el sensor de cámara térmica AMG8833, tiene un arreglo de sensores térmicos IR distribuidos en una matriz de en 8 filas por 8 columnas, este a su vez se conecta a un microcontrolador Arduino Uno. El diseño de la carcasa se realizó usando el software “MakerBot Print”. La impresión en 3D se realizó usando la impresora 3D MakerBot 3D SKU MPO7825. La parte más importante del código que imprime la cámara térmica se muestra en la Fig. 3.

```
nom = (str(now)+'.png')
fichero_termica=('.'.join(nom.split()))
today = date.today()
ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0',9600)
#ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0')
read = 0
element = 0
counter = 0
w, h = 8, 8;
Matrix = [[0 for x in range(w)] for y in range(h)]
x = 0;
y = 0;
# os.system('python /home/pi/termica/foto-termica2.py')
#now = datetime.now()
while True:
    while True:
        char = ser.read()
        if read==1:
            if char==" ":
                Matrix[x][y]=element
                x=x+1
                element = 0
                counter = 0
                ser.read()
            elif ord(char)==13:
                y=y+1
                x=0
                element = 0
                counter = 0
                ser.read()
            elif char == "]":
                read=0
                print Matrix
                #print "Done"
                x=0
                y=0
                break
            elif char!=".":
                print element
                element = element + int(char)*pow(10, 1-counter)
                counter = counter+1
                print counter
            if char == "[":
                read=1
        matriz = np.array( Matrix)
        plt.figure()
        conf_arr = np.array(Matrix)
        plt.matshow(conf_arr,cmap = plt.get_cmap('jet'),interpolation='nearest')
        plt.colorbar()
        plt.title(today.strftime("%B %d, %Y"+'\n' + time.strftime("%X") + '\n' ))
        plt.xlabel(matriz[4:].max(), family='serif', color='r', weight='normal',size =
16,labelpad = 6)
        plt.savefig('/home/pi/termica/fotos/'+fichero_termica, format='png')
        plt.show()
        print "ejecutado camara termica de arduino puerto serial termicai"
        break
    sys.exit()
```

Fig. 3. Código fuente de la ejecución del mapa de calor.

La impresora 3D tuvo que ser primeramente configurada y calibrada[14], para esto se instaló los controladores respectivos y el software que permite manejarlo. Luego se instalaron los filamentos (o resina) para que se pueda hacer la calibración [15] y fijar correctamente el punto de inicio para el eje X, Y y Z .

Una vez calibrado, el modelo diseñado previamente con el software se envía a imprimir, para lo cual la impresora 3D hace un calentamiento preliminar y luego inicia con la impresión, puede tardar una decena de minutos e incluso horas dependiendo del tamaño de la impresión y el diseño, la Fig. 4 muestra la impresión realizada. Luego de varias horas de impresión, finalmente sale el modelo 3D impreso, la Fig. 5 muestra la impresión de la carcasa y en cuyo interior ya están conectados lo dispositivos electrónicos, lo cual muestra el prototipo final.

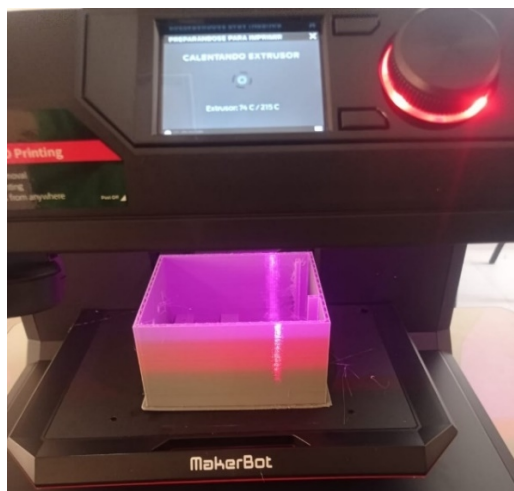


Fig. 4. Diseño de la carcasa en plena impresión



Fig. 5. Prototipo final

4 Método

Es una investigación de tipo cuantitativo y el alcance es descriptivo. Las pruebas del prototipo desarrollado, se realizaron en la faja transportadora de la “Planta de producción de agregados de construcción ECONSA (arena fina, piedra chancada gruesa, piedra chancada delgada, entre otros materiales de construcción), cuyo propietario es el señor Valerio Quispe Aymituma, y la planta está ubicada en Pachachaca, Abancay, Apurímac, Perú.

4.1 Pasos a seguir para la construcción del prototipo

Se llevó a cabo los siguientes pasos: Diseñar el prototipo con la interconexión de los dispositivos, imprimir la carcasa protectora en 3D, programar el software que permita leer los datos del sensor AMG8833 y que lo envíe a una base de datos, realizar las pruebas del sistema entre los programadores, realizar las pruebas del sistema con el usuario final, poner en funcionamiento el sistema en un caso real, y finalmente realizar las correcciones necesarias.

4.2 Monitoreo de la temperatura con el sensor AMG8833

El procedimiento para el monitoreo de temperatura se realizó de la siguiente forma: El sensor de temperatura AMG8833 envía datos a la cámara termográfica de bajo costo, la cámara termográfica envía los datos de la temperatura al servidor de base de datos en la nube, el cliente mediante un navegador o una aplicación de Telegram puede solicitar el valor actual de la temperatura del Polín, el sistema le muestra la temperatura actual al cliente, de esta forma el cliente tiene el monitoreo de la temperatura actual del polín durante las 24 horas haciendo las consultas al sistema.

5 Resultados

5.1 Resultados de la generación del mapa de calor

Para obtener el mapa de calor, mediante la red social Telegram, en dispositivo móvil o aplicación web, se invoca al comando “/termógrafo”, luego esta petición es solicitada al Bot de Telegram, luego el sistema solicita el estado actual de la temperatura mediante el sensor AMG8833, y despliega el mapa de calor hacia el cliente y luego le muestra en pantalla los resultados del mapa de calor. La Fig. 6 muestra el mapa de calor de una petición realizada por el cliente “Joseph Pedraza EAPIIS”, luego el sistema le dice que espere un momento mientras procesa, finalmente, le devuelve el mapa de calor en una figura de una matriz de 8x8, donde el rojo significa temperatura alta y el color azul significa temperatura baja y entre esos dos rangos se generan colores combinados que significan temperaturas intermedias.



Fig. 6. Mapa de calor generada por el sistema

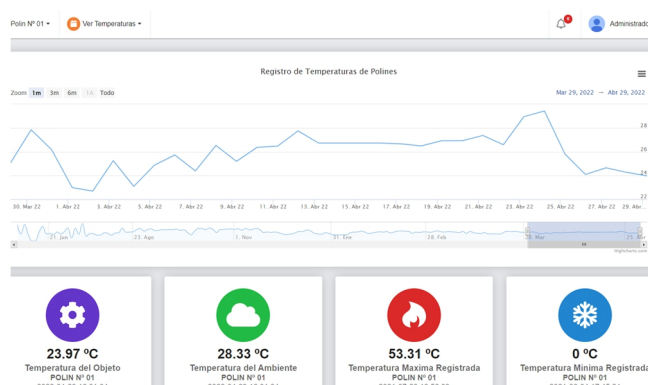


Fig. 7. Panel de control de las temperaturas

5.2 Resultados de las temperaturas leídas

La Figura 7, muestra los resultados de las temperaturas leídas en un panel de control del 29/03 al 29/04 de 2022. Aquí se muestra también la temperatura en el polín, la temperatura del medio ambiente, la temperatura máxima registrada y la temperatura mínima registrada.

6 Conclusiones

Se construyó la cámara termográfica de bajo costo que permite monitorear la temperatura de un polín en una faja transportadora. El monitoreo se puede hacer mediante una consulta desde un dispositivo móvil que usa el BOT y la API de Telegram o desde una página web en la cual se tiene la evolución de la temperatura por hora, día, semana, mes y año. El prototipo muestra un mapa de calor en una matriz de 8x8 en donde el color rojo indica que es temperatura alta y el color azul significa temperatura baja y en el intermedio se genera colores combinados o mezclados. Como trabajo futuro se plantea utilizar la red social Facebook como otra alternativa para los usuarios que están mas familiarizados con esta red social; asimismo, probar en otras fajas transportadoras de minería metálica y no metálica.

7 Referencias

- [1] H. F. Plasencia Armas, M. Guillermo, and J. Julio, "Incidencia del sector minero en el crecimiento económico del Perú 1990--2014," 2015.
- [2] A. E. Sthioul Ortiz, "Aportes de la minería a Chile y Peru: Interacción con la sociedad," 2015.
- [3] M. Y. Villacorta Corcuera, "Diseño de una faja transportadora de 150 m para 60 t/h de Bagazo de Caña de Azúcar," 2020.
- [4] P. E. Perez Guerrero, "Mejora de la disponibilidad mediante la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad de faja transportadora en Minera Chinalco," 2021.
- [5] G. A. Riveros Arcos and others, "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo a cintas transportadoras para optimizar las fallas y su disponibilidad en el proceso minero en mina Chépica," Universidad de Talca (Chile). Facultad de Ingenier{\'i}a, 2021.
- [6] T. M. Purizaca Vilela, "Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la faja transportadora de fosfatos de una empresa minera, Piura 2021," 2021.
- [7] C. Meza and C. Fabiana, "Proposición de un plan de mantenimiento al sistema de correas transportadoras," 2013.
- [8] M. Las Bambas, "Las Bambas Perú," 2016. <http://www.lasbambas.com/las-bambas-libro/presentacion> (accessed Oct. 10, 2019).
- [9] G. D. Ortega Nahuin, "Determinación de fallas funcionales de los equipos criticos del transporte de mineral grueso en minera Las Bambas SA," Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017.
- [10] J. H. Cisneros Montero, "Segmentación de color en imágenes usando una cámara térmica," Universidad de las Américas-Quito, 2020.
- [11] J. A. S. Nava, M. H. Bolaños, L. A. T. Ortiz, and J. S. Gutiérrez, "Diseño de una estación de temperatura corporal para covid19".
- [12] D. G. Ortega, "Determinación de fallas funcionales de los equipos críticos del transporte de mineral grueso en minera Las Bambas S.A.," 2017. [Online]. Available: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3674>
- [13] Z. Radosław and R. Król, "Failure analysis of belt conveyor systems for condition monitoring purposes," *Min. Sci.*, vol. 128, no. 36, p. 255, 2009.
- [14] A. Mínguez Martínez, F. Ramos González, G. Quirós Torres, J. de y Oliva, and Others, "Determinación de las correcciones de calibración y estudio de la reproducibilidad de una impresora 3D," 2022. <https://doi.org/10.5944/bicim2022.008>
- [15] J. Ramírez Arango and others, "Diseño y construcción de una impresora 3D mediante foto-solidificación," 2015.



A responsive self-service ordering application for restaurants

Una aplicación responsiva de autoservicio para realizar pedidos en restaurantes

Ebert Gómez-Aiquipa¹, Manuel J. Ibarra-Cabrera², Emerson Ñahuinlla-Velasquez³

<https://orcid.org/0000-0003-2542-4056>¹, <https://orcid.org/0000-0001-6711-4916>², <https://orcid.org/0000-0003-0861-793X>³

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – egomez@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – mibarra@unamba.edu.pe

³ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – 101131@unamba.edu.pe

(Recepción: 17/03/2023 - Aceptación 10/04/2023)

Abstract. This research work presents the prototype of a self-service web application for a restaurant, the customer can order from a mobile device or a computer with a touch screen. The development of the system was carried out using the agile methodology of extreme programming and that includes the phases of planning, design, programming and testing of the application. The tests were carried out in a poultry shop located in Tamburco in the city of Abancay; Likewise, a usability questionnaire consisting of 12 questions was applied to 6 people and the results show that a score of 6.18 was obtained on a scale of 1 to 7, which shows that the system works properly and that users are satisfied. with the usability of the proposed prototype.

Keywords: POS, auto service, restaurant, responsive, application.

Resumen. Este trabajo de investigación presenta el prototipo de una aplicación web de autoservicio para un restaurante, el cliente puede hacer el pedido desde un dispositivo móvil o una computadora con pantalla táctil. El desarrollo de la aplicación web se realizó utilizando la metodología ágil de programación extrema y que incluye las fases de planificación, el diseño, la programación y las pruebas del sistema. Las pruebas se realizaron en una pollería ubicada en Tamburco de la ciudad de Abancay; asimismo se aplicó a 6 personas un cuestionario de usabilidad que consta de 12 preguntas y cuyos resultados muestran que se obtuvo un puntaje de 6.18 de una escala de 1 a 7, lo cual manifiesta que el sistema funciona adecuadamente y que los usuarios están satisfechos con la usabilidad del prototipo propuesto.

Palabras Clave: Punto de venta, autoservicio, restaurante, responsivo, aplicación.

1 Introducción

En los últimos años se han producido algunos avances fascinantes en los sistemas de información de los puntos de venta, éstos son utilizados en los restaurantes, como aprovechan la incorporación de diversas tecnologías de información y comunicación (TIC), con el objetivo de mejorar la eficiencia y el servicio al cliente [1]. En lugar de utilizar cajas registradoras y papel con bolígrafo para las anotaciones como se hacía en décadas pasadas, ahora los restaurantes utilizan terminales de punto de venta con pantallas táctiles y dispositivos móviles. Los restaurantes de hoy en día están realizando estas mejoras para la satisfacción del cliente, las operaciones de la empresa y los ingresos, todo ello con la ayuda de nuevo software y hardware.



Punto de Venta (PDV) conocido también en inglés como Point of Sale (POS), es un término que se refiere a la tienda en donde se realiza la compra y venta al por menor o al mayor, específicamente a la ubicación física del cajero o el lugar real donde se hizo la compra. Los sistemas de PDV son el equivalente moderno de las cajas registradoras electrónicas y se refieren en particular al hardware y al software utilizados en las cajas. Los sistemas de PDV se utilizan en todo tipo de establecimientos minoristas, como tiendas de abarrotes, restaurantes, pizzerías, farmacias, hoteles, etc.

A veces cuando uno quiere consumir en un restaurante, el tiempo de espera para hacer el pedido es demasiado, debido a que no existe suficiente cantidad de mozos, existen muchas personas en la fila, no está disponible la carta de pedidos, entre otras razones. Para resolver este problema, el mozo o camarero puede agilizar el proceso de pedido utilizando una Tablet, teléfono inteligente o una computadora denominada "todo en uno" equipado con pantalla táctil. Al menos en el servicio de mesa, la comodidad de pedir y pagar con el teléfono móvil puede ser el factor que más influya en la elección final de los consumidores [2].

Según Sarkar [3], tradicionalmente, todo el proceso de hacer un pedido de comida en un restaurante se hacía manualmente: el camarero anotaba en un papel las peticiones del cliente antes de entregarle la comida y pagar la cuenta. Aunque es relativamente fácil de implantar, este método requería una gran inversión inicial en papel, espacio de almacenamiento y personal; además, de ser lento y propenso a errores, especialmente cuando el usuario agrega o quita ítems al pedido. Posteriormente, con la llegada del asistente digital personal (PDA) o las tabletas táctiles, se crearon sistemas computacionales para automatizar el procedimiento de pedido de comida y superar así estas limitaciones de los sistemas manuales.

Las empresas del sector de comida tienen un excelente potencial de crecimiento, ya que las personas en todo el mundo necesitan consumir y el mercado en su conjunto está en expansión. Empleados y clientes emplean una estrategia semiótica y sistemas de información para interactuar mediante el uso de signos, objetos, normas y lenguaje [4], [5]. El cliente va a consumir comida y bebida en familia o con amigos para disfrutar de un momento agradable; sin embargo, muchas veces se siente incómodo y molesto porque se demora mucho en hacer el pedido, debido a que los mozos están muy ocupados en atender otras mesas, calcular el monto total a pagar de otros productos, etc. Por otro lado, muchas veces se generan pérdidas económicas para los dueños de los restaurantes, porque tienen dificultades para determinar la cantidad de productos vendidos, la cantidad de bebidas vendidas, monto recaudado en el día, etc. Asimismo, existe una insatisfacción de parte de los clientes porque no son atendidos rápidamente y porque muchas veces el mozo se equivoca con los pedidos.

Existen algunos productos de software en el mercado [6], [7], llamados Sistema de POS, por sus siglas en inglés Point of Sale; el problema es que estos sistemas sólo lo maneja el personal de atención del restaurante, el mozo y el cajero, y por lo general están hechos a medida de cada restaurante.

En este artículo se propone el desarrollo e implementación de una aplicación web responsiva (que se adapta al tamaño de la pantalla del dispositivo) para hacer pedidos en restaurantes de forma automática y para esto el cliente puede usar un dispositivo móvil, Tablet o una computadora personal para hacer el pedido, y así mejorar el proceso de atención.

2 Trabajos Relacionados

En España, Francisco Rodríguez Hernanz [8] realizó una investigación denominada SGP: Sistema de Gestión de Pedidos, el trabajo se realizó en la Universidad Autónoma de Barcelona como parte de una tesis de pregrado. La investigación se planteó como objetivo desarrollar una aplicación en formato web capaz de dar soporte a la gestión de los pedidos de restaurante. El proyecto incluye un entorno de trabajo para un administrador con pequeños módulos que ayudaron a realizar un buen mantenimiento del sistema. Una desventaja de este sistema es que no se menciona si el sistema fue probado o no en un caso real; tampoco se realizaron pruebas de usabilidad al sistema propuesto.

Por otro lado, Balarezo Paredes Brallan [9] desarrolló el proyecto de tesis "Desarrollo de un sistema de Información de Registro de pedidos para Ventas usando dispositivos móviles". el proyecto consiste en el análisis, diseño e implementación de un sistema de información de registro de pedidos para ventas usando dispositivos móviles, aplicable a medianas empresas en el Perú y que permita el registro de pedidos en línea, obteniendo información de clientes y productos de manera más rápida y que provea reportes que exploten la información registrada y a su vez ayuden en la toma de decisiones, como por ejemplo el reporte consolidado de pedidos por vendedor o el reporte de productos más vendidos. Un

punto muy importante de este proyecto es la posibilidad del trabajo tanto en línea (registrando la información en una base de datos centralizada) como el trabajo fuera de línea, que se podría utilizar en caso el dispositivo móvil pierda la conexión a la base de datos, para ello la información será almacenada en el mismo dispositivo y posteriormente sincronizada una vez que se vuelva a tener conexión.

3 Metodología para la implementación de la aplicación

Es una investigación de tipo cuantitativa y el alcance es descriptivo. Las pruebas del prototipo desarrollado se realizaron en la pollería “La Fogata” ubicada en la Av. Tamburco 127 de la ciudad de Abancay. Para el diseño y la programación se definió la arquitectura lógica y se utilizó la metodología de programación extrema que a continuación se describe.

3.1 Arquitectura Lógica

La arquitectura lógica de la aplicación muestra la interconexión que existe entre las partes que componen el software [10], [11]. Para este caso en específico el sistema funciona en una red de área local (LAN) y los datos se almacenan en un servidor local, el cliente inicia el pedido en una tablet o una computadora con pantalla táctil invocando a un navegador web (Firefox, Chrome, Edge u otro), dicha petición lo hace utilizando el protocolo HTTP. Luego el servidor web que está implementado con un lenguaje de programación PHP y conectado a una base de datos Mysql analiza la petición solicitada y responde enviando un mensaje al área de la cocina y al área del bar para que imprima en impresora con tiquetera el pedido respectivo de la comida y de la bebida. Una vez verificado que el cliente ha sido atendido con la comida y bebida, puede pagar por el consumo y solicitar su comprobante de pago, para esto caja invoca nuevamente una petición al servidor para solicitar el monto a pagar e imprimir el comprobante de pago. La Fig. 1 muestra la arquitectura de la aplicación de forma gráfica.

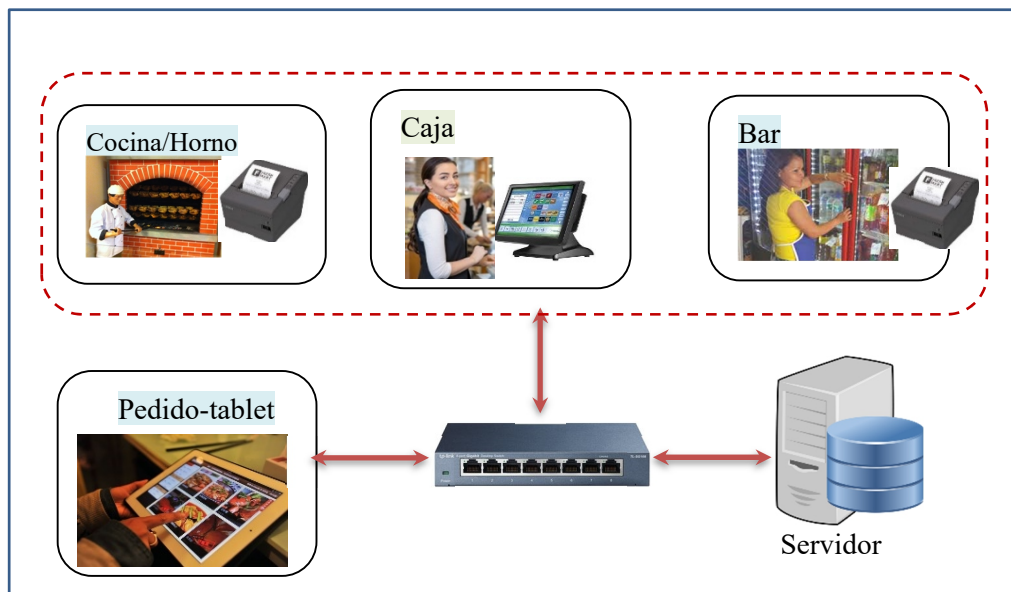


Fig. 1. Arquitectura lógica de la aplicación

3.2 Programación extrema

Para el proceso de implementación se utilizó las fases [12], [13] de metodología ágil “programación extrema”.

En la fase de *Planificación* se elaboraron 15 Historias de Usuario (HU) de acuerdo al formato establecido. La Tabla 1 muestra un ejemplo de una HU.

Tabla 1. Historia de Usuario

<i>Historia de Usuario</i>	
Numero: 5	Usuario: Cliente
Nombre de la Historia: Registrar pedido	
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 5	Iteración Asignada: 1
Descripción: El cliente registra el pedido en el sistema consignando los ítems del pedido desde una Tablet o pantalla táctil de una computadora:	
-Cantidad del pedido	
-Unidad del pedido	
-Descripción del pedido	
Observaciones: La impresión de comandas a las áreas de producción (cocina y bar) se hará automáticamente al enviar el pedido	

En la fase de *Diseño* se realizó un boceto simple de las interfaces de usuario que debe tener la aplicación web. La Fig. 2 muestra el diseño de la interfaz.



Fig. 2. Diseño de la interfaz de pedidos

En la fase de *Codificación* se realizó la programación en pares cumpliendo algunos estándares de programación. La programación se realizó en Code Igniter 3. Code Igniter es un framework en PHP, que ocupa muy poco espacio, creado para hacer programas que poseen un conjunto de herramientas sencillo y elegante para crear aplicaciones web completas. CodeIgniter se basa en el patrón de desarrollo denominado Modelo+Vista+Controlador. En la práctica, permite que las páginas web contengan un mínimo de secuencias de comandos ya que la presentación está separada de la secuencia de comandos PHP. El Modelo representa sus estructuras de datos. El “modelo” modelo tiene funciones que le ayudan a recuperar, insertar y actualizar información en su base de datos. La “Vista” es la información de la interfaz que se muestra al usuario (normalmente es una página web, pero también puede ser un fragmento de página como un encabezado o pie de página). El “Controlador” sirve como intermediario entre el Modelo, la Vista, y cualquier otro recurso necesario para procesar la petición HTTP y generar una página web.

Finalmente, las *Pruebas* del prototipo se realizaron en la pollería “La Fogata” ubicada en la Av. Tamburco 127, de la ciudad de Abancay (Fig. 3).



Fig. 3. Pruebas del prototipo en la pollería en la Fogata de Tamburco

4 Resultados

Los resultados de la implementación de este sistema muestran que un usuario puede hacer un pedido desde un dispositivo móvil o una computadora con pantalla táctil, lo cual permite que el usuario puede gestionar su pedido y ahorrar el tiempo de entrega. Las pruebas se realizaron en la pollería la Fogata en la Av. Tamburco 127, Abancay y se pudo observar que el sistema funciona adecuadamente.

Por otro lado, se aplicó un cuestionario de usabilidad denominado percepción de la utilidad y facilidad de uso (PUEU) [14], [15]. El cuestionario consta de 12 preguntas y se muestra en la Fig. 4., donde existe un correlativo de cada pregunta, luego el primer bloque es “Utilidad percibida” que tiene 6 preguntas, “Facilidad de uso percibida” que también tiene 6 preguntas, luego una valoración que va desde un valor muy negativo “1” hasta un valor muy positivo “7”, “NA” significa que No Aplica.

UTILIDAD PERCIBIDA		1	2	3	4	5	6	7	N/A
1. Usar el sistema en mi trabajo me permitiría realizar tareas más rápidamente <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
2. Usar el sistema mejoraría mi desempeño laboral <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
3. Usar el sistema en mi trabajo aumentaría mi productividad <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
4. Usar el sistema mejoraría mi efectividad en el trabajo <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
5. Usar el sistema facilitaría mi trabajo <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
6. Encontraría el sistema útil en mi trabajo <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
FACILIDAD DE USO PERCIBIDA		1	2	3	4	5	6	7	N/A
7. Aprender a operar el sistema sería fácil para mí. <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
8. Me resultaría fácil hacer que el sistema haga lo que quiero que haga <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
9. Mi interacción con el sistema sería clara y comprensible <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
10. Encontraría que el sistema es flexible para interactuar con <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
11. Sería fácil para mí volverme hábil en el uso del sistema. <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
12. Encontraría el sistema fácil de usar <input type="checkbox"/>	improbable <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	probable <input type="radio"/>
		1	2	3	4	5	6	7	N/A

Fig. 4. Cuestionario PUEU [15]

El cuestionario se aplicó a 6 personas dueños de restaurantes, pollerías, y también algunas personas con conocimiento de informática. Primero, se explicó el funcionamiento de prototipo creado durante 20 minutos aproximadamente, luego se absolvió algunas dudas o preguntas por un espacio de 20 minutos y finalmente se les pidió que completaran el cuestionario PUEU durante 20 minutos. El cuestionario se aplicó en febrero de 2023 y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la aplicación del cuestionario PUEU

Correo	pregunta											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
milqu****@gmail.com	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6
restaurant_****@hotmail.com	7	7	7	6	6	7	7	7	7	6	7	6
ram98****@gmail.com	6	7	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
rcruzhuam****@gmail.com	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6
elian****@hotmail.com	6	7	7	7	6	6	6	7	6	5	7	5
rlandt****@gmail.com	5	6	5	6	6	7	6	6	6	6	6	6

En general se obtuvo un puntaje promedio de 6.18 puntos de una escala de 1 al 7, lo cual implica que los usuarios encuestados están satisfechos con la propuesta del sistema.

De acuerdo a los resultados encontrados, estos están alineados con el trabajo de investigación realizado por Balarezo Paredes Brallan [9], porque ambos tratan de proponer una solución para que el cliente pueda realizar un pedido en un restaurante. La diferencia es que esta aplicación [9] lo desarrollaron utilizando una metodología tradicional con UML y lo hicieron en el lenguaje de programación Java para aplicaciones móviles nativas; el problema es si aparecen nuevas versiones de Java, entonces la aplicación podría quedar desfasada; o también quedar desfasada con la aparición dispo-

tivos móviles con un nuevo sistema operativo que ya no soporte las versiones anteriores de Java. En tanto que este proyecto de investigación está desarrollado con metodologías ágiles y HTML5 autoresponsivo; es decir, que la aplicación se adapta al tamaño de pantalla del dispositivo, y sólo requiere de un navegador web para poder invocarlo; es decir, es independiente del sistema operativo y del hardware de los dispositivos.

