

ISSN N° 3028-9432 (En línea)

Aypate

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNF

Año 01 - N° 01 - Diciembre 2022

FONDO EDITORIAL



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
FRONTERA

DOI: 10.20906/ricay.v1i1.17

Aypate

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNF

Año 01 - N° 01- Diciembre 2022

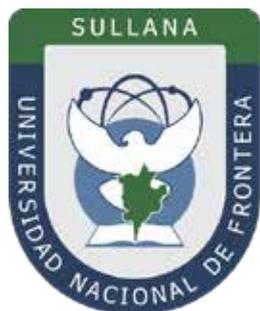


Complejo Arqueológico "Aypate"
Fotografía: Cortesía Proyecto Qhapaq Ñan: Proyecto Integral Aypate, Ayabaca, Piura, Perú

FONDO EDITORIAL



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
FRONTERA



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
FRONTERA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. Raul Edgardo Natividad Ferrer

Presidente de la Comisión Organizadora

Dr. Freddy Rogger Mejia Coico

Vicepresidente de Investigación de la Comisión Organizadora

Dra. Denesy Pelagia Palacios Jiménez

Vicepresidente Académico de la Comisión Organizadora

INDICE

	Pag.
1. Editorial	5
2. Artículos Científicos	6
2.1. Complejo Arqueológico Aypate: un patrimonio cultural poco comprendido de la sierra de Piura, Perú.	7-17
2.2. Repensar las redes de infraestructura como mecanismo para abordar las crisis metabólicas urbanas, desigualdad social y pobreza.	18-27
2.3. Firmas espectrales de especies vegetales, suelo y agua de la cuenca del río Chira, región Piura.	28-47
2.4. Predicción del pH en filetes de caballa salazonada usando imágenes hiperespectrales y quimiometría.	48-54
2.5. Mentoría STEM para mujeres en instituciones de educación superior universitaria.	55-59
2.6. Factores de mercado asociados al panetón producido por la Universidad Nacional de Frontera.	60-66
2.7. Valoración económica del acceso al agua potable y su efecto en la salud en el Asentamiento Humano Nueva Sullana, Piura.	67-75
2.8. Determinantes económicos y climáticos de la producción de limón de la región Piura, periodo 2000- 2020.	76-86
2.9. Recorrido virtual y promoción del turismo sostenible en el distrito La Huaca – Paita 2021.	87-93
2.10. Pronóstico presupuestal en cultura y deporte de gobiernos locales para turismo sostenible departamento La Libertad.	94-102

Aypate

Revista de Investigación Científica de la UNF

Año 01 - N° 01 - Diciembre 2022

Edición: Diciembre 2022

©Copyright 2022

Editado por:

Universidad Nacional de Frontera. Fondo Editorial

Av. San Hilarión N° 101 - Nuevo Sullana - Sullana, Piura, Perú

Teléfono: +51 073-518941

E-mail: udec.dgi@unf.edu.pe

www.unf.edu.pe

Deposito Legal N° 2024-02282

ISSN: 3028-9432 (En línea)

Publicación trimestral

Autoridades universitarias

Dr. Raul Edgardo Natividad Ferrer : Presidente de la Comisión Organizadora

Dr. Freddy Rogger Mejia Coico : Vicepresidente de Investigación de la Comisión Organizadora

Dra. Denesy Pelagia Palacios Jiménez : Vicepresidente Académico de la Comisión Organizadora

Editor en jefe

Dr. Cristhian Nicolás Aldana Yarlequé

Comité editorial Revista Aypate

Mg Jhony Gonzales Malca

Dr. Joel Rojas Acuña

Dr. Edgar Gutiérrez Gómez

Dra. Yesenia Saavedra Navarro

AYPATE, revista de Investigación Científica fue creada con RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 454-2022-UNF/CO, con fecha 08 de setiembre de 2022.

AYPATE, Tiene una periodicidad trimestral, y en ella se recogen los trabajos sobre investigación científica en el campo de las ciencias sociales, ingeniería, turismo, desarrollo sostenible, cambio climático, entre otros. Todo artículo publicado en esta revista es responsabilidad de los autores.

EDITORIAL

La Universidad Nacional de Frontera (UNF), a través de su Vicepresidencia de Investigación, Dirección de Gestión de la Investigación y Fondo Editorial, presenta y pone a disposición de la comunidad científica, académica y sociedad su primer número de “AYPATE” Revista de Investigación de la UNF, cuya génesis tiene el fin supremo de difundir el conocimiento a través de resultados originales, producto de investigaciones científicas que representen una contribución para el desarrollo de la ciencia y tecnología.

Nuestra diversidad cultural, la formación de profesionales en la UNF con conocimiento científico, tecnológico, humanístico y las diferentes líneas de investigación que impulsa nuestra Casa Superior de Estudios, ha permitido desarrollar un trabajo multidisciplinar e interdisciplinar con los miembros de la comunidad UNF; así como, investigadores externos invitados, donde cada uno de ellos ha contribuido a la cristalización de “Aypate” Revista de Investigación de la Universidad Nacional de Frontera; cuya denominación, tiene como finalidad resaltar y evidenciar la magnitud, importancia y puesta en valor de la cosmovisión de nuestra herencia andina en la región.

Sin lugar a duda, la significativa puesta en uso social del Complejo Arqueológico “Aypate” permite desde los espacios de la ciencia y la academia, revalorar y visibilizar no solamente esta importante zona monumental sino también la deidad andina Apu Aypate sobre la cual se encuentra edificada, enmarcada en una cosmovisión andina muy relevante. En la actual provincia de Ayabaca, se encuentra en la cima del cerro Aypate, la zona arqueológica monumental Inca del mismo nombre, rodeada de un hermoso paisaje biodiverso con humedales altoandinos y bosques de neblina. Este complejo, fue en el pasado un importante y estratégico centro político, religioso y administrativo de gran relevancia, siendo actualmente Patrimonio Cultural de la Nación y Patrimonio Mundial en la categoría de itinerario cultural designado por el Ministerio de Cultura y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Cabe indicar que, los artículos publicados en la presente revista, han seguido un proceso riguroso de revisión por parte de investigadores nacionales e internacionales de distintas áreas del saber de reconocida trayectoria, que ha permitido lograr con éxito esta edición. Además, los diferentes temas de investigación se han abordado con un nivel significativo de complejidad y rigurosidad del método científico, partiendo de la sistematización y procesamiento de información basada en análisis documental y trabajo de campo hasta la discusión de resultados y formulación de conclusiones relacionadas a la industria alimentaria, economía, turismo, ciencias ambientales y aspectos sociales.

Finalmente, nuestra revista en sus próximos números quedará abierta no solamente para cada uno de los miembros de nuestra comunidad UNF; sino también, para todos aquellos investigadores que deseen contribuir en este espacio intelectual solidario que inicia la UNF EN EL CAMINO DE HACER CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN. De manera especial, la UNF reconoce y agradece a sus autoridades, autores, revisores, colaboradores, equipo técnico y lectores por la confianza depositada, que es para nosotros un aliciente para seguir en este arduo trabajo.

Dr. Cristhian Nicolás Aldana Yarlequé
EDITOR EN JEFE



Artículos Científicos

Complejo Arqueológico Aypate: un patrimonio cultural poco comprendido de la sierra de Piura, Perú

Aypate Archaeological Complex: a little understood cultural heritage of the highlands of Piura, Peru

Vicente Amirpasha Tirado-Kulieva¹

Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Procesos, Universidad Nacional de Frontera,
Sullana, Piura, Perú.

RESUMEN

El Complejo Arqueológico de Aypate es un Patrimonio Cultural de la Nación designado por el Ministerio de Cultura e inscrito como Patrimonio Mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), pero es poco valorado. El propósito de este estudio fue describir las características de Aypate, develando su elevado potencial arqueológico y turístico. Primero se brindó una descripción breve sobre el significado de Aypate, su ubicación y las funcionalidades que lo catalogaron como un asentamiento Inca relevante por su rol en el desarrollo económico y en el dominio total de la región. Se detalló su historia, desde las evidencias sobre su existencia, su descubrimiento y su declaración como Patrimonio a nivel nacional y mundial. También se mencionaron las características arquitectónicas de Aypate y sus edificaciones representativas, incluyendo sus usos. Se hizo énfasis en la vulnerabilidad social, la población aldeaña que no participó en la puesta de valor de Aypate por el aislamiento de parte del Estado, evitando el aprovechamiento de sus cualidades. Aunque actualmente mejoró el panorama, ya que los pobladores tienen el protagonismo que merecían, aún existe resentimiento. Por último, se subrayó que Aypate fue un centro administrativo y su atracción turística es un valor agregado. Los turistas deben saber que no encontrarán el típico monumento, sino unas ruinas que harán explotar su imaginación para reconstruir su pasado, la verdadera atracción de Aypate. Por lo tanto, la satisfacción del turista depende de su percepción e imaginación.

Palabras clave: Aypate, Ayabaca, sierra de Piura, imperio Incaico, Patrimonio Cultural Nacional

ABSTRACT

The Aypate Archaeological Complex is a National Cultural Heritage designated by the Ministerio de Cultura and inscribed as a World Heritage Site by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), but it is little valued. The purpose of this study was to describe the characteristics of Aypate, revealing its high archaeological and tourism potential. First, a brief description was given about the significance of Aypate, its location and the functionalities that made it a relevant Inca settlement due to its role in the economic development and overall control of the region. Its history was detailed, from the evidence of its existence, its discovery and its declaration as a national and world heritage site. The architectural characteristics of Aypate and its representative buildings, including their uses, were also mentioned. Emphasis was placed on social vulnerability, of Aypate due to the isolation of the State, preventing the use of its qualities. Although the panorama has improved and the residents have the protagonism they deserve, there is still resentment. Finally, it was stressed that Aypate was an administrative center and its tourist attraction is an added value. Tourists should know that they will not find the typical monument, but ruins that will make their imagination explode to reconstruct their past, the real attraction of Aypate. Therefore, tourist's satisfaction depends on their perception and imagination.

Keywords: Aypate, Ayabaca, Piura highlands, Inca Empire, National Cultural Heritage.

¹Ingeniero de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Frontera.
Línea de Investigación: Turismo Sostenible
<https://orcid.org/0000-0001-8534-9153.vamir0803@gmail.com>.

1. INTRODUCCIÓN

El Imperio Inca (1438-1532 d.C.) es la civilización más grande de América del Sur; surgió en el altiplano meridional peruano y en menos de un siglo conquistó un amplio territorio de Sudamérica andina (Andrushko, 2021). Los incas, desde su centro en el Cusco, integraron territorios pertenecientes a Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia, Argentina y Chile (Palacios, 2015).

Los incas construyeron muchos centros provinciales en su vasto imperio; eran minuciosos al momento de elegir los lugares donde establecer sus edificaciones. La sierra de Piura en Perú fue ampliamente ocupada por imperios como el español, Chimú, Sicán e Inca, habiendo construido paisajes, asentamientos y redes de caminos por su ubicación estratégica que sirve como conexión principal con distintos lugares para fines como tránsito de personas y recursos (González, 2020). Se reportó la existencia de cuatro provincias Incas en la serranía piurana (Huanca-bamba, Caxas, Mitupampa y Ayahuaca) (Campos, 2019). En cada provincia había un centro provincial siendo Aypate de Ayahuaca el asentamiento de mayor jerarquía y más extenso (Campos, 2019).

El Complejo Arqueológico Aypate es una edificación Inca construida sobre el cerro Aypate y se ubica en la actual provincia de Ayabaca, un hermoso paisaje biodiverso con humedales altoandinos y bosques de neblina (Morán-Jorquera, 2020). Fue un centro político, religioso y administrativo relevante (Gonzales, 2020). Actualmente, Aypate es Patrimonio Cultural de la Nación y Patrimonio Mundial en la categoría de itinerario cultural designado por el Ministerio de la Cultura y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), respectivamente (Palacios, 2020); sin embargo, aún no se toma conciencia sobre su importancia. En este contexto, el objetivo de este estudio fue describir las características de Aypate, develando su elevado potencial arqueológico y turístico. Se brindó un amplio panorama sobre la historia y escenario actual de Aypate, profundizando la participación del Estado y de la comunidad circundante. Con este documento se pretende atraer la atención de los turistas para así dinamizar la economía de la región, conservar el ecosistema y la identidad cultural.

2. COMPLEJO ARQUEOLÓGICO AYPATE

2.1 Significado

Según el libro sobre toponimias quechuas del Perú, Max Espinoza Galarza denominó *Aypache* al sitio arqueológico y al cerro (Espinoza, 1973). Por otro lado, Susana Quevedo Rentería, investigadora de Ayabaca Ayabaca designó al territorio *Allpachí*; mientras que la población del grupo étnico de los Guayacundos, quienes hablaban el idioma autóctono aguaruna o awajún, usaban el término *Apachi* para referirse al antepasado o abuelo (Zevallos, 2013). De igual forma, la población de los alrededores continúa empleando la denominación Aypate en referencia a El Mayor, El Viejo del Cerro o El Viejo Barbón (Gonzales, 2020). La denominación Aypate se origina por su fundador *AipaAtiq* que significa el poderoso o el que alcanza lo más alto porque, según la leyenda, *AipaAtiq* fue un joven que ganó el amor de una princesa (cuyo nombre en castellano significaba Corazón del Mundo) y el mando de la región por haber superado una prueba que consistía en capturar un venado salvaje sin ocasionarle heridas (Zevallos, 2013). Esta metáfora trata sobre la importancia de que a humanidad sepa gobernarse a sí misma, pudiendo convivir en perfecta armonía con la naturaleza sin hacerle daño (Municipalidad Provincial de Ayabaca, s.f.). Esto llama la atención, ya que hasta hoy es un desafío lograr la sostenibilidad global debido a la sobreexplotación de la naturaleza, comprometiendo gravemente el bienestar de las generaciones futuras.

2.2 Ubicación geográfica

El cerro de Aypate está ubicado en la cadena montañosa de la Cordillera Occidental de los Andes, de la que nacen pequeñas quebradas que conforman las subcuencas del Macará y Quiroz, las cuales forman parte de la cuenca del Chira (Astuhumán y Aguirre, 2015). Precisamente, el cerro se localiza en la localidad de Lagunas de Canli de la comunidad campesina Tacalpo en Ayabaca, en la sierra piurana en Perú (Cordova,

2018). Por su parte, los Incas construyeron una ciudad de piedra que denominaron Complejo Arqueológico de Aypate (Figura 1) y se encuentra en las faldas, llanura y cima del cerro con una extensión de aproximadamente 200 hectáreas (Cordova, 2018). A una altitud de 2920 m.s.n.m., Aypate es el lindero natural de las comunidades de Cujaca, San Bartolomé de Olleros y Lagunas de Canli (Municipalidad Provincial de Ayabaca, s.f.).

Figura 1

Vista panorámica del Complejo Arqueológico Aypate sobre el cerro homónimo



Foto: Oficina de Imagen Institucional de la Municipalidad Provincial de Ayabaca.

Acceder a Aypate es relativamente complicado. Para llegar al cerro desde Ayabaca se debe seguir una trocha arrojable en auto durante aproximadamente dos horas; luego, para ir a las ruinas hay un sendero de aproximadamente 2 km que puede ser recorrido a pie o en mula para cruzar las montañas con mayor seguridad y para atravesar un río llamado Mango (Gonzales, 2020).

2.3 Funcionalidad

Los estudios indicaron que Aypate era un centro político, administrativo y ceremonial de gran importancia en el imperio Incaico. Desde Aypate los Incas controlaban la zona norte del Tawantinsuyo (Municipalidad Provincial de Ayabaca, s.f.). Concretamente, se usaba como ubicación estratégica para controlar y administrar los recursos, además de la población (Palacios, 2020). Se asume que las principales características de Aypate eran su fácil accesibilidad y conexión con otras zonas de interés, además de las condiciones climáticas. Aypate también fue empleado para mediar y establecer paz cuando ocurrían conflictos entre los grupos étnicos por el uso de los campos agrícolas y del agua (Gonzales, 2020). En este marco, es importante recalcar que Aypate fue una avanzada y zona de transacciones que no se caracterizaba por ser ostentoso, ya que su fin no era mostrar las riquezas del imperio, a diferencia de lugares como Machu Picchu. Si analizamos esto en la actualidad, Aypate no tiene el diseño de una zona turística promedio. Por ejemplo, Machu Picchu es grande e imponente, sus paisajes son cautivadores y su infraestructura tiene un acabado que lo distingue como símbolo de poder de los Incas. Las ruinas de Aypate también cuenta con atracciones, pero si alguien las visita, su percepción sobre belleza debe ser distinta, más amplia y profunda. Cuando el turista observe las estructuras del Complejo y todo el alrededor debe imaginar cómo fue antes, reconstruir el pasado a partir de la historia y o relativamente “poco”

que se ve. Uno debe preguntarse cómo se realizaban las transacciones, cómo era el control territorial para permitir únicamente el paso de los comerciantes, proveedores de comida, del ejército, etc., ya que no era de libre tránsito. Según palabras del Dr. Fidel Torres Guevara, el turista debe proyectar “cómo fue lo que ahora ya no se ve”; de modo que, de la imaginación depende su satisfacción. Respecto al fin religioso, se asume que en el periodo pre incaico, Aypate fue un valioso centro de culto y ritual para la población y, por ello aunque no tenía relación con la religión, los Incas respetaron y conservaron las tradiciones locales (Gonzales, 2020). Como resultado, Aypate fue considerado entre los diez centros de culto más relevantes del Tawantinsuyo (Gonzales, 2020).

Además, Aypate fue/es un magnífico paisaje rodeado por un bosque de neblina con presencia de plantas medicinales y exóticas como orquídeas, rapragueros y bromelias; distintas especies de fauna endémica como venados coliblanco, venados grises, venados enanos, urracas, pava barbada, tucán andino y colibrí arcoiris pechigris, gran variedad de roedores e insectos (Cordova, 2018; Zevallos, 2015). En Aypate también resaltan los ríos y quebradas (Gonzales, 2020) y cuenta con una de las últimas reservas de un emblema del país, el “árbol de la quina” (Municipalidad Provincial de Ayabaca, s.f.). La tupida vegetación alrededor del cerro cumple una importante función hidrológica al retener eficientemente el agua y posteriormente suministrar de forma gradual hacia los pisos de menor altura; en virtud de ello, el agua fluye a través de numerosos riachuelos y quebradas que, incluso en estaciones secas, brinda el recurso vital a seres humanos, animales y plantas, en específico a las comunidades de Lagunas de Canli, Tacalpo, Cujaca y San Bartolomé de Olleros (Zevallos, 2015).

Las ruinas de Aypate fueron reconstruidas y actualmente presentan distintos atractivos como los aposentos del Inca, el Templo de la Luna, complejos (edificios) habitacionales y un pozo ceremonial (Gonzales, 2020).

3. RESEÑA HISTÓRICA

3.1 Incorporación de Aypate al imperio Incaico

Tres mil años antes del imperio Incaico, Aypate fue un Apu de gran relevancia en la cosmovisión de la población en la sierra del norte peruano que vivía en el cerro que pronto tomó su nombre (Gonzales, 2020). Años después, se documentó que en Aypate habitaron los Ayahuacas, Caxas y Calúa, grupos étnicos que conformaron la confederación de los Guayacundos, guerreros que no aceptaban la autoridad de un jefe supremo y que pudieron repeler con éxito la invasión de los Bracamoros y Huancabambas (Gonzales, 2020). A inicios del siglo XV, los Incas liderados por Pachacútec y su hijo Túpac Inca Yupanqui iniciaron una guerra contra los pueblos que habitaban la sierra de Piura como los guerreros Guayacundos (Gonzales, 2020). Los Guayacundos fueron sometidos, pero muchos de ellos se unieron al ejército Inca, dejando huellas de su origen étnico como se corrobora actualmente al existir lugares con nombres como Guayacundo, Guayacondo o Huayacondo en zonas como Ayacucho y Huancavelica en Perú, incluso perdurando como denominación de apellidos y un cerro en Cundinamarca, Colombia (Gonzales, 2020). Continuando la línea de la conquista, los Incas se mantuvieron en este territorio menos de un siglo, habiendo realizado diversas construcciones (edificios, caminos) para consolidar los territorios, incluyendo Aypate, el cual se anexó al Tawantinsuyu en el año 1460 aproximadamente (Palacios, 2015).

3.2 Descubrimiento de Aypate

A pesar que Aypate fue usado para múltiples propósitos, su funcionalidad se perdió después de la llegada de los españoles, quedando en el olvido durante siglos (Palacios, 2020). Las primeras referencias sobre Aypate existen gracias a los viajes del científico alemán Alexander von Humboldt y compañía en 1802, quienes ingresaron a territorio peruano por la sierra de Piura y entre sus recorridos (que duraron dos semanas) se incluyó el registro de varios sitios inca como Aypate en Ayabaca (Astuhumán, 2009). Aunque en ese

momento solo se efectuó la identificación, se recolectó información de los indígenas sobre distintos mitos y leyendas, quienes describieron a Aypate como “las ruinas de un palacio y de todo un pueblo peruano” (Astuhuamán, 2009). Recién en los años 70 del siglo XX se empezaron a realizar estudios científicos sobre Aypate. El 1971 se establece como el año en que realizó el descubrimiento de Aypate liderado por el historiador italiano Mario Polia, profesor de la Universidad de Piura (UDEP) en ese entonces (Cordova 2018). Mario Polia realizó excavaciones anuales en distintas ubicaciones de la zona central de Aypate con el soporte del Gobierno Regional de Piura (llamado anteriormente CTAR-Piura) y de la UDEP, cuyos resultados se reflejaron en el primer levantamiento topográfico (Palacios, 2015). Este preciso momento es el considerado como aquel donde se inició el proceso de recuperación de Aypate.

3.3 Designación de Aypate como Patrimonio Cultural de la Nación

A partir de la exploración en Aypate, empieza la participación del Ministerio de Cultura (anteriormente Instituto Nacional de Cultura) para recuperar el sitio y junto a la Municipalidad Provincial de Ayabaca se obtuvo el financiamiento para conservar y restaurar el Acllawasi y el Ushnu, y de forma parcial la Kallanka (ver definición en sección 2.3) (Palacios, 2015). Simultáneamente, mediante Resolución N° 247-89/INC, el Instituto Nacional de Cultura declara a Aypate como Patrimonio Cultural de la Nación con la denominación Complejo Arqueológico Aypate y con las condiciones de intangible, imprescriptible e inalienable a aproximadamente 156 hectáreas del territorio (Morán-Jorquera, 2020). Esto provocó numerosas visitas, principalmente en temporada seca y fue mayor cuando se facilitó el acceso mediante la construcción del tramo de trocha carrozable entre Aypate y Yanchalá en el año 2000 (Palacios, 2015).

Desde el 2001 hasta el 2010 el gobierno ejecutó labores de limpieza ocasionalmente (Palacios, 2015). Aparentemente, Aypate no recibió el trato merecido a pesar de ser un símbolo arqueológico del país. De forma similar, se informó que posterior al reconocimiento nacional, las intervenciones se realizaron después de más de dos décadas gracias al Proyecto de Investigación Arqueológica de Aypate mediante el Proyecto Qhapaq Ñan del Ministerio de Cultura del Perú (Morán-Jorquera, 2020).

3.4 Proyecto Qhapaq Ñan

El Qhapaq Ñan, Gran Camino Inca, Camino Real Inca o Camino Principal es una importante red de caminos con una longitud estimada de seis mil km (Jallade, 2012). El camino inicia en el Cusco en Perú se dirige hasta el norte hasta la Huaca, sigue al norte de Quito en Ecuador y hacia el sur este, conformado actualmente la Paz en Bolivia, extendiéndose a los territorios de Argentina y Chile (Ministerio de Cultura, 2001).

Considerando el legado histórico, la importancia social, cultural y económica de estas vías del Camino Incaico, el Marco normativo del Qhapaq Ñan inició con el Decreto Supremo N° 031-2001-ED que declara de preferente interés nacional la investigación, identificación, registro, conservación y puesta en valor de la red de caminos incas dentro del territorio nacional (Ministerio de Cultura, 2013). A partir del 2002, distintos investigadores se enmarcaron en este proyecto, empezando la recopilación de información sobre el Qhapaq Ñan, cuyo sistema vial incluye a Aypate. Al Decreto Supremo N° 031-2001-ED se le otorgó Fuerza de Ley con la Ley N° 28260 en el 2004 (Ministerio de Cultura, 2013), es decir, el proyecto se colocó en la lista de prioridades para el gobierno por su rol en explicar la amplia y rica historia Incaica. Aunque desde el 2002 iniciaron los estudios, recién en el 2012 se realizaron intervenciones exhaustivas en Aypate mediante el Proyecto Integral Aypate (Morán-Jorquera, 2020). En este contexto, se forma la siguiente incógnita, si Aypate no habría estado incluido en la ruta Qhapaq Ñan, ¿el gobierno habría sumado

esfuerzos para intervenir dicha zona? ¿Por qué se enfocó en Aypate después de una década de haber iniciado las investigaciones?. Preguntas que pueden ser mejor respondidas por los protagonistas, los pobladores aledaños como se muestra en la sección 2.4.