5 Conclusiones

Se implementó un sistema de gestión de pedidos para un restaurante, para esto se utiliza un dispositivo móvil en la cual selecciona los ítems a consumir y las respectivas cantidades. Luego este pedido es notificado mediante una impresora de tickets tanto al área de cocina como al área de bar y luego de la atención el cliente puede aproximar a caja para hacer el pago respectivo. Por otro lado, después se aplicó el cuestionario PUEU a 6 personas para evaluar la usabilidad del sistema, los resultados muestran que se tiene un puntaje de 6.18 de una secuencia de 1 a 7.

Como trabajo futuro se pretende migrar esta solución que funciona en una red de área local (red LAN) a una solución que funcione en la nube, de tal forma que se tenga pasarelas de pago con tarjetas de crédito, débito, Yape, Plin y otros medios.

6 Referencias

- [1] M.-E. Ruiz-Molina, I. Gil-Saura, and G. Berenguer-Contrí, "Information and communication technology as a differentiation tool in restaurants," *J. Foodserv. Bus. Res.*, vol. 17, no. 5, pp. 410–428, 2014. <https://doi.org/10.1080/15378020.2014.967639>
- [2] A. Bhargave, N. Jadhav, A. Joshi, P. Oke, and S. R. Lahane, "Digital Ordering System for Restaurant Using Android," *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 3, no. 4, pp. 1–7, 2013.
- [3] S. Sarkar, R. Shinde, P. Thakare, N. Dhomne, and K. Bhakare, "Integration of Touch Technology in Restaurants using Android," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 721–728, 2014.
- [4] Q. Li and K. Liu, "Interactive data visualisation: Facilitate the accountability disclosure through the lens of organisational semiotics," in *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 477, Springer, Cham, 2016, pp. 133–142. doi: 10.1007/978-3-319-42102-5_15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42102-5_15
- [5] M. Ibarra, E. Ñahuinlla, W. Soto, V. Ibañez, A. Navarro, and W. Ibarra, "Understanding the Boundary Between Information Systems and Organizational Semiotics: POS as Case Study," in *Digitalisation, Innovation, and Transformation: 18th IFIP WG 8.1 International Conference on Informatics and Semiotics in Organisations, ICISO 2018, Reading, UK, July 16-18, 2018, Proceedings 18*, 2018, pp. 3–11.
- [6] Restbar, "RestBar," 2002.
- [7] Adminrest, "AdminREST," 2007.
- [8] F. Rodríguez Hernanz, "SGP: sistema de gestión de pedidos," 2013.
- [9] B. Balarezo Paredes, "Desarrollo de un sistema de Información de Registro de pedidos para Ventas usando dispositivos móviles," 2012.
- [10] I. Sommerville, *Ingeniería del software*, Sétima. Pearson Addison Wesley, 2005.
- [11] R. Pressman, *Ingeniería de software un enfoque práctico*, Quinta. Mc Graw Hill, 2001.
- [12] A. Rosado-Gómez, A. Quintero-Duarte, and C. D. Meneses-Guevara, "Desarrollo ágil de software aplicando programación extrema," *Rev. Ingenio*, vol. 5, no. 1, pp. 24–29, 2012.
- [13] J. H. Canós and M. P. P. Letelier, "Metodologías ágiles en el desarrollo de software," 2012.
- [14] PUEU, "Perceived Usefulness and Ease of Use," 1989.
- [15] F. Davis, "Cuestionario PUEU," 2023. <https://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=PUEU>



Assessment of the structural factor and seismic vulnerability in houses construction located on slope near the banks of the Mariño river from Abancay city

Valoración del factor estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño en la ciudad de Abancay

Guanuchi-Orellana Lucy Marisol ¹, Carrasco-Taco Edward Kleiber ² y Vasquez-Ramirez Abbon Alex ³

<https://orcid.org/0000-0002-1727-7386>¹, <https://orcid.org/0000-0001-8695-024X>² y <https://orcid.org/0000-0001-7299-5367>³

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – Iguanuchi@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – ingedward@gmail.com

³ Universidad Tecnológica de los Andes, Perú – alex_abbon@hotmail.com

(Recepción: 17/03/2023 - Aceptación 23/06/2023)

Abstract. Results were obtained by means of vulnerability index parameters (Iv), observation and survey sheets, photographs of the different houses in estimation towards a precise analysis that can give answers and solutions to prevent future loss of human lives, currently this research is framed in the evaluation of the state of vulnerability that can worry the 44 houses in study located in the Circunvalación avenue, on the right margin in the slope on the shore of the Mariño river in the city of Abancay. The assessment of the structural factor and seismic vulnerability consisted of gathering relevant information, using the instruments mentioned above, quantifying the measurements, characteristics, situational status and level of seismic vulnerability of the houses, obtaining the results through mathematical calculations. A direct relationship was found between the structural factor and its seismic vulnerability for which the level of seismic vulnerability shows that a total of 0 % of houses have a low vulnerability, likewise a total of 46 % of houses have medium-low vulnerability, also a total of 36 % of houses have medium-high vulnerability and 18 % of houses have a high seismic vulnerability that requires immediate intervention.

Key words: Structural factor, vulnerability index, Mariño river, informal housing.

Resumen. Se logro resultados mediante parámetros del índice de vulnerabilidad (Iv), fichas de observación y de encuestas, fotografías de las distintas viviendas en estimación hacia un análisis preciso que pueda dar respuestas y soluciones para impedir futuras pérdidas de vidas humanas, actualmente esta investigación se enmarco en la valoración del estado de vulnerabilidad que pueda inquietar a las 44 viviendas en estudio ubicadas en la avenida Circunvalación, al margen derecho en el talud a orilla del río Mariño en la ciudad de Abancay. La valoración del factor estructural y la vulnerabilidad sísmica consistió en recopilar información relevante, mediante el uso de los instrumentos antemencionados, cuantificando las medidas, características, estado situacional y nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas, obteniendo los resultados mediante los cálculos matemáticos. Se encontró una relación directa entre el factor estructural y su vulnerabilidad sísmica para lo cual el nivel de vulnerabilidad sísmica se desprende que un total del 0 % de viviendas tienen una baja vulnerabilidad, de igual forma de un total del 46 % de viviendas tiene mediana vulnerabilidad-baja, también de un total del 36 % de viviendas tienen mediana vulnerabilidad alta y un 18 % de viviendas tiene una alta vulnerabilidad sísmica que requiere de una intervención inmediata.

Palabras Clave: Factor estructural, índice de vulnerabilidad, río Mariño, viviendas informales.

1 Introducción

Las viviendas en valoración hacen referencia de que, en la ciudad de Abancay se encuentran viviendas que no cuentan con una conveniente supervisión técnica y el correcto cumplimiento del reglamento nacional de edificaciones [1], donde “establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico



acorde con los principios señalados en la Norma E-030". Esto involucra que una vivienda puede sufrir daños durante un evento sísmico, su diseño estructural, tamaño, calidad de materiales y lugar de ubicación acordes al lugar de valoración. Porque la fisiografía del terreno y las escasas áreas ocupacionales, sumando el desconocimiento del riesgo de construir en este sector, los pobladores construyeron sus viviendas sin considerar la topografía, orografía, estudios de suelos, diseño estructural, calidad de materiales, tamaño y ubicación de las viviendas que juegan un papel muy importante pudiendo así evitar el riesgo de deslizamiento, asentamiento en las construcciones de viviendas. La investigación se enmarca en la valoración y obtener información del grado de nivel de vulnerabilidad sísmica de las 44 viviendas en valoración, mediante el uso de parámetros estructurales determinados por Benedetti & Petrini [2], y así de este modo disminuir los daños materiales y posibles pérdidas de seres vivos, que los sismos puedan ocasionar debido al estado situacional en la que se encuentre una vivienda.

Se manifiesta el objetivo general en la valoración del diseño estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño, desde su ubicación a su tamaño, como la relación entre la calidad estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción. Igualmente se elaboró cuatro objetivos específicos los cuales deben, identificar la relación entre el diseño estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño. Relacionar entre el tamaño y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño. Encontrar la calidad estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño, Determinar la valoración de la ubicación y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño. De los cuales se formuló si existe una valoración directa entre el factor estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño.

La vulnerabilidad estructural por efectos de sismos es indispensable los estudios sobre riesgos sísmicos, para la mitigación de desastres por terremotos ya que se enfoca en el daño que una estructura puede sufrir ante un suceso sísmico dado esto por medio del análisis del índice de vulnerabilidad y la tipología estructural [4], tenemos en consideración las siguientes zonas de peligro:

- **Zona de peligro geodinámico.** -El riesgo potencial de que ocurran desastres naturales en Abancay es grande; oscila entre un 60 % de probabilidad, sobre todo en cuanto a desastres generados por aluviones y sismos fuertes [3].
- **Zona de peligro alto.** - Se considera especialmente la parte norte, intermedia entre la ciudad y el Cerro Ampay. Los peligros de reactivación del deslizamiento en Ccocha-Pumaranra, a una crecida de aguas de la quebrada Sahuanay-Chinchichaca y posibles desbordes de las lagunas, corrimiento de suelos en la parte alta de FONAVI [3].
- **Zona de peligro medio.** - Comprende quebrada Sahuanay-Chinchichaca, franja intermedia entre Tamburco y comunidades San Antonio, Querapata, margen izquierda río Colcaque y Mariño, Aymas [3].
- **Zona de peligro bajo.** -Son zonas moderadas a baja pendiente, con suelos calichosos que tienen buena capacidad portante a las viviendas, con suelos granulares [3].

La exploración logro analizar el grado de dependencia de cada factor estructural y relacionarlo con el nivel de vulnerabilidad sísmica de las 44 viviendas y así mejorar la seguridad y calidad de vida de los seres vivos en favor de los eventuales movimientos sísmicos mitigados en el talud que tiene inclinaciones de 31 a 45 % a orilla del margen derecho del río Mariño [3].

2 Método

La investigación corresponde al enfoque cuantitativo, mediante el cual se utilizó la recolección de datos para la aplicación de los conocimientos teóricos sobre los factores estructurales y la vulnerabilidad sísmica a problemas concretos e identificables que nos permitió explicar y comprender la realidad del estudio. Se puede probar hipótesis, teorías con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento [5]. El nivel de investigación del presente estudio es correlacional, en el cual indica la búsqueda de describir la relación que existe entre la variable independiente que es factores estructurales, y la variable dependiente el cual es la vulnerabilidad sísmica. "Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular" [5]. "La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales son saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas" [5]. El diseño de investigación es no experimental transeccional, lo cual se radica en la acogida de datos, para recolectar la información se acudió a fuentes de campo y documentales, se utilizó la información primaria y secundaria, y nos llevó a obtener el tipo de información requerida para la investigación, es decir se realizó estudios donde no se modificó las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

La población. - estuvo compuesta de viviendas construidas en el margen derecho a orilla del río Mariño, por tal motivo la valoración de viviendas fue de acuerdo al área de límites con el río Mariño y la avenida Circunvalación haciendo un total de 105 viviendas a valoración, el cual fue el 0.17 % por ciento del total de 61,980.00 viviendas, según datos del censo de viviendas del 2017 [6]. De igual manera la multiplicación de la densidad de población en los alrededores del río Mariño en talud con viviendas construidas.

Muestra
 Dónde:
 M = muestra
 r = relación

O_x = factor estructural
 O_y = vulnerabilidad sísmica.

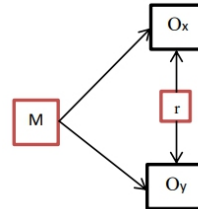


Tabla 1. Viviendas particulares, según área urbana y rural y tipo de vivienda, 2017 - Abancay.

N° Orden	Área urbana y rural/tipo de vivienda	Total	Área	
			Urbana	Rural
1	Casa independiente	168,495	54,115	114,380
2	Departamento en edificio	1,715	1,708	7
3	Vivienda en quinta	600	585	15
4	Vivienda en casa de vecindad	5,441	5,276	165
5	Choza o cabaña	4,739	0	4,739
6	Vivienda improvisada	289	249	40
7	Local no dest. para habit. humana	95	47	48
8	Otro tipo	0	0	0
	TOTAL	181,374	61,980	119,394

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017. [6]

Tamaño y cálculo de la muestra. - Para obtener la muestra representativa de la población de estudio se usó la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 (N-1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Dónde:

- n.- Tamaño de la muestra
- Z.- Constante que depende del nivel de confianza que asignemos
- p.- Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p = q = 0.5$, que es la iniciativa más positiva.
- q.- Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1 - p$
- N.- Tamaño de la población
- E.- Error muestral deseado.

Siendo los valores de los coeficientes en la fórmula los siguientes:

- N.- Cantidad de viviendas determinadas, 105
- Z.- Nivel de confianza 95 % debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del estimador, $Z = 1.96$
- p.- Este valor se obtiene suponiendo que el 80 % de las viviendas analizadas fueron construidas sobre terrenos con pendientes pronunciadas, $p = 0.8$
- E.- Valor íntegro a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del estimador, $E = 0.05$ %
- q.- Se obtiene de $1 - p$, que es el 20 %, $q = 0.2$
- n.- Cantidad de viviendas que es necesario valorar, $n = 74$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.8 * 0.2 * 105}{0.05^2 (105-1) + 1.96^2 * 0.8 * 0.2} = 73.7877 \cong 74$$

Según el tamaño de muestra estuvo representado por 74 viviendas. Como [7], se realizó un ajuste $\frac{n}{N} = \frac{74}{105} = 0.70$ de muestra cumpliéndose que $n/N > E$, por lo tanto, Tuvimos que 0.70 es mayor que 0.05 en tal sentido se ajustó la muestra de acuerdo a la siguiente formula:

$$N_0 = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}} \quad (2)$$

Dónde:

N_0 - Muestra ajustada;

n. - Muestra inicial tamaño

N. - Población

$$N_0 = \frac{74}{1 + \frac{74-1}{105}} = 43.65169 \cong 44$$

Entonces la muestra es 44 viviendas a los que encuestaremos [7].

El procedimiento fue una revisión preliminar del cuestionario, ficha de observación y ficha de reporte, para posteriormente no tener ninguna dificultad en adquirir los datos in-situ en campo. Posterior a la revisión in situ y estar conforme con la misma, se procedió a la obtención de datos in-situ, interactuando y valorando las 44 viviendas a encuestar, según las normas establecidas en el RNE [8] aplicadas para el Perú. Logrado los datos se empleó el programa Excel, EasyFit 5.5 y SPSS STATISTICS 22. Para el análisis respectivo de los resultados de la investigación, esta nos permitió analizar y representar los datos por medio de tablas, gráficos. Los gráficos se realizaron por cada variable y dimensión y así mismo para la correlación se consideró de acuerdo a los objetivos planteados en el trabajo de investigación. También en la ficha de reporte se desarrolló la valorización de los parámetros analizado los cuales son: Organización y calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en elevación, separación máxima entre los muros, elementos no estructurales, y por último el estado de conservación. La verificación de la hipótesis se efectuó mediante un análisis descriptivo de los resultados, los cuales fueron obtenidos utilizando el aplicativo de EasyFit 5.5 Las conclusiones se formularon tomando en cuenta los objetivos planteados y los resultados obtenidos.

El análisis estadístico se realizó de forma computarizada utilizando los programas Microsoft Excel, Microsoft Word, Documento de Texto de los cuales la exposición de los resultados fue a través de gráficos y tablas. Los gráficos muestran la relación matemática entre conjuntos de datos. Las tablas son un grupo grandioso de métodos para presentar información. Se tomó para comprobar la relación entre el factor estructural y la vulnerabilidad sísmica con el método de BENEDETTI & PETRINI [2] el cual considera once parámetros analizados. luego de obtenido los resultados del índice de vulnerabilidad (l_v), se evalúa cual es la relación que pueda existir entre la variable independiente que es el factor estructural y la variable dependiente que es la vulnerabilidad sísmica, utilizando un promedio matemático mediante la cual nos ayudó a verificar si las hipótesis cumplieron lo establecido o no. Cabe señalar que si el índice de vulnerabilidad (l_v), es mayor la vivienda se considera con alta vulnerabilidad, y si esta tiende a disminuir gradualmente se considera con baja vulnerabilidad. Esta información fue de vital importancia para la elaboración de un diagnóstico situacional de las viviendas para lo cual nos ayude a evitar futuras pérdidas humanas por no cumplir los lineamientos básicos de una construcción, y así evitar que las viviendas se encuentren en un estado de intervención inmediata y requerir de un soporte técnico por parte de un profesional ingeniero civil o arquitecto colegiado y acreditado.

- a) **Sujetos:** relacionados a la población de la investigación y a la forma en la que se define la muestra.
- b) **Técnicas e instrumentos:** correspondientes al conjunto de mecanismos, medios o recursos para recolectar la información que permite acercarse a los hechos investigados.
- c) **Procedimiento:** detalla la información acerca de cómo se desarrolló la investigación.

3 Resultados

Realizada la investigación, se obtuvieron datos relevantes para el análisis y valoración de la información en gabinete, los cuales se lograron a través de fichas de encuesta, observación y reporte, con la finalidad de poder conocer la realidad que presenta las viviendas autoconstruidas ubicadas al margen derecho del río Mariño, para posteriormente llegar a una conclusión y ver el grado del índice de vulnerabilidad sísmica que afectara indistintamente a cada una de las viviendas en valoración dependiendo generalmente del tipo de factor estructural. Resultados de los datos generales de la encuesta y ficha de observación, se obtuvieron los siguientes indicadores: Área total del terreno construido, cantidad de pisos, tiempo de vida de la edificación, asesoramiento técnico, análisis de vulnerabilidad sísmica, organización y calidad del sistema resistente, resistencia convencional, zonificación sísmica, factor de zona sísmica, categoría del edificio y factor de uso, factor de ampliación sísmica, factor de suelo, coeficiente de reducción sísmica, posición del edificio y cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta y en elevación, separación máxima entre los muros, elementos no estructurales, estado de conservación, contrastación de hipótesis, índice y nivel de vulnerabilidad, relación entre los factores estructurales y el índice de vulnerabilidad sísmica, diseño y calidad estructural, tiempo de vida de la

vivienda versus índice de vulnerabilidad, y otros., se comparte 4 figuras como sustento del resumen del análisis de la investigación.

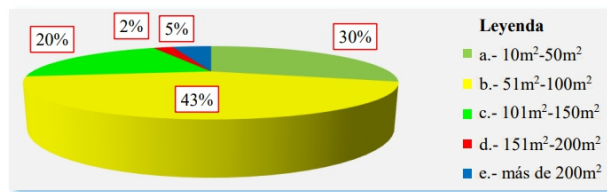


Fig.1. Área total del terreno construido

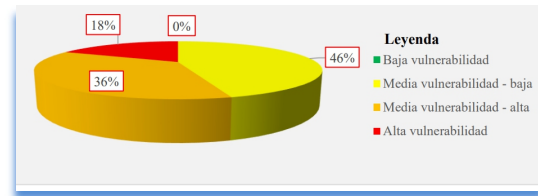


Fig.2. Nivel de vulnerabilidad sísmica

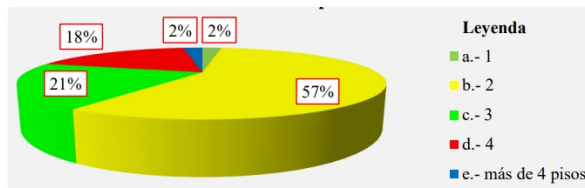


Fig.3. Cantidad de pisos en las viviendas construidas

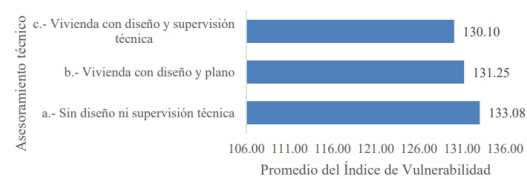


Fig.4. Diseño estructural vs Índice de vulnerabilidad

4 Discusiones y conclusiones

Según los resultados obtenidos mediante los parámetros del índice de vulnerabilidad sísmica empleado por el método de Benedetti & Petrini en relación al factor estructural de cada unidad de viviendas en valoración, según los resultados mencionados en la figura (nivel de vulnerabilidad sísmica), que el 0 % del total de las viviendas en valoración tienen una baja vulnerabilidad por no obtener valores que se encuentran dentro de 0 - 52.5 nivel de índice de vulnerabilidad sísmica. Así mismo se puede desprender que un 46 % del total de viviendas en valoración tienen una mediana vulnerabilidad – baja, por obtener valores dentro de 52.5 - 125 nivel de índice de vulnerabilidad sísmica. De igual forma podemos indicar que un 36% del total de viviendas en valoración tienen una mediana vulnerabilidad – alta, por obtener valores dentro de 125 – 162.5 nivel de índice de vulnerabilidad sísmica, y por último podemos mencionar que el 18% del total de viviendas en valoración tienen una alta vulnerabilidad sísmica, por obtener valores dentro de 162.5 – 337.5 nivel de índice de vulnerabilidad sísmica. Respecto a la relación entre el diseño estructural y el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en valoración existe un grado de relación vulnerable alcanzando un índice de vulnerabilidad $I_v = 133.08$, lo que indica es que obtiene una media vulnerabilidad alta el cual requiere de una intervención necesaria mediante una supervisión técnica por parte de un profesional. En base a los resultados cada vez que una vivienda tenga diseño o supervisión técnica su índice de vulnerabilidad (I_v) tendera a disminuir paulatinamente a diferencia de aquellas viviendas que no cuenten con diseño y supervisión técnica. Según [4], quien concluyo en su tesis indicando que si existe una relación significativa entre el diseño estructural y el nivel de vulnerabilidad sísmica ya que se tiene un aumento del 10.45% en el índice de vulnerabilidad (I_v) cuando las viviendas no presentan diseño estructural o no han sido supervisadas durante su construcción. Respecto a la relación que existe entre la calidad estructural y el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en valoración existe un grado de relación, según la figura en la cual se aprecia que una vivienda con menor tiempo de vida es más vulnerable alcanzando un índice de vulnerabilidad $I_v = 134.78$ lo que indica es que obtiene una media vulnerabilidad alta, esto se debe a que las viviendas con más años de posesión de terreno están ubicadas en zonas llanas más alejadas de los bordes de talud, pero en cambio las viviendas con menos años de posesión son aquellas que por falta de espacios disponibles en zonas llanas estas se ubican muy cerca de los taludes que se ubican al margen del río Mariño y por eso llegan hacer más vulnerables frente a un posible evento sísmico. Frente a esto también podemos reiterar que la calidad de los materiales de construcción si tiene una relación directa con el nivel de vulnerabilidad sísmica De igual forma se aprecian valores índice de vulnerabilidad (I_v) altos a partir de la vivienda número 31 debido a que estas últimas estructuras son todas construidas en la parte más alta de la zona de análisis recibiendo calificaciones de C o D en los parámetros que se refieren a la ubicación como posición del edificio y cimentación y que la mayoría de estas viviendas están incorrectamente estructuradas, no hay presencia de columnetas de amarre en los muros y tienen un estado de conservación mediocre.

Se concluye que existe una relación directa entre el diseño estructural y la vulnerabilidad sísmica según los resultados obtenidos, de los cuales podemos concluir que las viviendas en valoración se encuentran menos vulnerables a razón de que estos cuentan con un diseño y supervisión técnica, alcanzando un promedio de 130.10 del índice de vulnerabilidad

(Iv), y así mismo se tiene que una vivienda es mucho más vulnerable cuando no se cuenta con diseño ni supervisión técnica aumentando en un promedio de 133.08 del índice de vulnerabilidad. Describe una relación directa entre el tamaño y la vulnerabilidad sísmica según los resultados obtenidos de los indicadores tales como el área del terreno y la cantidad de pisos, de los cuales podemos concluir según el área total del terreno, las viviendas en valoración que tengan áreas entre 10 m² y 50 m² vienen hacer menos vulnerables alcanzando un promedio de 116.44 del índice de vulnerabilidad, y aquellas viviendas que se encuentran con áreas mayores a 200 m², son mucho más vulnerables alcanzando un promedio de 172.50 del índice de vulnerabilidad. También según la relación que se tuvo con la cantidad de pisos de cada vivienda en valoración podemos concluir que aquellas viviendas con 1 piso son menos vulnerables alcanzando un promedio de 98.75 del índice de vulnerabilidad, mientras que las viviendas que tuvieron más de 4 pisos alcanzando un promedio de 201.25 del índice de vulnerabilidad, y son mucho más vulnerables. → Existe una relación directa entre la calidad estructural y la vulnerabilidad sísmica según los resultados obtenidos de los indicadores tales como el tiempo de vida de la edificación, calidad de los materiales de construcción y el estado de conservación de las viviendas, de los cuales podemos concluir según el tiempo de vida de la edificación, las viviendas en valoración que estén entre 1 a 10 años son más vulnerables alcanzando un promedio de 134.78 del índice de vulnerabilidad, mientras que las viviendas estén entre 21 y 30 años son menos vulnerables alcanzando un promedio de 117 del índice de vulnerabilidad. Coexiste una relación directa entre la ubicación y la vulnerabilidad sísmica, que las viviendas en valoración que se encuentran con una pendiente pronunciada son mucho más vulnerables alcanzando un promedio de 137.71 del índice de vulnerabilidad, por el hecho de que estas generen diferencia de cotas en el terreno, llegando a tener cimentaciones escalonadas, que tengan empujes laterales por parte del terreno seccionado, pero la diferencia que se aprecia es de que según el nivel de pendiente ligera el índice de vulnerabilidad es mucho menor en un promedio de 123.31 del índice de vulnerabilidad, de los cuales podemos indicar que tiene una media vulnerabilidad baja y el tipo de intervención vendría a ser a largo plazo[mm], esto se debe principalmente a que las viviendas no tengan empujes laterales por parte de un terraplén o talud, por ende podemos indicar que si existe una relación directa entre la ubicación y la vulnerabilidad sísmica de viviendas ubicadas en talud a orillas del río Mariño .

5 Biografías

- Lucy Marisol Guanuchi Orellana, docente principal a tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, asesor y guía en la investigación.
- Edward Kleiber Carrasco Taco, Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Abbon Alex Vasquez Ramirez, docente de la Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay-Apurímac, par evaluador de la investigación.

6 Referencias

- [1] Ministerio de vivienda construcción y saneamiento.: Reglamento Nacional de Edificaciones: Lima. Editor, ICG (2018).
- [2] Benedetti, D. y Petrini.: Sulla vulnerabilità sísmica di edifici in muratura: Prioste de un método di Valutazione. Roma: Lindustria delle Costruzioni Location (1984)
- [3] Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) 2007.
- [4] Ortega Villaizan, C.-D.: Determinación de la vulnerabilidad estructural de edificaciones por efecto de sismo en el centro urbano del distrito de Villa Rica. Huancayo – Perú: s.n., (2014).
- [5] Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P.: Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill. (2014).
- [6] Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI.: Perú., (2017).
- [7] S, Carrasco Díaz.: Metodología de la Investigación Científica. Perú: San Marcos. : San Marcos (2013).
- [8] Reglamento Nacional de Edificaciones actualizado. RNE-Perú (2021).
- [9] O, Hurtado y M, León.: Implementación del modelo de índice de vulnerabilidad ajustado a una edificación histórica con estructura de varios materiales. Colombia: s.n., (2008).



Strategic Planning and Educational Management in secondary educational institutions in the district of Orurillo

Planeamiento Estratégico y Gestión Educativa en instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo

Cruz-Martinez Luis¹, Cruz-Martinez Rudy G.²

<https://orcid.org/0000-0002-4101-5124>¹, <https://orcid.org/0000-0003-4256-0009>²

¹Institucion Educativa Secundaria “José María Arguedas” Llalli, UGEL Melgar, Puno, Perú – amautaluis21@gmail.com

²Institución Educativa Secundaria Acllamayo Orurillo, UGEL Melgar, Puno, Perú – cmartinezrg@gmail.com

(Recepción: 27/03/2023 - Aceptación 21/06/2023)

Abstract. The objective of the research work was to determine the relationship between strategic planning and educational management in secondary educational institutions of the Orurillo district. The methodological design used has been descriptive correlational, the study sample was 82 people among managers, teachers and administrators chosen by designed probabilistic sampling. To collect the data, the questionnaire of 40 questions with a Likert scale between the two study variables was applied as a research instrument. The main finding of the study between strategic planning and educational management was direct and of a moderate positive relationship, with Pearson's correlation coefficient of $r = 0.6113$ and the hypothesis test $T_c = 6.908$; which means that the good level of strategic planning of the directors also reflects the good level of educational management in the secondary educational institutions of the Orurillo district.

Keywords: Educational management, educational institutions and strategic planning

Resumen. El objetivo de trabajo de investigación fue determinar la relación entre el planeamiento estratégico y gestión educativa en las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo. El diseño metodológico utilizado ha sido descriptivo correlacional, la muestra de estudio fue de 82 personas entre directivos, docentes y administrativos escogidos por muestreo probabilístico diseñado. Para recolectar los datos se aplicó como instrumento de investigación el cuestionario de 40 preguntas con escala Likert entre las dos variables de estudio. El principal hallazgo del estudio entre el planeamiento estratégico y gestión educativa fue directo y de relación positiva moderada, siendo el coeficiente de correlación de Pearson de $r = 0,6113$ y la prueba de hipótesis $T_c = 6,908$; la cual significa que el buen nivel de planificación estratégica de los directivos refleja también el buen nivel de gestión educativa en las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo.

Palabras Clave: Gestión educativa, instituciones educativas, planeamiento estratégico

1 Introducción

El planeamiento estratégico en las instituciones educativas constituye una tarea muy importante, debido a que se formulan y ejecutan varios instrumentos de gestión escolar como elementos sistémicos, las mismas que son plasmados por el personal directivo como líder pedagógico inspirado en la voluntad y compromiso de un trabajo en equipo bajo la perspectiva de un porvenir mejor y hacer una educación de servicio con estándares de calidad. Así como considera Saavedra [1] que el planeamiento estratégico es un método para cambiar el futuro, para plantear nuevos cambios y retos, generar procesos de desarrollo acordes a las necesidades de los ámbitos intervenidos. Por su parte Chiavenato [2] define que la planeación estratégica es el proceso que sirve para formular y ejecutar las estrategias de la organización con la finalidad de insertarla, según su misión, en el contexto en el que se encuentra. Para Drucker [3] la planeación estratégica

es el proceso continuo, basado en el conocimiento más amplio posible del futuro, que se emplea para tomar decisiones en el presente, las cuales implican riesgos futuros en razón de los resultados esperados; es organizar las actividades necesarias para poner en práctica las decisiones y para medir con una reevaluación sistemática, los resultados obtenidos frente a las expectativas que se han generado; mientras para Eyzaguirre [4] la planificación estratégica en la educación, es la posibilidad de imaginar el mundo futuro y a donde queremos llegar como sociedad, construyendo en el presente los caminos y puentes para lograrlo, con la certeza de que existe un margen de incertidumbre y de modificaciones en la cotidianidad. Según el CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico) [5] el Planeamiento Estratégico es una herramienta de gestión que permite apoyar la toma de decisiones de la organización en torno al quehacer actual y al camino que deben recorrer en el futuro para adecuarse a los cambios y a las demandas que les impone el entorno y lograr la mayor eficiencia, eficacia y calidad en los bienes y servicios que se proveen. Por su parte Ramírez [6] considera que el planeamiento estratégico es el proceso sistémico construido sobre el análisis continuo de la situación actual y del pensamiento orientado al futuro, el cual genera información para la toma de decisiones con el fin de lograr los objetivos estratégicos establecidos. Por otra parte, la Gestión Educativa constituye procesos que orientan el fortalecimiento y la ejecución de los diversos proyectos y actividades orientados en el planeamiento estratégico con la finalidad de resolver en parte las múltiples demandas y necesidades educativas. Así como considera UNESCO [7] la gestión educativa busca aplicar los principios generales de la gestión a un campo específico de la educación, mencionado que no es una disciplina teórica, más a lo contrario es una disciplina aplicada a la práctica diaria. Al respecto Sosa [8] menciona que la gestión educativa es un proceso orientado al fortalecimiento de las instituciones educativa, con el objetivo de enriquecer los procesos pedagógicos, institucionales, comunitarios y administrativos para mantener la autonomía institucional. Por su parte, para Sablich [9] la gestión educativa es la piedra angular de una nueva propuesta de desarrollo educativo institucional permanente permitiendo un nuevo enfoque interinstitucional de la educación peruana en la búsqueda de su desarrollo integral.

De modo que de estas dos acepciones se desprenden problemas concretos en las instituciones educativas tales como: reformas en la política educativa y como consecuencia de ello surge la necesidad de reorientar las acciones y tareas de los sujetos de la educación con la finalidad de ejercer funciones adecuadas en sus respectivos puestos de trabajo y particularmente los directivos deben asumir una administración flexible y dinámica pero sin embargo se observan problemas como: planificación estratégica coherente que articule políticas educativas a nivel local, provincial, regional y nacional; asesoría y acompañamiento al personal directivo para el permanente revisión, actualización y reformulación de los principales instrumentos de gestión; vacíos en el conocimiento de la normatividad en legislación educativa, pésimas relaciones interpersonales; gestión de recursos humanos y económicos. Por ello nuestro objetivo de investigación fue determinar la relación entre el planeamiento estratégico y la gestión educativa en las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo para así contribuir a los actores educativos y autoridades de la jurisdicción a plantear un modelo de gestión prospectivo y proactivo con propuestas de cambio frente a los nuevos retos y perspectivas del porvenir. Siendo como principal hallazgo la existencia de relación directa positiva moderada entre planeamiento estratégico y la gestión educativa.

2 Método

La investigación fue de enfoque cuantitativo de diseño no experimental tipo básica de nivel correlacional, el estudio se ejecutó en siete instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo, provincia de Melgar. Tal como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Población y muestra de estudio (directores, docentes y administrativos de las II.EE. secundarias del distrito de Orurillo).

N°	Nombres de las II. EE. Secundarias	Población	Factor: n/N	Muestra
1	José Carlos Mariátegui	29	0,7809523	23
2	José Antonio Encinas	09	0,7809523	07
3	Jorge Basadre Grohmann	20	0,7809523	16
4	José María Arguedas	08	0,7809523	06
5	Luis Dalle Perier	09	0,7809523	07
6	Manuel Gonzales Prada	09	0,7809523	07
7	Villa de Orurillo	21	0,7809523	16
	Total	105		82

La muestra seleccionada fue a través de la técnica de muestreo probabilístico. Para la recolección de datos se aplicó una encuesta de 40 ítems; siendo como instrumento el cuestionario. Para medir las respuestas de los directores, docentes y administrativos se utilizó la escala de Likert; y para el procesamiento de datos se empleó el paquete estadístico SPSS. La técnica de estudio para la prueba de hipótesis fue la correlación de Pearson, la cual se basó en una medida de relación lineal entre las dos variables aleatorias cuantitativas: planeamiento estratégico y gestión educativa.

Los datos recopilados fueron procesados y organizados por dimensiones y variables en tablas de distribución de frecuencias, utilizando la estadística descriptiva e inferencial; en nuestro trabajo de investigación se utilizó la técnica de encuesta y para obtener la información de la población muestral fue el instrumento de cuestionario previo solicitud de autorización del director de las instituciones educativas.

3 Resultados

Se analizó la relación entre el planeamiento estratégico y gestión educativa en las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo. Tal como se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Distribución bidimensional de las variables: planeamiento estratégico y gestión educativa en las II.EE. secundarias del distrito de Orurillo.

Planeamiento Estratégico.		TD	D	PD	EN D	Fx	dx	fxdx	fxdx ²	Fxydxdy
Gestión Educativa		4	3	2	1					
EN D	1			4 4,88% (8)	5 6,09% (20)	9	-2	-18	36	28
PD	2		18 21,95% (0)	12 14,63% (12)		30	-1	-30	30	12
D	3	6 7,32% (0)	20 24,39% (0)	14 17,07% (0)		40	0	0	0	0
TD	4	3 3,66% (3)				3	1	3	3	3
	fy	9	38	30	5	82		-45	69	43
	dy	1	0	-1	-2					
	fydy	9	0	-30	-10	-31				
	fydy ²	9	0	30	20	59				
	fyxdydx	3	0	20	20	43				

Los resultados alcanzados en la investigación nos muestran que de un total de 82 encuestados entre directivos, docentes y administrativos de las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo, de los cuales 5 encuestados que representa el 6,09% consideran que están en desacuerdo tanto con el planeamiento estratégico como con la gestión educativa, 4 encuestados que representan el 4,88% están poco de acuerdo con el planeamiento estratégico, pero están en desacuerdo con la gestión educativa, 12 encuestados que representan el 14,63%, están poco de acuerdo tanto con el planeamiento estratégico como con la gestión educativa, 18 encuestados, que representan el 21,95% están de acuerdo con el planeamiento estratégico y poco de acuerdo con la gestión educativa, 14 encuestados que representan el 17,07% están poco de acuerdo con el planeamiento estratégico y de acuerdo con la gestión educativa, 20 encuestados que representan el 24,39% están de acuerdo tanto con el planeamiento estratégico como con la gestión educativa, así mismo 6 encuestados que representan el 7,32% están de totalmente de acuerdo con el planeamiento estratégico y de acuerdo con la gestión educativa, finalmente 3 encuestados que representan el 3,66% manifiestan estar totalmente de acuerdo tanto con el planeamiento estratégico como con la gestión educativa.

El promedio de relación entre el planeamiento estratégico y gestión educativa fue de $r = 0,6113$ y la prueba de hipótesis $T_c = 6,908$; de la cual se concluye que el buen nivel de planificación estratégica de los directivos refleja también el buen nivel de gestión educativa en las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo.

4 Discusiones y conclusiones

Nuestros resultados se acercan a los hallazgos de Torres [10], quien concluye que existe relación directa de $r=0,714$ entre la gestión educativa y la práctica docente en las instituciones educativas emblemáticas de la ciudad de Puno. También nuestro resultado se asemeja a los resultados alcanzados por Liela [11] quien concluye que Rho de Spearman es 0,751, la cual indica que existe relación fuerte y directa entre las variables de estudio; por lo que, el planeamiento estratégico se relaciona significativamente con la gestión educativa en la institución educativa N° 115-28 “Niño Jesús de San Ignacio” del distrito de San Juan de Lurigancho. Sin embargo, este resultado difiere del estudio de Choquemamani [12], quien evidencia demostrando dependencia entre las variables donde la prueba de Pearson indica regular o baja correlación entre planificación estratégica y la gestión del director de las instituciones públicas del Red Cuturapi-2014. Por otro lado, Apaza [13] sostiene que con la aplicación del planeamiento estratégico si mejora la gestión pública. Mientras tanto, Cruz [14] sostiene que existe relación directa entre la gestión educativa y los compromisos de gestión escolar en las instituciones educativas del distrito de Orurillo en el año 2020 debido a que los directores desarrollan buenos niveles de gestión educativa en aspecto institucional, pedagógico, administrativo y comunitario, los cuales reflejan en el cumplimiento de los compromisos de gestión escolar de parte de los directivos y docentes; ésta conclusión se evidencia con el valor del coeficiente de correlación $r = 0,89$ y la prueba de hipótesis: $T_c = 22,63 > T_t = 1,96$. Finalmente esta investigación concuerda con el planteamiento de Rosales [15] al indicar que $r=0,672$ es por lo que existe relación significativa entre el planeamiento estratégico y la gestión educativa en la institución educativa pública Horacio Zevallos Gámez de Santa Anita, que al realizar una adecuada planificación estratégica resulta también una buena gestión educativa.

Por lo tanto, al determinar la relación que existe entre el planeamiento estratégico y la gestión educativa en las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo y conforme a la correlación de Pearson ($r = 0.6113$), y la prueba de hipótesis ($T_c = 6,9088$), se concluye que existe una correlación directa moderada positiva entre el planeamiento estratégico y la gestión educativa en las instituciones educativas secundarias del distrito de Orurillo; esto significa que a buen nivel de planeamiento estratégico resulta también una buena gestión educativa en las instituciones educativas. Actualmente para el Mg. Flavio Ernesto Ausejo Castillo (especialista en política pública y director de formación continua de la PUCP) el estado incumple lo que planifica, esto ocurre por dos razones: 1) porque no toma decisiones y 2) porque no aplican correctamente las metodologías de planificación. Por lo que, esta propuesta debe ser estudiada en futuras investigaciones en relación con la gestión educativa en las instituciones educativas públicas.

5 Referencias

- [1] M. A. Saavedra Pinazo, Artist, *La influencia del planeamiento estratégico como instrumento de gestión en el desarrollo turístico del distrito de Puno*. [Art]. Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
- [2] I. Chiavenato, *Planeación Estratégica*, México: Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2017.
- [3] P. Drucker, *Introducción a Administración*, San Pablo: Pioneira, 1984.
- [4] N. Eyzaguirre Rojas, *Metodología Integrada para la planificación estratégica*, Lima: MED, 2006.
- [5] CEPLAN, *Guía metodológica: Fase institucional del proceso de planeamiento*, Lima: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2016.
- [6] A. Ramires, *Administración y Gestión Educativa*, Lima : San Marcos, 2014.
- [7] UNESCO, *Manual de Gestión para Directores de Instituciones Educativas*, Lima: Lance Grafico, 2011.
- [8] G. Sosa, Artist, *La gestión educativa en el marco del buen desempeño docente de las instituciones educativas de puente piedra*. [Art]. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 2017.
- [9] C. A. Sablich Huamani, *Gestión educativa en la educación peruana*, Sablich Consultores E.I.R.L., 2017.
- [10] E. Torres Pacheco, «Gestión educativa y su relación con la práctica docente en las instituciones educativas emblemáticas de la ciudad de Puno,» vol. V.6, n° N.1, Junio 2015.
- [11] R. Liela Suarez, Artist, *Influencia del planeamiento estratégico en la calidad educativa de la facultad de ciencias sociales y humanidades de la universidad de educación*. [Art]. Universidad Nacional de Educación, 2017.

- [12] R. Choquemamani Tonconi, Artist, *Planificación Estratégica y su relación con la gestión del director en las instituciones educativas públicas de red Cuturapi, provincia de Yunguyo*. [Art]. Universidad Nacional del Altiplano, 2016.
- [13] U. Apaza Quispe, Artist, *Planeamiento estratégico para mejorar la gestión pública en la municipalidad distrital de Maras, 2019-2020*. [Art]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2022.
- [14] R. G. Cruz Martinez, Artist, *Gestión educativa y compromisos de gestión escolar en las instituciones educativas del distrito de Orurillo*. [Art]. Universidad Nacional del Altiplano, 2021.
- [15] C. O. Rosales Zavala, Artist, *Planeamiento estratégico y gestión educativa de la institución educativa pública Horacio Zevallos Gámez de Santa Anita*. [Art]. Universidad César Vallejo, 2021.



Leadership and management competencies in the Governance of the National Universities of the Apurímac Region

Liderazgo y competencias directivas en la Gobernanza de las Universidades Nacionales de la Región Apurímac

Nolasco-Carbajal Elio¹, Huayapa-Huaynacho Mauro² López-Ibáñez Silvia S.³

<https://orcid.org/0000-0001-6247-2917>¹, <https://orcid.org/0000-0003-0139-6644>² y <https://orcid.org/0000-0002-5815-8906>³

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – enolasco@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – mhuayapa@unamba.edu.pe

³ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – slopez@unamba.edu.pe

(Recepción: 05/03/2023 - Aceptación 21/06/2023)

Summary. Given the importance of leadership in managerial competencies and in the search to contribute to the governance of Universities, the research was developed whose purpose was to relate Leadership, managerial competencies with University Governance in the field of National Universities of the Apurímac Region. The type of research is basic, correlational level and non-experimental cross-sectional or transectional design. It has content and construct validity of the study variables. A self-administered instrument was applied through the google form to 281 students, 35 teachers and 10 administrative servers distributed by means of a proportional allocation to both universities. To determine the correlation, the analysis was carried out through the crossing of variables. The normality test was determined using Kolmogorov Smirnov, based on the results it was determined to use Spearman's Rho statistic for the purpose of testing the hypothesis. The results obtained indicate that Leadership and management skills have a significant relationship with the governance of the José María Arguedas National University and the Micaela Bastidas de Apurímac National University.

Keywords: Leadership, management skills, governance.

Resumen. Dada la importancia del liderazgo en las competencias directivas y en la búsqueda de contribuir en la gobernabilidad de las Universidades, se desarrolló la investigación cuyo propósito fue relacionar el Liderazgo, las competencias directivas con la Gobernanza Universitaria en el ámbito de las Universidades Nacionales de la Región de Apurímac. El tipo de investigación es básica, de nivel correlacional y de diseño no experimental de corte transversal o transeccional. Posee validez de contenido y constructo de las variables de estudio. Se aplicó un instrumento auto administrado a través del formulario de google a 281 estudiantes, 35 docentes y 10 servidores administrativos distribuidos mediante una afijación proporcional a ambas universidades. Para determinar la correlación se realizó el análisis a través del cruce de variables. Se determinó la prueba de normalidad mediante Kolmogorov Smirnov, en función a los resultados se determinó utilizar el estadístico Rho de Spearman para efectos de contrastar la hipótesis. Los resultados obtenidos indican que el Liderazgo y competencias directivas posee una relación significativa con la gobernanza de la Universidad Nacional José María Arguedas y Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Palabras Clave: Liderazgo, competencias directivas, gobernanza.

1 Introducción

Salazar et al. [1] los directivos académicos mencionan, una de las prácticas recomendables es el dialogo permanente, manejo de conflictos, mantener un buen clima de trabajo; los directivos administrativos resaltan el compromiso con la institución y conocimiento de gestión pública. Bedoya y Murillo [2] encontró que las competencias con mayor grado de correspondencia son el trabajo en equipo y el liderazgo. Yáber et al. [3] afirman que los procesos curriculares son recursos importantes para afrontar los desafíos de gestión que poseen las instituciones de Educación Superior.

Para Sarasqueta et al [4] el liderazgo es la capacidad de influir para el logro de los objetivos organizacionales involucra a todas las organizaciones y es materia de estudio de docentes e investigadores, razón por la cual el mundo universitario debe abordar con mayor énfasis, sin embargo, pese a que la comunidad universitaria es generadora de nuevos conocimientos en la práctica se obvia muchos aspectos de la misma. Tomando en cuenta el escenario descrito, en esta investigación se analizó el liderazgo y las competencias directivas [5] de las autoridades Universitarias y su relación con la gobernanza de las universidades de la región de Apurímac.

La gobernanza [6] se encuentra en plena etapa de construcción y aplicación en las diversas universidades en todos los ámbitos del mundo unos con mayor o mejor comprensión generando una ventaja competitiva y comparativa en la gobernabilidad institucional y las misma que está contribuyendo en el logro del licenciamiento y posterior acreditación de las mismas.

Se justifica la presente investigación orientado a analizar el liderazgo y las competencias directivas y su relación con la gobernanza universitaria en las universidades de la región de Apurímac, tomando como población de estudio la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y la Universidad Nacional José María Arguedas de Andahuaylas, se procedió recabar la información utilizando la técnica del cuestionario y la observación participante. se utilizan los métodos de análisis a partir de los resultados, el método de síntesis en función a la interpretación de datos y conclusiones arribadas, con la finalidad de delimitar el espacio y tiempo de análisis se aplica el método deductivo para finalmente poner en conocimiento los resultados apelando al método dialectico.

2 Método

Corresponde al tipo de investigación básica, tiene como propósitos fundamentales la generación de nuevos conocimientos respecto a las variables de investigación [7], de diseño transversal estudia la forma como se relacionan dos o más variables o categorías en un único momento [8], es una investigación de nivel correlacional [9], para recabar la información se utilizó la técnica del cuestionario que consistió en aplicar una serie de preguntas, escritas que debe responder un entrevistado [10], complementado con la técnica de la observación participante, el instrumento cuenta con la validez y confiabilidad que consiste en la capacidad que tiene un instrumento de hacer una medición real de una variable, así como la consistencia y estabilidad de la medición [11], Se aplicó un instrumento auto administrado a través del formulario de Google a 281 estudiantes, 35 docentes y 10 servidores administrativos distribuidos mediante una afijación proporcional a ambas universidades

3 Resultados

De acuerdo al análisis de datos en SPSS según [12], la mayoría de los encuestados coinciden en evaluar de manera regular la capacidad de dirección, competencias directivas y gobernanza universitaria en ambas universidades, las mujeres tienden a calificar de manera eficiente el liderazgo directivo, las competencias directivas como alto y la gobernanza universitaria como buena, mientras que los varones evalúan el liderazgo directivo, competencias directivas y gobernanza universitaria de manera regular, los estudiantes y servidor administrativo afirman que el liderazgo directivo es regular mientras que los docentes indican que es bajo, en cuanto a las competencias directivas y gobernanza universitaria la mayoría de

los docentes indican que es alto, los estudiantes evalúan de manera regular y el servidor administrativo como bajo.

Los encuestados provenientes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac afirman que el liderazgo directivo es regular, la competencia directiva es bajo y la gobernanza universitaria es malo, mientras tanto los encuestados que pertenecen a la Universidad Nacional José María Arguedas manifiestan que el liderazgo directivo es eficiente, las competencias directivas y gobernanza universitaria es regular. De la correlación entre la variable liderazgo y gobernanza a través del coeficiente de correlación Rho Spearman con un 95% de confianza se pudo contrastar que existe un nivel de correlación significativa entre la variable liderazgo directivo y gobernanza universitaria en la Universidad Nacional José María Arguedas y Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac durante el año 2021.

Tabla 1

Correlación variable liderazgo y Gobernanza Universitaria

Correlaciones			Variable lideraz-	Variable Gober-
			go	nanza
Rho de Spearman	Variable liderazgo (Agrupada)	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	1,000	,609**
		N	326	326
	Variable Gobernanza (Agrupada)	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	,609**	1,000
		N	326	326

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

Después de correlacionar la variable competencias directivas y gobernanza Universitaria a través del coeficiente de correlación Rho Spearman con un 95% de confianza se pudo contrastar que existe un nivel de correlación significativa entre la variable competencias directivas y gobernanza universitaria en la Universidad Nacional José María Arguedas y Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac durante el año 2021.

Tabla 2

Correlación variable competencias directivas y Gobernanza Universitaria

Correlaciones			Variable Compe-	Variable Gober-
			tencias directivas	nanza
Rho de Spearman	Variable Competencias directivas (Agrupada)	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	1,000	,920**
		N	326	326
	Variable Gobernanza (Agrupada)	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral)	,920**	1,000
		N	326	326

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

A través del coeficiente de correlación Rho Spearman con un 95% de confianza se pudo contrastar que existe un nivel de correlación significativa entre la variable liderazgo y competencias directivas en la Universidad Nacional José María Arguedas y Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac durante el año 2021.

Tabla 3

Correlación variable liderazgo y competencias directivas

Correlaciones			Variable liderazgo	Variable Competencias directivas
Rho de Spearman	Variable liderazgo (Agrupada)	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	1,000	,661**
		N	.	,000
			326	326
	Variable Competencias directivas (Agrupada)	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	,661**	1,000
		N	,000	.
			326	326

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

A través del coeficiente de correlación Rho Spearman con un 95% de confianza se pudo contrastar que existe un nivel de correlación significativa entre las variables liderazgo, competencias directivas y gobernanza universitaria en la Universidad Nacional José María Arguedas y Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la relación significativa se puede afirmar la causalidad e influencia de la variable liderazgo y competencias directivas en la gobernanza universitaria durante el año 2021.

Según Bernal [13] existen otras técnicas de recoger información, como un observador participante se concluye que los directivos de ambas Universidades poseen muchas deficiencias en cuanto a las competencias directivas, adoptan estilos de liderazgos inapropiados en diferentes situaciones, las decisiones se toman basado en juicios personales e improvisaciones. la permanencia de las autoridades universitarias es bastante inestable y tiempos muy cortos, existe una insatisfacción por parte de los estamentos. A las autoridades universitarias les cuesta generar gobernabilidad según Mayorga [14] consiste en generar las condiciones para satisfacer las expectativas de quienes se gobierna.

4 Discusiones Conclusiones

Salazar et al. [1] en su investigación competencias directivas en una universidad de la zona central de Chile indica, los directivos académicos mencionan, una de las prácticas recomendables es el dialogo permanente, manejo de conflictos, mantener un buen clima de trabajo; los directivos administrativos resaltan el compromiso con la institución y conocimiento de gestión pública, esta afirmación tiene mucha coincidencia con los resultados de nuestra investigación identificado a través de la observación participante. Bedoya y Murillo [2] mediante la investigación competencias directivas en la gestión universitaria en Colombia, encontró que las competencias con mayor grado de correspondencia son el trabajo en equipo y el liderazgo, esta investigación logró identificar variables con mayor correspondencia en tanto nuestra investigación buscó encontrar el grado de coloración entre las variables, coincidiendo en la importancia del liderazgo.

Yáber et al. [3] a través de su investigación modelo de gobernanza, liderazgo y gestión en instituciones de educación superior aplicado a la innovación curricular afirman que los procesos curriculares son recursos importantes para afrontar los desafíos de gestión que poseen las instituciones de Educación Superior, lo cual es fundamental tal y como se afirma en el contenido de nuestra investigación.

Álvarez [15] en su investigación incidencia de los estilos de liderazgo, en el proceso de toma de decisiones de los departamentos de desarrollo estudiantil de las Universidades Nacionales de Barquisimeto, evidencia que el estilo de liderazgo ejercido es el de persuadir, con una tendencia hacia el liderazgo de tipo ordenar o comunicar y que el liderazgo situacional tiene incidencia en el proceso de toma de cesiones ya

que dependiendo del estilo que la gerencia ejerza en esa medida el proceso variará, el resultado logrado en el referido estudio está orientado a los estudios de liderazgo, coincide en cuanto a la toma de decisiones y comunicación que forman parte de nuestras dimensiones. Hernández [16], en su investigación Liderazgo organizacional: una aproximación desde la perspectiva etológica, examina las diferentes estrategias que el liderazgo como posibilidad de cambio dentro de las organizaciones, puede ser fundamentado mediante procesos de comparación etológica, y así generar propuestas que configuren un quehacer organizacional desde la solidaridad, el liderazgo, y el desenvolvimiento interno y externo de las organizaciones; esta investigación difiere de la nuestra puesto que no enfatiza la etología.

Martínez [17] El caso UNITEC y su impacto en la práctica educativa, durante 2005-2010, concluye que los líderes deben adquirir las competencias y destrezas para ejercer un liderazgo dinámico en un ambiente tan cambiante como lo son las universidades, debido al impacto de la tecnología, la internacionalización de las instituciones y la globalización; esta conclusión fortalece nuestros resultados por la similitud en las conclusiones a las que arriba.

Según Hermosa [18] sobre las competencias directivas y su relación con la gestión educativa [...] concluye que existe una relación positiva entre las competencias directivas y gestión educativa demostrado a través del estadístico Rho Spearman, los resultados de esta investigación coinciden con nuestra investigación en cuanto a la relación existente entre las variables considerando que se ha realizado el mismo procedimiento estadístico.

De acuerdo a Ramírez-Ortega et al., [19] las competencias directivas base de la competitividad empresarial en la que concluye que las competencias directivas son indispensables para mejorar la competitividad de las empresas de servicios. El resultado de esta investigación nos permite determinar la coincidencia en la importancia de la variable competencias directivas; así mismo, se ha desarrollado al mismo nivel de investigación buscándola correlación entre las variables.