3.5 Proyecto Integral Aypate

La puesta en marcha del denominado Proyecto Integral Aypate como parte del Proyecto Qhapaq Ñan fue tardío porque no se llegaba a un consenso entre el gobierno y las comunidades circundantes. El 2011 fue crucial, ya que se dieron propuestas importantes para intervenir Aypate de la mano del Dr. César Astuhamán Astuhamán Gonzáles, arqueólogo de raíces ayabaquinas y director del proyecto (Palacios, 2015). En particular, se hicieron enormes esfuerzos para el acercamiento hacia las comunidades campesinas como Cujaca, el Predio Rural Lagunas de Cangli, San Bartolomé de Olleros y Tacalpo (Córdova, 2021).

El proyecto comprende tres elementos: la investigación, conservación y sociocultural; por lo tanto, además de interrogar al paisaje y rocas para comprender la historia de Aypate, los arqueólogos, antropólogos y conservadores especialistas también debían centrarse en la gente para comprender el pasado más a profundidad, sus comprensión y perspectiva sobre el mundo, y las relaciones personas-naturaleza (Zevallos, 2013). Gracias a este hito se pudo comprender la historia y restauración de Aypate (Palacios, 2020). La finalidad en sí es realizar limpieza y mantenimiento de la zona para mostrar su monumentalidad y mejorar la experiencia de los visitantes, pero el enfoque social del proyecto considera difundir las bondades de Aypate y su uso como emprendimiento de los pobladores de la zona, incluyendo venta de tejidos, alimentos, etc. (Córdova, 2021). Esto se reflejó en el incremento de visitantes (más de siete mil en el 2014, mayormente de la Región Piura y principalmente de Ayabaca) y en la realización de distintas actividades bien acogidas como la celebración de la inscripción de Aypate en la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO (alrededor Mundial de la UNESCO (alrededor de tres mil participantes) (Palacios, 2015). También se desarrolló con éxito la caminata Wayakuntu en el tramo Perú-Ecuador del Qhapaq Ñan desde Aypate hasta Cariamanga (Ecuador), contando con más de 150 participantes de ambos países quienes realizaron los tres días de recorrido (Ministerio de Cultura, 2014).

Esto pone en relieve que, con una adecuada participación sinérgica entre el Estado y la población, se pueden obtener resultados prometedores.

3.6 Designación de Aypate como Patrimonio Mundial

En la Cumbre Presidencial del 2003, Perú junto a los países andinos Ecuador, Colombia, Bolivia, Chile y Argentina firmaron el compromiso de presentar a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) a Qhapaq Ñan como candidato para ser parte del Patrimonio Mundial en la categoría de itinerario cultural, lo cual se presentó en el 2013 y se logró el 21 de junio de 2014 (Zevallos, 2016). Esta inscripción fue debido a los estudios etnohistóricos y arqueológicos que destacaron la importancia de Qhapaq Ñan y su trascendencia histórica (Palacios, 2015).

4. ARQUITECTURA DE LAS RUINAS DE AYPATE

Al igual que en todas las construcciones Incas, en las edificaciones del Complejo Aypate destaca el trabajo en piedra pulida, aunque debajo de las estructuras incas se encontró estructuras pre incas construidas con distinta técnica (Campos, 2019). El Complejo de Aypate muestra una posición hegemónica respecto a las demás construcciones; abarca diversas edificaciones principales típicas y también áreas periféricas (Cordova, 2018). Gonzales (2020) menciona que, entre las edificaciones principales se encuentran la Kallanka, el Ushnu y el Acllawasi, ubicadas en una gran planicie que constituye el área central de Aypate y que fueron construidas a lo

largo del Tawantinsuyu. Respecto a la arquitectura periférica, de acuerdo con Cordova (2018), incluye construcciones domésticas, centros de acopio de cultivos sembrados en terrazas, puestos de control y otros accesos que llevaban hacia el área principal. En Aypate destaca una plaza trapezoidal edificada sobre una llanura y alrededor hay una muralla con baja altura y no tan bien labrada, habiendo sido construida quizá por personas no incas (Gonzales, 2020). Respecto a la construcción interna, las principales edificaciones dentro del complejo Aypate, representativas del imperio incaico y construidas en el Tawantinsuyu entre el 1400 y 1532 d.C. (Astu huamán y Aguirre, 2015), cumplían determinadas e importantes funciones como se menciona a continuación.

4.1 Kallanka

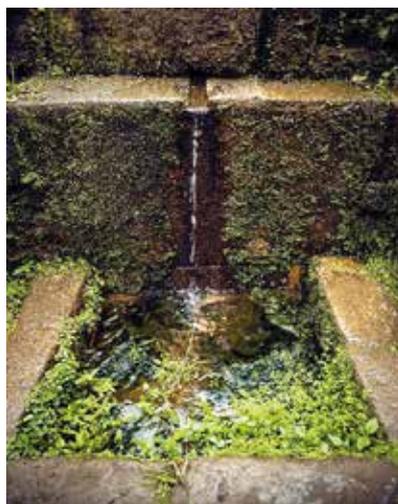
Era la sala de descanso de los soberanos Incas y/o individuos importantes, pero también se atribuyó su uso como barracas para los soldados incas, plaza de eventos, alojamiento temporal para transeúntes, etc. (Barraza, 2010).

4.2 Ushnu

Fue el *axis mundi*, eje de conexión vertical entre el espacio (cielo y tierra), tiempo, ancestros y picos montañosos (Corrado et al., 2021). En él, los Incas, gobernadores y sacerdotes realizaban sus rituales para comunicarse con sus deidades y ancestros para pedir por la fertilidad de la mujer y de la tierra (Palacios, 2020). Ushnu significa pantano y fue considerado como desagüe de ofrendas líquidas (Dean, 2015), relacionado con la existencia de un pozo de ofrendas o Utqu (ver sección 4.2) donde los curanderos continúan ofrendando perfumes y tabaco (Cordova, 2018). Cerca del ushnu se encuentra el baño o fuente Inca (Figura 2), una construcción de granito rosado y amarillo con seis hornacinas, un acueducto y una poza de recepción (Palacios, 2015).

Figura 2

Fuente del Inca



Fuente: Cortesía del Ministerio de Cultura del Perú.

4.3 Acllahuasi

Edificación compuesta de bloques de granito rosado de gran tamaño, sin divisiones internas, cuenta con trece escalinatas con acceso a la plaza principal y su longitud supera los cien metros (Gonzales, 2020). Es la estructura con mayores dimensiones; llamada la casa de las escogidas porque fue la residencia de mujeres bellas que mantenían santuarios religiosos al servicio del Inca (Makowski, 2015), llevaban a cabo actividades rituales (Farrington, 2018). La entrada se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Ruta (a) y pórtico (b) de acceso al acallahuasi



Fuente: Cortesía del Ministerio de Cultura del Perú.

4.4 Utqu

Era un pozo ceremonial o de ofrendas que, según lo mencionado anteriormente, se podría decir que únicamente se ofrecían líquidos. Sin embargo, al menos en Cuzco, durante el imperio Incaico se solía realizar distintas ofrendas, a saber, carne, cerveza de maíz, camélidos sacrificados, conchas marinas, ropa, vasijas, estatuillas, además de oro, plata, cosa e incluso niños (Dean, 2015).

4.5 Qhapaq Ñan

También se denomina Camino Real Inca, tiene una longitud aproximada de cincuenta mil kilómetros; fue construida por Pachacútec, mientras que Túpac Inca Yupanqui y Huayna Capac se hicieron cargo de su continuación (Ministerio de Cultura, 2013). Atraviesa el Complejo Arqueológico Aypate y era la conexión cultural y comercial entre naciones como Perú, Ecuador y Colombia (Cordova, 2018). El Qhapaq Ñan también fue construido para permitir el desplazamiento de soldados y conquistar el Tawan tinsuyu, así como para vincular la capital del Estado, el Cuzco, con los demás pueblos; siendo un grandioso sistema vial que permitió labores militares, religiosas, económicas y administrativas (Ministerio de Cultura, 2013).

5. VULNERABILIDAD SOCIAL DE AYPATE

Antes del inicio del Proyecto Integral de Aypate, los estudios sobre su investigación y conservación se enfocaron en hacer visible su magnitud imponente, pero sin ahondar en detalles como el descifrar la historia, ya que no se involucró a la población local (Zevallos, 2013). El Estado debió brindar el apoyo para que modelen sus ideas y así presenten propuestas sólidas para la puesta en valor de Aypate. Esto generó tensiones entre los involucrados porque se perdió de vista uno de los objetivos del Proyecto Qhapaq Ñan: conservar los ecosistemas y las identidades culturales, requiriendo el apoyo activo de las comunidades andinas. Como se mencionó en la sección en la sección 2.2.5, se superó esa barrera, pero hasta hoy los pobladores siguen con resentimiento (Córdova, 2021).

Morán-Jorquera (2020) evaluó las causas del rechazo de las comunidades según entrevistas, las cuales se discuten a continuación. En primer lugar, cuando Mario Polia descubrió Aypate, la población indicó que realizó profundas excavaciones en las comunidades (supuestamente con autorización del Instituto Nacional de Cultura) y encontró objetos de valor como una cadena de oro que no llevó al museo de Ayabaca pese a que lo prometió. En segundo lugar, las comunidades mostraron su molestia cuando el Instituto Nacional de Cultura declaró como Patrimonio Cultural de la Nación a Aypate sin su participación. En tercer lugar, aun cuando la patrimonialización de Aypate conllevó distintos beneficios, la intangibilidad de la tierra prohibió su explotación para fines económicos, afectando gravemente a la población cuya actividad económica principal es la explotación agropecuaria,

pudiendo afectar su supervivencia. En cuarto lugar, es común que la población desconfíe de grandes proyectos que involucran el uso de sus tierras, ya que piensan que las despojarán de ellas. Por último, la población rechazaba las innumerables excavaciones arqueológicas debido al potencial impacto ambiental, a los tiempos excesivamente prolongados y al gasto desmesurado de dinero que no es proporcional a la calidad del trabajo realizado.

Las circunstancias mencionadas se direccionan hacia una misma solución: la escasa o nula participación de la población aledaña al Qhapaq Ñan. Es indispensable una toma de decisiones democrática y planteando un escenario equitativo entre los involucrados directos. Según un cuestionario dirigido a rondas campesinas de Aypate, el 81% de los encuestados indicaron que el turismo sostenible en la zona es regular y genera grandes ingresos (Vega, 2017). Encuestas realizadas en Piura y Ayabaca mostraron que los pobladores estuvieron dispuestos a pagar casi el 10% del sueldo básico por visitar por dos días el Complejo Arqueológico Aypate, mientras que los turistas estaban dispuestos a pagar más del 150% (Cordova, 2018).

En un estudio se evaluó el perfil de los turistas que visitaron distintos lugares de Ayabaca y se determinó que Aypate fue el segundo destino (después del Santuario del Sr. Cautivo) que los turistas indicaron que conocen y les gustaría volver a ir (Cortez, 2020). Aún existe mucho camino por recorrer; se debe aumentar los esfuerzos para impulsar el turismo en Aypate, preservar la cultura y tradiciones locales, y promover el desarrollo local. Se espera que el reto que significó la puesta en uso social del Proyecto Qhapaq Ñan y del Proyecto Integral de Aypate sea un ejemplo y sirva como resorte para que aumenten las investigaciones bajo este enfoque.

6. CONCLUSIONES

En la Región Piura y en todo el Perú no se comprende aún la importancia de las ruinas de Aypate, ya que es un atractivo rico en cultura y recursos naturales, pero no es apreciado como tal. Esto fue debido principalmente al descuido de las entidades encargadas y al aislamiento de las comunidades rurales aledañas, quienes no pudieron participar en el descifrado de la historia, en la puesta en valor de Aypate. En este sentido, el Estado debe brindar la atención necesaria a Aypate y con la cooperación de la población campesina, implementar alternativas de solución para aprovechar su alto potencial arqueológico. Sin duda alguna, esto atraería la atención de los turistas, dinamizaría significativamente la economía y reforzaría la identidad cultural. Sin embargo, no se debe tergiversar la historia de Aypate; debe impulsarse como lo que fue, un centro estratégico que jugó un papel clave para el desarrollo económico y el dominio de la región, y no como una zona ostentosa que cautiva a la población. Por lo tanto, los turistas deben ser capaces de ver las ruinas de Aypate y dejar llevar su imaginación para reconstruir el pasado. De esta forma, se podrá percibir “cómo fue lo que ahora ya no se ve” y explotar al máximo la verdadera atracción de Aypate.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial al Dr. Fidel Torres Guevara, por sus comentarios y opiniones que permitieron el reforzamiento de este manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrushko, V. A. (2021). Revelations of ancient head shape: Cranial modification in the Cuzco region of Peru, Early Horizon to Inca Imperial Period. *American Journal of Physical Anthropology*, 175, 95-105. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24201>
- Astuhumán, C. W. (2009). Incas, Jívaros y la obra de Humboldt Vues des Cordillères. *HiN - Alexander Von Humboldt Im Netz. Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien*, 10(19), 65-88. <https://doi.org/10.18443/129>

- Astuhumán, C. W. y Aguirre, D. (2015). *La importancia del plan de manejo de Aypate y tramo del Qhapaq Ñan asociado*. <https://repositorio.cultura.gob.pe/handle/CULTURA/313>
- Barraza, S. (2010). Redefiniendo una categoría arquitectónica inca: la kallanka. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 39(1), 167-181. <https://doi.org/10.4000/bifea.2129>
- Campos, C.E. (2019). *Aypate: simbolo de la conquista Incaica del territorio de los Guayacundos Ayahuacas*. <https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/articulos/Aypate%20-%20Simbolo%20de%20la%20conquista%20incaica%20del%20territorio%20de%20los%20Guayacundos%20Ayahuacas.pdf>
- Cordova, C. S. (2018). *Valoración económica del potencial turístico del patrimonio arqueológico y natural del distrito de Ayabaca-provincia de Ayabaca-departamento de Piura* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1773>
- Córdova, M. (2021). *Reproduciendo las imágenes de Aypate en el centro poblado de Ayabaca: resultados de un proceso de apropiación cultural*. [https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/articulos/Reproduciendo las imagenesAypate.pdf](https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/articulos/Reproduciendo%20las%20imagenesAypate.pdf)
- Corrado, G. M., Giovanneti, M. A., Giménez, S. R., Pino, J. L. y Moreano, W. (2021). El Shincal: Paisaje Ritual y Astronomía. En S. Iwaniszewski, R. Moyano, R. y M. Gilewski. (Eds.), *La vida bajo el cielo estrellado: la arqueoastronomía y etnoastronomía en Latinoamérica* (pp. 40-60). Editorial de la Universidad de Varsovia. https://wuw.pl/data/include/cms//La_vida_bajo_Iwaniszewski_S_Moyano_Vasconcellos_R_Gilewski_M_red_2021.pdf
- Cortez, S. L. (2022). *Estrategias de comunicación para promover el turismo en la provincia de Ayabaca – 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3905>
- Dean, C. (2015). Men Who Would Be Rocks: *The Inka Wank'a*. En: T. L. Bray (Ed.), *The Archaeology of Wak'as: Explorations of the Sacred in the Pre-Columbian Andes* (pp. 213-238). University Press of Colorado. <http://dx.doi.org/10.5876/9781607323181.c008>.
- Espinoza, M. (1973). *Toponimia quechua del Perú*. Edición económica.
- Farrington, I. (2018). Cuzco: Development of the Imperial Capital. En: S. Alconini y R. A. Covey. (Eds.), *The Oxford Handbook of The Incas* (Part I, pp. 71-90). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190219352.013.26>
- González, A. (2020). Piura, un centro bajo sucesivos dominios imperiales (100 - 1580 d. C.). En: G. Marcone (Ed.), *Un imperio, múltiples espacios: Perspectiva y balance de los análisis espaciales en arqueología inca* (pp.4-36). Biblioteca Nacional del Perú. <https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/mi/archivo/UnImperioMultiplesEspacios.pdf>
- Gonzales, J. C. A. (2020). *Hotel ecoturístico de sostenimiento para la conservación del complejo arqueológico Aypate, Ayabaca, Piura-Perú. 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2327>

- Makowski, K. (2015). Pachacamac—Old Wak'a or Inka Syncretic Deity? Imperial Transformation of the Sacred Landscape in the Lower Ychsma (Lurín) Valley. En: T. L. Bray (Ed.), *The Archaeology of Wak'as: Explorations of the Sacred in the Pre-Columbian Andes* (pp. 127-166). University Press of Colorado. <http://dx.oai.org/10.5876/9781607323181.c008>.
- Ministerio de Cultura. (2001). *Decreto Supremo N.º 031-2001-ED*. <https://www4.congreso.gob.pe/historico/cip/materiales/cinca/ds031-2001.pdf>.
- Ministerio de Cultura. (2013). *Guía de Identificación y Registro del Qhapaq Ñan*. <https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/mi/archivo/rcq.pdf>.
- Ministerio de Cultura. (2014). *Con éxito se desarrolló caminata Wayakuntu, en el tramo binacional Perú – Ecuador del Qhapaq Ñan*. <https://qhapaqnan.cultura.pe/noticias/con-%C3%A9xito-se-desarroll%C3%B3-caminata-wayakuntu-en-el-tramo-binacional-per%C3%BA-%E2%80%93-ecuador-del-qhapaq>.
- Morán-Jorquera, J. (2020). Aproximaciones al proceso de patrimonialización del territorio: Caso del sitio arqueológico Aypate (2012-2016). *Espiral, revista de geografías y ciencias sociales*, 2(4), 107-118. <http://dx.doi.org/10.15381/espinal>
- Municipalidad Provincial de Ayabaca. (s.f.). *Atractivos Turísticos*. <http://www.muniayabaca.gob.pe/pagina.php?post=633>.
- Palacios, R. A. (2015). *Aypate: patrimonio cultural de la región Piura*. http://ponce.sdsu.edu/aypate_ministerio_cultura_peru.pdf.
- Palacios, R. A. (2020). *El ushnu de Aypate: conociendo y comprendiendo los procesos de su restauración*. Actas V Congreso Nacional de Arqueología Volumen II, Lima, Perú. <https://congresoarqueologia.cultura.gob.pe/sites/default/files/acta/archivos/CNA%20V%20%282%29%20-%20Vol%20II.%20bajapdf.pdf>.
- Vega, A. (2017). *Turismo sostenible en el complejo arqueológico de Aypate, distrito de Ayabaca, región Piura, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/7036>.
- Zevallos, J. (2015). *Aypate y las antiguas rutas del norte peruano. Huellas y caminos de la identidad*. <https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/articulos/Aypate-y-las-Antiguas-Rutas-del-Norte-Peruano.pdf>.
- Zevallos, J. (2016). *el Qhapaq Ñan y el proceso de apropiación social del patrimonio cultural en Aypate*. <https://repositorio.cultura.gob.pe/handle/CULTURA/320>.
- Zevallos, R. (2013). *Aypate: un monumento arqueológico y una montaña cósmica donde nace el agua*. <https://repositorio.cultura.gob.pe/handle/CULTURA/210>.

Repensar las redes de infraestructura como mecanismo para abordar las crisis metabólicas urbanas, desigualdad social y pobreza.

Rethinking infrastructure networks as a mechanism to address urban metabolic crises, social inequality and poverty.

Luis Enrique Ortega Salinas¹

RESUMEN

Hoy, cuando las tecnologías convencionales de provisión de servicios esenciales, basados en soluciones monopolísticas y centralizadas, evidencian su asociación con procesos de degradación del ambiente, depredación de los recursos naturales, pobreza y exclusión social, aparece una ventana de oportunidad para repensar los marcos a través de los cuales se deben analizar las tecnologías que sustentan las ciudades, invitándonos a revisar el imaginario del “ideal tecnológico de infraestructura moderna” y reevaluar configuraciones socio técnicas alternativas de provisión de esos servicios. A nivel global, la escala de los problemas sociales y ambientales supera las actuales capacidades de respuesta gubernamental. El alcance estructural parece mostrar la ineficacia de los mecanismos tecnológicos convencionales para resolver estos problemas.

Para hacer frente a este escenario resultan prioritarios mecanismos de adaptación a las nuevas problemáticas urbanas, al igual que los organismos vivos se adaptan y evolucionan para ajustarse de mejor manera al entorno, es necesario buscar los mecanismos de adaptación tecnológica y social que permitan gestionar eficiente y equitativamente los recursos disponibles. La vivienda constituye el principal componente construido de las ciudades, por ello un mecanismo de intervención de rápida ejecución y gran impacto es realizar modificaciones tecnológicas en la vivienda que determinen cambios substanciales en su configuración y funcionamiento, a fin de conseguir la integración armónica de las ciudades con el entorno natural y al mismo tiempo se garantice un hábitat humano digno, seguro y sobre todo equitativo.

Palabras clave: Infraestructura, metabolismo urbano, servicios esenciales, recursos.

ABSTRACT

Today, when conventional technologies for the provision of essential services, based on monopolistic and centralized solutions, show their association with processes of environmental degradation, depredation of natural resources, poverty and social exclusion, a window of opportunity appears to rethink the frameworks through which the technologies that support cities should be analyzed, inviting us to review the imaginary of the "technological ideal of modern infrastructure" and re-evaluate alternative socio-technical configurations for the provision of these services. Globally, the scale of social and environmental problems exceeds current government response capacities. The structural scope seems to show the ineffectiveness of conventional technological mechanisms to solve these problems.

To deal with this scenario, adaptation mechanisms to new urban problems are a priority, just as living organisms adapt and evolve to better adjust to the environment, it is necessary to seek technological and social adaptation mechanisms that allow efficient and equitably available resources. Housing constitutes the main built component of cities, therefore an intervention mechanism of rapid execution and great impact is to make technological modifications in housing that determine substantial changes in its configuration and operation, in order to achieve the harmonious integration of ties with the natural environment and at the same time a decent, safe and above all equitable human habitat is guaranteed.

Keywords: Infrastructure, urban metabolism, essential services, resources.

¹ Arquitecto. Laboratorio de arquitectura I +D. Loja – Ecuador.
Correo: ortega.luis1305@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

Existe una creciente base de evidencia que demuestra que las ciudades son responsables de la erosión acelerada de los recursos naturales y los impactos exacerbados de las emisiones atmosféricas en el cambio climático sugieren la necesidad de estrategias de mitigación del uso de recursos más sistémicas a escala urbana (Tobergte & Curtis, 2016; ONU, 2018). Sin embargo, los mecanismos de funcionamiento de las ciudades implican alto consumo de energía y masiva generación de desechos (metabolismo urbano lineal) por lo que la tasa de uso de recursos sigue aumentando, a niveles sin precedentes (ONU, 2018), superando la capacidad biológica global y causando efectos devastadores en los sistemas ambientales (Schandl *et al.* 2018).

Por otro lado, la ciudad también se constituye en un espacio que excluye, segmenta, segrega a los que menos tienen y es generador de profundas desigualdades. (Ziccardi, 2019; Davis & Amoroto 2007). América Latina y el Caribe una de las regiones más urbanizadas del mundo, con alrededor del 80% de su población residiendo en ciudades es también la región con mayor desigualdad (Abramo, 2016; Busso & Messina, 2020), alrededor de 110 millones de personas habitan en zonas urbanas en condiciones precarias de hacinamiento, pobreza y exclusión social (Abramo, 2016).

El significativo crecimiento de las ciudades en los países del Sur global va acompañado del aumento de la pobreza, un creciente aumento del desempleo, inseguridad alimentaria y malnutrición (Orsini, Kahane, Nono-Womdim, & Gianquinto, 2013). El escenario más extremo y trágico de esto lo constituyen los cinturones de pobreza o áreas hiperdegradadas en las periferias de las grandes urbes (Davis & Amoroto 2007); si bien en países del Norte Global la población en áreas degradadas representa solamente el 6% de la población urbana total, en los países del Sur la cifra se dispara hasta el 78,2% lo que representa un tercio de la población mundial (Davis & Amoroto 2007).

Las ciudades actuales enfrentan desafíos sin precedentes, abordar estas problemáticas requerirá profundas transformaciones en las tecnologías que sustentan la vida cotidiana, como las que aseguran la provisión de energía, agua, saneamiento y alimentos (Coutard & Florentin, 2022). Pues, existe abundante evidencia que múltiples de los problemas ambientales y sociales que atravesamos están estrechamente asociados con las tecnologías que sustentan a las ciudades (Coutard & Florentin, 2022; Fazey *et al.*, 2018; Thomas, 2013; Akubue, 2000).

Esto nos lleva a repensar los marcos a través de los cuales se deben analizar las infraestructuras urbanas y la provisión de servicios esenciales, invitándonos a revisar el imaginario del “ideal tecnológico de infraestructura moderna” y reevaluar configuraciones socio técnicas alternativas de provisión de esos servicios (Coutard & Florentin, 2022).