5 Referencias

- [1] Salazar Botello CM, Muñoz-Jara YA, Caviedes Ramos DA. Competencias directivas en una universidad de la zona central de Chile. *Journal of the Academy*. 31 de diciembre de 2021;(6):48-65. <https://doi.org/10.47058/joa6.4>
- [2] Murillo Vargas G, Bedoya Dorado C, González Campo CH. Competencias directivas en la gestión universitaria en Colombia. *Educación y Educadores*. 19 de marzo de 2021;23(4):685-708.
- [3] Yaber G, Chaves A, Csoban E. Art. Modelo de Gobernanza Liderazgo y Gestion en Instituciones de Educación Superior.
- [4] Sarasqueta VGustavo. . et. al. Liderazgo y Negociación: capacidades integrales para el desempeño eficaz en contextos competitivos. 1a ed. Buenos Aires: Temas; 2010. 24 p.
- [5] Colomer Macaró J. Desarrollo de competencias directivas. Liderazgo. Primera. UOC UO de C, editor. Catalunya; 124 p.
- [6] Comportamiento DEL, Las TDELOS RDE, De U. F RANCISCO G ANGA -C ONTRERAS Universidad de Los Lagos Universidad de Los Lagos Introducción En la sociedad del conocimiento y del manejo de la información las universidades son agentes para el crecimiento económico de los países , para la prosperidad ind. 2016;85-103.
- [7] Charaja Cutipa F. El MAPIC en la Investigación Científica. 3 Edición. Puno - Perú: Corporación SIRIO E.I.R.L.; 2018. 221 p.
- [8] Arbaiza Fermini L. Cómo elaborar una Tesis de Grado. 1ra Edició. Lima - Perú: ESAN Ediciones; 2014. 328 p.
- [9] Hernández R, Mendoza C. Metodología de la investigación - Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=6443>. Mac graw hill education. 2018. 1-463 p.
- [10] Muñoz Razo C. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. 3ra Edició. México: Pearson Educación de Mexico S.A. de C.V.; 2015. 462 p.
- [11] Córdova Baldeón I. Instrumentos de Investigación. Primera Ed. Editorial San Marcos, editor. Lima - Perú; 2019. 255 p.

- [12] Quezada Lucio L. Estadística con SPSS 24. 1ra Edició. Lima - Perú: Editorial Macro E.I.R.L.; 2017. 446 p.
- [13] Bernal Torres CA. Metodología de la Investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 4ta Edició. Colombia: Pearson; 2016. 384 p.
- [14] G. Mayorga M, Furgerson K, Cook K, Ann Wardle E, O'Hara DP, Probst CJ, et al. Gobernanza y Gobernabilidad en America Latina, por Fernando y Eduardo Cordova. *J Chem Inf Model.* 2016;6(2):1689-99.
- [15] Ganga Contreras F, Garrido Alvarez O, Abello Romero J, Vázquez L. Intereses divergentes en las universidades de Chile: una indagación desde la teoría de agencia (TA). *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales.* 2014;75(75):15-34.
- [16] Hernández B, B MH. Disponible en: Competencias directivas en escenarios globales. *Estudios Gerenciales.* 2008;24(109):87-103. <https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.4.7>
- [17] Martínez Ávila M, Hernández Silva M del C, Gómora Miranda JY. Modelo de competencias directivas en escenarios globales para las instituciones de educación superior / Model of managerial skills in global scenarios for higher education institutions. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.* 2016;6(12):321. <https://doi.org/10.23913/ride.v6i12.212>
- [18] Hermoza Santillana R. Competencia directiva y su relación con la gestión educativa del nivel primaria y secundaria del distrito de Los Olivos, Lima-2015. Universidad César Vallejo. 2017;
- [19] Ramírez-Ortega J, Cerón-Islas H, Cerón-Islas A, Maya-Pérez N. Las competencias directivas base de la competitividad empresarial: Un estudio correlacional. *Revista Administracion y Finanzas.* 2017;4(12):87-98. <https://doi.org/10.29057/icea.v4i8.232>



An IoT Based Weather Station Monitoring System with a Telegram bot

Un sistema de monitoreo de una estación meteorológica basado en IoT con un bot de Telegram

Contreras-Salas Linto¹, Ibarra-Cabrera Manuel J.²

0000-0001-9040-7602¹, 0000-0001-6711-4916²

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – lcontreras@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – mibarra@unamba.edu.pe

(Recepción: 05/03/2023 - Aceptación 21/06/2023)

Abstract. This research work presents the prototype of a low-cost weather station, with a system of queries made from the Telegram bot. The system includes planning, design, programming and testing for the weather station using Raspberry Pi and Arduino Uno boards and sensors for data reading: temperature, humidity, UV and rain gauge. The user can monitor this data, making queries through the social network Telegram or the website. Field tests were conducted on the rooftop of a house during the months of October, November and December 2022 and the results show that the system works properly.

Keywords: Automation, IoT, Weather Station, Raspberry Pi, Arduino

Resumen. Este trabajo de investigación presenta el prototipo de una estación meteorológica de bajo costo, con un sistema de consultas de realizadas desde el bot Telegram. El sistema incluye la planificación, el diseño, la programación y las pruebas para la estación meteorológica utilizando placas Raspberry Pi y Arduino Uno y sensores para la lectura de datos: temperatura, humedad, UV y caudal de agua. El usuario puede monitorear estos datos, realizando consultas a través de la red social Telegram o de la página web. Las pruebas de campo se realizaron en la azotea de una casa durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2022 y los resultados muestran que el sistema funciona adecuadamente.

Palabras Clave: Automatización, IoT, Estación Meteorológica, Raspberry Pi, Arduino

1 Introducción

Las plataformas de mensajería, en particular aquellas con un enfoque móvil, se han vuelto más pervasivas en la sociedad. Estas plataformas de mensajería móvil pueden tener bases de usuarios relativamente grandes, y además de facilitar la comunicación, a menudo se utilizan para organizar movimientos sociales y como un lugar de encuentro para personas[1]. La red social Telegram, fue creada por un empresario ruso exiliado, Pavel Durov[2], se presenta como un garante de la privacidad en la mensajería que no pertenece a la corriente dominante ni a occidente. La aplicación Telegram tiene la ventaja de ser ligera, gratuita y multiplataforma. Además, la API de Telegram es completa e innovadora, y puede responder a los mensajes de forma automática.

Telegram tiene aplicaciones que se pueden hacer en diversas áreas, por ejemplo para dar soporte al intercambio de información en colegios [3] o universidades utilizado el método de comunicación Webhooks capaz de proporcionar latencia cero y manejar múltiples peticiones concurrentemente durante la comunicación dentro del bot de Telegram [4]; otro



campo de aplicación es en Internet de las cosas (IoT), con la integración entre smartphones y la plataforma Arduino utilizando Telegram Bots, permite a las personas crear prototipos de hardware y comunicarse con ellos utilizando la misma herramienta aplicada en la comunicación con otras personas [5]; también existen soluciones en el campo de la medicina utilizando Telegram para el caso de la pandemia del Covid-19 [6], [7].

El “bot” API de Telegram es una interfaz basada en el protocolo de comunicación HTTP (The Hypertext Transfer Protocol) creada para desarrolladores interesados en crear bots. Cada bot recibe un token de autenticación único al momento de crearse. El token tiene un aspecto similar a 654321:CBA-FED4321rsJkl-xyz75X3kjkj32we33. Admite métodos HTTP GET y POST y permite pasar parámetros en las solicitudes de Bot API de 4 formas: a) URL query string, b) application/x-www-form-urlencoded, c) application/json (excepto para subir archivos) y d) multipart/form-data (se usa para subir archivos). El bot API de Telegram, es una interfaz basada en el protocolo seguro creada para desarrolladores interesados en construir bots para Telegram. La API ayuda a interactuar con los bots y está diseñado para ocultar toda la sección del protocolo de cifrado MTProto [8].

A nivel mundial, el monitoreo es indispensable para la gestión de riesgos, las decisiones correctas y la promoción de la salud. Se pueden implementar a través de las modernas tecnologías electrónicas y de monitoreo. Arduino es una placa de código abierto que combina un microcontrolador (tarjeta de circuito programable) con software o un entorno de desarrollo integrado (IDE) que opera en un ordenador personal y carga el código a la placa.[9]

La estación meteorológica es un dispositivo capaz de medir los parámetros meteorológicos basados en las condiciones atmosféricas, incluyendo temperatura, humedad relativa, dirección del viento, velocidad del viento, presión barométrica, precipitación (medidor de lluvia) y radiación solar y ultravioleta. La humedad y la temperatura representan la mayor parte de la composición del clima, y estos componentes pueden variar, especialmente en las regiones afectadas por la temperatura de la radiación solar y en los lugares a lo largo de la línea tropical [10].

Las estaciones meteorológicas profesionales incluyen el Davis Instruments 6162c Vantage Pro con un costo de 5700 soles en la tienda virtual de Mercado Libre en Perú (ver Fig. 1) y el Ambient Weather Ws-2000 Smart Weather Station con un costo de 2389 soles en la tienda virtual de Mercado Libre en Perú (Ver en Fig. 2). Estas estaciones meteorológicas se ven afectadas por algunos problemas, así, por ejemplo: utilizan un registrador de datos local (data logger) para guardar los datos leídos por los sensores y luego es necesario volver al lugar para descargar dichos datos cada 15 o 30 días; y otro aspecto a considerar es que el precio del producto supera los 600 dólares americanos.



Fig. 1. Vantage Pro2 Modelo 6152c [11]



Fig. 2. Ambient Weather Ws-2000 inteligente [12]

Este proyecto tuvo como objetivo crear un prototipo funcional de una estación meteorológica de bajo costo que permita monitorear las condiciones climáticas mediante el uso de la red social Telegram.

2 Trabajos Relacionados

En el trabajo de investigación realizado por Faid et al. [13] mencionan que, en comparación con la energía, el Internet de las Cosas (IoT) es una necesidad del siglo XXI. Como resultado de su uso extendido en campos importantes como agronegocios, ha cambiado radicalmente la vida de las personas en la última década. Mediante la mejora de la calidad de las cosechas, el fortalecimiento de la agricultura sostenible y, en última instancia, la generación de un desarrollo

constante, la explotación inteligente es una aplicación en el mundo real donde las tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) como las estaciones meteorológicas pueden tener un efecto directo en los seres humanos. Si bien la mayoría de las soluciones meteorológicas no están adaptadas a las necesidades específicas de los pequeños agricultores en los países en desarrollo, tampoco están dentro de su rango de precios. Además, a menudo es difícil crear e implementar sistemas baratos pero robustos debido a los desafíos exteriores. La robustez del sistema, que se basa en aspectos como su eficiencia energética, portabilidad, interoperabilidad y facilidad de uso. El trabajo presenta una plataforma flexible de bajo costo basada en IoT impulsada por la Inteligencia Artificial (IA) para la vigilancia cognitiva en la agricultura inteligente. Con el fin de proporcionar a los usuarios datos ambientales en tiempo real y predicciones basadas en la IA, el sistema híbrido Multi-Agente y el sistema implementado, investigan constantemente varios parámetros agrícolas, como temperatura, humedad y presión. Varios nodos diversos estacionados en la base y en la región de detección abierta garantizan la fiabilidad de los datos recopilados. Después de la recogida, los datos se envían a un servidor local para el procesamiento preliminar y un servidor en la nube para el almacenamiento y redundancia. Las redes heterogéneas como MQTT, NRF24L01 y WiFi se utilizan para el marco de comunicación subyacente del sistema. También implementaron una interfaz gráfica de usuario (GUI) basada en la web que acoge a una amplia gama de usuarios. La plataforma en su conjunto está diseñada utilizando una metodología ágil, lo que la hace fácil de implementar, sencilla de actualizar y conveniente de administrar.

Asimismo, Mathew y Dida [14] realizaron una investigación en la cual analizan que, la industria agrícola se ve profundamente afectada por las fluctuaciones meteorológicas. En Tanzania, el estudio realizado en 2015 constató que la mayoría de las estaciones meteorológicas automáticas existentes no funcionan, y que las estaciones meteorológicas manuales encuestadas registran diariamente los datos meteorológicos en las fichas, pero estas se envían en un intervalo de tiempo de un mes a los órganos respectivos, lo que dificulta el concepto de alerta temprana. Por lo tanto, será posible que los sistemas de vigilancia y previsión de cosechas hagan un seguimiento del crecimiento de los cultivos y emitan alertas tempranas a los agricultores y al gobierno si tienen acceso a datos meteorológicos casi en tiempo real. Con la expansión del IoT, la creación de una red de sensores unificada para recopilar datos meteorológicos casi en tiempo real es ahora una posibilidad realista. La red integrada de sensores utilizada en esta investigación consta de sensores, una red de comunicaciones y una herramienta web que mejora la visualización de datos tanto en formato gráfico como tabular, y registra datos meteorológicos distantes como precipitaciones, humedad y temperatura. La tecnología LoRa se utilizó en el sistema de comunicación porque es superior a otras tecnologías de red de área amplia de baja potencia (LPWAN) como NB-IoT y Sigfox cuando se trata de este caso de uso particular. El sistema desarrollado utiliza el sistema operativo LoRa Gateway que proporciona capacidades para construir una red privada, y hacerla más rentable reduciendo el costo de operación para la suscripción de cuentas, en plataformas online como The Things Network (TTN), ThingPark, ThingSpeak, y Lorient para evitar las limitaciones de cuentas gratuitas. Los sensores Deep L pueden hablar con la pasarela desde hasta 25 kilómetros de distancia, por lo que el sistema desarrollado puede funcionar incluso en lugares con un servicio de Internet irregular.

3 Metodología

Es una investigación de tipo cuantitativo y el alcance es descriptivo. Primero se realizó un análisis de los atributos que se quiere medir y de acuerdo a eso encontrar los sensores adecuados, posteriormente se realizó pruebas de la medida y precisión de cada uno de estos sensores contrastándolo con equipos industriales; y finalmente se integró cada uno de los sensores a los microcontroladores; y se hizo el diseño y la implementación de una carcasa protectora usando una impresora 3D. Las pruebas de funcionalidad se hicieron inicialmente en la azotea de una casa y posteriormente en el Santuario Nacional del Ampay en Abancay.

Para el proceso de implementación del software se utilizó las fases [15] de la metodología ágil “programación extrema”. En la fase de *Planificación* se elaboraron 15 Historias de Usuario (HU). La Tabla 1 muestra un ejemplo de HU.

Tabla 1. Historia de Usuario

<i>Historia de Usuario</i>	
Numero: 1	Usuario: Cliente
Nombre de la Historia: Registro de temperatura y humedad leída por el sensor	
Prioridad en Negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 21	Iteración Asignada: 1
Descripción:	

El sistema registra la temperatura y humedad leída por el sensor, consignando la siguiente información:

- Sensor
- Fecha de Lectura
- Hora de Lectura
- Temperatura y humedad leída

Observaciones:

El registro de la temperatura y humedad se hace de manera automática.

En la fase de *Diseño* se realizó un boceto simple de las interfaces de usuario que debe tener la aplicación web y la aplicación móvil con Telegram. La Fig. 3 muestra el diseño de la interfaz en Telegram.

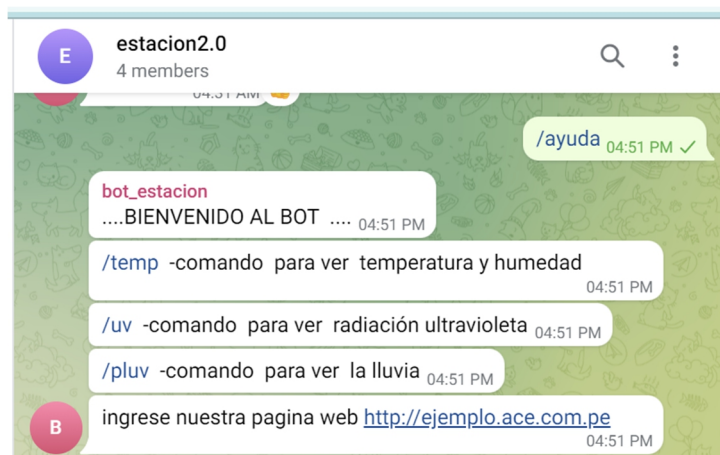


Fig. 3. Diseño de la interfaz móvil en Telegram

En la fase de *Codificación* se realizó la programación en pares cumpliendo algunos estándares de programación. En la Fig. 4 se muestra la parte más importante del código fuente de la programación del bot en Telegram con los comandos más utilizados.

```
time.sleep(120)
bot = telebot.TeleBot("5537330469:AAEa_kLtkGnqmxAUhA3e09FsRbqzGUhevMM")
chat_id= str(-704652762)
#comando /ayuda
@bot.message_handler(commands=['ayuda'])
def ayuda(mensaje):
    texto = mensaje.text
    bot.send_message(chat_id,'...BIENVENIDO AL BOT ...')
    bot.send_message(chat_id, text='/temp -comando para ver temperatura y humedad ')
    bot.send_message(chat_id, text='/uv -comando para ver radiación ultravioleta ')
    bot.send_message(chat_id, text='/pluv -comando para ver la lluvia ')
    bot.send_message(chat_id, text='ingrese nuestra pagina web http://ejemplo.ace.com.pe')
#comando /temp
@bot.message_handler(commands=['temp'])
def ayuda(mensaje):
    import Adafruit_DHT
    import time
    sensor = Adafruit_DHT.DHT22 #Cambia por DHT22 y si usas dicho sensor
    pin = 4 #Pin en la raspberry donde conectamos el sensor
    humedad, temperatura = Adafruit_DHT.read_retry(sensor, pin)
    bot.send_message(chat_id, text=("humedad - "+str(humedad)))
    bot.send_message(chat_id, text="temperatura - "+str(temperatura))
#comando /uv
@bot.message_handler(commands=['uv'])
def ayuda(mensaje):
```

```
ser = serial.Serial("/dev/ttyACM0", 9600)
global value
value = (ser.readline().strip())
value = float(value)
bot.send_message(chat_id, text="UV - "+str(value))
ser.close()

#comando /pluv
@bot.message_handler(commands=['pluv'])
def ayuda(mensaje):

#consulta a los datos
import mysql.connector
miConexion = mysql.connector.connect( host="estacion.educatics.org", user= 'educaics_usr_est',
passwd='F5z!xZ5jhSyg', db="educaics_db_estacion" )
cur = miConexion.cursor()
cur.execute( "SELECT metrosc FROM datos ORDER BY id DESC LIMIT 1" )
for a in cur.fetchall() :
    bot.send_message(chat_id, (str(a)))
miConexion.close()

bot.infinity_polling()
```

Fig. 4. Programación de Bot de Telegram.

Finalmente, las *Pruebas* del prototipo se realizaron en la azotea de una casa en la ciudad de Abancay. Se puso a prueba el funcionamiento del prototipo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2022, y en ese periodo el usuario pudo hacer consultas mediante la red social Telegram desde un dispositivo móvil (Fig. 5).



Fig. 5. Pruebas del prototipo con las consultas mediante Telegram

4 Resultados y discusiones

Los resultados de la implementación de este sistema muestran que un usuario puede hacer una consulta mediante comandos, así por ejemplo “/temp”, “/uv”, “/pluv”, esta petición es solicitada mediante el Bot de Telegram, y luego el sistema devuelve el valor leído por el sensor. Las pruebas de concepto realizadas en la azotea de una casa muestran que el sistema funciona adecuadamente y envía los datos al cliente en tiempo real.

Estos resultados de la implementación de este prototipo, están alineados con lo descrito por Mathew y Dida [14], puesto que efectivamente si no se tiene los datos en tiempo real de las variables leídas por una estación meteorológica, entonces prácticamente no se puede aplicar el concepto de “alerta temprana”. Por eso, es importante que los datos recolectados estén disponibles de manera inmediata, porque otras estaciones meteorológicas almacenan los datos de manera local y se tiene que ir a recoger cada 15 o cada 30 días y luego juntar con los datos leídos anteriormente.

5 Conclusiones

Se implementó un sistema para el funcionamiento de una estación meteorológica que permite monitorear las condiciones ambientales de la temperatura, humedad, radiación UV y caudal de agua. El monitoreo se puede hacer mediante una consulta desde un dispositivo móvil mediante el BOT y la API de Telegram. Como trabajo futuro se propone realizar la medición de más variables ambientales, por ejemplo, intensidad de luz, presión barométrica, entre otras; asimismo, se propone integrar una API de Facebook para usuarios que estén más familiarizados con esta red social.

6 Referencias

- [1] J. Baumgartner, S. Zannettou, M. Squire, and J. Blackburn, "The Pushshift Telegram Dataset," *Proc. Int. AAI Conf. Web Soc. Media*, vol. 14, no. 1, pp. 840–847, May 2020, doi: 10.1609/icwsm.v14i1.7348.
- [2] N. Marechal, "From Russia with crypto: A political history of Telegram," 2018.
- [3] G. C. Lenardo, Y. Irawan, and others, "Pemanfaatan Bot Telegram sebagai Media Informasi Akademik di STMIK Hang Tuah Pekanbaru," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 1, no. 4, pp. 351–357, 2020.
- [4] H. Setiaji and I. V Papatungan, "Design of telegram bots for campus information sharing," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 325, no. 1, p. 12005.
- [5] J. C. de Oliveira, D. H. Santos, and M. P. Neto, "Chatting with arduino platform through telegram bot," in *2016 IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE)*, 2016, pp. 131–132.
- [6] M. Franchini *et al.*, "Shifting the paradigm: The Dress-COV telegram bot as a tool for participatory medicine," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 23, p. 8786, 2020.
- [7] H. M. Lim *et al.*, "An automated patient self-monitoring system to reduce health care system burden during the COVID-19 pandemic in Malaysia: Development and implementation study," *JMIR Med. informatics*, vol. 9, no. 2, p. e23427, 2021.
- [8] M. H. Pérez and L. A. L. Céspedes, "Bot de Telegram para consultar información de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ser. científica la Univ. las Ciencias Informáticas*, vol. 14, no. 7, pp. 82–95, 2021.
- [9] Z. K. Hussein, H. J. Hadi, M. R. Abdul-Mutaleb, and Y. S. Mezaal, "Low cost smart weather station using Arduino and ZigBee," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 18, no. 1, pp. 282–288, 2020.
- [10] A. C. Gheorghe and C. I. Stoica, "Wireless weather station using arduino mega and arduino nano," *Sci. Bull. Electr. Eng. Fac.*, vol. 21, no. 1, pp. 35–38, 2021.
- [11] Mercado Libre, "Vantage Pro2," 2023. https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-443838937-estacion-meteorologica-vantage-pro2-modelo-6152c-nuevo-stock-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=613530da-b971-4276-9975-2de57c9f6016
- [12] Mercado Libre, "Ambient Weather Ws-2000," 2023. https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-622768274-ambient-weather-ws-2000-estacion-meteorologica-inteligente-c-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=3e27773d-7127-4c31-be09-bab592da0b62
- [13] A. Faid, M. Sadik, and E. Sabir, "An agile AI and IoT-augmented smart farming: a cost-effective cognitive weather station," *Agriculture*, vol. 12, no. 1, p. 35, 2022.
- [14] G. Mathew and M. Dida, "Agro-Meteorological data Collection using a LoRaWAN-Based IoT Sensor Network," 2022.
- [15] A. Rosado-Gómez, A. Quintero-Duarte, and C. D. Meneses-Guevara, "Desarrollo ágil de software aplicando programación extrema," *Rev. Ingenio*, vol. 5, no. 1, pp. 24–29, 2012.



Health status of the rainbow trout of the Chalhuanca river

Estado de salud de la trucha arcoíris del río Chalhuanca

Meléndez-Flores Keyro Alberto

<https://orcid.org/0000-0002-5045-6511>

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – kmelendez@unamba.edu.pe

(Recepción: 05/04/2023 - Aceptación 03/06/2023)

Abstract. The impact of human pollution on ecosystems is a critical issue. The Chalhuanca River is an important body of water, used for rainbow trout aquaculture, however, it has also been affected by the disposal of wastewater from surrounding cities. Fish deaths have been recorded in the last 10 years and it was decided to evaluate the health status and bactericidal capacity of rainbow trout in the Chalhuanca River. A stratified sample of 36 fish was taken at three different points according to a specific formula. Parameters such as condition factor, hemoglobin, hematocrit, red blood cell count, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, hemoglobin and cortisol concentration were evaluated. In addition, bactericidal capacity tests were carried out against the E. coli strain. The evaluation of these hematological variables reflected an anemic state and chronic stress in the rainbow trout. In conclusion, human contamination has negatively affected the health of rainbow trout in the Chalhuanca River.

Keywords: Anthropogenic, salmon, stress.

Resumen. El impacto de la contaminación humana en los ecosistemas es un asunto crítico. El río Chalhuanca es un cuerpo de agua importante, utilizado para la acuicultura de trucha arcoíris, sin embargo, también ha sido afectado por la eliminación de aguas residuales de las ciudades aledañas. Se han registrado muertes de peces en los últimos 10 años y se decidió evaluar el estado de salud y la capacidad bactericida de la trucha arcoíris en el río Chalhuanca. Se tomó una muestra estratificada de 36 peces en tres puntos diferentes según una fórmula específica. Se evaluaron parámetros como el factor de condición, hemoglobina, hematocrito, conteo de glóbulos rojos, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina y cortisol. Además, se realizaron pruebas de capacidad bactericida ante la cepa E. coli. La evaluación de estas variables hematológicas reflejó un estado anémico y estrés crónico en la trucha arcoíris. En conclusión, la contaminación humana ha afectado negativamente la salud de la trucha arcoíris en el río Chalhuanca.

Palabras Clave: Antropogénica, salmón, estrés.

1 Introducción

La trucha arcoíris es un pez originario de Norteamérica, introducido en Perú en 1925 y considerado una especie exótica [1]. Es un alimento esencial para la dieta de las familias peruanas, especialmente en áreas de gran altitud de los Andes [2]. La supervivencia de este animal depende de la calidad del agua, con requerimientos específicos de temperatura, oxígeno disuelto y pH [2]. Debido a su alto contenido de proteínas, la trucha arcoíris es muy popular y su consumo contribuye significativamente a la seguridad alimentaria en comunidades con limitada disponibilidad de proteínas de origen animal [3]. La seguridad alimentaria implica que todas las personas tengan acceso a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para llevar una vida saludable, independientemente de su situación económica [4]. En algunas partes del mundo, la presencia de contaminantes en el agua afecta la salud de los peces y la disponibilidad de alimentos seguros y nutritivos para las comunidades [5] [6] [7]. La salud de los peces es un indicador útil para evaluar la contaminación del agua, ya que estos animales son bioindicadores confiables. La contaminación antropogénica sigue teniendo un impacto significativo en la biodiversidad de los sistemas acuáticos, y el río Ganges en la India ha sido utilizado como un sitio de disposición de residuos que afecta directamente la vida de los peces silvestres. Se han registrado descargas de efluentes domésticos, residuos de lavanderías y otros tipos de desechos, incluyendo pesticidas, insecticidas y nutrientes utilizados en la agricultura en sus aguas [8]. Se encontró una correlación en Brasil entre el aumento del daño a la salud de los peces en los ríos Tramandai y Mampituba y el crecimiento de las poblaciones cercanas. Esto podría deberse a la liberación de hidrocarburos y metales, así como a cambios en el pH del agua y la temperatura [9]. En la laguna Mamacocha en Cajamarca, Perú, se encontraron sustancias tóxicas que tuvieron efectos negativos en la salud de las truchas arcoíris,

incluyendo alteraciones en la estructura de las branquias, daño y muerte de tejido hepático, y acumulación de líquido en el músculo estriado esquelético [10]. Varios estudios de investigación sugieren que la presencia de contaminantes en los ríos modifica la salud de las especies acuáticas. Por lo que, nos lleva a cuestionar, ¿cuál es el estado de salud de la trucha arcoíris en el río Chalhuanca del departamento de Apurímac, Perú? El río Chalhuanca es un importante afluente en el departamento de Apurímac, principalmente por la presencia de trucha arcoíris, una especie que es fundamental para el sustento alimenticio de muchas familias pobres en los distritos de Cotaruse, Caraibamba y Chalhuanca. Sin embargo, se desconoce si estas truchas son seguras para su consumo debido a que las áreas aledañas al río, como Cotaruse, Caraibamba y Chalhuanca, son zonas altamente agrícolas y también se vierten aguas residuales directamente al río. Este estudio tiene como objetivo evaluar el estado de salud de la trucha arcoíris en el río Chalhuanca, Perú. Se establecieron tres objetivos específicos que incluyen la evaluación de la condición corporal y los componentes sanguíneos de la trucha arcoíris y su capacidad para combatir la bacteria *E. coli* (ATCC 25922).