Tecnologías hegemónicas de redes de infraestructura y su papel en la (re)producción de desigualdades sociales y problemas ambientales.

Las tecnologías ejercen influencia sobre cómo se producen y distribuyen los recursos, bienes y servicios, sobre quiénes tienen acceso a ellos y quienes no; generan o resuelven problemas sociales y ambientales (Thomas, 2013). La resolución de las problemáticas de la pobreza, la exclusión y el subdesarrollo no puede ser analizada sin tener en cuenta la dimensión tecnológica: producción de alimentos, vivienda, transporte, energía, acceso a conocimientos, recursos y bienes culturales, son mediados por la tecnología (Thomas, 2013). Sin embargo, la reflexión sobre la relación tecnología, pobreza y exclusión ha sido escasamente abordada, ni se ha cuestionado adecuadamente la eficiencia o el impacto a la naturaleza que las tecnologías implementadas traen consigo (Thomas, 2013).

De acuerdo con esta perspectiva, consideramos que el abordaje de las problemáticas ambientales y sociales de las ciudades desde el análisis de la dimensión tecnológica de la prestación de servicios permitirá comprender mejor las crisis metabólicas urbanas y paralelamente las condiciones de pobreza y exclusión que atraviesan nuestras sociedades predominantemente urbanas (Thomas, 2013; Coutard & Florentin, 2022).

2. TECNOLOGÍAS HEGEMÓNICAS DE REDES DE INFRAESTRUCTURA Y SU PAPEL EN LA REPRODUCCIÓN DE DESIGUALDADES SOCIALES Y PROBLEMAS AMBIENTALES

Las tecnologías de redes de infraestructura han sido fundamentales para el desarrollo urbano y el cambio en todo el mundo durante los últimos ciento cincuenta años (Graham & Marvin 2001). El llamado “ideal de infraestructura moderna” de infraestructuras ubicuas espacial y socialmente gobernadas centralmente que brindan servicios exclusivos y homogéneos en áreas extensas ha sido el estándar de referencia para la provisión de servicios básicos esenciales, como el suministro de agua, sistemas de saneamiento y energía (Coutard & Rutherford, 2015).

De ello deriva que en la actualidad el enfoque central de las intervenciones de políticas urbanas orientadas al Sur global (por ejemplo, los ODS), muchas veces impuestas por organismos internacionales (ONU, Banco Mundial), plantean la ampliación de los servicios en red a todos los habitantes urbanos (Amin, 2014). Esto se basa en la suposición de la superioridad tecnológica de estas alternativas y los beneficios que estas traen, asumiéndose también que los modos heterogéneos y/o “alternativos” de acceder a los servicios son un problema temporal que se erradicará con la expansión de las redes de infraestructura (Lemanski, 2021; Graham & Marvin 2001).

Sin embargo, el ideal de la ciudad en red con sus modelos hegemónicos de infraestructura nunca se ajustado a las realidades urbanas del Sur Global (Coutard & Rutherford, 2015). En las ciudades del Sur Global la rápida urbanización en condiciones de pobreza aunado a gobiernos locales con recursos institucionales, financieros y humanos limitados, dificulta la implementación de costosas infraestructuras, particularmente para la población en áreas populares, por lo que para acceder a esta “infraestructura ideal” muchas veces se tiene que recurrir a la “ayuda” financiera internacional; Y pese a ello, dada la configuración de esta tecnología se beneficia únicamente a ciertos grupos poblacionales, excluyendo a otros (Caprotti et al, 2022; Lemanski & Massey, 2022). Y si a esto sumamos las presiones internacionales para mercantilizar la provisión de servicios de agua y saneamiento, difícilmente las ciudades del Sur global pueden regular y proporcionar una infraestructura equitativa (Coutard & Rutherford, 2015).

El resultado ha sido la creación de una estructura urbana segregada, creándose auténticos nodos de modernidad y riqueza a expensas o descuido de la periferia que involucra al segmento más poblado de la economía (Akubue, 2000); estas inequidades en el acceso y calidad de los bienes y servicios urbanos, a raíz de esta exclusión espacial, provocan una amplificación de las desigualdades estructurales (Ziccardi, 2019).

Desde un enfoque social, con el uso de estas tecnologías centralizadas las personas asumen el rol de “consumidores pasivos” (Moretto et al, 2018), generándose sociedades derrochadoras de recursos, con un alto grado de dependencia a estos sistemas tecnológicos, y por lo tanto sumamente vulnerables ante factores altamente desestabilizadores como las crisis sanitarias, energéticas, el cambio climático o ante las consecuencias territoriales y urbanas de las crisis socioeconómicas (Broto, 2022). Las ciudades existentes en la actualidad pueden compararse con niños, en el sentido de que están servidas totalmente desde el exterior, y el control de las funciones depende de la voluntad de muy pocas personas; Si surgen problemas con la distribución de agua, energía eléctrica, o el abastecimiento de productos alimenticios, gran parte de la población queda totalmente vulnerable incapaz de ayudarse a sí misma (Rogers, 2001).

Por otro lado, si se considera los impactos ambientales o la eficiencia energética que estas tecnologías traen consigo nos encontramos frente a otros múltiples problemas, derivados principalmente del metabolismo lineal que estas tecnologías presentan (Rogers, 2001; Broto, 2022). Algunas como el alcantarillado, se originaron siglos atrás cuando no se vislumbraba la magnitud que tendrían las ciudades y se consideraba los recursos naturales ilimitados y que la naturaleza podía absorber los impactos generados por la actividad humana. En virtud de esto, para mantener las sociedades y las economías dentro de los límites planetarios se requiere una transformación de la infraestructura (Fazey et al., 2018). Sin embargo, las propuestas radicales para repensar la infraestructura son pocas y distantes entre sí (Broto, 2022).

En el Norte global, donde se cumplió en gran medida el “ideal de infraestructura moderna” de cobertura universal y uniforme (Graham y Marvin 2001), las crecientes presiones sobre el medio ambiente y la capacidad de los servicios públicos han alentado la adopción de configuraciones alternativas de infraestructura (Coutard, & Florentin, 2022). Por ello, las agendas de políticas del norte global paradójicamente incentivan cada vez más a las empresas privadas y a los individuos a hacer la transición hacia infraestructuras híbridas o sistemas fuera de la red (Lemanski, 2021). Resultan sumamente cuestionable la imposición de estándares y agendas globales en las ciudades del Sur global, en las áreas urbanas más pobres en particular, que continúan dando prioridad a la expansión y mejora de la red (aunque con una mayor dependencia de las fuentes renovables), en lugar del reemplazo de la red y /o la complementación, como estrategia principal para el desarrollo de la infraestructura urbana (Lemanski, 2021).

3. OTRA INFRAESTRUCTURA URBANA ES POSIBLE

Después de décadas de dominación indiscutible, los modelos convencionales de provisión de servicios esenciales, basados en soluciones monopólicas y centralizadas, están siendo cada vez más cuestionados por las soluciones in situ descentralizadas y/o “apropiadas”, (Lemanski, 2021; Moretto et al, 2018; Coutard & Rutherford, 2015). Sin embargo, a pesar de las críticas de los académicos, este “ideal de infraestructura moderna” sigue mantiene su hegemonía en todo el mundo, constituyéndose en tecnologías invariables en las viviendas y ciudades, buscándose (re)producir paisajes modernos, sanitarios y ordenados (Graham & Marvin, 2001). Esta visión lineal, determinista e ingenua de la tecnología permanece en la visión ideológica de muchos actores clave: políticos, planificadores, tecnólogos, científicos, arquitectos e ingenieros (Thomas, 2013; Graham & Marvin, 2001). No obstante, paulatinamente están germinando y dándose paso otras múltiples tecnologías que evidencian una mejor adaptación a los requerimientos actuales y a los particulares de cada territorio.

Se debe considerar que lejos de un sendero único de progreso, existen diferentes vías de desarrollo tecnológico, diversas alternativas tecnológicas, distintas maneras de caracterizar un problema y de resolverlo (Thomas, 2013). No se trata de tomar una posición en contra de las tecnologías dominantes, sino de ampliar la oferta tecnológica a fin que exista una colección heterogénea de opciones sociales y técnicas en lugar de un fenómeno homogéneo, a partir de esta colección, se hacen las mejores elecciones en función de los recursos disponibles, objetivos a lograr y los posibles impactos sociales y ambientales (Akubue, 2000).

Las tecnologías no son inocuas pueden servir para generar dependencia o autosuficiencia, pueden generar daños ambientales o solucionarlos (Thomas, 2013), por tanto, para evaluar la idoneidad de una tecnología esto no se limita solo al análisis de costos, creación de empleo, uso de recursos locales o la utilización de recursos energéticos renovables, sino que también se trata de que sea asequible, fácil de mantener, compatible con la infraestructura existente, eficiente en el uso de recursos naturales escasos, ambientalmente benigna, equitativa y a pequeña escala (Akubue, 2000).

4. LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE COMO UN MECANISMO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LAS CIUDADES

En las ciudades la demanda de alimentos, saneamiento, agua potable, y energía seguirá aumentando con el aumento de la población mundial (Musazura, & Odindo, 2022), particularmente en los países en desarrollo en donde se espera el mayor crecimiento poblacional (ONU, 2018).

Para hacer frente a este escenario resultan prioritarios mecanismos de adaptación a las nuevas problemáticas urbanas, al igual que los organismos vivos se adaptan y evolucionan para ajustarse de mejor manera al entorno, es necesario buscar los mecanismos de adaptación tecnológica y social que permitan gestionar eficiente y equitativamente los

recursos disponibles. La vivienda constituye el principal componente construido de todas las ciudades, por ello un mecanismo de intervención de gran impacto es realizar modificaciones tecnológicas en la vivienda a fin de configurarla como un “organismo vivo”, que interactúa con su entorno, que toma recursos de él, emite y gestiona materia e información; y en su funcionamiento global apunta a ser autosuficiente (Rogers, 2001).

Las tecnologías a implementarse en la vivienda deben ser conocimiento intensivas, para responder al desafío de sustituir con ventaja las alternativas tecnológicas convencionales (Akubue, 2000). No se trata simplemente de reiterar el viejo error de las estrategias de intervención puntual, es decir desarrollar alternativas tecnológicas únicamente dirigidas sólo a paliar la situación de grupos desfavorecidos, desarrollar “nuevas tecnologías para los pobres” (Thomas, 2013).

5. TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS A NIVEL DE VIVIENDA

Existe una relación directa entre gestión de los desechos, fertilidad del suelo y seguridad alimentaria, sin embargo, esto pocas veces es adecuadamente enfocado. En la actualidad los alimentos, se producen con un gran aporte de energía y recursos. Los nutrientes son sustraídos de los suelos y estos son reemplazados a menudo con fertilizantes artificiales que se producen con un alto aporte de energía. Por otro lado, los desechos orgánicos producidos en las ciudades por lo general se desechan sin aprovechamiento alguno.

De ello deriva que los actuales sistemas alimentarios contribuyan a la desnutrición, el agotamiento de los recursos, el desperdicio de alimentos, la contaminación, la concentración de poder y la generación de desigualdades (Brunori, Branca, Cembalo, D’Haese & Dries, 2020). Desde el punto de vista ambiental el sistema agroalimentario ya es el mayor contribuyente a la transgresión antropogénica de varios de los límites planetarios, incluido el límite de los flujos biogeoquímicos de nitrógeno y fósforo (Steffen et al., 2015). Para reducir el impacto ambiental de la agricultura y mantener los sistemas terrestres dentro de su espacio operativo seguro, es esencial que mejoremos tanto la eficiencia del uso de nutrientes durante el cultivo como la circularidad general de nutrientes en el sistema alimentario (Elser y Bennett, 2011).

La integración de los sistemas de manejo de desechos y saneamiento in situ con los sistemas alimentarios locales mediante la recuperación de nutrientes y materiales de los desechos orgánicos y la reutilización en la agricultura urbana y periurbana puede promover una economía circular sostenible, que podría mejorar los medios de vida y minimizar la contaminación ambiental. Como resultado, los sistemas de saneamiento y manejo de desechos con tratamiento in situ han ganado popularidad y se configuran como una opción altamente viable (Musazura, & Odindo, 2022), desarrollándose diferentes tecnologías capaces de valorar los desechos convirtiéndolos en valiosos fertilizantes, entre las tecnologías más destacadas enumeramos las siguientes:

Tabla 1
Tecnologías alternativas saneamiento

Tecnologías	Descripción
Baños secos	Permite el aprovechamiento de nutrientes para la producción de alimentos. Evita la contaminación de agua. Evita proliferación de patógenos.
Baños composteros	
Arbor Loo / Fosa alterna	
Saneamiento “Terra Preta”	
Biodigestor	Permite el aprovechamiento de nutrientes para la producción de alimentos. Reduce el consumo de agua. Brinda un pretratamiento domiciliario al agua. Evita proliferación de patógenos.
Fosa de evo-traspiración	
Baño con Vermifiltro	

Tabla 2*Tecnologías para la gestión del agua a nivel de vivienda.*

Tecnologías	Descripción
Bokashi Vermicompostaje	Permite el aprovechamiento de nutrientes para la producción de alimentos.
Compostaje Takakura	Evita malos olores y proliferación de vectores.

6. TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN DEL AGUA A NIVEL DE VIVIENDA

La rápida urbanización plantea graves desafíos para la gestión del agua en las ciudades en crecimiento. Convencionalmente, la forma adecuada de resolver los problemas ha sido ampliar la capacidad de las infraestructuras centralizadas existentes. Sin embargo, este mecanismo incremental de resolver el problema, esta encontrado su fin frente a la creciente escases de agua, las exigencias de eficiencia del uso de los recursos, la necesidad de protección del medio ambiente y las demandas insatisfechas en distintos sectores poblacionales respecto a la falta de cobertura o una calidad deficiente (Luthy, Sharvelle, & Dillon, 2019). Ello está dando un fuerte impulso a formas alternativas de producir servicios y resolver problemas.

En lo que respecta al abastecimiento de agua, la recolección de agua de lluvia representa una de las alternativas más atractivas para asegurar un suministro sostenible de agua tanto en áreas urbanas como rurales (Boehm et al, 2020). Es una solución renovable, basada en ciclos naturales, con un alto potencial para resolver en parte los problemas de falta de acceso, equidad y para lograr la sostenibilidad, sin requerir reformas regulatorias o administrativas (Rovira, Sánchez, & Rovira, 2020). Además de ello su implementación se puede realizar a distintas escalas, con materiales y mano de obra local y con tecnologías de bajo costo.

En cuanto a la potabilización, existe abundante evidencia que los tratamientos de agua a nivel doméstico son un medio eficaz de proporcionar agua potable suficiente para las necesidades de consumo familiar (Simonis & Basson, 2013).

Existen varias tecnologías de potabilización, algunas son más adecuadas para algunos contextos y condiciones del agua que otras, entre estas tecnologías tenemos: desinfección solar (SODIS), coagulación, hervir el agua, filtros de bioarena y filtros cerámicos de agua.

Las principales ventajas de las tecnologías de purificación de agua en el punto de consumo es su facilidad de uso y su accesibilidad, debido a que son tecnologías económicas y simples; preferiblemente emplean material y mano de obra local. Estas tecnologías son clave para mejorar rápidamente la accesibilidad al agua potable en distintas regiones urbanas y rurales del mundo.

Finalmente, en lo que, respecto al tratamiento de agua, contrariamente al dogma típico, las aguas residuales se consideran ahora una fuente valiosa para recuperar recursos. Las tecnologías alternativas de tratamiento de agua articulan mecanismo físicos y biológicos de tratamiento, evidenciando ser económicos, compactos y sumamente eficientes (Samal, Dash, & Bhunia 2018; Majumder & Das, 2022).

Tabla 3*Tecnologías alternativas gestión del agua*

Tecnologías	Descripción
Captación de agua lluvia	Aprovechamiento del agua lluvia disminuir las demandas de agua de la vivienda
Biofiltros con macrofitos/ Humedales construidos	Sistemas de tratamiento de aguas residuales a fin de recuperar recursos y reutilizar aguas pretratadas
Vermifiltros	
Filtros de arena, carbón, materiales cerámicos	
Sistemas anaeróbicos	
Filtro cerámico	Sistemas de potabilización en el punto de consumo.
Filtro lento de arena	
Potabilización solar - SODIS.	

7. TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN DE ENERGÍA A NIVEL DE VIVIENDA

Tanto el sector de servicios de energía como el de los residuos se han configurado tradicionalmente de formas bastante rígidas y conservadoras. Por ejemplo, durante el último siglo, el sector energético se ha basado principalmente en estructuras centralizadas formadas por centrales eléctricas a gran escala y extensas redes de distribución, la lógica ha sido que la sociedad consume energía de una manera específica, y esta demanda ha de ser satisfecha de la forma más rentable posible (Heino & Takala, 2020).

Sin embargo, el desarrollo de sistemas de producción de energía descentralizados, principalmente basados en energía solar, han permitido que los productores de energía a microescala ingresen y modifiquen los mercados energéticos (Heino & Takala, 2020). En pocos años, la energía fotovoltaica ha pasado de ser una tecnología de élite a una accesible para más hogares con menores ingresos. El precio de los paneles solares se ha reducido en un factor de 200 durante los últimos 40 años, lo que corresponde a una reducción de la mitad del precio cada 5 años (Watkins, et al., 2017). A medida que el costo de los paneles solares fotovoltaicos continúa disminuyendo, la energía eléctrica solar será cada vez más competitiva en costos.

Por otro lado, existe una lenta pero paulatina evolución de una variedad de tecnologías como los gasificadores de biomasa, los enfriadores por evaporación y una amplia cantidad de tecnologías que aprovechan la radiación solar, como son los colectores, secadores y cocinas y hornos solares. Estos dispositivos de bajo costo pueden reducir significativamente el consumo energético para determinadas actividades o posibilita alternativas tecnológicas con recursos renovables para las poblaciones excluidas de las redes de energía convencionales.

Tabla 4*Tecnologías alternativas gestión de la energía*

Tecnologías	Descripción
Cocinas, hornos, colectores, deshidratadores solares	Permite el aprovechamiento de energía solar para distintos usos: calentamiento de agua, cocción o deshidratación de alimentos.
Paneles fotovoltaicos	Permite el aprovechamiento de energía solar para generar energía eléctrica.
Gasificadores de biomasa	Permite el aprovechamiento de biomasa para generar calor para calefacción o cocción de alimentos.
Cocina sin fuego o cocina de retención de calor	Permite el aprovechamiento de calor almacenado para la cocción de alimentos

Tecnologías	Descripción
Refrigerador Pot in Pot.	Sistema de enfriamiento pasivo en la que un cuerpo se enfría por la evaporación del agua de su superficie.
Tecnologías pasivas: iluminación, calefacción, ventilación.	Mecanismos pasivos para aprovechar recursos disponibles para brindar confort y ahorrar energía.

8. CONCLUSIONES

Cada vez más se reconoce que el modelo de ciudad en red, que incluye una topología centralizada y una cobertura universal de redes de infraestructura, no solo no existe en muchas áreas urbanas del Sur global, sino que tampoco es factible ni deseable. Diversos estudios apuntan a los altos costos de construcción y mantenimiento de estas infraestructuras, sus deficiencias en cuanto al uso sostenible de los recursos, su alto grado de inflexibilidad para adaptarse a las condiciones urbanas que cambian rápidamente y la complejidad de operarlas profesionalmente. Muchos de estos estudios abogan por lo tanto por un cambio de paradigma que se aleje de este “ideal de infraestructura moderna”.

En lugar de costosas redes y plantas de alcantarillado centralizadas, por ejemplo, los defensores del saneamiento ecológico (EcoSan) promueven una solución descentralizada, de baja tecnología, bajo costo e in situ que se considera más apropiada para resolver la crisis sanitaria y la rápida urbanización en los países del Sur global. Existe así mismo un número significativo de tecnologías que buscan aprovechar los recursos disponibles (agua lluvia, radiación solar, residuos, etc.) que permitirían no solo disminuir los impactos ambientales sino también mejorar los medios de vida y las economías locales. Al tratarse de tecnologías compactas, modulares y descentralizadas se pueden integrar fácilmente en las viviendas de manera que esta adopte un metabolismo circular, minimizando con ello la dependencia a redes centralizadas o incluso sea independiente de las mismas (una vivienda autosuficiente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramo, L. W. (Ed.). (2016). *The social inequality matrix in Latin America*. United Nations ECLAC.
- Akubue, A. (2000). *Appropriate technology for socioeconomic development in third world countries*.
- Amin, A. (2014). *Lively infrastructure*. *Theory, Culture & Society*, 31(7-8), 137-161.
- Arora, S., & Saraswat, S. (2021). *Vermifiltration as a natural, sustainable and green technology for environmental remediation: A new paradigm for wastewater treatment process*. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100061.
- Broto, V. C. (2022). *Splintering Urbanism and Climate Breakdown*. *Journal of Urban Technology*, 29(1), 87-93.
- Boehm, A. B., Bell, C. D., Fitzgerald, N. J., Gallo, E., Higgins, C. P., Hogue, T. S., ... & Wolfand, J. M. (2020). *Biochar-augmented biofilters to improve pollutant removal from stormwater—can they improve receiving water quality?*. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 6(6), 1520-1537.
- Busso, M., & Messina, J. (2020). *La crisis de la desigualdad: América Latina y el Caribe en la encrucijada*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-crisis-de-la-desigualdad-America-Latina-y-el-Caribe-en-la-encrucijada.pdf>.

- Brunori, G., Branca, G., Cembalo, L., D'Haese, M., & Dries, L. (2020). Agricultural and Food Economics: the challenge of sustainability. *Agricultural and Food Economics*.
- Caprotti, F., de Groot, J., Bobbins, K., Mathebula, N., Butler, C., Moorlach, M., ... & Finlay, K. (2022). Rethinking the offgrid city. *Urban Geography*, 1-14.
- Coutard, O., & Florentin, D. (2022). Resource Ecologies, Urban Metabolisms, and the Provision of Essential Services. *Journal of Urban Technology*, 29(1), 49-58.
- Coutard, O., & Rutherford, J. (Eds.). (2015). *Beyond the networked city: Infrastructure reconfigurations and urban change in the North and South*. Routledge.
- Davis, M. (2007). *Planeta de ciudades miseria*, tr. JM Amoroto, Madrid, Foca Ediciones.
- Elser, J., & Bennett, E. (2011). A broken biogeochemical cycle. *Nature*, 478(7367).
- Fazey, I., Schöpke, N., Caniglia, G., Patterson, J., Hultman, J., Van Mierlo, B., ... & Wyborn, C. (2018). Ten essentials for action-oriented and second order energy transitions, transformations and climate change research. *Energy Research & Social Science*, 40, 54-70.
- Heino, O., & Takala, A. (2020). Transformation of Urban Water Service Provision: Potential of Hybrid Systems. *Public Works Management & Policy*, 25(2), 151-166.
- Lemanski, C., & Massey, R. (2022). Is the grid people or product? Relational infrastructure networks in Cape Town's energy-housing nexus. *Urban Geography*, 1-25.
- Lemanski, C. (2021). Broadening the landscape of post-network cities: a call to research the off-grid infrastructure transitions of the non-poor. *Landscape Research*, 1-13.
- Luthy, R. G., Sharvelle, S., & Dillon, P. (2019). Urban stormwater to enhance water supply.
- Medeiros, D. L., Kiperstok, A. C., Nascimento, F. R. A., Cohim, E. H., & Kiperstok, A. (2021). Human urine management in resource-based sanitation: water-energy-nutrient nexus, energy demand and economic performance. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 988-998.
- Moretto, L., Faldi, G., Ranzato, M., Rosati, F. N., Ilito Boozi, J. P., & Teller, J. (2018). Challenges of water and sanitation service co-production in the global South. *Environment and Urbanization*, 30(2), 425-443.
- Musazura, W., & Odindo, A. O. (2022). Characterisation of selected human excreta-derived fertilisers for agricultural use: A scoping review. *Journal of Cleaner Production*, 130516.
- Rovira, C., Sánchez, M., & Rovira, M. D. (2020). Is Rain Water Harvesting a Solution for Water Access in Latin America and the Caribbean? An Economic Analysis for Underserved Households in El Salvador. *Nota Quality Management.* *International Journal of Remote Sensing*, 34(21), 7534-7544.

- Simonis, J. J., & Basson, A. K. (2013). Manufacture of a low-cost ceramic microporous filter for the elimination of microorganisms causing common diseases. *Journal of water, sanitation and hygiene for development*, 3(1), 42-50.
- Schandl, H., Fischer-Kowalski, M., West, J., Giljum, S., Dittrich, M., Eisenmenger, N., ... & Fishman, T. (2018). Global material flows and resource productivity: forty years of evidence. *Journal of Industrial Ecology*, 22(4), 827-838.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *science*, 347(6223), 1259855.
- Tobergte, D. R., & Curtis, S. (2016). Global Monitoring Report 2015/2016. Development Goals in an Era of Demographic Change. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- ONU (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Online Edition.
- Watkins, T., Arroyo, P., Perry, R., Wang, R., Arriaga, O., Fleming, M., ... & Schwartz, P. (2017). Insulated solar electric cooking—tomorrow's healthy affordable stoves?. *Development engineering*, 2, 47-52.

Firmas espectrales de especies vegetales, suelo y agua de la cuenca del río Chira, región Piura

Spectral signatures of plant species, soil and water in the Chira river basin, Piura region

Cristhian Aldana¹, Wilmer Moncada¹, Jhony Gonzales¹, Yesenia Saavedra¹, David Gálvez¹
caldana@unf.edu.pe

RESUMEN

El monitoreo y detección remota va creciendo exponencialmente, especialmente cuando se trata de la dinámica del comportamiento espectral de diferentes objetos situados en la superficie de la tierra; por lo que, dichas observaciones permiten comprender diversos fenómenos con información actualizada, sirviendo ello, para tomar decisiones responsables en dicho contexto. Tal es así que, una firma espectral obtenida con el espectrorradiómetro FieldSpec4 permite la identificación mediante sensoramiento remoto de distintos tipos de cobertura de especies vegetales, suelo y agua de la cuenca del río Chira, región Piura. Se elaboró la ubicación geográfica satelital de dicha cuenca utilizando el shape correspondiente, un modelo de elevación digital DEM, SNAP y ENVI; para luego, en función de los patrones espectrales clasificar dichas especies a partir de la construcción de librerías espectrales que contienen longitudes de onda desde los 350 nm hasta los 2500 nm con un intervalo de 1 nm, correspondiéndole valores de reflectancia del suelo entre 0 y 1. Finalmente, el procesamiento y presentación de las firmas espectrales recogidas se procesaron en gabinete, realizando el filtro correspondiente de los datos originales y la aplicación del método de la media móvil, determinando así firmas espectrales de especies vegetales, tales como: *Muntingia calabura*, *Jatropha curcas*, *Ipomoea carnea* la popular borrachera, *Inga feuillei*, entre otros; suelo con chamiso, suelo con overal, suelo rocoso, suelo con cadmio, entre otros; y, agua de la cuenca del río Chira, región Piura, medidos con el espectrorradiómetro FieldSpec4, sistematizando así una biblioteca de firmas espectrales, que en futuros trabajos servirían para la obtención o clasificación de mapas de cobertura, uso de suelo entre otros, de diferentes elementos sobre la superficie de la tierra en cualquier zona geográfica de interés.

Palabras clave: Firma espectral, espectrorradiómetro, imagen satelital, cuenca del río Chira, FieldSpec4

ABSTRACT

Monitoring and remote sensing are growing exponentially, especially regarding the dynamics of the spectral behavior of different objects on the earth's surface; therefore, such observations allow understanding of various phenomena with updated information, serving to make responsible decisions in this context. Thus, a spectral signature obtained with the FieldSpec4 spectroradiometer allows the identification by remote sensing of different types of plant species covered, soil, and water in the Chira river basin, Piura region. The geographic satellite location of the watershed was elaborated using the corresponding shape, a DEM digital elevation model, SNAP, and ENVI; then, based on spectral patterns, these species were classified from the construction of spectral libraries containing wavelengths from 350 nm to 2500 nm with an interval of 1 nm, corresponding to ground reflectance values between 0 and 1. Finally, the processing and presentation of the collected spectral signatures were processed in the office, performing the corresponding filtering of the original data and the application of the moving average method, thus determining spectral signatures of plant species, such as: *Muntingia calabura*, *Jatropha curcas*, *Ipomoea carnea* la popular borrachera, *Inga feuillei*, among others; soil with chamiso, soil with overal, rocky soil, soil with cadmium, among others; and, the water of the Chira river basin, Piura region, measured with the spectroradiometer FieldSpec4, thus systematizing a library of spectral signatures, which in future works would

¹Instituto de Investigación en Desarrollo Sostenible y Cambio Climático – INDESC, Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú

serve to obtain or classify maps of land cover, land use among others, of different elements on the surface of the earth in any geographic area of interest.

Keywords: Spectral signature, spectroradiometer, satellite image, Chira river basin, FieldSpec4

1. INTRODUCCIÓN

Adami et al. (2018) afirma que, existen diferentes enfoques para monitorear la dinámica de la vegetación, entre ellos, el de uso de series de tiempo de alta calidad de reflectancia superficial MODIS, la cual permite hacer un estudio exhaustivo relacionando la disponibilidad de agua, masa foliar y contenido de clorofila para varios tipos de vegetación, como también, es posible desarrollar sistemas de monitoreo del crecimiento del arroz con cáscara utilizando un espectrorradiómetro de detección remota a baja altitud y a partir de la banda de longitud de onda de un rango ultravioleta o una región infrarroja de onda corta (Han-Ya, Ishii y Noguchi, 2010).

Asimismo, los patrones espectrales, tales como datos relacionados a la reflectancia espectral son un método alternativo actual que permite determinar propiedades específicas de la superficie de la tierra a partir de una sistematización de datos medidos con el espectrorradiómetro FieldSpec4 (Borole et al., 2019). Adicionalmente a ello, Vasava y Das (2022), sistematizaron una biblioteca espectral utilizando firmas espectrales de suelo a granel y sus fracciones de tamaño agregado con la finalidad de evaluar las diferentes propiedades de dichos elementos del suelo, demostrando que los patrones de reflectancia espectral de diferentes fracciones de tamaño de agregado y su suelo a granel mejoran la precisión de la estimación de las fracciones de textura del suelo en el enfoque de la Espectroscopía de Reflectancia Difusa (DRS, por sus siglas en inglés).

Similar a lo anteriormente descrito, Van Dijk et al. (2021) investigaron el mapeo de áreas geográficas quemadas utilizando el comportamiento espectral a partir del análisis de la diferencia en la firma espectral entre el área geográfica quemada y los falsos positivos de las cosechas agrícolas mediante datos de imágenes de satélite Sentinel 2. Para ello utilizaron una significativa gama de índices espectrales de uso común, tales como un índice de separabilidad espectral, evaluando la discriminación entre dichas clases involucradas, concluyendo que, los índices espectrales que contiene la banda roja muestran una fuerte separabilidad similar de los falsos positivos agrícolas.

Cabe indicar que, las firmas espectrales medidas con el FieldSpec4 se relacionan en cierta medida con imágenes de satélite en sus patrones de reflectancia (Aldana et al., 2020), permitiendo reconocer, clasificar el uso de suelo, agua o especies vegetales mediante diferentes técnicas de teledetección. Al respecto, teniendo en cuenta que la reflectancia espectral es la relación entre el flujo radiante incidente y el reflejado medido desde un objeto o área en longitudes de onda específicas, a diferencia de los valores de radiancia e irradiancia; se puede afirmar que, la reflectancia es una propiedad inherente de un objeto. En consecuencia, la conversión de mediciones de campo y laboratorio de radiación espectral en valores de reflectancia es un requisito frecuente con datos terrestres en apoyo de aplicaciones de teledetección aérea y satelital en las ciencias ambientales y terrestres (Peddle et al., 2001).

Zhao et al. (2019), utilizando un espectrorradiómetro portátil en condiciones estandarizadas, desarrollaron un método no invasivo de materiales textiles para medir reflectancia tanto de muestras modernas como en materiales arqueológicos, comparando así diversas características espectrales de cuatro (4) tipos de fibras naturales. Para ello, en el rango espectral que cubre el infrarrojo visible y cercano (VNIR) (350–1000 nm), el infrarrojo de onda corta 1 (SWIR1) (1000–1850 nm) y SWIR2 (1850–2500 nm), midieron los espectros de reflexión de cuatro tipos de fibras naturales comúnmente utilizadas en textiles arqueológicos, donde el SWIR2 fue más significativo que VNIR y SWIR1, aplicando el método de discriminación denominado análisis de componentes principales.

De acuerdo a lo que afirma Aldana et al. (2021), la firma espectral del objeto identifica un conjunto de valores de reflectancia que poseen una determinada longitud de onda medida con el espectrorradiómetro, que se introduce en

el mosaico de imágenes de satélite determinado utilizando SNAP y ENVI para referenciar una determinada clase, basada en los píxeles con los mismos valores que conforman la imagen de satélite, para luego mapear la zona en estudio con los mismos parámetros que componen las clases buscadas.

En tal sentido, la metodología propuesta contribuye en la rapidez, repetibilidad, eficiencia, optimización de actividades y tareas entre otras ventajas al momento de realizar el monitoreo de la dinámica de los diferentes elementos y sus patrones de comportamiento sobre la superficie de la tierra a lo largo del tiempo (Borrás et al., 2017), generando información relacionada con la descripción del uso, cobertura y tipo de vegetación que componen las áreas geográficas de análisis en la presente investigación, entre otros (Zeferino et al., 2020).

Los resultados compartidos en los párrafos anteriores evidencian que la investigación del comportamiento espectral de objetos utilizando en esta oportunidad un espectrorradiómetro, proporcionan una herramienta poderosa para estudiar en diferentes objetos o elementos una importante cantidad de espectros en un periodo corto de tiempo en forma no destructiva, ni invasiva y rápida; por lo que, basado en dichas prácticas investigativas, la presente investigación analizó las firmas espectrales de las especies vegetales, suelo y agua en la zona muestral de la cuenca baja del río Chira, ubicada en la provincia de Sullana, Región Piura. Las mediciones se realizaron con el espectrorradiómetro “FIELDSPEC4” que tiene un rango de longitud de onda de 350 nm a 2500 nm medidos en anchos de banda de 1 nm. Las firmas espectrales correspondientes a dichos elementos en la superficie de la tierra en la cuenca baja del río Chira en la provincia de Sullana en trabajos futuros se pueden introducir en las imágenes de satélite Sentinel 2, cuya corrección radiométrica y atmosférica se realiza con el uso del paquete Sen2Cor trabajado con el software SNAP y el procesamiento para la obtención de la cobertura de vegetación es posible realizarla mediante el software ENVI.

Tal es así que, el reconocimiento de distintos tipos de coberturas vegetales se logra analizando las firmas espectrales por clasificación, diferenciación numérica y correlación estadística, encontrando patrones espectrales propios de los tipos de vegetación que conforman el píxel de la imagen de satélite en análisis. Además, la complejidad de los problemas ambientales en las cuencas, demanda de conocimientos científicos y tecnológicos que permitan establecer las vulnerabilidades y oportunidades de cada zona, reducir las incertidumbres asociadas al clima y condiciones de resiliencia de dichos ecosistemas y, en base a ello, desarrollar metodologías de seguimiento, análisis y evaluación de los elementos biofísicos y biológicos, factores, descriptores e indicadores para la caracterización de la dinámica espacial de dichos ecosistemas en la adaptación vegetal por ejemplo a la disponibilidad hídrica (Palamuleni et al., 2007).

Cabe indicar que, la información satelital también responde a parámetros atmosféricos (tales como, precipitación, cobertura de nubes, vapor de agua precipitable y otros) (Jianxi et al., 2017), cobertura de suelos (albedo superficial, índices de vegetación y agua), humedad de suelos y aguas superficiales-subterráneas, donde la información espectral de las imágenes Sentinel 2, también han demostrado su utilidad mediante la aplicación de índices biofísicos como el NDVI (en español, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada).

Finalmente, las firmas espectrales de especies vegetales, suelo y agua medidos con el espectrorradiómetro “FieldSpec4” en la cuenca baja del río Chira, Sullana-Piura-Perú, permiten su clasificación de manera precisa y significativa en las imágenes de satélite, especialmente en las Sentinel 2, lo cual contribuiría a sistematizar la información y tomar medidas de gestión efectivas, monitoreando por ejemplo, las condiciones de crecimiento de los cultivos; así como, la formulación de políticas adecuadas, toma de decisiones y procesos de soporte de decisiones participativas en la gestión de manera eficiente e integrada de los diferentes recursos existentes, especialmente las especies vegetales, suelo y recurso hídrico de la cuenca del río Chira, articuladas al cambio climático en la Región Piura.

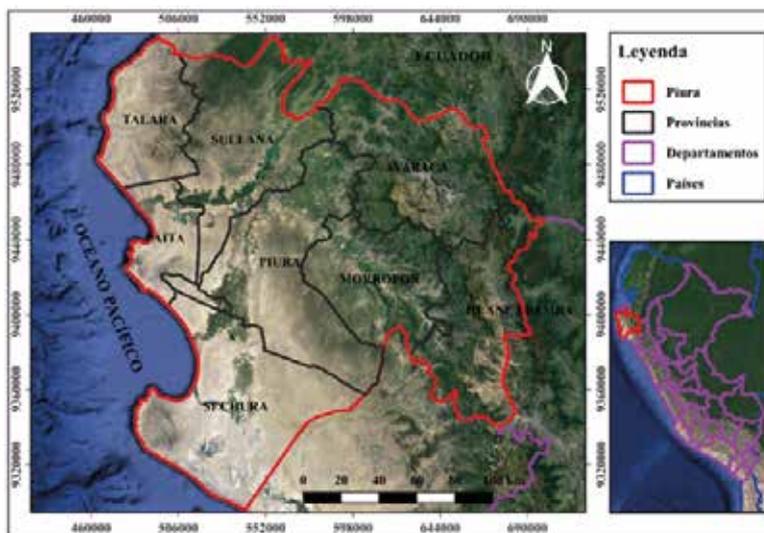
2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El presente trabajo de investigación, se enmarca poblacionalmente en la región Piura, ubicada en la zona norte del Perú con coordenadas geográficas UTM Latitud Sur: 463903,64 a 698897,92 y Longitud Oeste: 9295883,14 a 9548747,01, tal como, se puede observar en la figura 1.

Figura 1

Mapa de la ubicación geográfica de la región Piura



Posee un área de superficie de 35 892,49 km² y un área de superficie insular de 1,32 km², representa el 2,8% del territorio nacional, además de una línea de costa de 392,43 km de largo. Por el norte, limita con Tumbes y la República del Ecuador; por el este, con Cajamarca y Ecuador; por el sur, con Lambayeque; por el oeste, con el Océano Pacífico. Debido a su proximidad con la línea ecuatorial, la temperatura promedio es 26 °C, presenta características de clima tropical en zona yunga y de sabana tropical a nivel del mar, o seco tropical o bosque seco ecuatorial. Puede llegar a alcanzar una temperatura máxima de 40 °C y mínima de 15 °C.

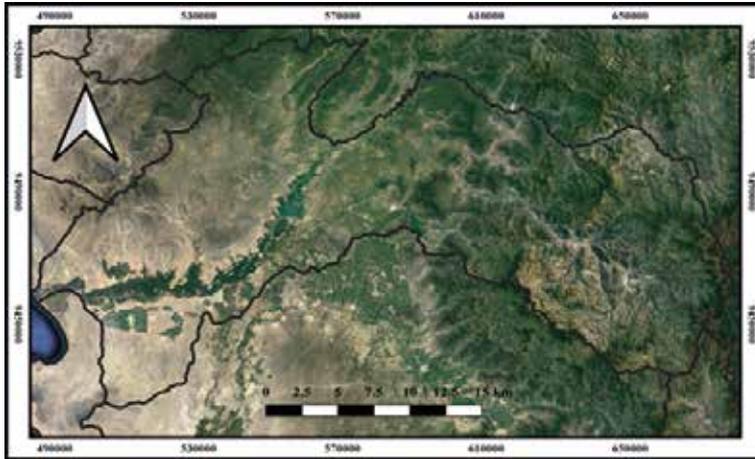
En la zona costera sur que colinda con Lambayeque, su clima suele ser semi desértico. Por otro lado, la sierra piurana tiene un clima húmedo subtropical y templado con un promedio anual de 15 °C.

Políticamente, la región Piura está dividida en 8 provincias y 64 distritos, siendo su capital la ciudad de Piura, se encuentran a diferentes altitudes siendo Ayabaca la de mayor altitud y Paita la de menor, asimismo, Sechura posee una mayor superficie y Paita la menor. Gran parte del territorio de la Región Piura se encuentra localizado en la llanura costera (60 %) y otra dentro de la cadena andina (40 %), lo cual le confiere una fisiografía muy heterogénea con paisajes y ecosistemas diversos.

Asimismo, en la provincia de Sullana en la región Piura, la zona muestral de estudio fue la Cuenca del río Chira, cuya ubicación geográfica corresponde entre los paralelos 03°40'28" y 05°07'06" de la latitud sur, y los meridianos 80°46'11" y 79°07'52" de longitud oeste. Limita por el Norte con la cuenca del río Puyango, por el Sur con las cuencas de los ríos Piura y Huancabamba, por el Este con las cuencas de Zamora y Chinchipe (Ecuador) y por el Oeste con el Océano Pacífico, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Ubicación geográfica de la Cuenca Chira, región Piura

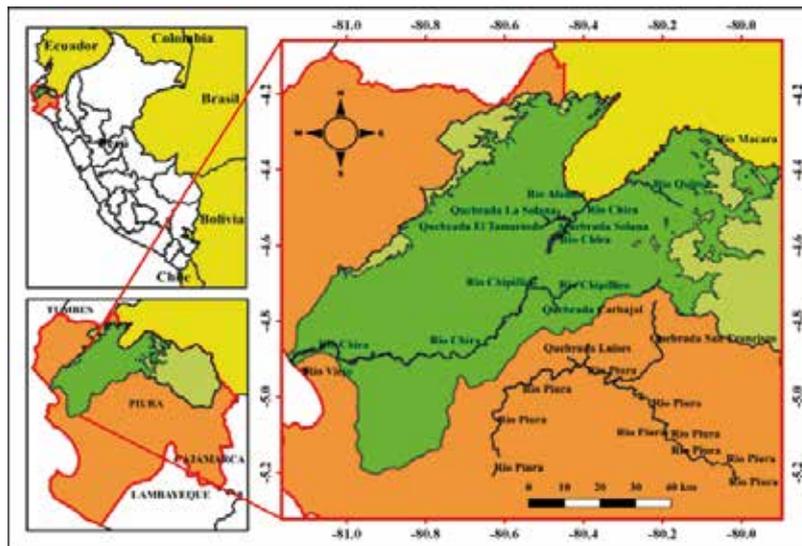


El Chira es un río internacional, y su cuenca tiene un área de drenaje superficial de 19 095 km² hasta su desembocadura en el mar; de los cuales 7 162 km² están dentro de territorio ecuatoriano y 11 933 km² dentro del territorio peruano. Su cuenca húmeda es de aproximadamente 9500 km².

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3000 ms.n.m. con el nombre de Catamayo, y después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km. sirviendo de límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor continuando en la dirección Suroeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar después de haber recorrido 300 km. aproximadamente, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3

Ubicación geográfica de principales ríos y quebradas en la Cuenca Chira, región Piura



Sus principales afluentes son: por la margen izquierda los ríos Macará, Quiroz y Chipillico y por la margen derecha el río Alamor y varias quebradas como Hawai, Venados y Samán.

En la Región Piura, se pueden identificar diferentes áreas geográficas, donde se encuentran especies forestales tales como el sapote, el algarrobo, el hualtaco, el palo santo, entre otros. Las especies de flora

y fauna silvestre por ejemplo del bosque seco se adaptan a condiciones adversas, que por un lado los hace resistentes a las épocas de sequía y por el otro aprovechan la abundancia de la humedad para crecer y desarrollarse.

2.2. Datos espectrales de alta resolución: espectrorradiómetro FieldSpec4 Hi-Res

El FieldSpec4 Hi-Res es un espectrorradiómetro de alta resolución diseñado para mediciones de datos espectrales más rápidas y precisas para una amplia gama de aplicaciones de teledetección.

La resolución espectral SWIR VNIR de 8 nm del espectrorradiómetro FieldSpec4 Hi-Res proporciona un rendimiento espectral superior en todo el espectro de irradiancia solar (350-2500 nm). La resolución espectral mejorada en el rango SWIR (1000-2500 nm) es particularmente útil para detectar e identificar compuestos con características espectrales estrechas en las longitudes de onda más largas, como la mineralogía de alteración y los gases para el análisis atmosférico.

Además, la resolución de 8 nm cumple o supera la resolución espectral de la mayoría de los sensores hiperespectrales, lo que hace que el espectrorradiómetro FieldSpec4 Hi-Res sea una elección excelente para la validación y calibración de sensores, así como para la verificación en tierra y la construcción de bibliotecas espectrales. Al igual que todos los espectrorradiómetros ASD FieldSpec, el FieldSpec4Hi-Res se puede utilizar como un espectrómetro de alta resolución para mediciones de reflectancia de contacto muy precisas (ASD Inc., 2017), ver figura 4.

Figura 4

Espectrorradiómetro FieldSpec4 – ASD Inc



Los sistemas ASD se utilizan para determinar el estado fisiológico de la planta, incluido el estado de la enfermedad, el estado nutricional relacionado con la absorción de nitrógeno y el equilibrio de humedad. Las mediciones del dosel de la planta o las mediciones individuales de la hoja se pueden hacer utilizando espectrómetros ASD.

Se han utilizado una variedad de enfoques de análisis para determinar los indicadores de salud vegetal relevantes. Los índices vegetativos, los modelos predictivos multivariantes y los modelos de clasificación multivariante se han utilizado con éxito. Los datos espectrales se pueden obtener ya sea bajo iluminación solar o con fuentes de luz artificial. La flexibilidad de los accesorios de muestra proporcionados por los sistemas ASD permite a los investigadores recopilar datos relevantes para sus proyectos.

La figura 5 muestra las especificaciones técnicas del espectrorradiómetro FieldSpec4 Standard-Res, donde se resalta que el rango espectral es desde 350 nm hasta 2500 nm con un ancho de banda de 1 nm, además es posible medir valores de reflectancia, radiancia, transmitancia y absorbancia.

Figura 5

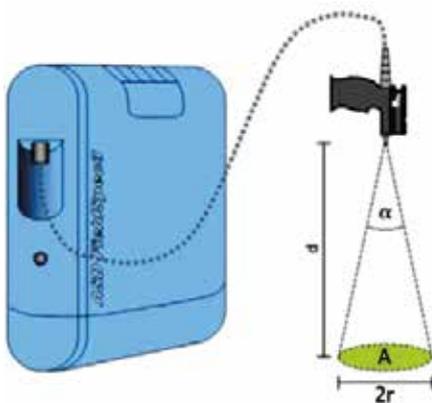
Especificaciones técnicas del espectrorradiómetro FieldSpec4 – ASD Inc.

Referencia	Especificaciones
Resolución Espectral	3 nm en VINR 10 nm en SWIR
Rango Espectral	350 nm - 25000 nm VINR: 350 nm - 1000 nm SWIR 1: 1001 - 1800 nm SWIR 2: 1801 - 2500 nm
Muestra Espectral (Ancho de Banda)	1 nm desde 350 a 2500 nm
Temperatura de operación	0 a 40°C
Fores Optics (lentes)	1° grado 5° grado 10° grado
Formato de exportación	ASCII
Datos que puede medir	ND (Número digital) Reflectancia Transmitancia Radiancia Absorción
Dimensiones	Altura: 12.7 cm Ancho: 36.8 cm Largo: 29.2 cm
Peso	5.44 kg

La figura 6 muestra una ilustración esquemática del uso técnico del espectrorradiómetro FieldSpec 4, donde una de las recomendaciones para una buena medición es que la posición de la pistola debe apuntar de manera vertical hacia abajo y a una altura determinada según el área a medir la misma que depende del ángulo de la lente utilizada.

Figura 6

Ilustración esquemática de una medición con el espectrorradiómetro FieldSpec4 y el uso del fore optics o FOV (Field of View)



La siguiente fórmula permite medir un área determinada, dependiendo del ángulo en grados de la lente y de la altura desde la cual se sujeta la pistola:

$$A = \pi \left(\tan \frac{\alpha}{2} d \right)^2$$

2.3 Firmas Espectrales

El reconocimiento y caracterización de tipos de coberturas se puede lograr analizando las firmas espectrales por clasificación, diferenciación numérica y correlación estadística, encontrando patrones espectrales propios de los tipos de vegetación que conforman el píxel de la imagen de satélite en análisis; lo cual permite la rapidez, repetibilidad, eficiencia, optimización de recursos económicos entre otras ventajas al momento de realizar el monitoreo del cambio a lo largo del tiempo de la descripción del uso, cobertura y tipo de vegetación que componen las áreas geográficas en evaluación.

Actualmente, a nivel nacional, regional y local se viene generando información relacionada con la gestión de recursos hídricos y cobertura vegetal, dado que no se cuenta con librerías espectrales históricas y de imágenes satelitales que puedan ser utilizadas por diversos usuarios potenciales relacionadas con el comportamiento espectral de la vegetación. Tal es así que la dinámica actual de la cobertura de la tierra, uso de la tierra, detección de cambios, mapeo de variables geofísicas para índice de área foliar, contenido de clorofila foliar, contenido de agua en hojas entre otras tiene un estudio limitado en esta zona geográfica, por lo que, se hace necesario ampliar dichos estudios a parámetros específicos que permitan posteriormente formulación de políticas, la toma de decisiones y los procesos de soporte a las decisiones participativas, en la gestión de manera eficiente e integrada de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas articuladas al cambio climático en la región Piura, especialmente en humedales y bosques secos de la cuenca baja del río Chira, Sullana-Piura-Perú.