2 Método

Se examinó a truchas arcoíris silvestres (*Oncorhynchus mykiss*) que viven en el río Chalhuanca, con longitudes entre 13 y 21 cm y pesos entre 30 y 110 gramos, en la etapa juvenil y con una condición corporal de aceptable a pobre. La muestra se determinó utilizando la fórmula de proporciones para poblaciones infinitas, tomando una prevalencia del 2%, como indica el capítulo de vigilancia de enfermedades de animales acuáticos del Código sanitario para animales acuáticos de la OMSA [11]. La fórmula indica que se deben recolectar 31 animales para el muestreo, pero se utilizaron 36 peces. Se recopiló información en tres ubicaciones a lo largo del río. La primera, antes de la ciudad de Cotaruse; la segunda, después de la ciudad de Caraibamba y la tercera, pasando la ciudad de Chalhuanca. Durante el estudio, los peces fueron devueltos al río y solo se utilizaron para el pesado, entallado y extracción de sangre, sin sacrificar a ninguno de ellos. Además, no se usaron agentes anestésicos en los peces debido a sus efectos en el hematocrito. [12].

Las técnicas e instrumentos. La condición corporal y componentes sanguíneos de la trucha arcoíris del río Chalhuanca. Se realizó la evaluación de la condición corporal de las truchas tras el pesado y entallado. Para el pesaje, se empleó una balanza de precisión ubicada en un recipiente con agua. Asimismo, se utilizó un ictiómetro para medir la longitud de cada trucha, desde la punta de la nariz hasta el cruce del pedúnculo caudal, siguiendo la fórmula: $100xW(g)/L^3$, como indica Cifuentes *et al.* [13]. Para el análisis de sangre, se extrajeron 3 ml de sangre de la vena caudal de la trucha arcoíris en tubos vacutainer con EDTA para evaluar sus componentes sanguíneos, incluyendo glóbulos rojos, glóbulos blancos, hematocrito, hemoglobina, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración corpuscular media de hemoglobina [14]. Además, se determinó la concentración de glucosa y cortisol a partir del plasma obtenido [15]. Se utilizaron diferentes métodos para medir los valores sanguíneos en los peces. Se empleó el método colorimétrico enzimático de un solo reactivo de glucosa para medir la glucosa plasmática; el método de microhematocrito con tubos capilares heparinizados para medir el hematocrito, y el equipo HemoCue® para medir la cantidad de hemoglobina. Se aplicó la fórmula descrita por Andrewartha *et al.*, para corregir los resultados obtenidos en peces, ya que el equipo fue diseñado originalmente para el uso en humanos [16] [17]. La capacidad de la trucha arcoíris para combatir la bacteria *E. coli* (ATCC 25922), se llevó a cabo una prueba para evaluar la capacidad de las truchas arcoíris para combatir la bacteria *E. coli* mediante la prueba de capacidad bactericida. Se utilizó el método descrito por Matson [18] con algunas modificaciones según lo descrito por Sueiro y Palacios [14]. Se realizó una prueba para evaluar la capacidad bactericida de la trucha arcoíris contra la bacteria *E. coli*. Se utilizaron aproximadamente 200 unidades formadoras de colonias (UFC) de *E. coli* y se preparó una solución de trabajo. Se diluyeron las muestras de plasma y se agregó la solución de trabajo. Después de la incubación, se sembraron las muestras en placas y se contó el número de colonias. Se prepararon controles de muestra y se calculó el porcentaje de colonias en cada placa dividiendo el número medio de colonias en las placas de control. En el análisis estadístico se realizó en el programa estadístico SPSS 26 y se utilizó la prueba estadística de tukey para la comparación de las variables en estudio, entre los sitios de muestreo, estos datos son cuantitativas continuas.

3 Resultados

Sobre la condición corporal y componentes sanguíneos de la trucha arcoíris del río Chalhuanca, el estudio se centró en truchas arcoíris de diferentes zonas y se observó que las truchas de Chalhuanca tenían una conformación corporal menos desarrollada que las de Caraibamba y Cotaruse. Los valores de hematocrito en Caraibamba y Chalhuanca no se encontraron dentro de los rangos de referencia. Los niveles de hemoglobina indicaron anemia en todos los sitios muestreados y se utilizó el VCM, el HCM y la CHCM para determinar el tipo de anemia. En todos los lugares, el VCM fue menor a los valores normales, lo que indica microcitosis, y el bajo conteo de HCM indica un estado hipocrómico.

Tabla1. Variables estudiadas para analizar el estado de salud de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el río Chalhuanca.

Parámetros	Valores de referencia	Cotaruse	Caraibamba	Chalhuanca	P
Peso (g)	-	67.8 ± 15.4 ^a	52.5 ± 11.8 ^a	57.3 ± 24.1 ^a	0.117
Tamaño (cm)	-	174.1 ± 13.7 ^a	163.8 ± 10.1 ^a	166.9 ± 20.8 ^a	0.232
Factor K	1.2 – 2.0 ^[19]	1.27 ± 0.1 ^a	1.19 ± 0.1 ^{ab}	1.17 ± 0.1 ^b	0.048
Hemoglobina (g/dL)	5.6 – 9.4 ^{[20][21]}	4.4 ± 0.9 ^a	4.3 ± 0.9 ^a	4.1 ± 0.6 ^a	0.671
Hematocrito (%)	35 – 44 ^{[21][22]}	36.0 ± 3.8 ^a	33.8 ± 2.9 ^a	29.9 ± 4.3 ^b	0.001
RBC (10 ⁶)	1.30 – 1.58 ^[22]	1.35 ± 0.1 ^a	1.35 ± 0.1 ^a	1.37 ± 0.1 ^a	0.528
VCM (fl)	275 – 369 ^[21]	266.3 ± 33.8 ^a	249.5 ± 28.7 ^a	216.9 ± 29.7 ^b	0.002
HCM (pg)	69 – 102 ^[21]	32.5 ± 6.9 ^a	31.3 ± 6.3 ^a	29.8 ± 4.3 ^a	0.546
CHCM (g/dL)	12 – 22 ^[21]	12.3 ± 2.3 ^a	12.7 ± 2.9 ^a	13.9 ± 2.0 ^a	0.278
Glucosa (mmol/L)	3.89 – 4.14 ^{[15][23]}	4.5 ± 2.2 ^a	3.9 ± 1.8 ^a	3.6 ± 1.5 ^a	0.532
Cortisol (ng/ml)	6 – 14.5 ^[15]	6.3 ± 2.8 ^a	6.1 ± 2.2 ^a	3.4 ± 2.1 ^b	0.007

Se utilizó el valor de P para mostrar las diferencias en los parámetros entre ciudades, y se indicaron las medias y desviaciones estándar para cada ciudad. Las medias que no compartían letras eran significativamente diferentes entre ciudades (a, b). Los valores de referencia se indicaron con superíndices para mostrar las fuentes de donde se obtuvieron [15][19][20][21][22][23].

Se encontró que un porcentaje creciente de truchas arcoíris presentaban estrés crónico en dirección al cauce del río, con un 50% en Cotaruse, 75% en Caraibamba y 91.7% en Chalhuanca. Se sugiere que la anemia microcítica e hipocrómica en estas truchas podría estar relacionada con el estrés crónico.

Tabla2. Estado de salud de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el río Chalhuanca puede ser evaluado a través de la presencia de anemia y estrés en los ejemplares.

	Variable	Cotaruse	Caraibamba	Chalhuanca	Promedio (x)
Estrés	Sin estrés	50.0%	25.0%	8.3%	27.8%
	Estrés crónico	50.0%	75.0%	91.7%	72.2%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Estado anémico	Sin anemia	8.4%	8.3%	0.0%	5.6%
	Anemia hipocrómica	33.3%	16.7%	0.0%	16.7%
	Anemia microcítica hipocrómica	58.3%	75.0%	100.0%	77.8%
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

La capacidad de la trucha arcoíris para combatir la bacteria *E. coli* (ATCC 25922), se utilizó la técnica de capacidad bactericida del plasma sanguíneo para evaluar la respuesta inmunológica de truchas arcoíris en tres zonas diferentes. Se encontró una variación significativa en las respuestas inmunológicas de los tres grupos, pero no hubo diferencias significativas en la capacidad bactericida de los peces frente a *E. coli*. Además, se observó una relación moderadamente negativa entre las concentraciones de cortisol y hematocrito y las concentraciones de coliformes fecales en el agua, pero no se encontraron diferencias significativas en este parámetro entre las tres ciudades.

Tabla3. Habilidad de la trucha arcoíris para enfrentar y combatir la bacteria *E. coli* (ATCC 25922).

Parámetro	Control	Cotaruse	Caraibamba	Chalhuanca	P
Cantidad de <i>E-coli</i> (UFC/placa)	201[14]	142 ± 51	140 ± 30	139 ± 37	0.9
Capacidad bactericida	60	29.2 ± 25	30.2 ± 14	31.0 ± 18	0.9

Se presentan los resultados como la media y la desviación estándar (x±S). Se utilizó un valor de control para evaluar la actividad bactericida extraída de Suiro y Palacios [14] y el valor de P indica si hay alguna diferencia entre las ciudades analizadas.

4 Discusiones y conclusiones

Se evaluó la salud de la trucha arcoíris a través del Factor K, un índice que proporciona información sobre su reproducción, nutrición, crecimiento y salud. Los resultados muestran que los peces de la ciudad de Cotaruse tienen una mejor conformación que los de las ciudades de Caraibamba y Chalhuanca, siendo estos últimos menos conformados que los primeros. La baja condición corporal también se ha observado en ambientes contaminados [24], y se encontró en otras especies de peces en diferentes lugares del mundo (lago Llanquihue en Chile [25], el lago Temenggong en Malasia [26], el lago Wular [27] y río Gomti en India, y río Níger en Nigeria [28]) debido a la liberación de contaminantes. La concentración de hemoglobina en los peces es importante para estudiar su adaptabilidad al ambiente [29]. En el río Chalhuanca, las concentraciones son similares entre diferentes ciudades, pero son menores que los valores de referencia. La contaminación de aguas residuales y desechos industriales disminuye los niveles de hemoglobina en peces, como en el caso de los Labeo rohita de los lagos de Bangalore [30]. La hipoxia y la anemia también afectan la concentración de hemoglobina en peces, como se observó en la trucha arcoíris mantenida en condiciones hipóxicas en Canadá [31]. La temperatura también influye en las concentraciones de hemoglobina, pero en el río Chalhuanca, el bajo conteo de hemoglobina no se debe a la variación de temperatura, sino a la presencia de aguas residuales y/o industriales [32].

Según el estudio, el nivel de hematocrito en los peces es importante ya que refleja su capacidad de transporte de oxígeno y su funcionamiento hematopoyético [33]. En la ciudad de Chalhuanca, se observó que las concentraciones de hematocrito en las truchas arcoíris eran menores que en otras ciudades y por debajo del valor de referencia, lo que podría ser causado por la contaminación producida por las actividades humanas, como el suministro de aguas residuales y otros contaminantes [31]. Este cambio ambiental también afecta a la capacidad del pez para utilizar las reservas de células sanguíneas y puede promover la desaparición de las áreas donde suelen desovar [34]. Aunque la temperatura puede influir en la variación del hematocrito, los cambios de temperatura dentro del rango de 5 a 20 °C no producen cambios significativos [30]. Además, se ha observado en otros estudios que la exposición crónica a contaminantes disminuye los niveles de hematocrito en otros tipos de peces [35].

El conteo de glóbulos rojos en los peces puede ser útil para vigilar la contaminación, ya que los productos químicos pueden estimular una condición hipóxica y aumentar la producción de células sanguíneas [36]. Sin embargo, en las truchas arcoíris estudiadas no se encontraron diferencias en los valores de conteo de glóbulos rojos en las diferentes ciudades, y los valores se mantuvieron dentro del rango normal. Esto sugiere que los contaminantes no están afectando la producción de células sanguíneas en estos peces. Estos resultados son similares a los encontrados en estudios anteriores en otras especies de peces expuestos a contaminantes, donde se observó un aumento en el conteo de glóbulos rojos en niveles bajos de contaminantes [37], pero una disminución en niveles más altos [32].

El estudio de los índices eritrocitarios, como la HCM, VCM y CHCM, puede indicar el estado funcional del corazón, la función respiratoria y el equilibrio osmótico en los eritrocitos [38]. Los resultados obtenidos en truchas arcoíris de Chalhuanca, Cotaruse y Caraibamba mostraron que la concentración de VCM es diferente en estas ciudades, mientras que los parámetros de HCM y CHCM son similares. Además, estos valores en las tres ciudades están por debajo del límite del valor de referencia, lo que indica la presencia de microcitocis. Se ha encontrado que los parámetros de HCM y VCM pueden indicar alteraciones en la calidad del agua debido a factores físico-químicos, como la temperatura, la conductividad, los sólidos disueltos totales, el oxígeno disuelto y la presencia de agentes químicos [39]. Además, se han evaluado los efectos de contaminantes, como el Paraquat y el malathion, en diferentes especies de peces y se ha encontrado que disminuyen los valores de Hb, HCM, CHCM y VCM [40] [41]. En otros estudios, se observaron valores bajos de índices eritrocitarios en peces expuestos a contaminantes, como residuos domésticos, metales pesados [42], residuos de la industria textil [30] y la industria del petróleo [43], así como a zinc y plomo [30].

La cría de peces puede estar relacionada con enfermedades como la anemia microcítica normocromica, que puede ser causada por factores ambientales estresantes, intoxicación por nitritos, amoníaco y metales pesados, o exposición crónica a insecticidas y parásitos [44] [45]. Estas causas pueden provocar diferentes tipos de anemia. Es importante diferenciar la anemia microcítica hipocromica de otras enfermedades como la talasemia, anemia por enfermedades crónicas e intoxicación por plomo [46].

El estrés en los peces provoca la liberación de catecolaminas y cortisol, cuyos niveles pueden variar debido a factores como cambios en el agua, temperatura, oxígeno, salinidad, estado nutricional y enfermedades [47]. La exposición crónica al estrés puede llevar a una adaptación al tóxico, reduciendo los niveles de cortisol, pero si el estrés es severo o duradero, los peces pueden ingresar en un estado de inadaptación que disminuye su rendimiento y los hace más susceptibles a infecciones [48]. Concentraciones elevadas o bajas de cortisol pueden promover la susceptibilidad a infecciones en peces,

y en mamíferos la falta persistente de disponibilidad de cortisol en la sangre puede aumentar la vulnerabilidad a trastornos relacionados con el estrés [49].

El suero sanguíneo tiene una capacidad antibacteriana inespecífica para detener el crecimiento de microorganismos. La respuesta sérica de *O. mykiss* se muestra en la Tabla 3 y es una prueba confiable para estudios inmunes en peces. El conteo de UFC es utilizado en varios estudios para evaluar la actividad bactericida sérica, como en *Oreochromis niloticus* y *Labeo rohita* [50]. Los valores de conteo de UFC pueden variar debido a modificaciones y concentraciones de bacterias en la prueba de desafío [51].

El estudio evaluó la actividad bactericida sérica de *O. mykiss* de vida libre y encontró que los peces de las tres ciudades de muestreo presentaron una actividad bactericida similar del 30%, que fue menor que el valor de referencia del 60% para inhibir la capacidad de colonización de *E. coli*. Estos resultados fueron similares a los encontrados en estudios anteriores que investigaron la actividad bactericida en peces expuestos a hipoxia y pH bajo [52], así como en peces con infecciones parasitarias, bacterianas y protozoarias [53]. También se ha demostrado que los contaminantes como los metales pesados [54], los medicamentos y los productos químicos en el ambiente acuático pueden disminuir la actividad bactericida [55] y aumentar la susceptibilidad del huésped a los patógenos infecciosos [56].

El estudio encontró que la contaminación humana en la cuenca del río Chalhuanca tiene un impacto negativo en la salud de las truchas arcoíris, incluyendo estrés crónico, anemia y una capacidad reducida para combatir las bacterias *E. coli*.

5 Biografía

Keyro Alberto Meléndez Flores, profesional graduado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Magister en Sanidad Acuicola. Con más de 8 años de experiencia en el sector pecuario y más de 4 años en el sector acuícola, ha enfocado su carrera en la producción de trucha. Ha trabajado en diferentes instituciones como el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), el Hospital de Emergencia de Tambobamba, y los Municipios Distritales de Huanacarama, Ancco Huallo, Chalhuanca, San Miguel de Mestizas y Uripa. También ha colaborado con el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA). Ganador de una beca de posgrado en la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH).

6 Referencias

- [1] R. Villa, 'Alimentación de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) mediante ensilado químico de vísceras de trucha en la fase de ceba', *Revista EIA*, vol. 18, no. 35, pp. 1–10, 2021. <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1468>
- [2] L. Pucuhuaranga, 'Estudio de prefactibilidad para la instalación de una piscigranja de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Junín anexo de Huamanripa', Universidad Nacional del Perú, Junín, 2019.
- [3] R. C. M. Zababurú *et al.*, 'Integrating Assessment of Characterization, Sustainability and Efficiency for the Production of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): A Case Study in the Amazonas Region of Peru', *Agriculture*, vol. 13, no. 2, pp. 390–396, 2023. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020390>
- [4] L. Salazar and G. Muñoz, 'Seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe', Washington, D.C., Jul. 2019. <https://doi.org/10.18235/0001784>
- [5] L. Marushka *et al.*, 'Importance of fish for food and nutrition security among First Nations in Canada', *Canadian Journal of Public Health*, vol. 112, no. S1, pp. 64–80, Jun. 2021. <https://doi.org/10.17269/s41997-021-00481-z>
- [6] S. Tabrez, T. A. Zughaibi, and M. Javed, 'Water quality index, *Labeo rohita*, and *Eichhornia crassipes*: Suitable bio-indicators of river water pollution', *Saudi J Biol Sci*, vol. 29, no. 1, pp. 75–82, Jan. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.10.052>
- [7] C. Plessl, E. O. Otachi, W. Körner, A. Avenant-Oldewage, and F. Jirsa, 'Fish as bioindicators for trace element pollution from two contrasting lakes in the Eastern Rift Valley, Kenya: spatial and temporal aspects', *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 24, no. 24, pp. 19767–19776, Aug. 2017. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9518-z>
- [8] D. R. Khanna, P. Sarkar, A. Gautam, and R. Bhutiani, 'Fish scales as bio-indicator of water quality of River Ganga', *Environ Monit Assess*, vol. 134, no. 1–3, pp. 153–160, Nov. 2007. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9606-5>
- [9] V. M. de Andrade *et al.*, 'Fish as bioindicators to assess the effects of pollution in two southern Brazilian rivers using the Comet assay and micronucleus test', *Environ Mol Mutagen*, vol. 44, no. 5, pp. 459–468, 2004. <https://doi.org/10.1002/em.20070>
- [10] R. Huancaré, 'Identificación histopatológica de lesiones inducidas por bioacumulación de metales pesados en branquias, hígado y músculo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de cultivo en etapa comercial de la laguna de Mamacocha, área de influencia minera, Cajamarca-Perú', Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.
- [11] Organización Mundial de Sanidad Animal, 'Código Sanitario para los Animales Acuáticos', *Organización Mundial de Sanidad Animal*, 2022. <https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-acuatico/> (accessed Mar. 14, 2023).

- [12] I. Orun and A. U. Erdemli, 'A Study on Blood Parameters of Capoeta trutta (Heckel, 1843)', *Journal of Biological Sciences*, vol. 2, no. 8, pp. 508–511, Jul. 2002. <https://doi.org/10.3923/jbs.2002.508.511>
- [13] R. Cifuentes *et al.*, 'Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile)', *Gayana (Concepción)*, vol. 76, pp. 86–100, 2012. <https://doi.org/10.3923/jbs.2002.508.511>
- [14] M. C. Sueiro and M. G. Palacios, 'Immunological and health-state parameters in the Patagonian rockfish *Sebastes oculatus*. Their relation to chemical stressors and seasonal changes', *Fish Shellfish Immunol*, vol. 48, pp. 71–78, Jan. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.11.021>
- [15] M. Martínez, L. Martínez, and R. Ramos, 'Cortisol and Glucose: Reliable indicators of fish stress?', *Panam J Aquat Sci*, vol. 4, no. 2, pp. 158–178, 2009.
- [16] O. A. Akinrotimi, E. E. Orlu, and U. U. Gabriel, 'Haematological Responses of *Tilapia guineensis* Treated with Industrial Effluents', *Applied Ecology and Environmental Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 10–13, Jan. 2013. <https://doi.org/10.12691/aecs-1-1-3>
- [17] S. J. Andrewartha, S. L. Munns, and A. Edwards, 'Calibration of the HemoCue point-of-care analyser for determining haemoglobin concentration in a lizard and a fish', *Conserv Physiol*, vol. 4, no. 1, p. cow006, Mar. 2016. <https://doi.org/10.1093/conphys/cow006>
- [18] K. D. Matson, B. I. Tieleman, and K. C. Klasing, 'Capture Stress and the Bactericidal Competence of Blood and Plasma in Five Species of Tropical Birds', *Physiological and Biochemical Zoology*, vol. 79, no. 3, pp. 556–564, May 2006. <https://doi.org/10.1086/501057>
- [19] R. Sharma and R. Bhat, 'Length-weight relationship, condition factor of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from Kashmir waters', *Ann Biol Res*, vol. 6, no. 8, pp. 25–29, 2015.
- [20] T. D. Clark, E. J. Eliason, E. Sandblom, S. G. Hinch, and A. P. Farrell, 'Calibration of a hand-held haemoglobin analyser for use on fish blood', *J Fish Biol*, vol. 73, no. 10, pp. 2587–2595, Dec. 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02109.x>
- [21] M. A. Jalali, E. Ahmadifar, M. Sudagar, and G. A. Takami, 'Growth efficiency, body composition, survival and haematological changes in great sturgeon (Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of Ergosan', *Aquac Res*, vol. 40, no. 7, pp. 804–809, Apr. 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02166.x>
- [22] D. Reinoso, 'Comparación del conteo diferencial de glóbulos blancos de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), en las etapas juvenil y adulta, en una explotación piscícola, ubicada en el cantón Rumiñahui, Pichincha Ecuador', UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito, 2017.
- [23] P. Rojas, 'Efecto de la dieta sobre los niveles plasmáticos de insulina y glucagón en trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) y dorada (*sparus aurata*) y caracterización del transportador de glucosa de dorada', UNIVERSIDAD DE BARCELONA, Barcelona, 2005.
- [24] C. A. Kumolu-Johnson and P. E. Ndimele, 'Length-Weight Relationships and Condition Factors of Twenty-One Fish Species in Ologe Lagoon, Lagos, Nigeria', *Asian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 2, no. 4, pp. 174–179, 2010.
- [25] I. Arismendi, B. Penaluna, and D. Soto, 'Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile', *Lake Reserv Manag*, vol. 27, no. 1, pp. 61–69, Mar. 2011. <https://doi.org/10.1080/07438141.2010.536617>
- [26] Mu. Abd. Hamid, M. Mansor, and S. A. Mohd. Nor, 'Length-weight Relationship and Condition Factor of Fish Populations in Temengor Reservoir: Indication of Environmental Health', *Sains Malays*, vol. 44, no. 1, pp. 61–66, Jan. 2015. <https://doi.org/10.17576/jsm-2015-4401-09>
- [27] S. T. Mushtaq, S. A. Mushtaq, M. Balkhi, F. Bhat, and I. Farooq, 'Estimation of length-weight relationship and condition factor of *Crossocheilus diplochilus* (Heckel, 1838): A freshwater benthopelagic fish from Wular Lake in Kashmir Himalaya', *International Journal of Fisheries and Aquatic Studie*, vol. 4, no. 6, pp. 522–525, 2016.
- [28] B. K. Gupta, U. K. Sarkar, S. K. Bhardwaj, and A. Pal, 'Condition factor, length-weight and length-length relationships of an endangered fish *Ompok pabda* (Hamilton 1822) (Siluriformes: Siluridae) from the River Gomti, a tributary of the River Ganga, India', *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 27, no. 3, pp. 962–964, Jun. 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01625.x>
- [29] G. F. LANDINI, A. R. SCHWANTES, and M. L. B. SCHWANTES, 'Astyanax scabripinnis (Pisces: Characidae) hemoglobins: structure and function', *Brazilian Journal of Biology*, vol. 62, no. 4a, pp. 595–599, Nov. 2002. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842002000400006>
- [30] B. Zutshi, S. G. R. Prasad, and R. Nagaraja, 'Alteration in hematology of *Labeo rohita* under stress of pollution from Lakes of Bangalore, Karnataka, India', *Environ Monit Assess*, vol. 168, no. 1–4, pp. 11–19, Sep. 2010. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1087-2>
- [31] D. L. Simonot and A. P. Farrell, 'Cardiac remodelling in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum in response to phenylhydrazine-induced anaemia', *Journal of Experimental Biology*, vol. 210, no. 14, pp. 2574–2584, Jul. 2007. <https://doi.org/10.1242/jeb.004028>