Poder contar con patrones de reflectancia espectral de referencia es fundamental para lograr resultados confiables cuando se trabaja con imágenes multiespectrales o hiperespectrales, provenientes de sensores remotos. Tradicionalmente, se usa el término “verdad de terreno” para referirse a datos colectados en terreno que son usados como referencia para identificar patrones similares en la imagen. En general, estos datos de referencia se pueden usar para:

- Asistir las labores de interpretación y análisis de los datos de sensores remotos.
- Calibrar instrumentos de teledetección.
- Verificar información extraída de datos tele detectados.

Una de las formas más usadas para obtener datos de patrones espectrales referenciales es efectuar mediciones de especies vegetales, suelo y agua en superficies de interés. En la práctica, este trabajo puede efectuarse en condiciones controladas de laboratorio o directamente en el campo usando instrumentos capaces de obtener estos datos en forma instantánea, denominado espectrorradiómetro, o sencillamente radiómetros.

2.4 Librerías Espectrales

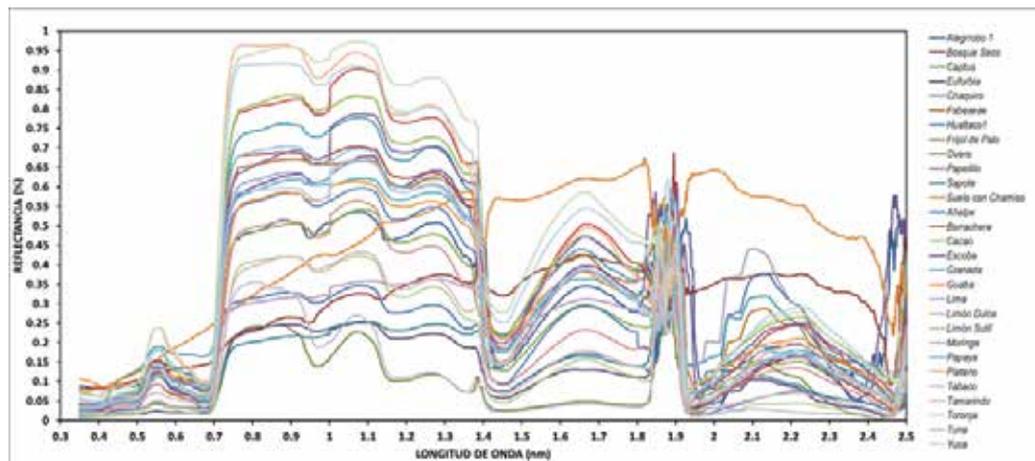
Una vez obtenidos los datos de respuesta espectrales es necesario disponerlos ordenadamente en formatos utilizables por otros potenciales usuarios. Esta labor conlleva la creación de librerías espectrales que contienen los datos de firmas espectrales de una gran variedad de materiales y cubiertas terrestres.

Por ejemplo, la librería espectral de ASTER contiene una compilación de cerca de 2000 firmas espectrales de materiales naturales y hechos por el hombre. Además, incluye datos de otras tres librerías espectrales públicas tales como: Universidad John Hopkins (JHU), Laboratorio de propulsión a reacción de la NASA (Jet Propulsion Laboratory - JPL), y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

Por otro lado, si se analiza el comportamiento espectral del dosel vegetal, los factores que afectan su reflectividad son la proporción hojas, lignina y el efecto del suelo, la geometría de las hojas y los ángulos de observación de éstas. Como se puede observar, la figura 7 muestra las firmas espectrales para diferentes tipos de especies contenidas en una zona muestral de bosque seco en la cuenca del río Chira.

Figura 7

Firmas espectrales de diferentes tipos de especies vegetales, suelo y agua, contenidas en la cuenca Chira, Región Piura



En la vegetación el nivel de reflectancia se ve modificado principalmente por factores como: los tipos de pigmentos, estructura de las hojas y el contenido de humedad. El primero afecta a las longitudes de ondas del espectro visible (0,4-0,7 μ m) donde el 65% es absorbido por la Clorofila, el 29% por la Xantófila y el 6% por Carotenos. La estructura de las hojas (capa esponjosa del mesofilo) a su vez aumenta la reflectividad en la zona del infrarrojo cercano (0,8-1,1 μ m).

Finalmente, entre los rangos 1,4-1,8 μ m (infrarrojo medio) la reflectividad depende del contenido de agua entre y dentro de las células, en condiciones de hidratación normales ambos valles son profundos y marcados, en condiciones de estrés hídrico estos son menos marcados aumentando su reflectividad (Alonso & Moreno, 1996).

2.5 Descripción de las actividades realizadas

Con el fin de cumplir con los resultados planteados dentro de los límites de tiempo y recursos impuestos, la investigación se enfocó dentro de la zona de influencia en la cuenca baja del río Chira – Piura. La zona escogida es representativa; dado que, contiene amplias áreas andinas con húmedales y zonas con similares especies vegetales, suelo y agua, lo que facilita la réplica de los resultados en otras zonas de similares ecosistemas y morfometría. Asimismo, se justificó el establecimiento de dicha área de estudio por sus potenciales sinergias que se pueden establecer con otros proyectos que actualmente se encuentran en desarrollo.

La metodología propuso un proceso de aprendizaje iterativo que involucra el recojo de firmas espectrales de diferentes especies vegetales, suelo y agua, suelo, agua, datos de clima medidos en los trabajos de campo programados, así como validación, exploración y análisis de patrones espectrales. Se emplearon técnicas geoestadísticas para el tratamiento de datos obtenidos tanto del espectrorradiómetro FieldSpec 4; así como, de las imágenes de satélite Sentinel 2 que son necesarias para un análisis espectral de las especies vegetales, suelo y agua necesarios orientada a una propuesta de estrategias de monitoreo de cobertura

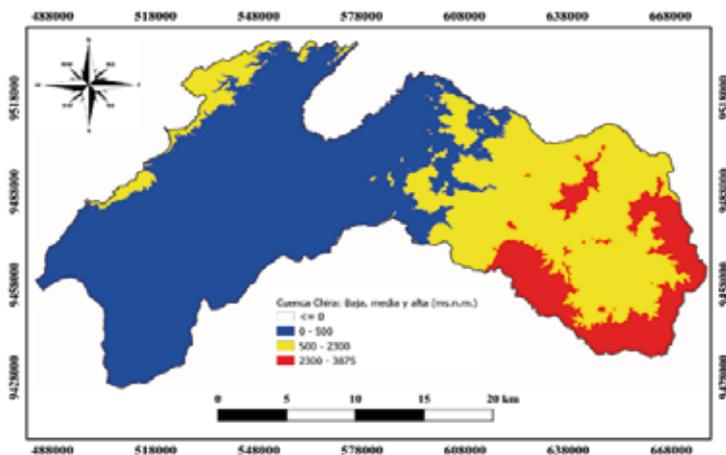
de vegetación bosques secos y humedales en la región.

Entre las técnicas que se utilizaron, tenemos: decodificación de la información de las variables de estudio, mediante las firmas espectrales medidas con el espectroradiómetro “Fieldspec4”, decodificación de la información de las variables de estudio, a partir del uso de las imágenes de satélite Sentinel 2, con el software SNAP y ENVI, análisis documental y de observación en trabajos de campo, análisis de datos con el uso del software, SNAP, ENVI+IDL, Rstudio, QGIS y el respectivo trabajo de gabinete.

Con un Modelo de Elevación Digital DEM, se clasificó la zona baja, media y alta de la cuenca del río Chira, siendo en la figura 8, la zona de color azul la cuenca baja del río Chira.

Figura 8

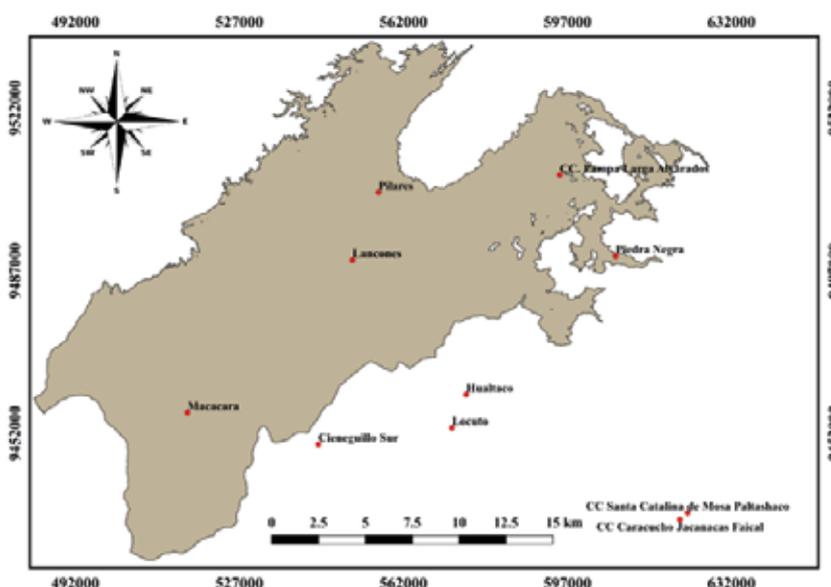
Clasificación de cuenca baja, media y alta del río Chira, región Piura.



Cabe indicar que, tal como se muestra en la figura 9, se seleccionó la cuenca baja del río Chira teniendo en cuenta las alturas correspondientes a las 8 regiones naturales del Perú, de acuerdo con la altura de la región costa o chala desde 0 a 500 ms.n.m. el siguiente mapa muestra las zonas de muestreo que han sido visitada para el recojo de las firmas espectrales.

Figura 9

Zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El recojo de las firmas espectrales correspondió a la diversidad de especies vegetales, suelo y agua distribuida de manera espacial en zonas de la cuenca baja del río Chira y en algunas otras zonas de la región Piura. Los archivos de datos de las firmas espectrales son valores numéricos que contiene su longitud de onda desde los 350 nm hasta los 2500 nm con un intervalo de 1 nm, para lo cual le corresponde valores de reflectancia del suelo entre 0 y 1. En tal sentido, los trabajos de campo programados en las distintas zonas de la cuenca Chira y algunas otras zonas pertenecientes a la región Piura, permitió la recolección de firmas espectrales de especies vegetales, suelo y agua, medidas con el espectrorradiómetro “FieldSpec4”, a partir de la participación de especialistas pertenecientes al equipo de investigación y miembros del Instituto de Investigación para el Desarrollo sostenible y Cambio Climático de la UNF (INDESC-UNF).

En tal sentido, se presenta el conjunto de especies vegetales, suelo y agua identificada con su firma espectral en la zona muestral, considerando su nombre de identificación común en la zona, posición geográfica, (latitud, longitud, en coordenadas UTM), altitud, temperatura ambiente, humedad relativa y temperatura de suelo, tal y como se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1

Especies vegetales, suelo y agua, identificadas para recogida de firma espectral en la zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura.

N° Gráfico	Zona muestral	Nombre	Latitud (UTM)	Longitud (UTM)	Altitud (ms.n.m)	Temperatura ambiente (°C)	Humedad relativa (%)	Temperatura de suelo (°C)
a1		Bosque Seco	583708	9483993	222	35	35	42.4
a2		Cactus	594675	9507583	316	40	32	38.5
a3		Euphorbia	595348	9507565	304	41	27	30.2
a4		Chaquiuro	594728	9507575	309	34	31	43.7
a5		Fabaceae	594722	9507582	310	39	27	39.5
a6		Hualtaco	594670	9507592	316	41	29	30.6
a7		Frijol de Palo	595339	9507547	304	43	26	31.1
a8		Overo	594732	9507563	307	40	21	30.2
a9		Papelillo	594728	9507575	309	34	31	43.7
a10		Zapote	594688	9507593	315	40	28	33.1
b1		Suelo con Chamiso	594674	9507599	316	35	35	42.4
a11	Comunidad	Añalque	595321	9507561	304	40	43	30
a12	campesina	Borrachera	595334	9507547	303	43	26	31.1
a13	Pampa Larga,	Cacao	595321	9507561	304	40	31	28.2
a14	Alvarados,	Escoba	595339	9507547	304	43	26	31.1
a15	distrito de Suyo,	Granada	595348	9507565	304	41	27	30.2
a16	provincia	Guaba	595340	9507557	304	42	29	26.9
a17	de Ayabaca	Lima	595326	9507574	304	45	25	31.6
a18		Limón Dulce	595326	9507574	304	45	25	31.6
a19		Limón Sutil	595326	9507574	304	45	25	31.6
a20		Moringa	595347	9507574	304	40	28	31.5
a21		Papaya	595321	9507561	303	41	31	33
a22		Plátano	595324	9507544	303	45	26	35.9
a23		Tabaco	595347	9507574	304	40	28	31.5
a24		Tamarindo	595329	9507567	304	42	28	27.8
a25		Toronja	595326	9507574	304	45	25	31.6
a26		Tuna	595347	9507574	304	40	28	31.5
q27		Yuca	595321	9507561	303	41	31	33
b2		Suelo	551142	9489281	139	32	42	40.7
b3	Distrito de Lancones, provincia de	Suelo con overal seco	551206	9489270	138	34	40	42
b4	Sullana	Suelo Rocosó	551270	9489202	141	35	42	39.7
c1		Agua del Río Chira	516133	9456738	33	34	44	36.6

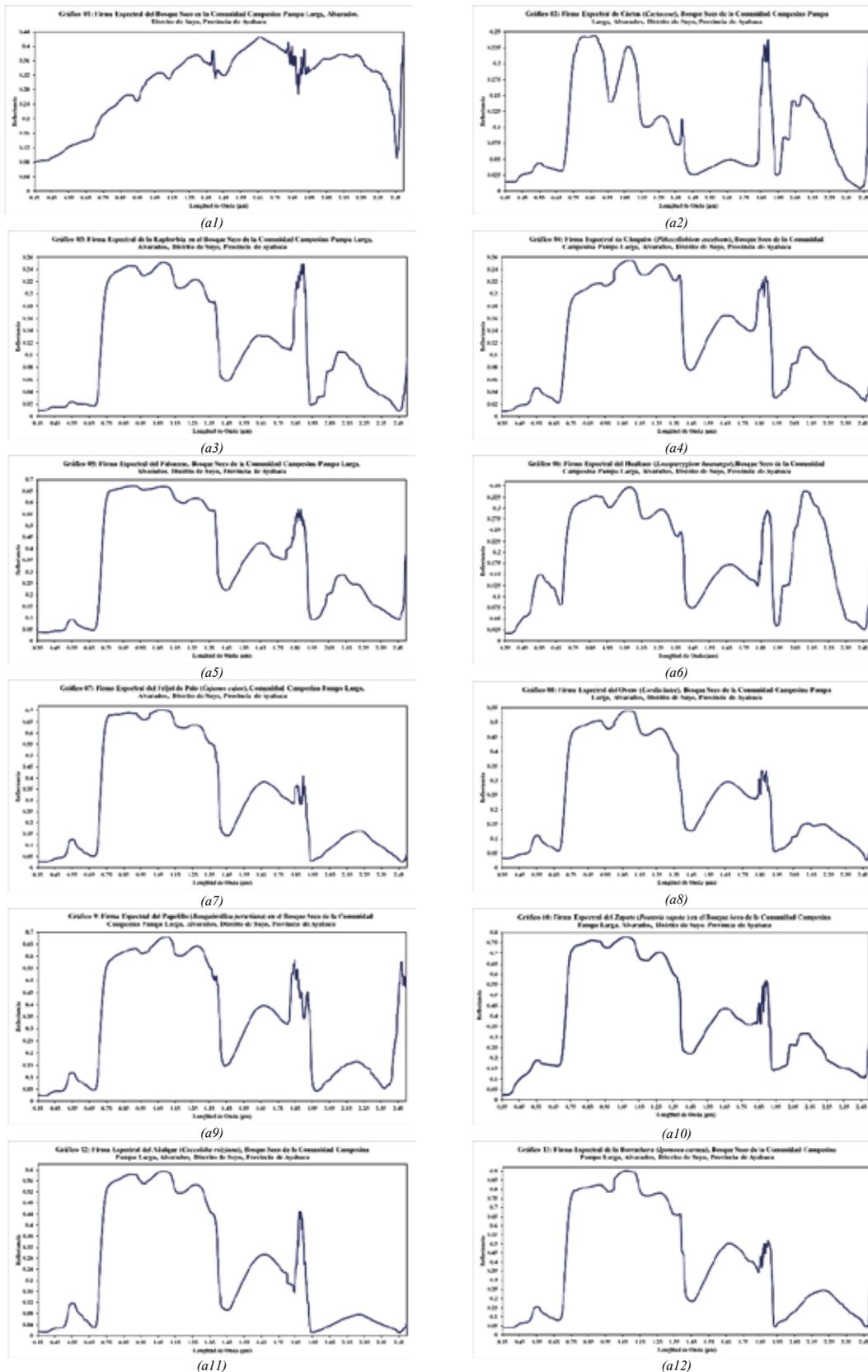
N° Gráfico	Zona muestral	Nombre	Latitud (UTM)	Longitud (UTM)	Altitud (ms.n.m)	Temperatura ambiente (°C)	Humedad relativa (%)	Temperatura de suelo (°C)
b5	Caserío Macacará del distrito la Huaca, provincia de Paíta	Suelo con Arena	515958	9456561	45	31.6	30	50
		Suelo con Arena y vegetación seca	515958	9456561	45	31.6	30	50
b7	Caserío Pilares del distrito Lancones, provincia de Sullana	Suelo con Borrachera	556735	9503837	252	30	46	38.6
b8	Caserío Olivares San Fernando, distrito de Sullana, Provincia de Sullana	Suelo salino	543846	9449594	44	30	54	32.7
b9	Caserío de Piedra Negra del distrito de Paimas, Provincia de Ayabaca	Suelo con Cadmio 1	607418	9489031	427	33	38	27.1
b10		Suelo con Cadmio 2	607424	9489057	423	32	43	29
b11		Suelo con Cadmio 3	607413	9489153	418	32	48	29.3
b12	Centro poblado de Locuto, distrito de Tambogrande, Provincia de Piura	Suelo con arena	572343	9453300	67	33	44	31.8
b13		Suelo quemado	572330	9453269	67	33	45	42.4

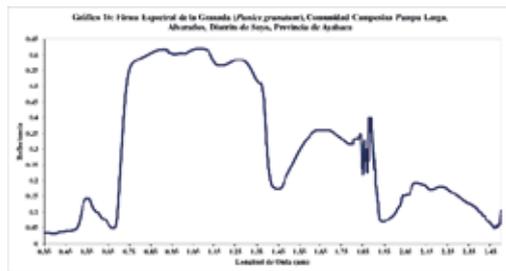
Es importante resaltar que, las especies vegetales de la Tabla 1, se identificaron con el nombre común que utilizan los pobladores de la zona muestral de estudio; sin embargo, cada una de estas especies vegetales son identificadas con un nombre científico, tales como: algarrobo (*Prosopis pallida*), angolo (*Pithecellobium multiflorum*), ceibo (*Ceiba trichistandra*), faique (*Acacia macrantha*), frijolillo (*Senna spectabilis*), hualtaco (*Loxopterygium huasango*), palo santo (*Bursera graveolens*), sapote (*Colicodendron scabridum*), faique (*Acacia macracantha*), palo verde (*Parquinsonia aculeata*), grama (*Paspalum bonplandianum*), cadillo (*Cenchrus echinatus*), manito de ratón (*Coldemia paronychoides*), jabonillo (*Cucumis dipsaceus*), aroma (*Acacia huarango*), charamusco (*Encelia canescens*), overo (*Cordia lutea*), bichayo (*Capparis ovaleifolia*), satuyo (*Capparis prisca*), margarito (*Capparis eucalyptifolia*), charán (*Caesalpinia paipái*), porotillo (*Capparis eucalyptifolia*), borrachera (*Ipomoea carnea*), cardo (*Armatocereus cartwrightianus*), añalque (*Coccoloba ruiziana*), guayacán (*Tabebuia chrysantha*), chaquiro (*Pithecellobium excelsum*), ceibo (*Ceiba trichistandra*), pata de vaca (*Bauhinia aculeata*), huarapo (*Terminalia valverdae*), barbasco (*Piscidia carthagenensis*), almendro (*Geofroea striata*), polo (*Cochlospermum vitifolium*), pego (*Pisonia macracantha*), entre otras.

Asimismo, en la figura 10, se puede observar la firma Espectral de cada una de las especies vegetales identificadas y recogidas en la zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura, las cuales se han clasificado consecutivamente desde (a1) hasta (a27).

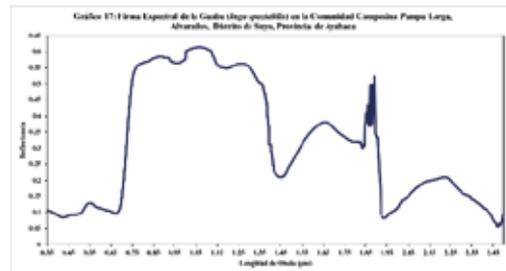
Figura 10

Firma Espectral de especies vegetales identificadas y recogidas en la zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura

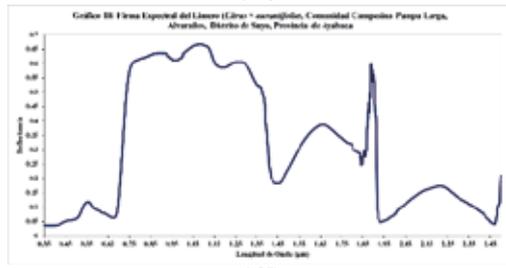




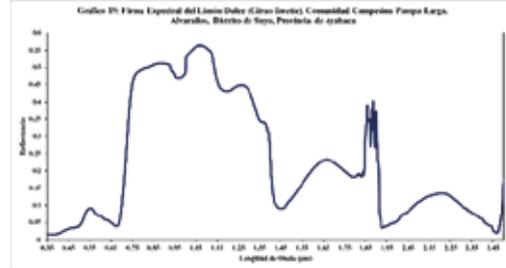
(a15)



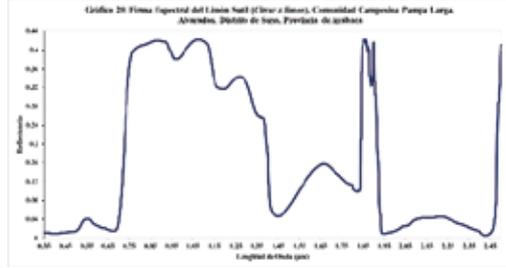
(a16)



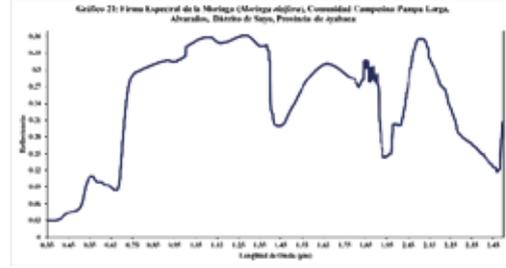
(a17)



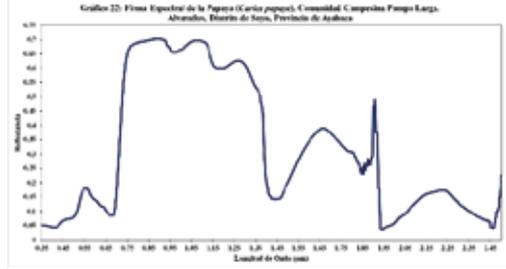
(a18)



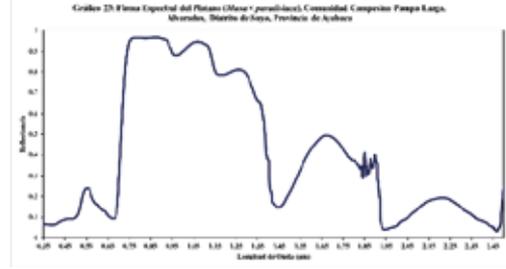
(a19)



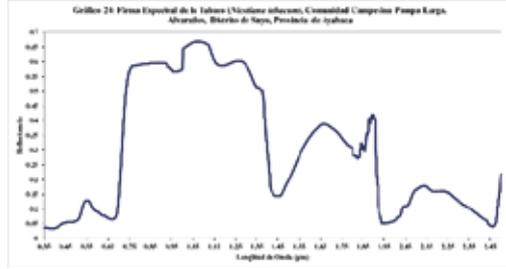
(a20)



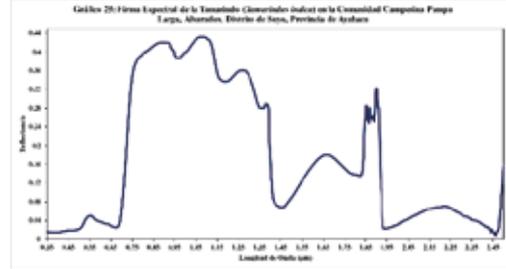
(a21)



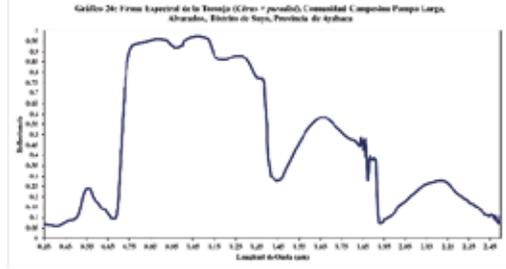
(a22)



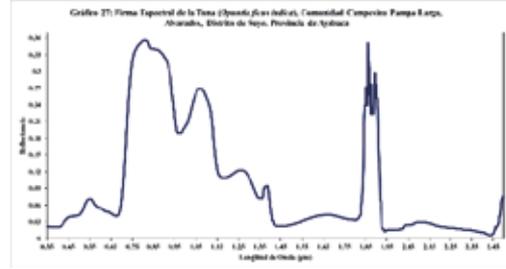
(a23)



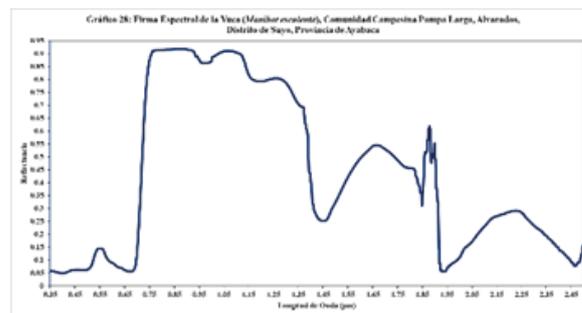
(a24)



(a25)



(a26)



En el caso del gráfico (a1), muestra la Firma espectral del bosque seco en la comunidad campesina Pampa Larga, Alvarados, del distrito de Suyo Provincia de Ayabaca. Cabe indicar que, la firma espectral corresponde al barrido de toda la cobertura espacial del suelo conteniendo variedades de vegetación de bosque seco.

El análisis espectral de las especies vegetales realizado a partir de medidas radiométricas de reflectividad, o firmas espectrales con el espectrorradiómetro FieldSpec4, permiten determinar cobertura espacial y temporal con el uso de imágenes de satélite. Esto es útil para comprender con mayor precisión, la información de datos satelitales, así como la reducción de errores, en relación con la complejidad del terreno y la diferencia de tiempo entre el trabajo de campo y las fechas de adquisición de imágenes de satélite (Aldana et al., 2020).

Asimismo, la cubierta vegetal es un medio heterogéneo compuesto de hojas, tallos, troncos, suelos, agua, entre otros elementos sobre la superficie de la tierra, todos ellos representados por sus respuestas espectrales respectivas. Además, hay que tener en consideración que las plantas son seres vivos sujetos a cambios estacionales, climáticos e incluso a enfermedades y que estos cambios afectan a su reflectividad. Por estas razones el estudio del comportamiento espectral de la vegetación es muy complejo.

De esta manera, se tiene que, la vegetación sana tiene una reflectividad baja en el visible, aunque con un pico en el color verde debido a la clorofila. La reflectividad de la vegetación es muy alta en el infrarrojo próximo debido a la escasa absorción de energía por parte de las plantas en esta banda. En el infrarrojo medio hay una disminución especialmente importante en aquellas longitudes de onda en las que el agua de la planta absorbe la energía.

Por otro lado, la vegetación enferma presenta una disminución de la reflectividad en las bandas infrarrojas y un incremento en el rojo y azul. Se observa también que, la reflectividad de una planta depende de su contenido en agua. En tal sentido, cuando el contenido de agua aumenta disminuye la reflectividad ya que aumenta la absorción de radiación por parte del agua contenida en la planta.

Por tal motivo, la construcción de una preliminar base de firmas espectrales de especies vegetales en la región Piura, brinda herramientas preliminares necesarias para la formulación e implementación posterior de un proyecto integral que contenga diferentes fases y componentes orientada a proporcionar datos, tecnología y herramientas de aplicación más reciente que conlleven a mejorar de manera continua y sostenible la gestión y protección de ecosistemas, por ejemplo, de bosque seco.

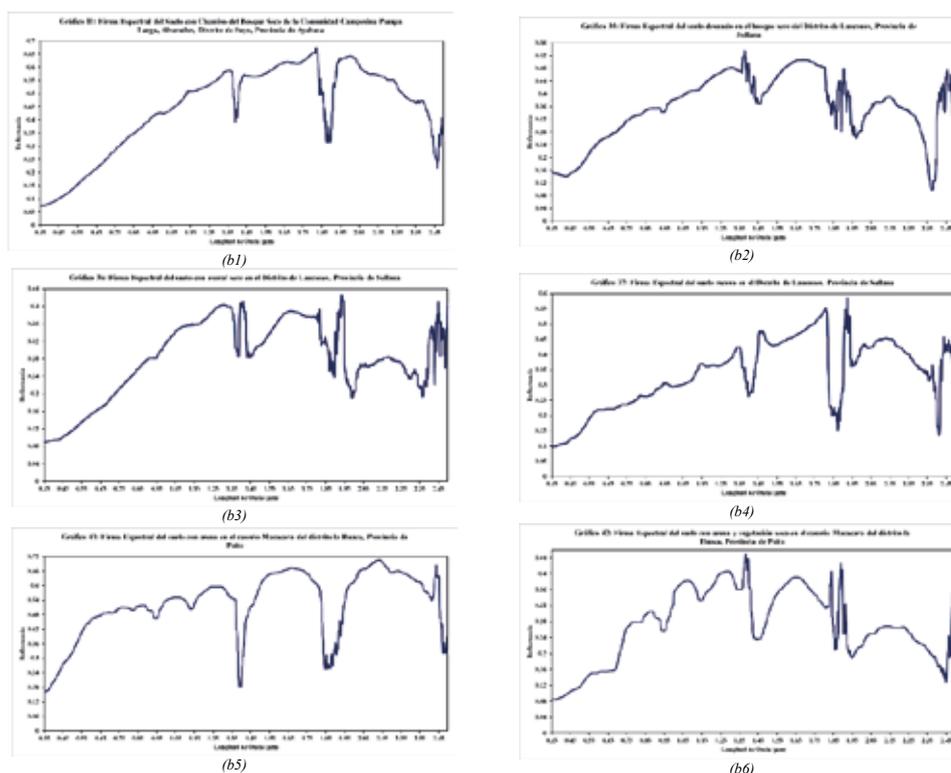
En un enfoque espectral, lo que se ve son esencialmente las huellas dactilares (firma espectral) de los diferentes objetos de estudio, que se pueden utilizar para identificarlos y clasificarlos en las imágenes de satélite, por lo que se podría identificar y clasificar el tipo de vegetación de bosque seco con sus diferentes variabilidades en la región Piura. Una firma espectral es en realidad única para una característica en particular, dado que, se habla de características ambientales, ello conllevará a que exista variabilidad natural por lo que no será 100% único, pero eso es

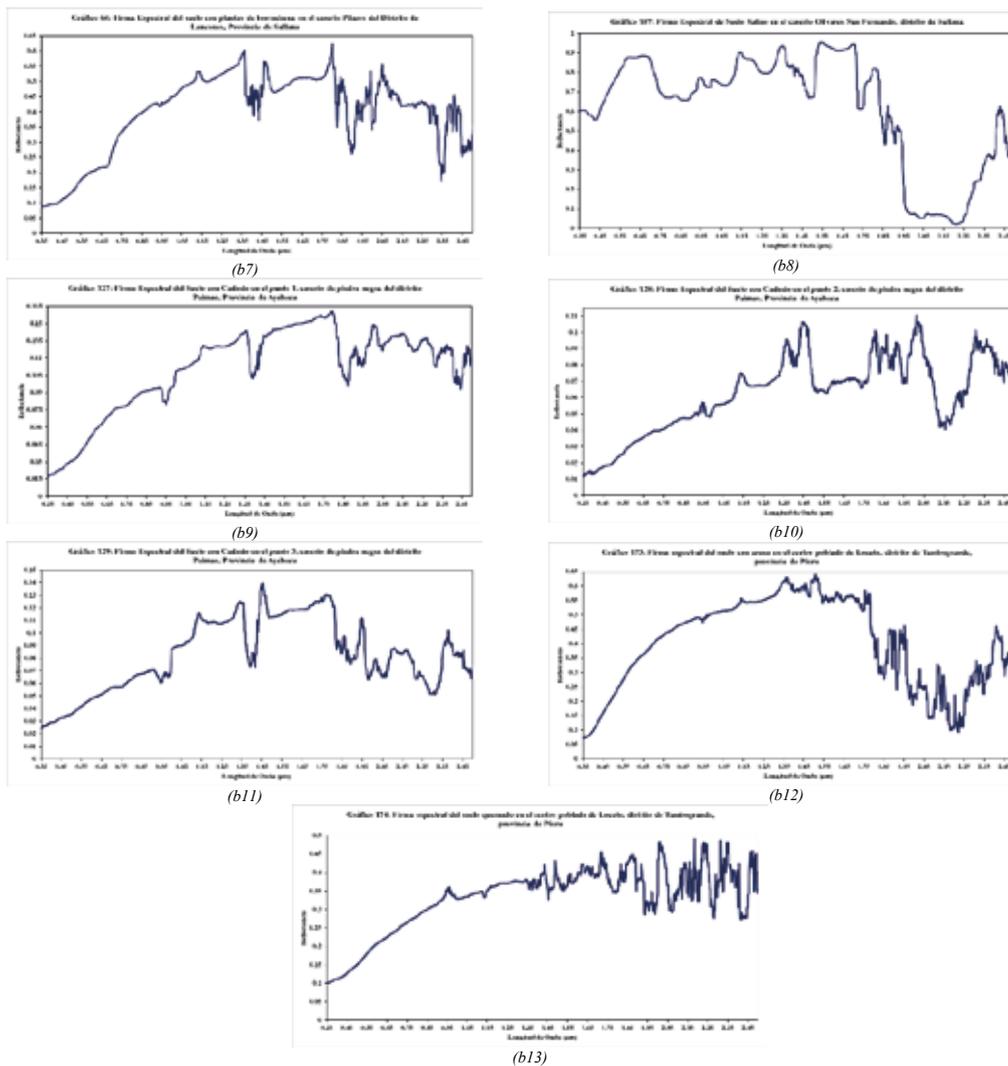
precisamente la que la hace realmente única para una característica particular dentro del rango del visible, NIR y SWIR. Las curvas de reflectancia espectral que se observan en los gráficos desde (a1) hasta (a27) de la figura 10, representa gráficamente el nivel de reflectancia en longitudes de onda discretas; mostrando niveles de absorción, emisión, reflectancia o transmisión de ese objeto para poder clasificarlo dentro de una imagen de satélite según su firma espectral. La complejidad de los problemas ambientales en los ecosistemas de bosques secos, demanda de conocimientos científicos y tecnológicos con alto grado de veracidad que permita establecer las vulnerabilidades y oportunidades características de cada zona, reducir las incertidumbres asociadas al clima y condiciones de resiliencia de dichos ecosistemas. En base a ello, se puede desarrollar metodologías de seguimiento, análisis y evaluación de los elementos biofísicos, parámetros biológicos y bioquímicos, factores, descriptores e indicadores para la caracterización de la dinámica espacial de los ecosistemas en la región y otras áreas geográficas.

Actualmente, no se cuenta con librerías espectrales históricas y de imágenes de satélite que puedan ser utilizadas por diversos usuarios potenciales relacionadas con el comportamiento espectral de la vegetación. Tal es así que, la dinámica actual de la cobertura de la tierra, uso de la tierra, detección de cambios, mapeo de variables geofísicas para índice de área foliar, contenido de clorofila foliar, contenido de agua en hojas entre otras tiene un estudio limitado; por lo que, se hace necesario ampliar dichos estudios a parámetros específicos que permitan orientar la formulación de políticas, la toma de decisiones y los procesos de soporte a las decisiones participativas, en la gestión de manera eficiente e integrada de recursos hídricos en las cuencas hidrográficas de la región Piura, especialmente en zonas de bosque seco. Con respecto a la firma espectral de suelo identificadas y recogidas en la zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura, se puede observar en los gráficos de la figura 11, que van desde (b1) hasta (b13), se tiene que, en la figura 11, se observa el comportamiento espectral en diferentes escalas del espectro electromagnético que representan a suelos con cadmio, suelo quemado, arena, suelo salino, suelo con vegetación seca, entre otros.

Figura 11

Firma Espectral de suelo identificadas y recogidas en la zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura.



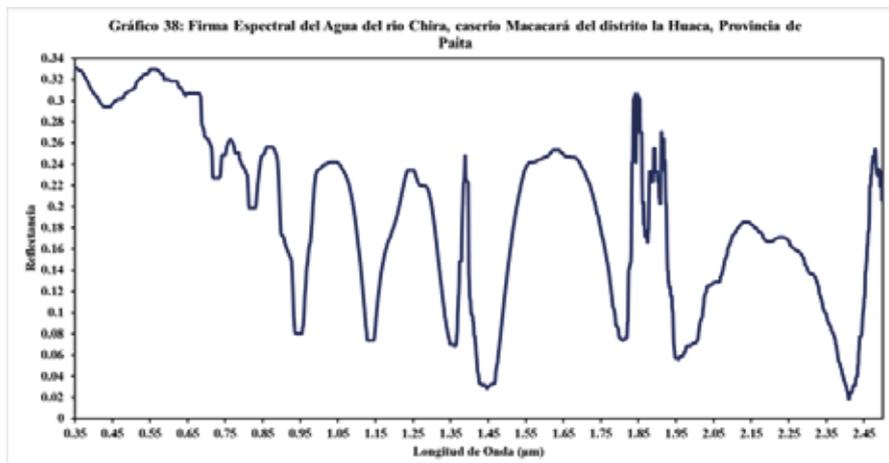


Finalmente, en lo que respecta a la firma espectral de agua identificada y recogida en la zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura, se puede observar la figura 12, que muestra el comportamiento espectral en diferentes escalas del espectro electromagnético que representa la reflectancia del agua del río Chira, de tal manera que ello, genere la posibilidad de determinar parámetros de calidad de agua, medidos a través de los sensores remotos empleados.

La exploración espectral que facilitan los sensores, permite desarrollar técnicas modernas de análisis que conlleven a una optimización de los recursos empleados para realizar estas tareas de tomas de muestras y posterior análisis en laboratorio.

Figura 12

Firma Espectral de agua identificada y recogida en la zona muestral cuenca baja del río Chira, región Piura



Teniendo en cuenta que, la firma espectral es la medida cuantitativa de las propiedades espectrales de un objeto en una o varias bandas espectrales, conocida también como comportamiento espectral, es importante considerar que, dicho concepto incluye la variabilidad temporal de las firmas espectrales, así como su variación en función de las condiciones meteorológicas, de las estaciones del año, y de las condiciones de iluminación. Por ello, la respuesta espectral del agua muestreada en la figura 12, depende principalmente de su pureza y de las diferentes partículas que se puedan encontrar presente en su parte superficial tales como algas, fitoplancton, entre otras.

Tal es así que, si fuera agua con un alto grado de pureza, sus propiedades de transmisión de la radiación electromagnética en el espectro visible y de absorción en el infrarrojo serían excelentes. Sin embargo, tal como se muestra en la figura existen importantes caídas de reflectancia en diversas longitudes de onda, especialmente en el infrarrojo; presentando la reflectancia un pico en el verde que va reduciéndose hasta el infrarrojo.

4. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos, se determinó las firmas espectrales de especies vegetales, suelo y agua de la cuenca del río Chira, región Piura, medidos con el espectroradiómetro “FieldSpec4”; reconociendo un conjunto muestral de firmas espectrales de diferentes especies de vegetación ubicadas en diferentes puntos geográficos en la cuenca baja Chira, diferenciando por ejemplo, la firma espectral del algarrobo de Lancones con respecto al algarrobo de Caracucho–Jacanacas, Faical, Morropón; permitiendo ello construir un banco o biblioteca de firmas espectrales, las mismas que pueden ser utilizadas mediante la misma metodología de clasificación para la obtención de mapas de cobertura y uso de suelo en cualquier zona de interés. Asimismo, la falta de reflectividad en el infrarrojo permite distinguir entre áreas de tierra y agua tanto en costas como en ríos, lagunas u otros.

Al incrementarse la profundidad del agua la reflectancia desciende, en cualquier longitud de onda. Cuando el agua presenta turbidez, las consecuencias sobre la respuesta espectral van a depender del tipo de partículas en suspensión; tal es así que, cuando se trata de fitoplancton, aparecen importantes alteraciones en el verde (aumenta) y en el azul (disminuye).

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo técnico, científico, físico y financiero de la Dirección de Gestión de la Investigación de la Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú. Asimismo, los autores agradecen al Laboratorio de Teledetección y energías Renovables LABTELER

de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Ayacucho, Perú, por su incondicional apoyo para la toma de firmas espectrales con el espectrorradiómetro FieldSpec4.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adami, M., Bernardes, S., Arai, E., Freitas, m., Shimabukuro, y., Espírito-Santo, F., Rudorff, B. y Anderson, L. (2018). Seasonality of vegetation types of South America depicted by moderate resolution imaging spectro radiometer (MODIS) time series, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 69, Pp. 148-163, ISSN 1569-8432. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.02.010>
- Aldana, C., Revilla, M., Gonzales, J., Saavedra, Y., Moncada, W., & Maicelo, J. (2020). Relación de firmas espectrales para la identificación de bosque seco en imágenes de satélite Sentinel 2, cuenca baja del río Chira, Región Piura. In *Revista de Teledetección* (Issue 56, p. 147). Universitat Politècnica de Valencia. <https://doi.org/10.4995/raet.2020.14110>
- Aldana, C., Saavedra, Y., Gonzales, J., Gálvez, D., Palacios, C., Aldana, W., & Moncada, W. (2021). Spatial-temporal agricultural production of Citrus x limonand Mangifera indica, using spectral signatures and satellite images. In *Scientia Agropecuaria* (Vol. 12, Issue 4, pp. 557–570). Universidad Nacional de Trujillo. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.060>
- Alonso, C., & Moreno, V. (1996). Análisis multitemporal de imágenes LANDSAT TM en la cartografía de las masas de hielo y nieve aplicada a la modelización hidrológica. Asociación Española de Teledetección. Disponible en: http://www.aet.org.es/revistas/revista7/AET7_4.pdf
- ASD Inc. (2017). FieldSpec 4 Hi-Res High Resolution Spectroradiometer. <https://www.asdi.com/products-and-services/fieldspec-spectroradiometers/fieldspec-4-hi-res>
- Borole*, V. Y., Kulkarni, Dr. S. B., & Bhise, P. R. (2019). Soil Spectral Signature Analysis for Influence of Fertilizers on Two Different Crops in Raver Tahshil. In *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* (Vol. 8, Issue 3, pp. 659–663). Blue Eyes Intelligence Engineering and Sciences Engineering and Sciences Publication - BEIESP. <https://doi.org/10.35940/ijrte.b2640.098319>
- Borràs, J., Delegido, J., Pezzola, A., Pereira, M., Morassi, G., & Camps-Valls, G. (2017). Clasificación de usos del suelo a partir de imágenes Sentinel-2. In *Revista de Teledetección* (Issue 48, p. 55). Universitat Politècnica de Valencia. <https://doi.org/10.4995/raet.2017.7133>
- Han-ya, I., Ishii, K., & Noguchi, N. (2010). Monitoring Rice Growth Environment by Low-altitude Remote Sensing Using Spectroradiometer. In *IFAC Proceedings Volumes* (Vol. 43, Issue 26, pp. 184–189). Elsevier BV. <https://doi.org/10.3182/20101206-3-jp-3009.00032>
- Jianxi, H., Yuzhuo, H., Wei, S., Junming, L. y Dehai, Z. (2017). Mapping corn and soybean cropped area with GF-1 WFV data[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33(7):164-170. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2017.07.021
- Palamuleni, L., Annegarn, H., Kneen, M., & Landmann, T. (2007). Mapping rural savanna woodlands in malawi: a comparison of maximum likelihood and fuzzy classifiers. In *2007 IEEE International Geoscience and*

- Remote Sensing Symposium. 2007 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE. <https://doi.org/10.1109/igarss.2007.4423035>
- Peddle, D. R., Peter White, H., Soffer, R. J., Miller, J. R., & LeDrew, E. F. (2001). Reflectance processing of remote sensing spectroradiometer data. In *Computers & Geosciences* (Vol. 27, Issue 2, pp. 203–213). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s0098-3004\(00\)00096-0](https://doi.org/10.1016/s0098-3004(00)00096-0)
- Van Dijk, D., Shoaie, S., van Leeuwen, T., & Veraverbeke, S. (2021). Spectral signature analysis of false positive burned area detection from agricultural harvests using Sentinel-2 data. In *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* (Vol. 97, p. 102296). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102296>
- Vasava, H. B., & Das, B. S. (2022). Assessment of Soil Properties using Spectral Signatures of Bulk Soils and Their Aggregate Size Fractions. In *Geoderma* (Vol. 417, p. 115837). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115837>
- Zhao, H., Wang, Y., Liu, S., Li, K., & Gao, W. (2019). Spectral reflectance characterization and fiber type discrimination for common natural textile materials using a portable spectroradiometer. In *Journal of Archaeological Science* (Vol. 111, p. 105026). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.105026>
- Zeferino, L. B., Souza, L. F. T. de, Amaral, C. H. do, Fernandes Filho, E. I., & Oliveira, T. S. de. (2020). Does environmental data increase the accuracy of land use and land cover classification? In *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* (Vol. 91, p. 102128). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102128z>

Predicción del pH en filetes de caballa salazonada usando imágenes hiperespectrales y quimiometría

Prediction of pH in salted mackerel fillets using hyperspectral imaging and chemometrics

Diana Arévalo, Wilson Castro

Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias y Biotecnología de la Universidad Nacional de Frontera

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue predecir el pH de la caballa salazonada, como indicador de calidad, mediante la tecnología de las imágenes hiperespectrales acopladas a técnicas quimiométricas. Se adquirieron 35 caballas frescas en un mercado local de Sullana, Perú, estas fueron lavadas, evisceradas y fileteadas para obtener dos filetes sin piel por cada ejemplar, los mismos se sometieron a un proceso de salazón por inmersión en salmuera al 28% y se almacenaron en refrigeración por 6 días. Las evaluaciones de pH y adquisición de espectros se realizaron con potenciómetro y sistema de imágenes hiperespectrales NIR, respectivamente en los días 0, 1, 2, 3, y 6. Las imágenes fueron corregidas, luego se extrajeron los perfiles de la muestra por umbralizado y estos fueron pretratados con el filtro Savitzky-Golay, seguidamente, se implementó el modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR) con las longitudes de onda completas y optimizadas. Para validar el modelo se aplicaron 30 repeticiones con validación cruzada (K-fold = 5). El mejor rendimiento se obtuvo con PLSR optimizado con 9 variables latentes, logrando un R² superior a 0.85 y un RMSE de 0.904. Por tanto, es viable el uso de HSI NIR con PLSR para monitoreo del pH en pescado salazonado.

Palabras clave: calidad del pescado, conservación por salazón, perfiles espectrales, aprendizaje automático.

ABSTRACT

The objective of this study was to predict the pH of salted mackerel, as a quality indicator, using hyperspectral imaging technology coupled to chemometric techniques. Thirty-five fresh mackerel were acquired in a local market in Sullana, Peru, washed, gutted and filleted to obtain two skinless fillets for each specimen, which were subjected to a salting process by immersion in 28% brine and stored under refrigeration for 6 days. The pH evaluations and spectra acquisition were carried out with potentiometer and NIR hyperspectral imaging system, respectively on days 0, 1, 2, 3, and 6. The images were corrected, then the sample profiles were extracted by thresholding and pretreated with the Savitzky-Golay filter, followed by implementation of the partial least squares regression (PLSR) model with the full and optimized wavelengths. To validate the model, 30 replicates with cross-validation (K-fold = 5) were applied. The best performance was obtained with PLSR optimized with 9 latent variables, achieving an R² greater than 0.85 and an RMSE of 0.904. Therefore, the use of HSI NIR with PLSR for pH monitoring in salted fish is feasible.

Keywords: fish quality, salting preservation, spectral profiles, machine learning.

1. INTRODUCCIÓN

La caballa (*Scomber japonicus peruanus*) constituye uno de los recursos pesqueros más abundantes e importantes del Pacífico (Shengnan et al., 2019). Su carne resalta por el contenido de proteínas y ácidos grasos insaturados (Bae & Lim, 2012), siendo uno de los pescados de mayor consumo en el Perú con una demanda per cápita superior a los 19 Kg anuales (INFOPECA, 2021). Por otro lado, la caballa es un alimento altamente perecedero (Zheng et al., 2020) y uno de los métodos para su conservación es la salazón (Park et al., 2009), asimismo, durante este proceso ocurren cambios que afectan su calidad (Goulas & Kontominas, 2005), y es necesario encontrar técnicas rápidas para el monitoreo in situ.