- [32] R. Ravichandran, D. Madhavan, R. Rengarajan, and S. Muthuvelu, 'Impact of haematological characteristic alteration in tannery effluent treated fish *channa punctatus*', *Int. J. Zool. Appl. Biosci.*, vol. 1, no. 2, pp. 72–75, 2016.
- [33] N. Ciftci, 'EFFECTS OF LEAD CONCENTRATIONS ON SERA PARAMETERS AND HEMATOCRIT LEVELS IN *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)', *J Fishscicom*, vol. 2, no. 4, 2008. <https://doi.org/10.3153/jfscicom.2008025>
- [34] Y. Thomas, J. Flye-Sainte-Marie, D. Chabot, A. Aguirre-Velarde, G. M. Marques, and L. Pecquerie, 'Effects of hypoxia on metabolic functions in marine organisms: Observed patterns and modelling assumptions within the context of Dynamic Energy Budget (DEB) theory', *J Sea Res*, vol. 143, pp. 231–242, Jan. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.05.001>
- [35] S. L. Shah, 'Hematological parameters in tench *Tinca tinca* after short term exposure to lead', *Journal of Applied Toxicology*, vol. 26, no. 3, pp. 223–228, May 2006. <https://doi.org/10.1002/jat.1129>
- [36] E. M. Pala and S. Dey, 'Microscopy and Microanalysis of Blood in a Snake Head Fish, *Channa gachua* Exposed to Environmental Pollution', *Microscopy and Microanalysis*, vol. 22, no. 1, pp. 39–47, Feb. 2016. <https://doi.org/10.1017/S1431927616000519>
- [37] P. Soni, S. Sharma, S. Sharma, S. Kumar, and K. P. Sharma, 'A comparative study on the toxic effects of textile dye wastewaters (untreated and treated) on mortality and RBC of a freshwater fish *Gambusia affinis* (Baird and Gerard).', *J Environ Biol*, vol. 27, no. 4, pp. 623–8, Oct. 2006.
- [38] G. Atencio, L. Genes, M. Madariaga, and C. Pardo, 'Hematología y química sanguínea de juveniles de Rubio (*Salminus affinis* Pisces:Characidae) del Río Sinú', *Acta Biolo Colomb*, vol. 12, no. 3, pp. 27–40, Mar. 2007, [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2007000300003&nrm=iso
- [39] L. L. Corrêa, L. C. Karling, R. M. Takemoto, P. S. Ceccarelli, and M. T. Ueta, 'Hematological parameters of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) parasitized by *Monogenea* in lagoons in Pirassununga, Brazil', *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, vol. 22, no. 4, pp. 457–462, Dec. 2013. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000400003>
- [40] R. Salazar-Lugo, A. Estrella, A. Oliveros, E. Rojas-Villaruel, L. Villalobos de B, and M. Lemus, 'Paraquat and temperature affect nonspecific immune response of *Colossoma macropomum*', *Environ Toxicol Pharmacol*, vol. 27, no. 3, pp. 321–326, May 2009. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2008.11.010>
- [41] A. Chowdhury and M. Haq, 'Alteration of haematological parameters of "zeol fish"- *Clarias batrachus* exposed to malathion', *Bangladesh J Zool*, vol. 40, no. 2, pp. 183–188, Mar. 2013. <https://doi.org/10.3329/bjz.v40i2.14311>
- [42] Zh. Zhelev, D. Mollova, and P. Boyadziev, 'Morphological and hematological parameters of *Carassius Gibelio* (Pisces: Gyprinidae) in conditions of anthropogenic pollution in Southern Bulgaria. Use of hematological parameters as biomarkers', *Trakia Journal of Science*, vol. 14, no. 1, pp. 1–15, 2016. <https://doi.org/10.15547/tjs.2016.01.001>
- [43] S. Katalay and Hatice. Parlak, 'The Effects of Pollution on Haematological Parameters of Black Goby (*Gobius niger* L., 1758) in Foça and Aliğa Bays', *Su Ürünleri Dergisi*, vol. 21, no. 2, pp. 113–117, 2004.
- [44] S. Bakrim, A. Ouarour, K. Jaidann, M. Benajiba, and A. Masrar, 'Hemogram profile and interest of pre-donation hemoglobin measurement in blood donors in the northwest region of Morocco', *Transfusion Clinique et Biologique*, vol. 25, no. 1, pp. 35–43, Feb. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2017.10.006>
- [45] T. M. Clauss, A. D. M. Dove, and J. E. Arnold, 'Hematologic Disorders of Fish', *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, vol. 11, no. 3, pp. 445–462, Sep. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.03.007>
- [46] J. P. Rodrigues *et al.*, 'Appropriateness of the study of iron deficiency anemia prior to referral for small bowel evaluation at a tertiary center', *World J Gastroenterol*, vol. 23, no. 24, p. 4444, 2017. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i24.4444>
- [47] S. Jentoft, A. H. Aastveit, P. A. Torjesen, and Ø. Andersen, 'Effects of stress on growth, cortisol and glucose levels in non-domesticated Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)', *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*, vol. 141, no. 3, pp. 353–358, Jul. 2005. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.06.006>
- [48] A. T. F. EL-Khaldi, 'Effect of different stress factors on some physiological parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)', *Saudi J Biol Sci*, vol. 17, no. 3, pp. 241–246, Jul. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.04.009>
- [49] K. E. Hannibal and M. D. Bishop, 'Chronic Stress, Cortisol Dysfunction, and Pain: A Psychoneuroendocrine Rationale for Stress Management in Pain Rehabilitation', *Phys Ther*, vol. 94, no. 12, pp. 1816–1825, Dec. 2014. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130597>
- [50] S. M. Aly, Y. Abdel-Galil Ahmed, A. Abdel-Aziz Ghareeb, and M. F. Mohamed, 'Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immune response and resistance of *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections', *Fish Shellfish Immunol*, vol. 25, no. 1–2, pp. 128–136, Jul. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.03.013>
- [51] B. Takahashi, L. Takahashi, F. Pilarski, F. Sebastião, and E. Urbinati, 'Serum bactericidal activity as indicator of innate immunity in pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)', *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, vol. 65, no. 6, pp. 1745–1751, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000600023>

- [52] K. A. Boleza, L. E. Burnett, and K. G. Burnett, 'Hypercapnic hypoxia compromises bactericidal activity of fish anterior kidney cells against opportunistic environmental pathogens', *Fish Shellfish Immunol*, vol. 11, no. 7, pp. 593–610, Oct. 2001. <https://doi.org/10.1006/fsim.2001.0339>
- [53] C. L. Densmore, C. A. Ottinger, V. S. Blazer, L. R. Iwanowicz, and D. R. Smith, 'Immunomodulation and Disease Resistance in Postyearling Rainbow Trout Infected with *Myxobolus cerebralis*, the Causative Agent of Whirling Disease', *J Aquat Anim Health*, vol. 16, no. 2, pp. 73–82, Jun. 2004. <https://doi.org/10.1577/H03-039.1>
- [54] Z.-J. Wang, X.-H. Liu, L. Jin, D.-Y. Pu, J. Huang, and Y.-G. Zhang, 'Transcriptome profiling analysis of rare minnow (*Gobiocypris rarus*) gills after waterborne cadmium exposure', *Comp Biochem Physiol Part D Genomics Proteomics*, vol. 19, pp. 120–128, Sep. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2016.05.003>
- [55] J. L. C. Ribas, A. R. Zampronio, and H. C. Silva de Assis, 'Effects of trophic exposure to diclofenac and dexamethasone on hematological parameters and immune response in freshwater fish', *Environ Toxicol Chem*, vol. 35, no. 4, pp. 975–982, Apr. 2016. <https://doi.org/10.1002/etc.3240>
- [56] C. Kum and S. Sekki, 'The Immune System Drugs in Fish: Immune Function, Immunoassay, Drugs', in *Recent Advances in Fish Farms*, InTech, 2011. <https://doi.org/10.5772/26869>



Human Chorionic Gonadotropin and body condition in the *in vitro* maturation of oocytes from Creole cows for the preservation of livestock biodiversity

Gonadotropina Coriónica Humana y la condición corporal en la maduración *in vitro* de ovocitos de vacas criollas para la preservación de la biodiversidad ganadera

Zea-Gonzales Delmer¹ y Alva-Villavicencio Gizely²

<https://orcid.org/0000-0003-1188-799X>¹ y <https://orcid.org/0000-0002-8971-0302>²

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – dzea@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – galva@unamba.edu.pe

(Recepción: 05/03/2023 - Aceptación 21/06/2023)

Abstract. The objective is to evaluate the *in vitro* maturation of oocytes supplemented with Human Chorionic Gonadotropin (hCG) and the relationship with body condition in Creole cows in the preservation of livestock biodiversity. The body condition of Creole cows was evaluated at the Abancay slaughterhouse, and then the sampled ovaries were transported to the FMVZ-UNAMBA laboratory, and the oocytes were recovered by follicular aspiration, then quantified and classified, in categories -gorías A, B and C, were then matured *in vitro* in TCM-199 medium supplemented with 0, 5, 10 and 15 IU/mL of hCG. Oocyte maturation was evaluated according to degrees of expansion of the oocyte cluster. The body condition of the cow was measured on a scale from 1 to 5 that it is obese. hCG concentrations of 0, 5, 10, 15 IU/ml if there is an association with body condition (1.5, 2, 3) after oocyte maturation in a strong and moderately mature state. Cows with body condition 1.5, 2 and 3 have an average of 2.06, 2.47 and 2.74 oocytes per ovary respectively. Regarding the quality of the oocytes obtained from Creole cows in the present study, good quality was 21.48% (A), intermediate quality 43.49% (B), followed by rejected quality 35.03% (C). It is concluded that in order to have a greater number of matured oocytes, it is necessary to have a good body condition and high levels of hCG in the maturation media of the oocytes.

Keywords: Keywords. body condition, hCG, oocyte

Resumen. El objetivo es evaluar la maduración *in vitro* de ovocitos suplementados con Gonadotropina Coriónica Humana (hCG) y la relación con la condición corporal en vacas criollas en la preservación de la biodiversidad ganadera. Se evaluó la condición corporal de las vacas criollas en el matadero de Abancay, posteriormente se transportó los ovarios muestreados al laboratorio de FMVZ-UNAMBA, y se recuperó los ovocitos por aspiración folicular, después se cuantificó y clasificó en categorías A, B y C, seguidamente se maduraron *in vitro* en medio TCM-199 suplementados con 0, 5, 10 y 15 UI/mL de hCG. La maduración de ovocitos se evaluó de acuerdo a grados de expansión del cúmulo del ovocito. La condición corporal de la vaca fue medida en escala de 1 a 5. Se observó que existe una asociación entre la concentración de hCG de 0, 5, 10, 15 UI/ml con la condición corporal (1.5, 2, 3) de ovocitos fuerte y medianamente madurados. Las vacas con condición corporal 1.5, 2 y 3 tienen en promedio 2.06, 2.47 y 2.74 ovocitos por ovario respectivamente. En el presente estudio, la calidad de los ovocitos obtenidos de las vacas criollas fue: calidad buena 21.48% (A), calidad intermedia 43.49% (B), y calidad rechazada 35.03% (C). Se concluye que para conseguir mayor número de ovocitos madurados se tiene que tener buena condición corporal y niveles alto de hCG en los medios de maduración de los ovocitos.

Palabras Clave. condición corporal hCG, ovocito

1 Introducción

En los andes del sur del Perú, cuya altura mayor de 3800 msnm, la población de bovinos criollos predominan en relación a bovinos de razas especializadas, respecto a la producción de leche o carne, estos últimos enfrentan serias limitaciones para su sobrevivencia debido a muchos factores, entre ellos, la altitud (mal de altura), la precariedad de los

recursos alimenticios que restringen la expansión de sus verdaderas potencialidades bioproductivas (carne o leche). Sin embargo el bovino criollo, bajo la diversidad de condiciones ambientales de la crianza, se caracteriza por su rusticidad, sobriedad, multipropósito, facilidad de parto y alta capacidad maternal. Su baja productividad, está ocasionando su erosión genética, por cruza mal planificadas con razas exóticas. [1]. Los factores que contribuyen al proceso de maduración in vitro se han estudiado a lo largo de los años; en este sentido, el medio de maduración se complementa con hormonas o compuestos séricos. El primero se usa porque las gonadotropinas y algunas hormonas esteroides juegan un papel importante en el desarrollo folicular y la maduración de los ovocitos. La suplementación con suero también se usa rutinariamente en medios de maduración in vitro para proporcionar a los ovocitos una fuente de proteína y energía durante la maduración [2]. Por otro lado, la hormona luteinizante (LH) y la gonadotropina coriónica humana (hCG) son ampliamente reconocidas por su papel en el apoyo a la ovulación y el embarazo temprano. Sin embargo, excepto por el tiempo de expresión, las diferencias entre LH y hCG se han ignorado en gran medida en el entorno clínico debido a sus estructuras moleculares similares y receptores compartidos. Gracias a los avances tecnológicos, incluido el desarrollo de gonadotropinas recombinantes altamente purificadas, los investigadores ahora se dan cuenta de que estas hormonas no son tan intercambiables como se pensaba anteriormente. A pesar de su unión a receptores comunes, la evidencia emergente sugiere que la LH y la hCG tienen efectos distintos en las cascadas de señalización. Una mejor comprensión de las diferencias esenciales entre la LH y la hCG facilitará un análisis de diagnóstico y pronóstico más eficiente [3].

Muchos de estos trabajos de investigación se ha hecho en animales cuyas condiciones ambientales no son similares a las nuestras, y sobre todo en ganado criollo de nuestra región. Se busca realizar investigación básica que permitan lograr la fecundación in vitro en óvulos de vaca criolla para su conservación en protocolos de fecundación in vitro. Para la preservación ex situ de ovocitos de bovinos criollos. Por las consideraciones antes mencionadas, se plantea la presente investigación con el objetivo de evaluar la maduración in vitro de ovocitos suplementados con Gonadotropina Coriónica Humana y la relación con condición corporal en vacas criollas en la preservación de la biodiversidad ganadera.

2 Método

2.1 Ovarios y ovocitos

Los ovarios fueron colectados de vacas criollas faenadas, en el matadero Municipal de Abancay. Estos ovarios fueron colocados en una bolsa de polietileno que contenía NaCl al 0.9%, suplementados con gentamicina 50 UI/L; las muestras fueron mantenidas entre 35 a 37 °C y transportados en una caja de tecnopor después de 2 a 3 horas al laboratorio.

Una vez en el laboratorio, los ovarios fueron colocados en un vaso precipitado de 500 mL en NaCl mantenidos en baño María a 37 °C. Seguidamente, se realizó el lavado de los ovarios con solución salina de dos a tres veces. Se hizo la recuperación mediante la técnica de aspiración folicular de los ovocitos cuyos folículos aspirados con jeringa de 10 mL y aguja de 21 G eran de 2 a 8 mm de diámetro aproximadamente. El contenido aspirado se colocó en tubos cónicos de plástico de 15 mL de capacidad, que estuvieron a 37°C. Luego se dejó decantar por 10 minutos, el cual con una micropipeta se sacó el sedimento y los ovocitos a una placa Petri estéril para su clasificación, los cuales fueron colocados en cinco gotas de 50 µL de fosfato buffer salino (PBS) sobre placas Petri mantenidas en platina térmica a 37 °C. La evaluación de los ovocitos se realizó, según características morfológicas de acuerdo a la descripción de Hawk & Wall, clasificando en tres tipos de ovocitos con la ayuda de un estereoscopio (Meiji, Japon) con platina térmica incorporada a 37°C (Minitube HT 50, Alemania): categoría A: calidad buena; categoría B: calidad intermedia; categoría C: rechazados. Los ovocitos de tipo A y B fueron seleccionados como aptos para la maduración con hCG.

2.2 Cultivo *in vitro*

Los ovocitos colectados fueron de (n=1704) y distribuidos para ser cultivados en 4 tratamientos de acuerdo a su condición corporal (1,5, 2 y 3): **Tratamiento 1** - Medio de maduración más 0 hCG UI/mL; **Tratamiento 2** - Medio de maduración más 5 hCG UI/mL; **Tratamiento 3** - Medio de maduración más 10 hCG UI/mL y **Tratamiento 4** - Medio de maduración más 15 hCG UI/mL. Los ovocitos aptos luego de la recuperación y evaluación fueron cultivados en grupos de 10 por gota y llevados a la maduración en una incubadora de CO₂ (MMM Group, Alemania) a 38 °C, 5% de CO₂, y 90% de humedad relativa por 24 h.

2.3 Evaluación nuclear del ovocito

Los ovocitos después de 24 horas de maduración fueron evaluados según la metodología de [4] y los seleccionados se transfirieron a viales de 0.5 mL con contenido de fosfato buffer salino (PBS), inmediatamente fueron vortezados a 2500 g por 5 minutos (Iso Lab Laborgerate GmbH), con la finalidad de retirar las capas de los cúmulos del ovocito para ser lavados. Posteriormente los ovocitos se colocaron en viales con contenido de solución fijadora compuesta por ácido acético / etanol (1: 3) por 48 h. La fijación de ovocitos se realizó según técnica descrita por [2], a continuación se realizó la tinción por capilaridad con una gota de Lacmoid al 2%. Los ovocitos se pipetearon y se colocaron sobre láminas portaobjetos (5 a 10 ovocitos), luego cubiertos con cubreobjetos que previamente fueron colocados en las esquinas con pegamento de barra. Luego de 10 a 20 min aproximadamente de la tinción se evaluó utilizando microscopio a 40x (ZEISS, Alemania). Las evaluaciones de los ovocitos fueron clasificados como vesícula germinal (VG), vesícula germinal rota (VGBD), metafase I (MI), metafase II (MII) y degenerados (D).

2.4 Condición corporal

Se utilizó la escala de evaluación de Ferguson, por medio de la observación de las vértebras desde la parte posterior del animal, el aspecto del hueso pélvico, aspecto lateral de la línea entre las caderas, aspecto posterior y lateral de la cavidad entre la cola y la tuberosidad isquiática utilizando una escala del 1 al 5 [5].

3 Resultados

En la evaluación de la maduración *in vitro* de ovocitos después de 24 horas y suplementados con 0, 5, 10 y 15 UI/mL de Gonadotropina Coriónica Humana y la condición corporal de 1.5, 2 y 3 en vacas criollas, se observó que existe asociación ($P < 0.05$), aplicando la prueba estadística de Chi Cuadrado de Pearson. De acuerdo a la tabla 1, mediante la técnica de aspiración folicular se obtuvo 1704 ovocitos estimándose un promedio de 2.25 ovocitos de 759 ovarios. También se observa que en las vacas con condición corporal 1.5 tuvo 890 ovocitos de 433 ovarios, lo que hace un promedio de 2.06 ovocitos/ovario. Las vacas de condición corporal 2 se obtuvo 729 ovocitos de 295 ovarios lo que hace que tenga un promedio de 2.47 ovocitos/ovario y finalmente las vacas de condición corporal 3 tienen 85 ovocitos de 31 ovarios lo que indica que en promedio tendrán 2.74 ovocitos/ovario.

Tabla 1. Número de ovocitos, calidad que fueron recuperados, según condición corporal

Con- dición corporal	Ovarios N	Ovocitos recuperados			por	Calidad (%)		
		Total	Por ovario	Viables ovario ¹		A	B	C
						Buena	Intermedia	Rechazada
1.5	433	890	2.06	1,36	23.37	42.58	34.05	
2	295	729	2,47	1,56	19.20	44.03	36.77	
3	31	85	2.74	1.90	21.18	48.24	30.58	
Total	759	1704	2.25	1.46	21.48	43.49	35.03	

¹ Ovocitos de categoría A y B considerados aptos para maduración *in vitro*

Respecto a la condición corporal 1.5 se obtuvo ovocitos de calidad buena (A) 23.37%, calidad intermedia (B) 42.58% y calidad rechazada (C) 34.05%. Respecto a la condición corporal 2 se obtuvo ovocitos de calidad buena (A) 19.20%, calidad intermedia (B) 44.03% y calidad rechazada (C) 36.77%. En los vacunos con condición corporal 3 se obtuvo ovocitos de calidad buena (A) 21.18%, calidad intermedia (B) 48.24% y calidad rechazada (C) 30.58%.

En Las concentraciones de Gonadotropina Coriónica Humana (hCG) de 0, 5, 10, 15 UI/ml existe asociación ($P < 0.05$) con la condiciones corporales (1.5 , 2, 3) en las vacas criollas luego de la maduración de ovocitos en estado fuertemente madurado más medianamente madurado hasta metafase II.

Tabla 2. Estadios de maduración (%) de acuerdo a la condición corporal y las concentraciones de hCG en ovocitos de vacas criollas.

CC	[] hCG UI/mL	VG	VGBD	MI	MII	D
1.5	0	11.11	22.22	33.33	27.78	5.56
	5	21.74	41.30	19.57	2.174	15.22
	10	4.88	56.10	19.51	14.63	4.88
	15	16.67	33.33	16.67	8.33	25.00
2	0	11.11	44.44	38.89	0	5.56
	5	0	55.60	22.20	7.41	14.80
	10	16.67	55.56	11.11	8.33	8.33
	15	40.63	34.38	15.63	9.38	40.63
3	0	0	0	100	0	0
	5	0	50	0	0	50
	10	100	0	0	0	0
	15	11.11	33.33	22.22	11.11	22.22

4 Discusiones y Conclusiones

4.1 Evaluación de la maduración in vitro de ovocitos suplementados con hCG y la condición corporal en vacas criollas

En una investigación se demostró que la adición de gonadotropinas al medio de cultivo permite un mayor porcentaje de maduración nuclear que con los tratamientos 1 y 2 que no tenían gonadotropina, siendo el valor máximo de MII (72%) obtenido en 26 a 28 h de cultivo [6]. La tasa de maduración global en presencia de hCG y benzoato de estradiol fue del 79,1 %, y una proporción sustancial 68.8 % de ovocitos parcialmente cubiertos alcanzó el estadio de metafase II. En ausencia de hCG y benzoato de estradiol el porcentaje de ovocitos en metafase II fue mucho menor (48.60 %). También se observa que los ovocitos cultivados sin hormonas mostraron poca expansión del cúmulo, una característica de la maduración del ovocito.[7]

En otra investigación ha demostrado una mejora de las tasas de maduración in vitro de ovocitos porcinos con concentraciones crecientes de hCG [3]. La tasa de maduración de los ovocitos fue del 54.80% con hCG y del 55.90% con LH; en conclusión la hCG o la LH recombinantes son igualmente eficaces para promover la maduración de los ovocitos [8]

4.2 Cuantificación de los ovocitos recuperados por aspiración folicular de ovarios de vacas criollas de matadero

En una investigación se obtuvo un total de 1029 ovocitos recuperados de 212 ovarios de los cuales se obtuvo en promedio 4.85 ovocitos por ovario. A su vez el número de los ovocitos recuperados por ovario entre vacas criollas de condición corporal baja, moderada y alta fueron similares ($P > 0,05$) fue de 4.14, 4.88, 5.46 ovocitos por ovarios respectivamente. Se encontró mayor número de ovocitos viables por ovario aptos para maduración in vitro en vacas de condición corporal alta seguida de moderada y baja ($P < 0,05$). También encontraron mayor ($P < 0,05$) cantidad de ovocitos tipo A en vacas de condición corporal alta seguida de moderada y baja [9]

Se realizó la aspiración de ovocitos de vacas criollas en Apurímac encontrándose 4.26 ovocitos por ovario ($P > 0.05$), así como 2.08 ovocitos de calidad buena por ovario ($P > 0.05$) [10]. En otro trabajo de investigación se obtuvo un promedio de recuperación de 6.11 ovocitos por ovario, de los cuales el 26.13% fueron categoría A, el 21.72% categoría B, el 47.30% categoría C y el 4.85% categoría D [11].

También se hizo la toma de muestras en el matadero de Yerbateros en vacas criollas recién beneficiadas donde obtuvieron por aspiración folicular 1653 ovocitos de 166 ovarios, lo que produjo una cifra media de 10.26 folículos por ovario. En total se recuperaron 1,228 ovocitos, lo que equivale a 72.66 % respecto del número de folículos ováricos aspirados [12]. La mayoría de estas investigaciones indican que son superiores en número a los resultados encontrados en el presente trabajo, debido a que tienen diferentes procedencias, las estaciones del año son diversas, también la condición corporal de los animales y la nutrición. La menor cantidad de ovocitos de buena calidad por ovario, es posible que se deba a la baja calidad nutritiva de la dieta animal [13], ya que los animales en estudio proviene de zonas de pastoreo pobres en calidad nutritiva, cantidad y sobre pastoreo.

4.3 Calidad de ovocitos recuperados de ovarios de vacas criollas de acuerdo a la condición corporal.

Respecto a la condición corporal 1.5 se obtuvo calidad buena de ovocitos (A) 23.37%, calidad intermedia (B) 42.58% y calidad rechazada (C) 34.05%. Respecto a la condición corporal 2 se obtuvo calidad buena de ovocitos (A) 19.20%, calidad intermedia (B) 44.03% y calidad rechazada (C) 36.77%. Según Tinco [9], obtuvo los siguientes resultados calidad buena (A) 46,36%, calidad intermedia (B) 34.91% y calidad rechazada (C) 18.72%. Esta diferencia es por que los periodos de ejecución de los trabajos de investigación así como el número de animales beneficiados son diferentes.

En los vacunos con condición corporal 3 se obtuvo calidad buena de ovocitos (A) 21.18%, calidad intermedia (B) 48.24% y calidad rechazada (C) 30.58%. Según Tinco [9], obtuvo los siguientes resultados calidad buena (A) 59.50%, calidad intermedia (B) 31.74% y calidad rechazada (C) 8.76%. Con estos resultados claramente se puede ver que, tomó muestras de vacas criollas de condición corporal buenas en comparación de nuestro trabajo de investigación. Otros investigadores demostraron que el efecto del nivel de alimentación sobre la calidad de los ovocitos depende de la condición corporal del animal, siendo el alto nivel de alimentación beneficioso para los ovocitos de animales de baja condición corporal pero perjudicial para los ovocitos de animales de condición corporal moderadamente alta [14]

En otro trabajo de investigación recolectaron ovocitos de vacas de diferentes condiciones corporales faenados en un matadero encontrándose que en vacas en condición corporal alta, el 79% de sus ovocitos fueron de calidad, en contraste las vacas con condición corporal baja tuvieron bajo rendimiento en el número de ovocitos colectados, lo cual estuvo relacionado con el nivel de energía de la dieta [11].

4.4 Efecto de las concentraciones de hCG en la maduración *in vitro* en metafase II según condición corporal en vacas criollas

Respecto a la asociación en vacas de CC 3 y las concentraciones de hCG, se observa que hay asociación estadística entre las dos variables ($P < 0.05$), por lo tanto usar hCG para la maduración es recomendable en especial si las vacas tienen condición corporal favorable, en contraste los de CC 1.5 y 2 no presentaron maduración adecuada esto debido probablemente a la condición corporal que influye en la calidad del ovocito.

Este resultado es corroborado por Ruiz [12], donde permiten sugerir que el nivel de alimentación afecta a la calidad de los ovocitos, especialmente los del tipo A, debido a que las restricciones nutricionales, particularmente las del tipo energético, podrían afectar la actividad reproductiva, así como a la concentración de algunos metabolitos como es el caso de la glucosa, los cuales imprimen un efecto negativo sobre la actividad reproductiva [12]. De igual forma, las vacas con condición corporal alta que paren, son capaces de reiniciar su actividad reproductiva después del parto más eficientemente que aquellas vacas que paren con una baja reserva corporal. Es decir, las vacas alimentadas con alto nivel energético presentaron mayores números de ovocitos tipos A [13].

En conclusión las vacas con condición corporal 1.5 se obtuvo un promedio de 2.06 ovocitos/ovario. Las vacas con condición corporal 2 se obtuvo un promedio de 2.47 ovocitos/ovario y finalmente las vacas de condición corporal 3 se obtuvieron en promedio 2.74 ovocitos/ovario.

La calidad de los ovocitos obtenidos de las vacas criollas en el presente trabajo fue calidad buena 21.48% (A), calidad intermedia 43.49% (B), seguido de la calidad rechazada 35.03%(C).

Así mismo existe asociación entre las concentraciones de Gonadotropina Coriónica Humana de 0, 5, 10, 15 UI/mL con las condiciones corporales (1.5, 2, 3) en las vacas criollas luego de la maduración de ovocitos en estado fuertemente madurado, más medianamente madurado hasta metafase II, teniendo mayor efecto en las vacas de CC3.

5 Biografías

Delmer Zea Gonzales, Médico Veterinario y Zootecnista egresado de la Universidad Nacional del Altiplano, Magister becado por el CONCYTEC en Economía Agraria de la Universidad Agraria la Molina; en el ámbito laboral, Jefe de Práctica, luego Docente Auxiliar a tiempo completo y posteriormente Docente Asociado en la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac; pertenezco al Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; gané el “II Concurso de proyectos de investigación básica y aplicada para docentes con financiamiento de fondos de canon minero, 2018”, mi interés es incursionar en la fertilización, producción y transferencia in vitro de embriones en vacas.