El pH es un indicador importante en la determinación de la calidad del pescado y se relaciona con el contenido de ácido láctico en el músculo (Nakazawa et al., 2022), el cual se genera a partir del metabolismo anaeróbico del glucógeno. Cuando se produce la hidrólisis de la molécula adenosina trifosfato (ATP, por sus siglas en inglés) el ácido láctico aumenta y el pH disminuye, esta variación en la etapa postmortem afecta directamente la capacidad de retención de agua, textura del músculo, color, solubilidad de proteínas y pérdida por goteo (Watabe et al., 1989). Existen estudios que evidencian que el pH elevado en pescado es determinante en la liberación de proteínas durante el proceso de inmersión en salmuera (Martínez-Alvarez & Gómez-Guillén, 2005).

Tradicionalmente la medición del pH se realiza con un potenciómetro (Chun et al., 2014), este método es preciso, sin embargo, destruye la muestra, requiere uso de reactivos con potencial efecto negativo al ambiente y demanda mucho tiempo. Asimismo, es frecuente el uso de tiras indicadoras de pH a base de papel tornasol, que al entrar en contacto con el alimento reaccionan cambiando de color según la acidez o alcalinidad de la muestra (Choi et al., 2018), dicho método carece de precisión y es invasivo, por lo que, los métodos tradicionales son inapropiados para su aplicación en línea. Por tanto, es de gran interés en la industria alimentaria implementar métodos analíticos efectivos, rápidos, no destructivos y no invasivos para la predicción del pH en pescados.

Las imágenes hiperespectrales (HSI) han demostrado ser una técnica precisa, rápida, no destructiva y no invasiva para monitorear parámetros de calidad en el pescado (Wu et al., 2019). Además, teniendo en cuenta que las variaciones de pH pueden tener efecto en la intensidad de la reflectancia y los perfiles espectrales (Rahman et al., 2022), se realizó este estudio para predecir el nivel de pH como indicador de calidad de los filetes de caballa sometidos al proceso de salazón en salmuera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Muestras

Se adquirieron 35 ejemplares frescos de caballa (*Scomber japonicus peruanus*) con una longitud promedio de 22 cm en un mercado local en Sullana, Perú. Por cada ejemplar se obtuvieron 2 filetes sin piel, lo que constituyó la unidad muestral.

2.2. Tratamiento de salazón

Los filetes fueron salazonados por inmersión en salmuera al 28%, y se almacenaron en condiciones de refrigeración (4 °C aprox.) durante 6 días, siendo evaluados a los 0,1, 2, 3 y 6 días.

2.3. Medición de pH

El pH se determinó usando un potenciómetro portátil (Hanna HI 98107, Italia), de acuerdo a los descrito por Negara et al., (2021), brevemente; se pesó 10 g de filete el cual se homogeneizó con 90 ml de agua destilada y el pH se midió sumergiendo el potenciómetro en la solución, este procedimiento se realizó por triplicado y se registró el valor promedio con la desviación estándar.

2.4. Adquisición de espectros

Se utilizó un sistema HSI (Resonon Pika NIR-640-505, Estados Unidos) que opera en el rango del infrarrojo cercano (900 nm – 1700 nm) en modo reflectancia y escaneo lineal. El sistema contaba con una fuente de iluminación halógena de alta intensidad regulada por una fuente de luz, una plataforma portamuestra configurada a una velocidad de 9 mm/s y un computador portátil desde donde se controló el proceso de adquisición de imágenes usando el software Spectronon PRO suministrado por el mismo proveedor del sistema.

2.5. Corrección de imágenes

Para tal efecto, se tomó una imagen de referencia oscura (*O*) y una blanca (*B*); “*O*” se obtuvo bloqueando el lente de la cámara con su propia cubierta (~0% de reflectancia), mientras que “*B*” se adquirió escaneando una barra de teflón (~99% de reflectancia). La imagen corregida (*IC*) se obtuvo aplicando la Ecuación 1.

$$I_c = \frac{I - O}{B - O} \quad (E\ 1)$$

Donde; “*I*” corresponde a la imagen original.

2.6. Extracción de perfiles

Se aplicó la técnica de segmentación por umbralizado, la cual permite extraer los píxeles que corresponden a la muestra, eliminando los píxeles del fondo. Esta operación se realizó a los 1332 nm debido al mayor contraste entre la muestra y el fondo.

2.7. Pretratamiento espectral

Los perfiles fueron pretratados para mejorar la relación señal/ruido; primero se aplicó el filtro savitzky-Golay (Ecuación 2) y luego la variable normal estándar (Ecuación 3).

$$Y_j = \frac{\sum_{i=-m}^m C_i Y_{j+i}}{N} \quad Ec\ (2)$$

Donde; *Y_j* es el perfil suavizado; *C_i* es el coeficiente del *i*th término del perfil *Y*; *Y_{j+i}* es el perfil original y *N* es el número de convoluciones.

$$SNV_Y = \frac{Y_\lambda - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{\sum_1^n (Y_\lambda - \bar{Y})^2}{n-1}}} \quad Ec\ (3)$$

Donde; *SNV_Y* corresponde a la variable normal estándar por cada longitud de onda, *Y_λ* son los valores de reflectancia, \bar{Y}_λ corresponde a los espectros medios.

2.8. Modelamiento

Los datos espectrales se correlacionaron con los valores de pH y se modelaron usando regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR, por sus siglas en inglés), con treinta repeticiones y validación cruzada (K-fold = 5). PLSR se implementó con la data completa, luego se optimizó en base a los beta coeficientes. El rendimiento de los modelos completos y optimizados se evaluó en función del coeficiente de determinación (*R*²) y la raíz del error cuadrático medio (*RECM*).

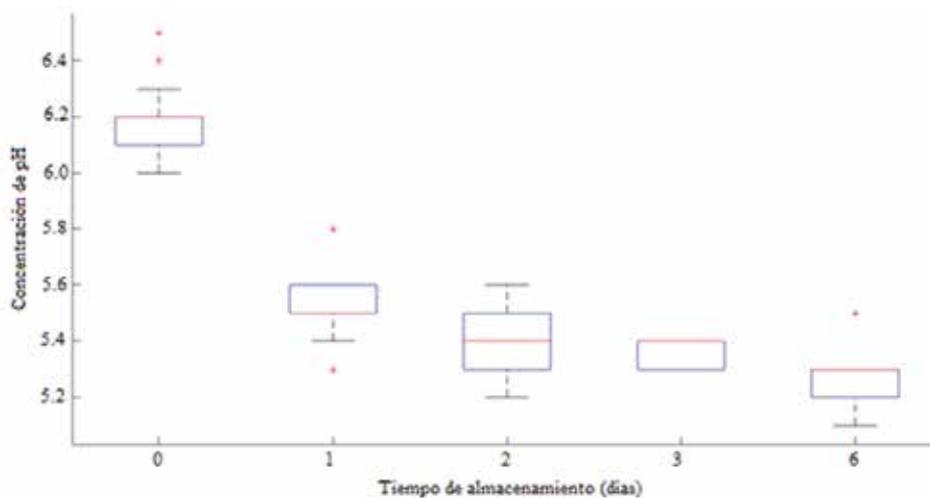
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Concentración de pH

En la Figura 1, se muestra la distribución de pH para los filetes de caballa salazonados y almacenados en refrigeración. El valor más alto de pH se obtuvo en los filetes recientemente salazonados ($\text{pH} = 6.2$), evidenciándose una caída pronunciada al primer día de almacenamiento ($\text{pH} = 5.5$), mientras que, del día 2 al día 6 se aprecian cambios menores en pH, manteniendo la tendencia al descenso, el valor medio más bajo fue registrado en el día 6 ($\text{pH} = 5.3$). El comportamiento del pH es similar al reportado por Aursand et al., (2008).

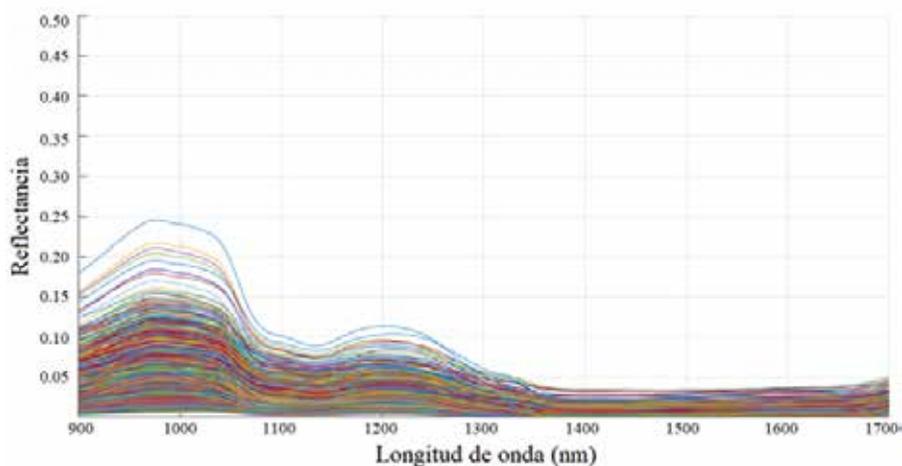
Figura 1

Distribución de pH para los filetes de caballa salazonados y almacenados en refrigeración



3.2. Perfiles espectrales

En la Figura 2, se muestran los espectros HSI-NIR de los filetes de caballa salazonados durante los seis días de almacenamiento en refrigeración. Se las principales variaciones espectrales se observaron alrededor de los 980 nm y 1130 nm relacionado a la vibración de los enlaces O-H por el contenido de agua de los filetes (He et al., 2014). Asimismo, presentó un pico a los 1220 nm, relacionado al segundo sobretono C-H, debido a la presencia de ácidos grasos (Fernández-Cabanás et al., 2011). Las señales posteriores a los 1400 nm no evidenciaron cambios.

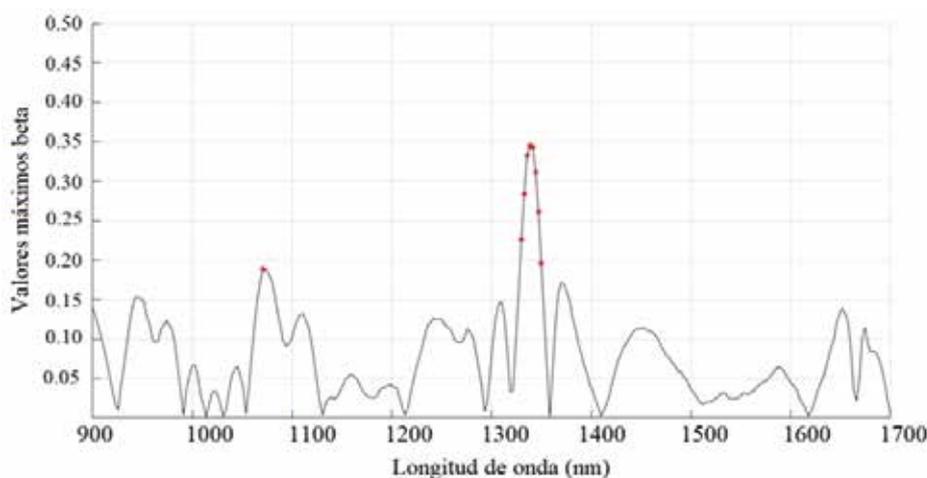


3.3. Variables relevantes

En la Figura 3 se muestran las longitudes de onda más relevantes, seleccionadas en base a los beta coeficientes, se seleccionaron entre 7 y 12 longitudes de onda, en su mayoría ubicadas entre los 1320 nm y 1350 nm, región espectral que se relaciona con el contenido de grasa (Zhu et al., 2014).

Figura 3

Valores máximos de beta coeficientes



3.4. Rendimiento del modelo

En la Tabla 1, se muestran los resultados de predicción del modelo PLSR para el pH de los filetes de caballa salazonados y almacenados en refrigeración durante 6 días, utilizando los espectros completos y óptimos en función a los beta coeficientes. El modelo PLSR simplificado (9 variables), usando los espectros pretratados con SG+SNV, mostró el mejor rendimiento $R^2_v = 0.875$ y $RMSE_v = 0.904$, lo que indica una buena capacidad para predicción de los valores de pH (Ziegel, 2004).

Tabla 1

Métricas de predicción para el nivel de pH de los filetes de caballa salazonados, usando PLSR full y optimizado.

<i>Pre-tratamiento</i>	<i>Variables</i>	R^2_v	$RMSE_v$
SG	282 (full)	0.739	0.730
	7	0.646	0.640
	9	0.714	0.710
	12	0.717	0.710
SG + SNV	282 (full)	0.836	0.912
	7	0.851	0.903
	9	0.875	0.904
	12	0.829	0.936

4- CONCLUSIONES

Los resultados evidencian que es factible aplicar la tecnología de imágenes hiperespectrales en el rango del infrarrojo cercano acopladas al modelo PLSR, para la predicción del pH, como indicador de la calidad de los filetes de caballa salazonados por inmersión en salmuera, con enfoque rápido, no destructivo y no invasivo.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue respaldado por la Universidad Nacional de Frontera (UNF), Perú, a través del proyecto “Predicción de la calidad de filetes de caballa (*Scomber japonicus peruannus*) usando espectroscopia dieléctrica e imágenes hiperespectrales acopladas a herramientas quimiométricas” y el proyecto “Creación del laboratorio de investigación de Inocuidad Alimentaria de la UNF”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aursand, I. G., Gallart-Jornet, L., Erikson, U., Axelson, D. E., & Rustad, T. (2008). Water Distribution in Brine Salted Cod (*Gadus morhua*) and Salmon (*Salmo salar*): A Low-Field ¹H NMR Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*(15), 6252-6260. <https://doi.org/10.1021/jf800369n>.
- Bae, J. H., & Lim, S. Y. (2012). Chemical composition, antiproliferative and antioxidant properties of lipid classes in ordinary and dark muscles from chub mackerel (*Scomber japonicus*). *Food and Chemical Toxicology*, *50*(3), 823-828. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.12.038>.
- Choi, J.-W., Lee, M.-K., Choi, J.-H., Jang, M.-K., Ahn, D.-H., & Nam, T.-J. (2018). Development of a Time-temperature Indicator for Managing the Distribution Temperature of Frozen Mackerel *Scomber japonicus*. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *51*(5), 590-594. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0590>.
- Chun, H.-N., Kim, B., & Shin, H.-S. (2014). Evaluation of a freshness indicator for quality of fish products during storage. *Food Science and Biotechnology*, *23*(5), 1719-1725. <https://doi.org/10.1007/s10068-014-0235-9>.
- Fernández-Cabanás, V. M., Polvillo, O., Rodríguez-Acuña, R., Botella, B., & Horcada, A. (2011). Rapid determination of the fatty acid profile in pork dry-cured sausages by NIR spectroscopy. *Food Chemistry*, *124*(1), 373-378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.031>.
- Goulas, A. E., & Kontominas, M. G. (2005). Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, *93*(3), 511-520. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.040>.
- He, H.-J., Wu, D., & Sun, D.-W. (2014). Rapid and non-destructive determination of drip loss and pH distribution in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets using visible and near-infrared (Vis-NIR) hyperspectral imaging. *Food Chemistry*, *156*, 394-401. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.118>.
- INFOPESCA. (2021). *Economía mundial del sector pesquero; enero 2021*. <https://www.infopesca.org/content/econom%C3%ADa-mundial-del-sector-pesquero-%E2%80%93enero-2021>.
- Martínez-Alvarez, O., & Gómez-Guillén, M. C. (2005). The effect of brine composition and pH on the yield and nature of water-soluble proteins extractable from brined muscle of cod (*Gadus morhua*). *Food Chemistry*, *92*(1), 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.049>.

- Nakazawa, N., Fuchiyama, Y., Shimamori, S., Shibayama, S., Okumura, K., Maeda, T., & Okazaki, E. (2022). Effects of treatment at a subzero temperature on pH, water retention, and metabolites in spotted mackerel (*Scomber australasicus*) muscle. *LWT*, *154*, 112591. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112591>.
- Negara, B. F. S. P., Lee, M.-J., Tirtawijaya, G., Cho, W.-H., Sohn, J.-H., Kim, J.-S., & Choi, J.-S. (2021). Application of Deep, Vacuum, and Air Frying Methods to Fry Chub Mackerel (*Scomber japonicus*). *Processes*, *9*(7), Art. 7. <https://doi.org/10.3390/pr9071225>.
- Park, J. N., Hwang, K. T., Kim, S. B., & Kim, S. Z. (2009). Partial replacement of NaCl by KCl in salted mackerel (*Scomber japonicus*) fillet products: Effect on sensory acceptance and lipid oxidation. *International Journal of Food Science & Technology*, *44*(8), 1572-1578. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01841.x>.
- Rahman, M. M., Shibata, M., Nakazawa, N., Rithu, M. N. A., Nakauchi, S., Hagiwara, T., Osako, K., & Okazaki, E. (2022). Non-destructive Approach for the Prediction of pH in Frozen Fish Meat Using Fluorescence Fingerprints in Tandem with Chemometrics. *Fishes*, *7*(6), Art. 6. <https://doi.org/10.3390/fishes7060364>.
- Shengnan W., Xinjun C., & Zhu'nan L. (2019). Establishment of forecasting model of the abundance index for chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the northwest Pacific Ocean based on GAM. *海洋学报*, *41*(8), 36-42. <https://doi.org/10.3969/j.issn.0253-4193.2019.08.004>.
- Watabe, S., Ushio, H., Iwamoto, M., Kamal, M., Ioka, H., & Hashimoto, K. (1989). Rigor-mortis progress of sardine and mackerel in association with ATP degradation and lactate accumulation. *NIPPON SUISAN GAKKASHI*, *55*, 1833-1839. <https://doi.org/10.2331/suisan.55.1833>.
- Wu, L., Pu, H., & Sun, D.-W. (2019). Novel techniques for evaluating freshness quality attributes of fish: A review of recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, *83*, 259-273. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.12.002>.
- Zheng, R., Xu, X., Xing, J., Cheng, H., Zhang, S., Shen, J., & Li, H. (2020). Quality Evaluation and Characterization of Specific Spoilage Organisms of Spanish Mackerel by High-Throughput Sequencing during 0 °C Cold Chain Logistics. *Foods*, *9*(3), Art. 3. <https://doi.org/10.3390/foods9030312>.
- Zhu, F., Peng, J., Gao, J., Zhao, Y., Yu, K., & He, Y. (2014). Determination and visualization of fat contents in salmon fillets based on visible and near-infrared hyperspectral imagery. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, *30*(23), 314-323.
- Ziegel, E. R. (2004). A User-Friendly Guide to Multivariate Calibration and Classification. *Technometrics*, *46*(1), 108-110. <https://doi.org/10.1198/004017004000000167>.

Mentoría STEM para mujeres en instituciones de educación superior universitaria

STEM mentoring for women at higher education institutions

Yesenia Saavedra¹, Cristhian Aldana¹

RESUMEN

Conscientes de que la mentoría y el coaching poseen diferencias sustanciales, es posible diseñar un programa de mentoría en una organización basado en una cultura de mentoría/coaching que desarrolle un determinado enfoque como aspecto clave de la forma en que los líderes, los gerentes y colaboradores se comprometen y desarrollan a todo su equipo, y comprometen a las partes interesadas, de manera que crean un mayor rendimiento, productividad y eficiencia individual, del equipo y de la organización en su totalidad y un valor compartido a los grupos de interés. En tal sentido, una mentoría STEM en una institución de educación superior universitaria, especialmente para mujeres, se orienta a fortalecer el perfil científico de futuras líderes en STEM en la organización, consolidando una relación mentor(es)/mentoreadas(os) que combine lo profesional y personal, la cual podría estar basado en una limitada continuidad de mentoría instrumental (solamente Carrera/Promoción, limitándose a una relación unidireccional sin un sentido de reciprocidad, meramente transferencia de conocimientos, solamente necesidad institucional, rol principal menos propicio para un cambio organizacional o de crecimiento personal); o mejor aún una mentoría de desarrollo (que fortalezca y consolide una Guía/Apoyo, propone un enfoque de recorrido más abierto y desarrollo más amplio, necesidad del mentoread@, guía paralela), siendo esta última mentoría la que sustente mejor un enfoque bifocal, generando así una mutualidad y asociación colaborativa que aborda una gama más amplia de problemas identificados por la mentoread@. Finalmente, implementar la mentoría dentro de una organización, conllevará a consolidar una cultura más inclusiva, desarrollar mejores habilidades comunicacionales en la gestión, ampliar la diversidad para mejorar el rendimiento y productividad de los colaboradores, contribuyendo además dichas técnicas a mejorar los sistemas de reclutamiento, retención y desarrollo; entre otros.

Palabras clave: Mentoría, STEM, mujeres y niñas, coaching

ABSTRACT

Aware that mentoring and coaching have substantial differences, it is possible to design a mentoring program in an organization based on a mentoring/coaching culture that develops a certain approach as a key aspect of how leaders, managers, and collaborators engage and develop their entire team, and engage stakeholders in a way that creates greater performance, productivity and efficiency for individuals, the team and the organization as a whole, and shared value to stakeholders. In this sense, STEM mentoring in a university higher education institution, especially for women, is oriented to strengthen the scientific profile of future STEM leaders in the organization, consolidating a mentor/mentee relationship that combines the professional and personal, which could be based on a limited continuity of instrumental mentoring (only Career/Promotion, limited to a unidirectional relationship without a sense of reciprocity, merely knowledge transfer, only institutional need, less conducive to organizational change or personal growth); or better yet a developmental mentoring (which strengthens and consolidates a Guide/Support, proposes a more open path approach and broader development, the need of the mentee, parallel guidance), the latter mentoring better supporting a bifocal approach, thus generating a mutuality and collaborative partnership that addresses a broader range of issues identified by the mentee. Finally, implementing mentoring within an organization will lead to consolidating a more inclusive culture, developing better communication skills

¹Facultad de Ciencias Económicas y Ambientales,
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú.
ysaavedra@unf.edu.pe

in management, broadening diversity to improve the performance and productivity of employees, and contributing to improving recruitment, retention, and development systems, among others.

Keywords: Mentoring, STEM, women and girls, coaching.

1. INTRODUCCIÓN

Ramírez-Corona et al. (2022), evidenciaron la realidad del proceso de las mujeres a lo largo de los años en las áreas STEM (acrónimo que por sus siglas en inglés representa Science, Technology, Engineering and Mathematics – ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en América Latina, mostrando el panorama actual de como poco a poco las mujeres van ganando más espacios a favor de la ciencia y la igualdad de género. Asimismo, afirmaron que en África, Europa y Asia únicamente las mujeres representan un 30% de todos los profesionales que actualmente trabajan en el área investigativa relacionada con las ingenierías. El área de STEM va creciendo gradualmente; toda vez que, los egresados de estos campos actualmente van consiguiendo mayor demanda en el mercado laboral. Sin embargo, ese porcentaje anterior, se ve incrementado a un estimado de 50% en países tales como América Latina y el Caribe. Definitivamente, el papel que desempeña una mujer en la ingeniería, se va volviendo más relevante a medida que avanzan los años; toda vez que, mujeres que realizan ciencia y son exitosas se convierten en modelos de inspiración, motivación y estimulación, liderando ellas mismas campañas de fomento y promoción de la ciencia para otras mujeres interesadas en ejemplificar y emular su trascendencia.

De acuerdo a lo que manifiesta Commodore-Mensah et al. (2020) y tal como lo evidencia estadísticamente Ramírez-Corona et al. (2022), el nivel de representación de las mujeres en ciencia en países africanos se encuentra rezagado; pero el avance se viene dando a nivel mundial especialmente en países desarrollados de tal manera que esa representación sea significativa y relevante. Sin lugar a duda, diversos factores personales, económicos, socio-culturales, ambientales, entre otros, vienen generando diferencias y disparidades marcadas de género en STEM no solamente en África, sino también en otros países, especialmente en aquellos países en desarrollo. Por tal motivo, existen a nivel mundial iniciativas y sólidos programas de mentoría STEM para mujeres o programas para mujeres en ciencias STEM, que vienen buscando revertir ese bajo nivel o porcentaje de representación de las mujeres en STEM.

Cabe indicar que, a nivel internacional tanto en países orientales como occidentales, los programas de mentoría e inducción están basados en diferentes enfoques y/o estándares relacionados con la centralización de la práctica docente en los países asiáticos pero instrucción descentralizada en países como Francia y Australia, profesionalización de la docencia y de la enseñanza, responsabilidad colectiva de mejora y esfuerzos colectivos para mejorar la instrucción (Elmore, Aswegen y Youngs, 2023). En esa misma línea, los mentores consolidados tienen ciertas dificultades de interacción al momento de brindar su apoyo a los docentes principiantes para que interioricen y repliquen la diversidad y equidad en su instrucción.