6 Referencias

- [1] Y. N. Aquino *et al.*, “Variabilidad genética de bovinos criollos de Perú utilizando marcadores microsatélites”. *Archivos de Zootecnia*, 57(219), 337–340, 2008.
- [2] G. Lorenzo, “Maduración in vitro de oocitos de ganado vacuno”, tesis doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 1992.
- [3] W. Sha *et al.*, Effect of gonadotropins on oocyte maturation in vitro: an animal model. *Fertility and Sterility*, 93(5), 1650–1661, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.03.003>
- [4] F. De Loos, T. Van Beneden y T.A.M. Kruip, “Structural aspects of bovine oocyte maturation in vitro. *Mol Reprod Dev*, 31(3):208–, 1996. <https://doi.org/10.1002/mrd.1080310308>
- [5] J.D. Ferguson *et al.*, Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 77(9):2695–703, 1994 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)
- [6] S. Santos, *et al.*, “Cinética da maturação nuclear in vitro de oócitos bubalinos”. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 39(5), 266–270, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000500009>
- [7] K.P. Xu, *et al.*, “Chronological Changes of Bovine Follicular Oocyte Maturation in Vitro”. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 27(4), 505–519, 1986. <https://doi.org/10.1186/BF03548130>
- [8] J. Hreinsson, *et al.*, Recombinant LH is equally effective as recombinant hCG in promoting oocyte maturation in a clinical in-vitro maturation programme: A randomized study. *Human Reproduction*, 18(10), 2131–2136, 2003. <https://doi.org/10.1093/humrep/deg422>
- [9] J.S. Tinco, U. Quispe y D. Zea “Asociación entre calidad de ovocitos recuperados y condición corporal en vacas criollas”. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(3), 133–138, 2021. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.294>
- [10] O. Gómez, *et al.*, “Técnicas del slicing y aspiración folicular en la eficiencia de la recuperación de ovocitos bovinos criollos post-mortem en el camal”. *Spermova*, 2(1), 38–39, 2012.
- [11] G. Zárate. Comparación de dos métodos de criopreservación de ovocitos bovinos. Tesis de Maestría Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver. Mexico, 2006
- [12] F. Delgado, “Maduración in vitro de ovocitos en metafase II de vacas post mortem a través de la técnica de fijación”. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 134. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3271>, 2019.
- [13] A. Z. Ruiz, *et al.*, “Efecto de la condición corporal y nivel de alimentación sobre la actividad ovárica, involución uterina y expresión del IGF-I en vacas mestizas durante el posparto”. *Interciencia*, 35(10), 752–758, 2010.
- [14] S. J. Adamiak, *et al.*, “Impact of nutrition on oocyte quality: Cumulative effects of body composition and diet leading to hyperinsulinemia in cattle”. *Biology of Reproduction*, 73(5), 918–926, 2005. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.105.041483>



In vitro fertilization of alpaca oocytes, post-maturation supplemented with follicle-stimulating hormone and equine chorionic gonadotropin

Fertilización *in vitro* de ovocitos de alpaca, post maduración suplementados con hormona folículo estimulante y gonadotropina coriónica equina

Quispe-Gutiérrez Ulises S.¹, Soncco-Quispe Juan R.² y Aguilar-Paniura Otilia S.³

<https://orcid.org/0000-0002-9039-2276>¹, <https://orcid.org/0000-0001-6505-4630>² y <https://orcid.org/0009-0004-6156-7411>³

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – usquispe@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – jsoncco@unamba.edu.pe

³ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – 121193@unamba.edu.pe

(Recepción: 05/03/2023 - Aceptación 21/06/2023)

Abstract. The objective of this study was to evaluate *in vitro* matured alpaca oocytes, supplemented with different concentrations of follicle stimulating hormone (FSH) and equine chorionic gonadotropin (eCG) and to determine embryonic segmentation, post *in vitro* fertilization. Oocytes were recovered from the ovaries of sacrificed alpacas, those of category A and B were matured *in vitro* for 36 h in TCM-199 medium, supplemented with hormones distributed in treatments (T), being T1: FSH (0.05 UI mL⁻¹) + eCG (40 UI mL⁻¹) and T2: FSH (0.1 UI mL⁻¹) + eCG (40 UI mL⁻¹), then fertilized and cultured *in vitro* for up to two days. The number of oocytes in metaphase II was similar ($P > 0.05$) between T1 and T2 (62.9 ± 6.8 vs $66.3 \pm 5.7\%$). The embryonic segmentation rate was similar ($P > 0.05$) between T1 and T2 (47.4 ± 4.9 vs $53.9 \pm 8.3\%$). In conclusion, the supplementation of FSH plus eCG, in the concentrations of this study, present similar rates of oocyte maturation *in vitro* and embryonic cleavage in alpacas.

Keywords: Oocyte, *Lama pacos*, camelid.

Resumen. El objetivo de este estudio fue evaluar los ovocitos de alpaca madurados *in vitro*, con suplemento de diferentes concentraciones de hormona folículo estimulante (FSH) y gonadotropina coriónica equina (eCG) y determinar la segmentación embrionaria, post fertilización *in vitro*. Se recuperaron ovocitos de ovarios de alpacas sacrificadas, los de categoría A y B se maduraron *in vitro* durante 36 h en medio TCM-199, suplementado con hormonas distribuidos en tratamientos (T), siendo T1: FSH (0.05 UI mL⁻¹) + eCG (40 UI mL⁻¹) y T2: FSH (0.1 UI mL⁻¹) + eCG (40 UI mL⁻¹), luego fertilizados y cultivados *in vitro* hasta dos días. La cantidad de ovocitos en metafase II fue similar ($P > 0.05$) entre T1 y T2 (62.9 ± 6.8 vs $66.3 \pm 5.7\%$). La tasa de segmentación embrionaria fue similar ($P > 0.05$) entre T1 y T2 (47.4 ± 4.9 vs $53.9 \pm 8.3\%$). En conclusión, la suplementación de FSH más eCG, en las concentraciones de este estudio, presentan similares tasas de maduración de ovocitos *in vitro* y segmentación embrionaria en alpacas.

Palabras clave: Oocito, *Lama pacos*, camélido.

1 Introducción

La producción de embriones *in vitro* (PIVE) de los animales orientado a la investigación y comercio, en los últimos años, está en crecimiento. La PIVE comprende la maduración, fertilización *in vitro* de ovocitos y cultivo de embriones. La calidad genética, entre otros factores, está relacionada directamente con la fertilidad, que cada vez es más afectada [1]. La biotecnología reproductiva de PIVE, como una alternativa para obtener animales de alto valor genético en menor tiempo; aún



no es eficiente en camélidos, avanza lentamente frente a otras especies [2]. Uno de los factores que afecta esta tecnología son los medios de maduración de ovocitos, fertilización y cultivo de embriones *in vitro* que aún están en etapas iniciales de estudio. Las tasas de maduración *in vitro* de ovocitos son menores, cuando no se usa gonadotropinas como suplemento en medio de maduración [3]- [5].

Los medios de cultivo afectan la maduración *in vitro* de ovocitos, fertilización y clivaje de embriones. La suplementación con gonadotropinas en medio de maduración afecta la maduración de ovocitos *in vitro*, por lo que, las gonadotropinas probablemente sean fundamentales en la maduración de ovocitos. La adición combinada de FSH y eCG a los medios de cultivo induce mayor maduración nuclear y citoplasmática del ovocito de búfalos, que cuando se FSH o eCG solos [6]. Las hormonas para su mecanismo de acción requieren receptores, se encontraron expresión de mRNA de los receptores del FSH en las células de cúmulos de ovocitos durante la maduración *in vitro* [7]. Por ello, se plantea como hipótesis que el suplemento de FSH más eCG en diferentes concentraciones mejoraría la maduración *in vitro* de ovocitos de alpaca repercutiendo en la segmentación embrionaria. Hay estudios sobre fertilización *in vitro* de ovocitos de alpaca con fines de PIVE; sin embargo, estos estudios no son suficientes. Por tanto, se planteó el presente estudio con la finalidad de evaluar la combinación de FSH y eCG en la maduración *in vitro* de ovocitos de alpaca y la segmentación embrionaria.

2 Método

Colección de ovarios. Los ovarios se obtuvieron de las alpacas postmortem, fueron transportados al laboratorio en un termo a 36 a 37 °C, siguiendo el protocolo por Del Campo et al. [8], estos fueron sumergidos en solución salina (NaCl) al 0.09% suplementados con estreptomycin 100 µg mL⁻¹ y penicilina 100 UI mL⁻¹.

Recuperación de ovocitos. Los ovocitos fueron recuperados por aspiración folicular de folículos de aproximadamente 2 a 6 mm de diámetro, utilizando jeringa de 10 mL con agujas de 21 G, cuyo contenido folicular se colocó a un tubo cónico de 15 mL, el sedimento se colocó a una placa de Petri que contenía solución salina tamponada con fosfato (PBS) suplementada con albúmina de suero bovino (BSA) al 2% y mantenidas a 37 °C.

Evaluación de ovocitos. Los ovocitos se evaluaron utilizando un estereomicroscopio a 2x o 4x con platina térmica a 37 °C, se lavaron en gotas sucesivas de PBS + BSA. Luego los ovocitos fueron clasificados de acuerdo con la descripción previa de Hawk y Wall [9], que clasifica a los ovocitos en tres tipos, categoría A: buena calidad; categoría B: calidad intermedia; categoría C: mala calidad.

Maduración *in vitro* de ovocitos. Los ovocitos de alpaca de categoría A y B se distribuyeron al azar en dos tratamientos. Los ovocitos seleccionados se lavaron en gotas sucesivas con Tissue Culture Medium 199 (TCM-199), luego se transfirieron al medio de maduración compuesto por TCM-199 con HEPES 10 mM, NaHCO₃ 2.0 mM suplementado con suero fetal bovino al 10%, piruvato de sodio 0.2 mM, cisteína 0.6 mM, glutamina 0.25 mM, 10 ng mL⁻¹ EGF; 1 µg mL⁻¹ de 17 β estradiol, 5 µg mL⁻¹ de LH, 0.05 o 0.1 UI mL⁻¹ de FSH más 40 UI mL⁻¹ de eCG, 50 µg mL⁻¹ de gentamicina. Los ovocitos se incubaron en gotas de 80 µL (10 a 20 ovocitos por gota) en placas Petri (30 x 15 mm) cubiertas con aceite mineral durante 36 h a 38.5 °C, con una atmósfera con 5% de CO₂ y alta humedad.

Evaluación de la maduración de ovocitos. La maduración de los ovocitos se evaluó según descrito previamente por Ruiz et al. [10] con ciertas modificaciones. Los ovocitos se retiraron de la incubadora y se colocaron en gotas de PBS y se transfirieron a viales de 0.5 mL. A continuación, las células del cúmulo se eliminaron mediante agitación por 3 min. Los ovocitos se lavaron con gotas de PBS y se colocaron en una solución fijadora compuesta por ácido acético/etanol (1:3; v:v) durante 48 h. La tinción de ovocitos se realizó de acuerdo a la descripción previa de Huanca et al. [11] con algunas modificaciones. Los ovocitos en grupos de 5 a 10 se sumergieron en PBS y se colocaron en portaobjetos y se cubrieron con cubreobjetos. Los ovocitos se tiñeron con orceina al 1% (p:v) en ácido acético al 45% (v:v) y se examinó su estado nuclear en metafase II utilizando un microscopio con un aumento a 400x.

Sobre fertilización *in vitro*. Los ovocitos madurados se fertilizaron *in vitro* con espermatozoides epididimarios, obtenidos mediante cortes de la cola del epidídimo, los que fueron colocados a placas Petri con contenido de Sperm-TALP (2 mM CaCl₂, 3.1 mM KCL, 0.4 mM MgCl₂.6H₂O, 0.3 mM NaH₂PO₄.H₂O, 21.6 mM ácido láctico, 100 mM NaCl, 1 mM piruvato de sodio, 25 mM NaHCO₃, 10 mM HEPES, 0.6% (w/v) BSA Fracción V [12]. La capacitación espermática se completó mediante la técnica Swing-up [13]. Posteriormente, el sedimento final del semen se suspendió con Fert-TALP (2 mM CaCl₂, 3.2 mM KCL, 0.5 mM MgCl₂.6H₂O, 0.4 mM NaH₂PO₄.H₂O, 11 mM ácido láctico, 114 mM NaCl, 0.2 mM piruvato de sodio, 25 mM NaHCO₃, 20 mM penicilamina, 10 mM hipotaurina, 1 mM epinefrina, 0.6 % (p/v) BSA libre de ácidos grasos [12] y 10 µg mL⁻¹ heparina y 50 mg mL⁻¹ de gentamicina, hasta una concentración final de 1.0 x 10⁶ espermatozoides mL⁻¹. Los ovocitos expandidos se lavaron con PBS suplementado con BSA y luego se transfirieron a gotas de 80 µL de Fert-TALP con suspensión de espermatozoides y se cubrieron con aceite de mineral. Los gametos fueron co-incubados a 38.5 °C con una atmósfera con 5% de CO₂ y alta humedad durante 18 h [10].

Cultivo *in vitro* de embriones. Los presuntos cigotos post fertilización *in vitro* fueron desnudados por agitación durante 3 min, lavados SOFm-Hepes y luego cultivados en grupos de 20-30 en 80 µL de medio SOFaa suplementado con 10% de SFB, 1 mM L-glutamina, 10% de insulina y 50 mg mL⁻¹ de gentamicina [14], cultivados en las mismas condiciones de incubadora de CO₂ descritos para la fertilización *in vitro*. La segmentación embrionaria se evaluó el día 2 del cultivo *in vitro*.

2.1 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico InfoStat (2020e). Se comprobó la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas con Levene, se transformaron los datos a valores angulares cuando fueron necesarios. Para el modelo estadístico, se consideró como variable independiente a las concentraciones de FSH más eCG, siendo las variables de respuesta el porcentaje de maduración de ovocitos y el porcentaje de segmentación embrionaria. Se realizó el análisis de varianza. Se consideró que hubo diferencia cuando $P \leq 0.05$.

3 Resultados

Sobre la Maduración *in vitro* de ovocitos de alpaca, los resultados se muestran en la Tabla 1. En la maduración de ovocitos de alpaca *in vitro*, utilizando gonadotropinas FSH y eCG, se encontró similar ($P > 0.05$) cantidad de ovocitos en metafase II con el tratamiento de 0.1 UI mL⁻¹ de FSH en combinación con 40 UI mL⁻¹ de eCG y el tratamiento 0.05 UI mL⁻¹ de FSH sola ($P \leq 0.05$).

Tabla 1. Promedio de porcentaje (\pm desviación estándar) de maduración nuclear de ovocitos de alpaca madurados *in vitro* suplementados con diferentes concentraciones de FSH y eCG ($P > 0.05$).

Tratamiento	Réplicas	Ovocitos (n)	Maduración nuclear (n; media \pm DS)	
			MII	
FSH (0.05 UI mL ⁻¹) + eCG (40 UI mL ⁻¹)	6	190	117 (62.9 \pm 6.8)	
FSH (0.1 UI mL ⁻¹) + eCG (40 UI mL ⁻¹)	6	177	117	6.3 \pm 5.69

En la segmentación embrionaria post fertilización *in vitro*, los resultados de la segmentación de presuntos cigotos después de la fertilización *in vitro* de ovocitos de alpaca, se muestran en la Tabla 2. La tasa de segmentación embrionaria fue similar ($P > 0.05$) entre el tratamiento de 0.05 UI mL⁻¹ de FSH más 40 UI mL⁻¹ de eCG versus tratamiento 0.1 UI mL⁻¹ de FSH más 40 UI mL⁻¹ de eCG.

Tabla 2. Promedio (\pm desviación estándar) de segmentación de presuntos cigotos después de la fertilización *in vitro* de ovocitos de alpaca ($P > 0.05$).

Tratamiento	Réplicas	Presuntos cigotos	Segmentados (n)	Tasa de segmentación (% \pm DS)
FSH (0.05 UI mL ⁻¹) + eCG (40 UI mL ⁻¹)	5	196	95	47.4 \pm 4.9
FSH (0.1 UI mL ⁻¹) + eCG (40 UI mL ⁻¹)	5	180	92	117.9 \pm 8.3

4 Discusiones Conclusiones

Los resultados del presente estudio muestran que las combinaciones 40 UI mL⁻¹ de eCG con 0.05 o 0.1 UI mL⁻¹ de FSH presentan similar porcentaje de maduración de ovocitos en MII. Resultados similares se muestran en estudios previos utilizando diferentes concentraciones de FSH en alpacas [15], [16]. La suplementación con FSH mejora la maduración *in vitro* de ovocitos de cabra y produce ovocitos maduros para fertilización *in vitro* [17]. Este efecto positivo de la FSH se atribuiría al incremento de la expresión de mRNA de los receptores del FSH en las células cúmulos del ovocito, como se informó cuando se adicionó FSH en medio de maduración *in vitro* de ovocitos yak (*Bos grunniens*) [7]. Por otro lado, los dos tratamientos de gonadotropinas con diferentes concentraciones de FSH más eCG realizados en el presente estudio, no muestran diferencias significativas, probablemente no habría sinergismo entre las dos hormonas; aunque, otro estudio informa que la combinación de FSH y eCG aumentó el porcentaje de maduración *in vitro* de ovocitos de búfalos en contraste con usar solo FSH o eCG [6], dado que la eCG tiene actividad como FSH y LH en especies distintas a la equina, se une a los receptores de FSH [18]. Estas diferencias podrían atribuirse a las varias concentraciones de las gonadotropinas usadas en cada estudio. Por consiguiente, queda realizar más investigaciones utilizando diferentes concentraciones de gonadotropinas en la maduración *in vitro* de ovocitos de alpaca. La tasa de segmentación encontrada en el presente estudio, para las diferentes concentraciones de FSH y eCG utilizadas en medio de maduración *in vitro*, fueron similares. Estos resultados son respaldados por estudios en alpaca, donde encontraron 46.2% [19], 45.2 y 42.1% [20] de tasas de división embrionaria. Inclusive hay reportes de tasa de clivaje más altos en alpacas 66.6% [21], 79.3% [10]. En estos estudios utilizaron FSH en medio de maduración, pero no usaron eCG. En general, las gonadotropinas adicionadas al medio de maduración *in vitro* de ovocitos posiblemente estarían involucradas en las expresiones de mRNA de los receptores de FSH y LH, sin embargo, los efectos en la fecundación *in vitro* de ovocitos y el desarrollo embrionario temprano no están claros; por tanto, el uso de la eCG adicional a la FSH todavía es controversial, por lo que requiere más estudios.

Se concluye que la suplementación de FSH más eCG, en las concentraciones de este estudio, alcanzan similares tasas de maduración de ovocitos *in vitro* y segmentación embrionaria en alpacas.

5 Biografías

Los dos primeros autores son profesores de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, adscritos al Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia, involucrados en temas de reproducción animal, la tercera autora es egresada de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

6 Agradecimientos

Se agradece por el financiamiento del presente estudio al: Segundo concurso de proyectos de investigación básica y aplicada para docentes con financiamiento de fondos del canon minero, 2018 de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

7 Referencias

- [1] T. Huanca, "Efecto de la administración de gonadotropinas exógenas (FSH y eCG en la respuesta ovárica y la producción de embriones en alpacas (vicugna pacos)," Universidad de Santiago de Compostela, 2008.
- [2] A. Tibary, A. Anouassi, and H. Khatir, "Update on reproductive biotechnologies in small ruminants and camelids," *Theriogenology*, vol. 64, no. 3, pp. 618–638, Aug. 2005, doi: [10.1016/j.theriogenology.2005.05.016](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.05.016)
- [3] X. Wang, T. Tsai, J. Qiao, Z. Zhang, and H. L. Feng, "Impact of gonadotropins on oocyte maturation, fertilisation and developmental competence in vitro," *Reprod. Fertil. Dev.*, vol. 26, pp. 752–757, 2013, doi: [10.1071/RD13024](https://doi.org/10.1071/RD13024)
- [4] R. Salgado, Ó. Vergara, and L. Ramírez, "Effect of gonadotropins on the maturation and embryo development of bovine oocytes cultured in vitro," *Rev. MVZ Córdoba*, vol. 15, no. 1, pp. 1954–1960, 2010. <https://doi.org/10.21897/rmvz.333>
- [5] C. Galli and R. M. Moor, "Gonadotrophin Requirements for the In Vitro Maturation of Sheep and Their Subsequent Embryonic Development," *Theriogenology*, vol. 36, no. 6, pp. 1083–1093, 1991. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(91\)90356-1](https://doi.org/10.1016/0093-691X(91)90356-1)
- [6] A. Khadr, A. Abdou, A. El-Sherbiny, and A. Abdoon, "Effect of Culture Media, Gonadotropins, Proteins, Growth Factors and Hyaluronic Acid on In-Vitro Maturation of Buffalo Oocytes," *J. Anim. Poult. Prod.*, vol. 13, no. 7, pp. 91–97, 2022, doi: [10.21608/jappmu.2022.145223.1043](https://doi.org/10.21608/jappmu.2022.145223.1043)
- [7] X. Xiao *et al.*, "Effect of addition of FSH , LH and proteasome inhibitor MG132 to in vitro maturation medium on the developmental competence of yak (Bos grunniens) oocytes," pp. 1–7, 2014. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-12-30>
- [8] M. Del Campo, C. Del Campo, M. Donoso, M. Berland, and R. Mapletoft, "In vitro fertilization and development of llama (Lama glama) oocytes using epididymal spermatozoa and oviductal cell co-culture," *Theriogenology*, vol. 41, no. 6, pp. 1219–1229, Jan. 1994, doi: [10.1016/0093-691X\(94\)90479-3](https://doi.org/10.1016/0093-691X(94)90479-3)
- [9] H. W. Hawk and R. J. Wall, "Improved yields of bovine blastocysts from in vitro produced oocytes . I. selection of oocyte and zygotes," *Theriogenology*, vol. 41, no. 8, pp. 1571–1583, 1994. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(94\)90822-Z](https://doi.org/10.1016/0093-691X(94)90822-Z)
- [10] J. Ruiz *et al.*, "Effect of oocyte maturation time, sperm selection method and oxygen tension on in vitro embryo development in alpacas," *Theriogenology*, vol. 95, pp. 127–132, 2017, doi: [10.1016/j.theriogenology.2017.03.006](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.03.006)
- [11] W. Huanca L., R. Condori P., M. Chileno M., P. García H., J. Cainzo C., and J. J. Becerra G., "Evaluación de cuatro tiempos de cultivo sobre la tasa de maduración y división posfecundación in vitro de ovocitos de alpaca," *Rev. Investig. Vet. del Peru*, vol. 25, no. 4, pp. 468–476, 2014, doi: [10.15381/rivep.v25i4.10782](https://doi.org/10.15381/rivep.v25i4.10782)
- [12] B. D. Bavister and Yanagimachi, "The effects of sperm extracts and energy sources on the motility and acrosome reaction of hamster spermatozoa in vitro.," *Biol. Reprod.*, vol. 16, no. 2, pp. 228–237, 1977, doi: [10.1095/biolreprod16.2.228](https://doi.org/10.1095/biolreprod16.2.228)
- [13] M. Shamsuddin, H. Rodriguez-Martinez, and B. Larsson, "Fertilizing capacity of bovine spermatozoa: Selected after swim-up in hyaluronic acid-containing medium," *Reprod. Fertil. Dev.*, vol. 5, no. 3, pp. 307–315, 1993, doi: [10.1071/RD9930307](https://doi.org/10.1071/RD9930307)
- [14] L. Landeo *et al.*, "Oocyte Quality , In Vitro Fertilization and Embryo Development of Alpaca Oocytes Collected by Ultrasound-Guided Follicular Aspiration or from Slaughterhouse Ovaries," 2022. <https://doi.org/10.3390/ani12091102>
- [15] R. L. Condori *et al.*, "Effect of follicle-stimulating hormone addition on in vitro maturation and cleavage of alpaca (Vicugna pacos) embryos," *Reprod. Fertil. Dev.*, vol. 23, no. 1, p. 224, 2010. <https://doi.org/10.1071/RDv23n1Ab252>
- [16] W. Huanca *et al.*, "In vitro maturation and in vitro fertilization of alpaca (Vicugna pacos) oocytes: effect of time of incubation on nuclear maturation and cleavage," *Reprod. Fertil. Dev.*, vol. 22, no. 1, p. 327, 2010, doi: [10.15381/rivep.v25i4.10782](https://doi.org/10.15381/rivep.v25i4.10782)
- [17] D. T. Widayati and M. Pangestu, "Effect of follicle-stimulating hormone on Bligon goat oocyte maturation and embryonic development post in vitro fertilization," vol. 13, pp. 2443–2446, 2020. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2443-2446>
- [18] B. D. Murphy and S. D. Martinuk, "Equine Chorionic Gonadotropin," *Endocr. Rev.*, vol. 12, no. 1, pp. 27–44, 1991, doi: [10.1210/edrv-12-1-27](https://doi.org/10.1210/edrv-12-1-27)
- [19] I. Arriaga C, W. Huanca L, M. Terreros C, J. J. Becerra G, P. García H, and A. Ampuero B, "Efecto de Temperatura y Tiempo de Almacenamiento de Ovarios de Alpacas sobre la Tasa de Maduración y división in vitro de Ovocitos," *Rev. Investig. Vet. del Perú*, vol. 25, no. 4, pp. 477–486, 2014, doi: [10.15381/rivep.v25i4.10783](https://doi.org/10.15381/rivep.v25i4.10783)
- [20] W. Huanca *et al.*, "In vivo maturation and in vitro fertilization of alpaca oocytes," *Reprod. Fertil. Dev.*, vol. 23, no. 1, pp. 204–205, 2010. <https://doi.org/10.1071/RDv23n1Ab211>

- [21] J. Ruiz, L. Landeo, J. Mendoza, J. Correa, M. Silva, and M. H. Ratto, "In vitro developmental competence of alpaca (*Vicugna pacos*) and llama (*Lama glama*) oocytes after parthenogenetic activation," *Small Rumin. Res.*, vol. 133, pp. 148–152, 2015, doi: 10.1016/j.smallrumres.2015.08.014. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.08.014>



Technological characteristics of the wool of creole sheep (*Ovis aries*) from some Lambrama communities, to optimize their productivity

Características tecnológicas de la lana del ovino criollo (*Ovis aries*) en algunas comunidades de Lambrama, para optimizar su productividad

Machaca-Machaca Virgilio¹, Cano-Fuentes Víctor², Paucara-Ocsa Valeriano³ y Buztinza-Choque Victor⁴

<https://orcid.org/0000-0002-5494-6024>¹, <https://orcid.org/0000-0002-0046-0467>², <https://orcid.org/0000-0003-2462-6326>³ y <https://orcid.org/0000-0003-4112-8812>⁴

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – vmachaca@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – vcano@unamba.edu.pe

³ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – vpaucara@unamba.edu.pe

⁴ Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú – vicbust556@gmail.com

(Recepción: 25/05/2023- Aceptación 26/06/2023)

Abstract . The present research work has been carried out with the objective of determining the technological characteristics of the wool of Creole sheep (*Ovis aries*) in some communities of the Lambrama district to optimize their productivity in the province of Abancay de la Apurímac region. The population was 192 animals, 68 2D sheep (34 males and 34 females), 68 4D sheep (34 males and 34 females) and 56 6D sheep (28 males and 28 females). We have worked with the OFDA 2000 team. For the mean diameter of the wool and the coefficient of variability, a significant difference was found for sex, the female had better fineness than the male and body regions, but not for the group age-river and community. Likewise, the comfort factor was found to be significant for sex, age group, body regions and community, where the male had less comfort compared to the female, for the age group the animals with two teeth had greater comfort compared to the animals with six teeth. Likewise, for the itch factor, the male had more itching compared to the females, for the body region where the body region of the belly was found to be more itchy. On the other hand, for yarn fineness, it did not have a varied behavior for sex, age, body region and community. as age advances, the diameter of the wool thickens, so age influences the fineness of the fleece, with respect to the body regions of the fleece sampling, a better fineness of the wool was found in the VC and the best factor of comfort in animals with two teeth and females with values of 82.80 ± 5.80 and 81.37 ± 7.11 % respectively. which the central fleece is the area indicated for the sampling of the animals, on the other hand the highest itching factor has been found in the region of the belly with $21.30 \pm 9.81\%$, finally for the Cruzpata community it has the best fineness and factor of comfort and less itching factor compared to the other community.

Keywords: sheep, wool, fleece, itch factor and yarn fineness.

Resumen El presente trabajo de investigación se ha realizado, con el objetivo de determinar las características tecnológicas de la lana del ovino criollo (*Ovis aries*) en algunas comunidades del distrito de Lambrama para optimizar su productividad de la provincia de Abancay de la región de Apurímac. La población fue de 192 animales, 68 ovinos 2D (34 machos y 34 hembras) 68 ovinos 4D (34 machos y 34 hembras) y 56 ovinos 6D (28 machos y 28 hembras). Se ha trabajado con el equipo OFDA 2000. Para el diámetro medio de la lana y el coeficiente de variabilidad se encontró diferencia significativa para el sexo, la hembra tuvo mejor finura que el macho y regiones corporales, pero no para el grupo etario y comunidad. Asimismo el factor de confort se encontró significancia para sexo, grupo etario regiones corporales y comunidad, donde el macho tuvo menor confort respecto a la hembra, para el grupo etario los animales con dos dientes tuvieron mayor confort frente a los animales seis dientes. Así mismo, para el factor de picazón, el macho tuvo mayor picazón respecto a las hembras, para la región corporal en donde la región corporal de la barriga se encontró mayor picazón. Por otro lado, para finura al hilado, no tuvo un comportamiento variado para el sexo, edad, región corporal y comunidad. a medida que avanza la edad va engrosando el diámetro de la lana, por lo que la edad influye en la finura del vellón, respecto a las regiones corporales de muestreo del vellón se encontró una mejor finura de la lana en el VC y el mejor factor de confort en animales con dos dientes y las hembras con valores de 82.80 ± 5.80 y 81.37 ± 7.11 % respectivamente. lo cual el vellón central es la zona indicada para el muestreo de los animales, por otro

lado el mayor factor de picazón se ha encontrado en la región de la barriga con $21.30 \pm 9.81\%$, finalmente para la comunidad Cruzpata tiene la mejor finura y factor de confort y menor factor de picazón respecto a la otra comunidad.

Palabras Clave: ovinos, lana, vellón, factor de picazón y finura al hilado.

1. Introducción

La región de Apurímac tiene 469,770 ovinos criollos [1], estos animales se encuentran más en la puna seca de la región de Apurímac, en la actualidad no recibe asistencia adecuada por parte del estado e instituciones privadas, y se encuentran abandonados. Asimismo, existe muy poca información sobre las características tecnológicas en ovinos criollos, esta población ovina actualmente se encuentra junto con los vacunos y camélidos sudamericanos [2]. La lana se define como fibra de origen animal que constituye la cubierta protectora de los ovinos, la “lana” es comúnmente producidas por diferentes razas de ovejas y otras especies animales. La lana bajo el microscopio, la superficie de la fibra de lana se ve como una sólida capa protectora de escamas donde están ordenadas, como si fuera el tronco de una palmera [3]. Su cutícula es muy resistente a los agentes físicos y químicos. Están firmemente adheridos a la corteza. Todos los caracteres de las escamas dan a la “hebra de lana” una notable aptitud para el “fieltrado”. El vellón está constituido por un número considerable de fibras cuyas características son muy diferentes. La finura de la hebra es la pequeñez de su diámetro. Combinada con otras cualidades como la longitud y la ondulación constituye el valor de la lana y proporciona a los tejidos ligereza, flexibilidad y resistencia [4]. La lana tiene usos diversos, asimismo contribuye a la protección de varios rasgos genéticos. La lana es una fibra de proteína que tiene escamas y ondulaciones que facilitan el hilado porque las fibras se entrelazan entre sí en lugar de deslizarse sueltas una contra la otra. Las fibras de lana también son elásticas, lo que significa que los tejidos de lana conservan su forma durante la vida útil de una prenda [5]. Lana se utiliza en la confección de la mayoría de las prendas de lana, como suéteres, calcetines, sogas, ponchos etc. en la región Apurímac, asimismo, la producción de los ovinos se realiza principalmente bajo el sistema de pastoreo, extensivo. Este sector pecuario, solo es de autosuficiencia, para la población en la región Apurímac. La media del diámetro de lana es una característica principal e importante en la evaluación y categorización de fibras de origen animal, ya que este es un carácter principal para la evaluación en la industria textil. El rizado es una característica que determinará la menor o mayor calidad de la fibra a ser procesada. Los ovinos criollos, a menudo tienen un doble recubrimiento con una fibra de lana exterior fuerte y una lana interior muy suave, que se pueden separar y utilizar para diferentes propósitos, Las fibras de lana también son elásticas, lo que significa que los tejidos de lana conservan su forma durante la vida útil de una prenda [6].



Fig. 1. Población de ovinos criollos de las comunidades de Apurímac

2. Método

Localización, animales y registros. Se realizó en algunas comunidades del distrito de Lambrama (Siusay y Cruz pata) de la región de Apurímac, está ubicado a una altitud a más de 3.820 m s. n. m., la geografía con características propias como topografía con pendientes suaves y fuertes, presentan condiciones micro climáticas favorables para el desarrollo de la actividad agrícola semiintensiva y pecuaria tiene una superficie de 521,62 km² y las temperaturas varían entre -5°C hasta 18°C y con una precipitación pluvial promedio de 752.4 mm/año.

Técnicas e instrumentos. Se ha muestreado una población de 192 ovinos criollos, de acuerdo a la edad y sexo, clínicamente sanas; de la siguiente manera 68 ovinos 2D (34 machos y 34 hembras) 68 ovinos 4D (34 machos y 34 hembras) y 56 ovinos 6D (28 machos y 28 hembras) el muestreo fue no probabilístico. Pertenecientes a las comunidades de Siusay y Cruz pata pertenecientes a la región de Apurímac, El muestreo se realizó por las mañanas debido a que los animales salen a ingerir sus alimentos desde tempranas horas, primero se identificó al animal, luego se sujetó con la ayuda de los propietarios, esta actividad se realizó previo boqueo de los animales para identificar la edad, para el corte de la lana, se utilizó una tijera curva y se empezando del cuello, vellón anterior, vellón central, vellón posterior, miembro posterior, barriga y miembro anterior una cantidad de 10g.[7] se consideró las siete regiones corporales se buscó el inicio de la lana, luego se prosiguió a separar y seguidamente a cortar la lana. en seguida la misma muestra se rotuló con las características del animal en una bolsa de polietileno, para el rotulado se usó una tinta indeleble consignando datos como: edad, sexo y regiones corporales, las muestras fueron llevados al Laboratorio de fibras y lanas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco u fueron analizados con el equipo OFDA 2000.

Para las características tecnológicas de la lana de ovinos criollos:

Diseño experimental. El análisis estadístico de todos los datos se realizó mediante ANOVA, para la interpretación de resultados se utilizó las medidas de tendencia central considerando el sexo, edad del animal, sitios de muestreo y comunidad con el siguiente modelo: $X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_{ij} + \epsilon_{ijk}$; y para las características tecnológicas se ha utilizado un factorial conducido dentro de un diseño completo al azar, considerando el sexo, la edad del animal, regiones corporales de muestreo y comunidad. Luego los análisis se han realizado con el paquete estadístico R versión 3.1.1 [8].

3. Resultados

- Según factor sexo

El diámetro de la lana de ovino criollo, presentaron diferencia significativa ($p < 0.001$) para DM, CV, FC, FP, y FH entre machos y hembras, siendo ligeramente más finas en hembras con un diámetro promedio total de $24.97 \pm 1.59 \mu\text{m}$. y en machos alcanzó los $25.41 \pm 1.76 \mu\text{m}$. respecto al coeficiente de variación los machos tuvieron menor coeficiente de variabilidad, asimismo, el factor de confort los machos tuvieron menor mejor confort respecto a la hembra, sin embargo para el factor de picazón las hembra tuvieron mayor factor de picazón, y finalmente para finura al hilado se encontró una ligera diferencia para las hembras

Tabla 1. Media±desviación estándar de las características tecnológicas de la lana del ovino criollo según sexo.

Variabes	n	DM±DE(μm)	CV±DE(%)	FC±DE(%)	FP±DE(%)	FH±DE(μm)
Sexo		***	***	***	***	*
Hembra	672	25.02±1.59 ^a	28.58±2.58 ^a	81.37±7.11 ^a	18.63±6.80 ^a	25.51±1.74 ^a
Macho	672	25.91±1.76 ^b	27.23±2.63 ^b	79.09±8.19 ^b	20.89±8.23 ^b	25.77±2.10 ^b

DM: diámetro de la lana; CV: coeficiente de variabilidad; FC: factor de confort; FP: factor de picazón; FH: finura al hilado; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; e.e.: error estándar, ns: no significativo

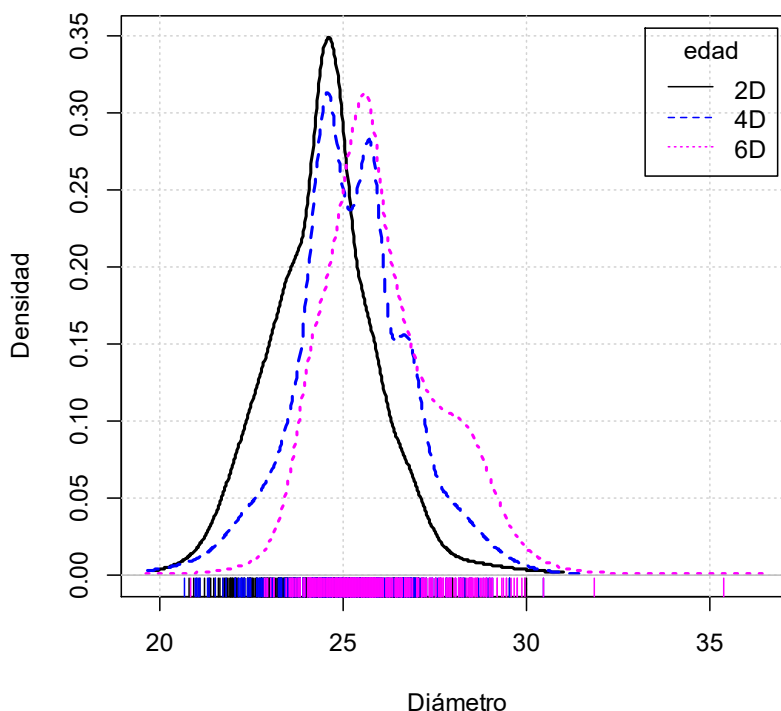


Fig. 2. Diámetro y densidad de los ovinos criollos por edades

• Según el factor edad

Se ha encontrado una diferencia ($p < 0.05$) significativa para el DM, FC, FP y FH, sin embargo no se ha encontrado una diferencia significativa ($p > 0.05$) para CV, respecto el diámetro se encontró una buena finura para los animales de dos dientes en comparación con los animales de 6D con mayor finura promedio de $26.04 \pm 1.66 \mu\text{m}$, sin embargo para el CV no variaron respecto a las edades, para FC los animales con 2D tuvieron mayor factor de confort, sin embargo para los animales con 6D se encontró menor factor de confort. Por otro lado, para el FP los animales con 2D tuvieron menor factor de picazón respecto a los animales 6D, los animales adultos tuvieron picazón, sin embargo para la finura al hilado se encontró mejor finura al hilado para los animales de 2D, en comparación en 6D con valores de $26.64 \pm 1.66 \mu\text{m}$ siendo mayor finura al hilado, el diámetro medio fue mas fino en ovinos de 2D, sin embargo los de 6D fueron mas gruesos (Fig.2).

Tabla 2. Media \pm desviación estándar de las características tecnológicas de la lana del ovino criollo según edad

Variables	n	DM \pm DE (μm)	CV \pm DE (%)	FC \pm DE (%)	FP \pm DE (%)	FH \pm DE (μm)
Edad		***	ns	***	***	***
2D	476	24.46 ± 1.48^a	27.95 ± 2.72^a	82.80 ± 5.80^c	17.20 ± 5.79^a	25.11 ± 1.67^a
4D	476	25.42 ± 1.58^b	28.05 ± 2.71^a	80.38 ± 8.46^b	19.62 ± 8.62^b	25.34 ± 2.08^a
6D	392	26.74 ± 1.66^c	27.68 ± 2.60^a	76.89 ± 7.70^a	23.11 ± 7.13^c	26.84 ± 1.66^b

DM: diámetro de la lana; CV: coeficiente de variabilidad; FC: factor de confort; FP: factor de picazón; FH: finura al hilado; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; e.e.: error estándar, ns: no significativo

• Según el factor región corporal

Respecto esta variable, se ha encontrado una diferencia significativa ($p < 0.001$) para DM, CV, FC, FP, y FH. Para el diámetro entre las regiones corporales de BA, CU, MA, MP, VA, VC y VP, donde hay homogeneidad en las regiones corporales con excepción del vellón central VC que tienen menor finura de $24.48 \pm 1.73 \mu\text{m}$. (Tabla 3.). Respecto al coeficiente de variabilidad (CV) para el vellón central se encontró que la barriga presentó una mayor variabilidad respecto otras regiones corporales, pero el vellón central presentó menor porcentaje de variabilidad. Para el factor de confort siendo la barriga quien presentó una menor confortabilidad con valor de $78.96 \pm 8.42 \%$ respecto a las otras regiones corporales, pero para el vellón central se encontró una mayor confortabilidad con un promedio de $81.64 \pm 7.99 \%$. Para el factor de picazón siendo la región del cuello quien presentó mayor factor de picazón con un valor de $21.30 \pm 9.81\%$ respecto a las otras regiones corporales, asimismo, el vellón central donde se obtuvo un menor porcentaje de picazón. Por otro lado para la finura al hilado el valor más alto se encontró para la barriga y el menor promedio fue para el vellón anterior.

Tabla 3. Media \pm desviación estándar de las Características tecnológicas de la lana del ovino criollo según region corporal

Regiones	n	DM \pm DE(μm) ***	CV \pm DE(%) ***	FC \pm DE(%) ***	FP \pm DE(%) ***	FH \pm DE(μm) ***
BA	192	25.98 \pm 1.93b	28.65 \pm 2.38c	78.96 \pm 8.42 ^a	21.30 \pm 9.81d	26.08 \pm 1.94b
CU	192	25.76 \pm 1.66b	28.27 \pm 3.01bc	78.63 \pm 10.29 ^a	20.74 \pm 8.30cd	26.07 \pm 1.97b
MA	192	25.71 \pm 1.29b	27.84 \pm 2.76ab	81.55 \pm 5.00b	18.28 \pm 4.97 ^a	25.24 \pm 1.68 ^a
MP	192	25.47 \pm 1.51b	28.72 \pm 2.47c	78.98 \pm 6.77 ^a	20.60 \pm 7.07bd	26.44 \pm 1.75b
VA	192	25.19 \pm 1.64b	27.28 \pm 2.85 ^a	81.61 \pm 5.58b	18.54 \pm 5.70ab	25.08 \pm 2.14 ^a
VC	192	24.68 \pm 1.73 ^a	27.15 \pm 2.36 ^a	81.64 \pm 7.99b	18.41 \pm 7.84ab	25.39 \pm 1.90 ^a
VP	192	25.36 \pm 1.82b	27.42 \pm 2.47 ^a	80.16 \pm 8.27ab	19.93 \pm 8.17ad	25.56 \pm 1.85ab

BA: barriga; CU: cuello; MA: miembro anterior; MP: miembro posterior; VA: vellón anterior; VC: vellón central; VP: vellón posterior; 2D: dos dientes; 4D: cuatro dientes; 6D: seis dientes; ns: no significativo; DM: diámetro de la lana; CV: coeficiente de variabilidad; FC: factor de confort; FP: factor de picazón; FH: finura al hilado; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; *E**: $p < 0.001$; e.e.: error estándar

• Según el factor comunidad

Para esta variable se ha encontrado un diferencia significativa ($p < 0.05$) para el factor de confort y finura al hilado. Respecto al diámetro en ovinos criollos no se encontró variación en las comunidades estudiadas. Respecto el coeficiente de variación no se encontró variación existiendo una homogeneidad en dichas comunidades. Sin embargo para el factor de confort la comunidad de Siusay se encontró menor porcentaje de confort. Para el FP no se encontró variación en ambas comunidades, para la FH si se encontró una variación entre comunidades.

Tabla 4. Media \pm desviación estándar de las Características tecnológicas de la lana del ovino criollo según comunidad

Comunidad	n	DM \pm DE(μm) ns	CV \pm DE(%) ns	FC \pm DE(%) *	FP \pm DE(%) ns	FH \pm DE(μm) ***
Siusay	652	25.75 \pm 1.73 ^a	27.87 \pm 2.76 ^a	79.68 \pm 8.17b	20.06 \pm 7.47	25.82 \pm 1.82b
Cruz pata	692	25.38 \pm 1.66 ^a	27.94 \pm 2.62 ^a	80.73 \pm 7.30 ^a	19.33 \pm 7.78	25.46 \pm 2.02 ^a

DM: diámetro de la lana; CV: coeficiente de variabilidad; FC: factor de confort; FP: factor de picazón; FH: finura al hilado; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$; e.e.: error estándar, ns: no significativo

4. Discusiones Conclusiones

Determinación de las características tecnológicas de la calidad de la lana en ovinos criollos

Según factor sexo. Para el diámetro de la lana en ovinos criollos, los animales estudiados presentaron diferencia significativa ($p < 0.05$) Nuestros resultados fueron similares respecto al sexo a [2] y quienes encontraron para 24.56 ± 6.29 y 23.12 ± 5.41 μm para hembras, pero ligeramente inferior en machos, por otro lado, [9] quien encontró 24.66 μm en ovinos criollos siendo ambos trabajos de la región Cerro de Pasco. Por otra parte, superiores a [10] donde encontró una media de 24.13 μm en ovinos criollos de Salta Argentina. Asimismo, a [11] quien reportó $21.89 \pm 2,66$ μm a en ovinos Merino Argentina Por otro lado, inferiores a [12] quienes encontraron diferencias entre sexos de 28.50 y 29.60 μm para hembras y machos respectivamente., por otro lado inferiores a [13] quien encontró 33.1 μm para ovinos criollos en Argentina, Asimismo a [14] quien reportó 27.56 ± 0.46 μm en ovino criollos de Catamarca Argentina por otra parte en 27.50 ± 3.67 μm [15] quien reportó en el Altiplano Chuquibambilla Puno. **Asimismo el coeficiente de variabilidad:** en la población de ovinos criollos de comunidades del distrito del Lambrama de la región de Apurímac, se encontró resultados en la presente investigación siendo superiores a [9] quien reporta 20.92% en ovinos criollos de la región de Pasco. Asimismo, a [16] quien reporta 37.7% en ovinos de la Patagonia Argentina. Los valores encontrados siendo una característica de mucho valor para la selección de los animales, dado que el objetivo es tener ovinos menor coeficiente de variación, porque, tiene una relación directa con la finura y uniformidad en el hilado [17]. **Asimismo el factor de confort:** Para esta variable nuestros resultados son inferiores a [9] quien reporto 85.93% en ovinos criollos de la región Pasco. Por otro lado, también a [10] donde encontró 83.95 % en ovinos Cerdón Argentina. Por otro lado, siendo superiores a [13] donde encontró 52.2 ± 12.6 % en ovinos criollos Salta Argentina. Asimismo, report [14] valores de 71.05 ± 1.96 % en ovinos criollos Catamarca Argentina. Se ha encontrado un diferencia significativa para el factor sexo, ($p < 0.05$) en donde la hembra presentó un mejor factor de confort frente a los machos, sin embargo, para el grupo etario se ha presentado un diferencia ($p < 0.05$), los animales con 2D tiene un mejor factor de confort frente a los de 4D, asimismo los animales de BLL presentaron un bajo factor de confort, debido que son animales adultos 76.89 ± 7.70 %. Respecto al factor de confort para la región corporal se ha encontrado una diferencia significativa ($p < 0.05$), en las siete regiones corporales en los ovinos criollos, la mejor zona que representa fue el vellón central con 81.61 ± 7.99 %. Estas diferencias se deban a alimentación, sistemas de manejo, altitud y factores genéticos propios de cada raza. Para el factor de picazón, nuestros resultados encontrados fueron superiores a [10] quien encontró valores de 16.05% para ovinos criollos argentinos en la provincia de Salta, asimismo, a [18] quienes encontraron 45.47% de factor de picazón en ovinos criollos en Córdoba Argentina. La finura de la lana tiende a engrosar gradualmente a medida que avanza la edad de los animales, probablemente a factores anatomo fisiológicos, y al desarrollo corporal de los animales.

Según factor edad, Respecto al diámetro de la lana se ha encontrado una significancia ($p < 0.05$) para 2D, 4D y 6D. Nuestros resultados son inferiores a [12] quienes encontraron 29.30 y 31.40 μm para 2D y 6D en la región de Junín en ovinos de carne. Respecto al coeficiente de variación se encontró una variabilidad para el sexo, y regiones corporales nuestros resultados son superiores a [18] donde encontró 26.08% para ovinos criollos en Córdoba Argentina. Respecto el factor de confort para la edad se encontró una significancia donde nuestros resultados son superiores a [12] donde encuentra para 2D y 6D valores de 59.10 y 48.10 %, para el factor de picazón nuestros resultados son inferiores a [12] quien encontró para 2D y 6D valores de 40.90 y 51.90 % en ovinos de carne en la región de Junín. Respecto a la finura al hilado en ovinos criollos nuestros resultados son similares a [12] donde para 2D encontró 25.80 μm y inferiores para 6D con valores de 28.60 μm . Estas diferencias se deban probablemente a los factores de alimentación y factores genéticos propios de cada raza, sistemas de manejo, altitud y. Por otro lado, las altas concentraciones de GH disminuyen a la insulina, somatomedina IGF, AGV, urea, glucosa, y metionina en la sangre, estimula el crecimiento de los músculos antes que la piel, y esto hace que no desarrolle la lana [19]. Los animales de menor edad probablemente tengan una mayor cantidad de GH, siendo la causa de un menor diámetro de la lana.

Según factor región corporal, nuestros resultados son inferiores a [18] quien a trabajado a nivel del costillar medio donde encontró para el diámetro de 32.68 μm en ovinos criollos argentinos, asimismo, para el coeficiente de variabilidad nuestros resultado fueron superiores a [18] quien encontró 26.08% , Asimismo, para el factor de confort nuestros resultados fueron superiores a [18] quien encontró 54.53% por otro lado, para el factor de picazón nuestros resultados fueron inferiores a [18] quien reporta 45.47% a nivel del costillar medio en ovinos criollos Córdoba Argentina. Respecto a la finura al hilado nuestros resultados fueron:

Según el factor comunidad nuestros resultados para el diámetro son similares a [13] quien encontró valores de 26.1 μm , en la región de Salta. Asimismo, para el factor de confort nuestros resultados son superiores a [13] quien encontró valores de 78.8%, por otro lado, para el factor de picazón nuestros resultados son inferiores a [13] quien encontró 21.22% en ovejas criollas argentinas. Estas diferencias probablemente se deban a la genética de poblacional de ovinos, y al conjunto de factores medio ambientales implicados como las estaciones del año, la alimentación, y la frecuencia de esquilas que se realizan.

Se concluye: el vellón de los ovinos criollos hembras tienen mejor diámetro frente a los machos, por otro lado, la edad influye directamente sobre la finura, los ovinos con dos dientes tienen una mejor finura respecto a los ovinos con seis dientes que engrosaron en el diámetro de la lana, respecto a las regiones corporales el vellón central se encontró una mejor finura de la lana, para el coeficiente de variabilidad no se encontró variabilidad respecto a la edad, pero sí para sexo y regiones corporales. Por otro lado para el factor de confort se ha encontrado que los machos tienen menor factor de confort frente a las hembras, pero la edad se encontró que a los seis dientes tiene menor factor de confort, sin embargo para el factor de picazón los machos presentaron mayor FP y los animales de mayor edad. Respecto a la finura del hilado fue mejor para las hembras, y animales con dos dientes y vellón central.

5. Referencias

- [1]. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo nacional agropecuario. En 2012. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- [2]. Huaman QD, Lopez, Anaya E. Evaluación de la producción en ovinos criollos, bajo dos condiciones de manejo en Cochamarca y Huayllay – Pasco, 2015. [Internet]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion; 2018. Disponible en: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1654/163_2013_ninaraque_mamani_p_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3]. Elvira IQM. De qué está hecha la lana y principales características textiles. 2010;151-4. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia33_lana_ovina.pdf
- [4]. Aliaga J. Producción de ovinos. Universidad Agraria La Molina, editor. Lima Peru; 2006.
- [5]. Padilla F. Crianza de Ovinos en Costa y Sierra. Editorial. Lima Peru; 2006. 380 p.
- [6]. Arias K. Validación del Minifiber EC comparado con el OFDA 2000 y Sirolan Laserscan utilizando diversas fibras de origen animal [Internet]. Tesis. Tesis de Pre grado Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac; 2018. Disponible en: <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/641>
- [7]. Aylan-Parker J, McGregor B. Optimising sampling techniques and estimating sampling variance of fleece quality attributes in alpacas. Small Rumin Res. 2002;44(1):53-64. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00038-X)
- [8]. R-Core, Team. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; 2014.
- [9]. Solis Salazar MA. Evaluación de las características fenotípicas de la lana de ovinos criollos (*Ovis aries*) de la región Pasco. Universidad Nacional Agraria La Molina, Fac Zootec. 2022;100.
- [10]. Lopez G, Abbiati N, Sacchero D, Maurino J, Martinez R. Comparación de características de la lana en ovinos criollos de Argentina. 2020;14(2019):190-4.
- [11]. Frey A, Martín N, Caro A De, Ugarte DÁ, Elvira M. Variación del diámetro promedio de fibras en ovejas Merino trasladadas desde la Patagonia a la región Pampeana en Argentina . Repos FAUBA [Internet]. 2007;17:1-6. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/20-variacion.pdf
- [12]. Pantoja Aliaga C, Aliaga G. J, Trillo Zárate F, Bermúdez A. W, Morales S. E, Yali R. F, et al. Parámetros tecnológicos de la lana de ovinos en razas importadas obtenidas mediante transferencia de embriones, criados bajo las condiciones de la sierra central del Perú. Rev Investig Vet del Perú. 2022;33(3):e21249. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i3.21249>
- [13]. Peña S, Sacchero D, Maurino J, López GA, Abbiati NN, Género ER, et al. Caracterización de la lana de ovejas criollas argentinas en cuatro ambientes diferentes. Arch Zootec [Internet]. 2016;65(249):13-9. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/81-Characterizacion.pdf <https://doi.org/10.21071/az.v65i249.436>

- [14]. Martínez RD, Peña S, Abbiati NN, López G, Sacchero D, Aladin I, et al. Características de la lana, peso y condición corporal en los ovinos criollos del noroeste de la provincia de Catamarca, Argentina. *Arch Latinoam Prod Anim.* 2022;30(2). <https://doi.org/10.53588/alpa.300204>
- [15]. Huanco IC. Longitud y diametro de lana en ovinos corriedale del centro de investigación y producción Chuquibambilla [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2014. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2655>
- [16]. Zanovello L, Cardoso MB. Utilización de lana de oveja de bajo valor como aislante térmico en la Patagonia, Argentina. *Av en Energías Renov y Medio Ambient [Internet].* 2019;23 (November):01.91-01.101. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/10052/INTA>
- [17]. Mueller J. Curso de Capacitación en Mejoramiento Genético de Ovinos [Internet]. Comunicaci. Comunicación Técnica INTA EEA Bariloche. Nro. 2, pág, 446, 31; 2003. 33 p. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/ovinos/22-curso.pdf
- [18]. Hick MVH, Frank EN, Prieto A, Castillo MF. Características de la lana de la oveja criolla. *Red SUPPRAD.* 2019;8(8).
- [19]. Wynn PC, Wallace ALC, Kirby AC, Annison EF. Effects of growth hormone administration on wool growth in merino sheep. *Aust J Biol Sci.* 1988;41(2):177-88. <https://doi.org/10.1071/BI9880177>

La siguiente pintura en crayones ha sido creada por una inteligencia artificial, basándose en una fotografía de un traje típico de la provincia de Grau, en Apurímac, Perú.



UNIVERSIDAD NACIONAL
MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC



VICE RECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
UNAMBA