Los programas integrales de mentoría e inducción en cierta medida influyen en el rendimiento STEM de las(los) mentoread@s; pero para ello, es importante fortalecer la inducción de los maestros principiantes a partir de estándares centralizados, un seguimiento y monitoreo al logro estudiantil, enseñando en un ambiente con enfoque de diversidad e igualdad (Appelbaum, 2023).

STEM, orienta el fortalecimiento de diferentes capacidades y competencias con la finalidad de abordar con la ciencia diferentes problemáticas del cambio climático, el calentamiento global o la medicina; asimismo, la tecnología abarca las ciencias de la computación, la programación e inteligencia artificial como principales áreas; por el lado de la ingeniería se fortalecen los conocimientos y competencias relacionadas como problemas relacionados a infraestructura, puentes, diseño de edificios, ciudades, entre otros; siendo las Matemáticas en realidad la que abarca campos como la criptografía, economía, finanzas, analítica de datos, contabilidad entre otras.

Powell et al. (2019) en su estudio abordado, evaluaron el efecto de un programa LEAD que tenía la finalidad de fortalecer el empoderamiento de estudiantes a través del desarrollo de liderazgo y capacidad educativa en diversidad e inclusión. Dicho programa, arrojó que, es significativa la creación de capacidades de liderazgo y becas para mejorar la diversidad e inclusión desde los inicios de la formación estudiantil, concluyendo que, si se puede fomentar con éxito un programa de liderazgo que fomente la diversidad e inclusión, pero que si es necesario expandirlo a otros departamentos y realizar un seguimiento de resultados profesionales y contemplar un desarrollo de plan de estudios de mentores simultáneos.

Finalmente, es necesario que los científicos, ingenieros, mentores, formadores, instructores, docentes, maestros y/o profesores actúen con responsabilidad social, de tal manera que en sus acciones y asesoramiento a jóvenes mentoread@s en STEM, enfatizen en lo importante que es la diversidad y el fortalecimiento de la calidad de la mentoría dentro de la tubería STEM si es que se desea diversificar la fuerza laboral en STEM (Muindi y Tsai, 2017).

2. PROGRAMAS DE MENTORÍA STEM PARA MUJERES EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA

Cuando se tiene en mente realizar una exitosa carrera en las áreas STEM, tal como afirma Baluch (2016), es necesario tener una idónea formación y educación; así como, un sólido y amplio fortalecimiento de capacidades que haya sido guiado y preparado por mentores y paradigmas a seguir, los cuales cuenten con una trayectoria, dedicación, entusiasmo y preparación acorde a lo que se desea lograr.

Sin embargo, aún en la actualidad, las mujeres en los campos STEM continúan teniendo una baja tasa de avance profesional, a pesar de que un número similar viene obteniendo títulos de alto nivel en comparación con sus pares masculinos. Asimismo, se conoce que un número limitado de mujeres ocupan los puestos de mayor rango, titulares y titulares dentro del mundo académico.

Por tal motivo, el desarrollo de programas de mentoría STEM para mujeres especialmente en instituciones de educación superior universitaria, deben convertirse en recursos institucionales sostenibles y permanentes que consoliden el posicionamiento y empoderamiento en igualdad de oportunidades de las mujeres en esta senda de fuerza laboral académica y/o profesional y de investigación STEM.

Ya hace muchos años atrás, Madden et al. (2013), en este caso particular se pusieron a repensar la educación STEM, proponiendo la implementación de planes de estudios interdisciplinarios STEAM; dado que, en la Universidad Estatal de Nueva York en Potsdam, se empezó a fomentar el pensamiento creativo a partir de combinar la formación en STEM, humanidades y artes, necesarios para la multidisciplinariedad de la industria, educación y negocios, donde la innovación, tecnología y ciencias se hacen evidentes en problemas complejos de la sociedad.

En la misma dirección, se debe evaluar los diferentes factores o determinantes que contribuyen a la limitada representación (infrarrepresentación o subrepresentación) de las mujeres en las carreras científicas tanto a nivel mundial como nacional, regional y local (Avolio, Chávez y Vélchez-Román, 2020). Se conoce que, específicamente que desde 1985 hasta la actualidad, han existido importantes determinantes o factores que influyen en el acceso, la participación y el progreso de las mujeres en las carreras científicas, siendo esto un problema complejo con múltiples factores interdependientes. Avolio, Chávez y Vélchez-Román (2020), agruparon los factores involucrados en dimensiones tales como: laboral-económico, individual, social, familiar y educativo, donde destaca la autoeficacia autopercebida, apoyo familiar, oportunidades de aprendizaje, dificultades económicas, factores ocupacionales; sobretodo, decisión sobre fertilidad/estilos de vida y preferencias profesionales, equilibrio trabajo-familia o inflexibilidad en horarios de titularidad y opciones de empleo.

3. MENTORÍA PARA MUJERES EN STEM DESDE EL BRITISH COUNCIL PERÚ

Desde el año 2020, en el Perú, a través del CONCYTEC se formuló e implementó un programa a nivel nacional que fomenta durante un periodo de 4 años la inclusión en el ecosistema de CTI en Perú, orientado a reducir brechas y fortalecer capacidades de mujeres científicas e investigadoras, extendiéndolo también a científicos e investigadores en regiones (fuera de Lima ciudad capital). Cabe indicar que, este programa se enmarcó en el programa regional Mujeres y Niñas en STEM en América Latina, que se centraba en expandir el impacto y el alcance de la agenda de Equidad, Diversidad e Inclusión (EDI) del British Council a través del diseño y mejora de mecanismos sostenibles para el desarrollo y la integración social para mujeres y poblaciones vulnerables en América Latina (CONCYTEC, 2022).

Tal es así que el programa de mentoría del British Council que permite crear más oportunidades, definitivamente reconoce los desafíos que enfrentan los investigadores y científicos en el Perú; por ello, en el Perú se conformó un Comité Pro-Mujer en CTI, con la finalidad de disminuir las deserciones de mujeres en carreras STEM y STEAM; así como, contribuir a la equidad de género a través de la formación de mentores, mujeres y hombres, que guíen y apoyen la travesía profesional y personal de mujeres universitarias (mentoread@s) en el ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Todo este trabajo viene siendo desarrollado por el CONCYTEC y su Comité Pro-Mujer en CTI, así como de otras instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, la academia, la industria y la sociedad civil. En algunos casos, este apoyo se extiende a su participación en el Grupo Consultivo de Educación Superior del British Council.

En 2021, el British Council decidió apalancar su oferta digital aún más considerando los cambios permanentes en las interacciones presenciales debido a la pandemia de la Covid-19. Como resultado, en el Perú se implementó un contenido académico de la capacitación de mentoría que se transmitió a través de un MOOC, complementándose el mismo con sesiones virtuales en vivo para fomentar estratégicamente la flexibilidad de aprendizaje, la mentoría entre pares, el intercambio de conocimientos y fortalecer la Asociación de Género en Ciencia entre el Reino Unido-LAC.

Tal es así que, estos programas o proyectos de mentoría para el ecosistema científico con enfoque de género, se vienen implementando con la finalidad de fortalecer las habilidades interpersonales, de liderazgo y comunicación; también, ampliar la perspectiva del futuro de la próxima generación de jóvenes mujeres, hombres investigadores y científicos realizada por parte de expertos locales e internacionales, creación de una red profesional con colegas pares en el mismo sector, apoyándose en la red regional del British Council con enfoque de género y Apoyar la agenda de cierre de brechas para desarrollar una nueva generación de científicas e investigadoras líderes globalmente móviles y culturalmente ágiles.

4. CONCLUSIONES

Una mentoría STEM en una institución de educación superior universitaria, debe buscar un sentido de propósito que, conlleve a la implementación de una cultura de cambio y estrategias en desarrollo de productos y servicios que obtengan ventajas competitivas y una propuesta de valor; así como, diseñar nuevas formas de trabajo colaborativo monitoreando el desempeño de investigadoras e investigadores; además, en atraer y retener el talento humano con la premiación y reconocimiento institucional especialmente para mujeres investigadoras. Asimismo, es importante y significativo como cultura de cambio promover una comunicación asertiva con resolución de problemas y toma de decisiones que conlleve al desarrollo del liderazgo dentro de los programas STEM en la organización. Adicionalmente a ello, la implementación de políticas de género y equidad en las instituciones de educación superior universitaria, son capaces de promover espacios de desarrollo de la ciencia al interno de la organización como al vínculo de la comunidad, especialmente a las mujeres, niñas y adolescentes. Tal es así que, implementar la mentoría dentro de una organización, consolidaría una cultura más inclusiva,

permitiendo desarrollar mejores habilidades comunicacionales en la gestión, ampliando la diversidad para mejorar el rendimiento y productividad de los colaboradores, contribuyendo además dichas técnicas a mejorar los sistemas de reclutamiento, retención y desarrollo; entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appelbaum, P. (2023). The rise of STEM education: mathematics learning for STEM. In *International Encyclopedia of Education (Fourth Edition)* (pp. 28–35). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818630-5.13036-2>
- Avolio, B., Chávez, J., & Vélchez-Román, C. (2020). Factors that contribute to the underrepresentation of women in science careers worldwide: a literature review. In *Social Psychology of Education* (Vol. 23, Issue 3, pp. 773–794). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s11218-020-09558-y>
- Baluch, D. P. (2016). Jumpstarting STEM Careers. In *FORWARD to Professorship in STEM* (pp. 63–76). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800855-3.00004-0>
- Commodore-Mensah, Y., Shokunbi, S., Okocha, A., Omojaro, O., Oguntuyo, S., Aneke, J., Ghanney, E. C., Huang, M., Asante, J., Joseph, P. V., & Sarpong, K. (2020). Bridging the gender equality gap in STEM to transform the pipeline in Africa: The African Research Academies for Women (ARA-W) summer research programme. In *The Lancet Global Health* (Vol. 8, p. S40). Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(20\)30181-9](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(20)30181-9)
- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica [CONCYTEC]. (2022, 7 de diciembre). Comité Pro Mujer en CTI – PERÚ. <https://mujercti.concytec.gob.pe/mentorla/>.
- Elmore, J., van Aswegen, R., & Youngs, P. (2023). International perspectives on STEM teacher induction. In *International Encyclopedia of Education (Fourth Edition)* (pp. 283–291). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-g/10.1016/b978-0-12-818630-5.13064-7>
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. In *Procedia Computer Science* (Vol. 20, pp. 541–546). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- Muindi, F., & Tsai, J. W. (2017). Inspiring the Next Generation. In *Journeys in Science* (pp. 55–78). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813090-2.00004-x>.
- Powell, C., Yemane, L., Brooks, M., Johnson, C., & Blankenburg, R. (2019). 92. LEARNING TO LEAD (LEADERSHIP EDUCATION IN ADVANCING DIVERSITY): EMPOWERING TRAINEES THROUGH BUILDING LEADERSHIP AND SCHOLARSHIP CAPACITY IN DIVERSITY AND INCLUSION. In *Academic Pediatrics* (Vol. 19, Issue 6, p. e41). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2019.05.106>.
- Ramírez-Corona, N., Calleja, A. C. A., Segovia-Hernández, J. G., & Aristizábal-Marulanda, V. (2022). Latin American women in chemical engineering: Challenges and opportunities on process intensification in academia/-research. In *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification* (Vol. 181, p. 109161). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2022.109161>.

Factores de mercado asociados al panetón producido por la Universidad Nacional de Frontera

Market factors associated with panettone produced by the Universidad Nacional de Frontera

Bardales J¹, Aldana W¹, Gonzales J¹

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Sullana, Región Piura con el objetivo de determinar los factores de mercado asociados al panetón producido por la Universidad Nacional de Frontera (UNF), el tipo de estudio realizado fue descriptivo, utilizando análisis correlacional, aplicando una encuesta a 144 personas. Los resultados encontrados muestran que los factores de mercado asociados al panetón producido por la UNF, están relacionados a frecuencia de consumo de panetón, fechas de consumo de panetón, aspecto que prevalece a la hora de decidir que panetón comprar, ¿Qué características busca en un panetón?, ¿Por qué compraría el panetón de la UNF?, ¿Cuál es el aspecto o aspectos que mejoraría en el panetón de la UNF?. El panetón producido por la UNF, según el análisis de datos tendría gran aceptación debido a que el 72,79 % de los encuestados manifestó que compraría este panetón por que le agrada el sabor, sin embargo, también se encontró que es necesario mejorar algunos aspectos como el color (27 %), textura (28 %) y la presentación (27 %).

Palabras Clave: Panetón, factores, mercado.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the province of Sullana, Piura Region with the objective of determining the market factors associated with the panettone produced by the National University of Frontera (UNF), the type of study carried out was descriptive, using correlational analysis, applying a survey to 144 people. The results found show that the market factors associated with the panetón produced by the UNF are related to the frequency of panetón consumption, dates of panetón consumption, an aspect that prevails when deciding which panetón to buy, what characteristics do you look for in a panetón? Why would you buy the UNF panetón? What is the aspect or aspects that you would improve in the UNF panetón?. The panettone produced by the UNF, according to the data analysis, would be widely accepted because 72.79% of the respondents stated that they would buy this panettone because they liked the taste, however, it was also found that it is necessary to improve some aspects. such as color (27%), texture (28%) and presentation (27%).

Keywords: Panettone, factors, market.

Bardales J¹, Aldana W¹, Gonzales J¹
¹Universidad Nacional de Frontera

1. INTRODUCCIÓN

El panetón denominado así en países Latinoamericanos y panettone en Italia, es elaborado a base de una masa fermentada (harina, huevos, levadura, mantequilla y azúcar), frutas confitadas y pasas, es un producto de gran demanda en el mercado peruano, destacando como uno de los mayores consumidores con un promedio por familia de 5,6 kg al año, por encima de los italianos en el 2019 (Isique, 2014). El panetón está considerado como bizcocho, pan de pasas, chancay y similares (INACAL, 2016).

Los productos de panadería constituyen un elemento esencial en la alimentación humana, su importancia radica en el aporte de energía y nutrientes que proveen al organismo, en particular, aquellos elaborados a partir de masa madre ofrecen mejor biodisponibilidad de nutrientes que los convencionales (Canesin & Cazarin, 2021).

La obtención de productos de panadería saludables es un reto para la industria alimentaria, una estrategia eficaz para lograrlo es el uso de masa madre, a través de la cual se reducen los azúcares formando polioles, con ayuda de las levaduras (Sahin *et al.*, 2019), otra estrategia eficaz, es la adición de elementos bioactivos, principalmente compuestos fenólicos, obtenidos a partir de fuentes vegetales, entre ellas, las vainas de *Prosopis spp.* conocida comúnmente como algarroba (González-Montemayor *et al.*, 2019).

En Perú el consumo per cápita de panetón no está asociado al nivel socioeconómico, estimando un consumo de un panetón por persona. La demanda de panetones en el país es elevada, D'Onofrio lidera con un 25% de cobertura del mercado, además afirman que la competitividad del mercado es alta, debido a que diversas empresas buscan posicionar su marca mejorando las características organolépticas del producto y su plan de marketing. El precio de venta del panetón oscila entre 12 a 50 soles, según la marca, facilitando al consumidor a elegir de acuerdo a sus posibilidades (El Comercio, 2016).

Flores & Villanueva (2015), elaboraron un plan de marketing para la exportación de panetón producido en Lima, con el propósito de mejorar las ventas y colocar el producto en nichos de mercado internacional. Utilizaron una metodología descriptiva y un análisis exploratorio, de los resultados obtenidos fue la obtención de herramientas para la implementación de un plan de marketing con la finalidad de posicionar el producto en el mercado norteamericano utilizando la estrategia de liderazgo en costos. El objetivo de la presente investigación fue determinar los factores de mercado asociados al panetón producido por la Universidad Nacional de Frontera.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la provincia de Sullana, departamento de Piura, ubicada a 04°53'18" entre las coordenadas geográficas 80°13'19 y 80°56'13 de longitud Oeste y 4°4'15 y 5°14'86 de latitud Sur, a una altura de 60 msnm, a la margen izquierda del río Chira, de tendencia urbana e industrial-comercial y de servicios (IGN, 2012).

Para la recopilación de información primaria se utilizó como herramienta la encuesta, formulando un cuestionario con preguntas estructuradas abiertas y cerradas mediante el modelo de integración Tipo III, estableciendo variables que permitan determinar los factores de mercado asociados al panetón producido por la Universidad Nacional de Frontera.

Se utilizó una metodología descriptiva, con carácter exploratorio que permita analizar los factores de mercado asociados al panetón, la investigación desarrollada es del tipo no experimental.

Población. La población estuvo conformada por personas entre los 15 a 75 años de la provincia de Sullana, siendo un total de 162 767 personas (INEI, 2018).

Muestra. El cálculo del tamaño de muestra se realizó utilizando la fórmula de población finita o tamaño conocido según Mayorga y Araujo (2010), obteniendo un tamaño muestral de 144 personas encuestadas.

Análisis de datos. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando estadística descriptiva y correlaciones bivariadas de Spearman con la finalidad de determinar los factores de mercado asociados al panetón producido por la UNF. Se usó software estadístico Statistical Package for the Social Sciences – SPSS 20.0 para Windows 7.

3. RESULTADOS

3.1 Variables de mercado

Del análisis se datos, se encontró que la frecuencia de consumo de panetón el 66% de los encuestados lo realiza ocasionalmente, en relación a los aspectos a tener en cuenta al comprar panetón al 33.59 % le interesa si es saludable, las fechas de consumo de panetón el 49 % consume en navidad y año nuevo, las características que busca en un panetón 43 % es el sabor, con respecto a la calificación del aroma, textura, sabor y color del panetón producido por la UNF el 54 % considera mejor aroma, el 48 % mejor textura, el 48 % mucho mejor sabor y el 45 % mejor color; el 73 % compraría el panetón elaborado por la UNF por su sabor y el 33 % no compraría el panetón de la UNF porque no le gusta su sabor (Tabla 1).

Tabla 1

Variables de mercado relacionadas al panetón producido por la UNF

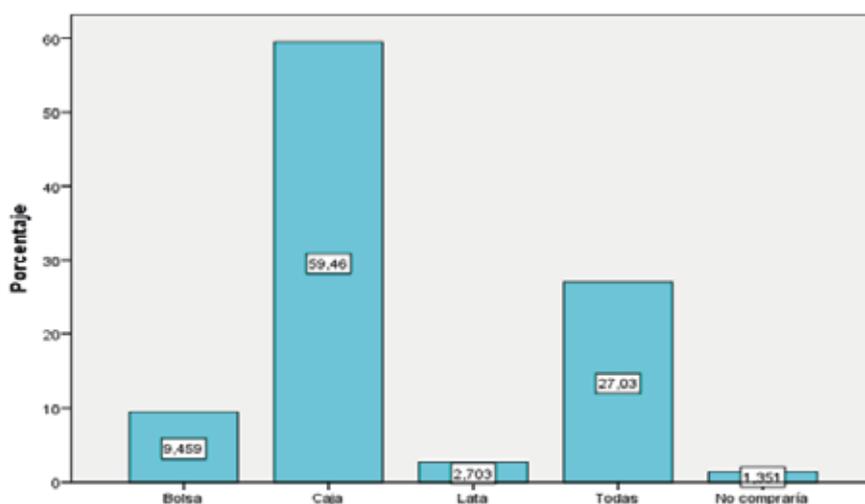
Variables	Respuestas en porcentaje				
	Siempre	Casi siempre	Ocasionalmente	Casi nunca	
V1 Frecuencia consumo panetón	12	16	66	5	
V2 Aspectos a tener en cuenta al comprar panetón	16.79	16	14.5	19	33.59
V3 Fechas de consumo de panetón	Varias veces al año 16.44	Navidad, año nuevo y fiestas patrias 23.29	En navidad y año nuevo 49.32	Sólo en navidad 10.96	
V4 Características que busca en un panetón	Sabor 42.76	Esponjoso 9.65	Pasas y frutas confitadas 12.41	Textura 8.27	Suavidad 26.9
V5 ¿Cómo calificaría el aroma del panetón elaborado por la UNF?	Mucho mejor aroma 54.17	Mejor aroma 29.17	Igual textura 10.42	Menor textura 2.08	Aroma desagradable 4.16
V6 ¿Cómo calificaría la textura del panetón elaborado por la UNF?	Mucho mejor textura 36.96	Mejor textura 47.83	Igual textura 6.52	Menor textura 6.52	Textura desagradable 2.17
V7 ¿Cómo calificaría el sabor del panetón elaborado por la UNF?	Mucho mejor sabor 47.92	Mejor sabor 35.42	Igual sabor 14.58	Menor sabor 2.08	
V8 ¿Cómo calificaría el color del panetón elaborado por la UNF?	Mucho mejor color 35.42	Mejor color 45.83	Igual color 16.67	Menor color 2.08	
V9	Por el sabor	Por el aroma	Por la textura	No lo compraría	

Variables	Respuestas en porcentaje					
	V1	Siempre	Casi siempre	Ocasionalmente	Casi nunca	
¿Por qué compraría el panetón elaborado por la UNF?		72.97	12.16	13.51	1.31	
	V10	No me atrae su color	No me atrae su sabor	No me atrae su aroma	No me atrae su textura	Hay mejores
¿Por qué no compraría el panetón elaborado por la UNF?		20.31	32.81	7.81	26.56	12.5

En la figura 1, se observa que el 59 % de los encuestados consumiría el panetón producido por la UNF, en presentación de caja y sólo el 2.7 % en lata.

Figura 1

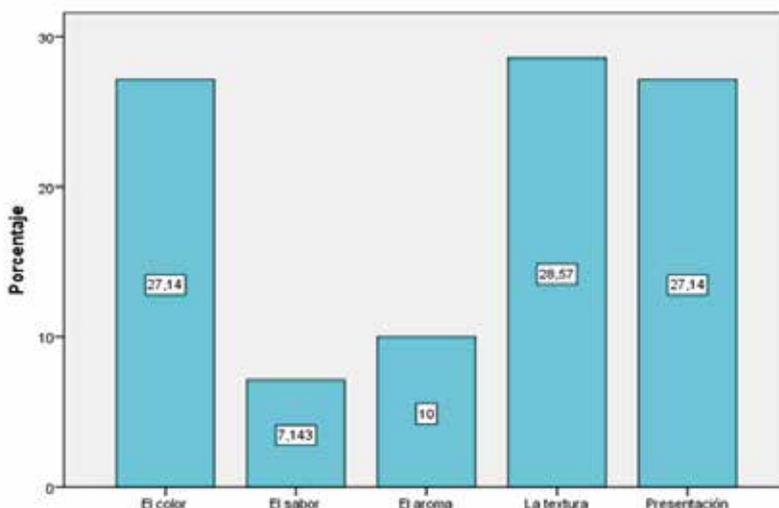
Formas de presentación del panetón de la UNF



En la figura 2, se observa que el 29 % manifiesta que mejoraría la textura y el 27 % el color del panetón.

Figura 2

Aspectos a mejorar en el panetón de la UNF



3.2 Correlaciones de variables de mercado

La correlación establece la asociación o dependencia entre dos variables de un sistema bidimensional, explicando si los cambios en una afectan a la otra variable (Spiegel et al., 2010).

En la Tabla 2, se observa la correlación entre las variables independientes y la variable dependiente encontrando asociación altamente significativa mediante el coeficiente de Spearman de seis variables de mercado con el panetón producido por la UNF.

Tabla 2

Coefficiente de correlación entre las variables independientes con la dependiente

Variable independiente	Preferencia del panetón elaborado por la UNF	
Variable de estudio	Coeficiente de correlación	Nivel de significancia
Frecuencia de consumo de panetón	0,458	**
Fechas de consumo de panetón	0,615	**
Aspecto que prevalece a la hora de decidir que pane-tón comprar	0,766	**
¿Qué características busca en un panetón?	0,605	**
¿Por qué compraría el panetón de la UNF?	0,861	**
¿Cuál es el aspecto o aspectos que mejoraría en el panetón de la UNF?	0,794	**

4. DISCUSIÓN

La frecuencia de consumo de panetón y la preferencia del panetón producido por la UNF correlacionan de manera positiva, de forma altamente significativa ($r= 0,458^{**}$) (Tabla 2), es decir a mayor consumo de panetón se incrementa la preferencia por el panetón producido por la UNF, encontrando que el 66 % de los encuestados consumen panetón ocasionalmente, el 16 % casi siempre y el 12 % siempre, en la provincia de Sullana. Al respecto Ascorve & Manayay (2019), en Chiclayo encontraron que el 53,8 % de los encuestados consumen panetón frecuentemente.

Las fechas de consumo de panetón muestra asociación altamente significativa con la preferencia del panetón producido por la UNF ($r= 0,615^{**}$), mostrando que en las fechas de mayor consumo de panetón se podría incrementar la preferencia por el panetón de la UNF, en la provincia de Sullana se encontró que el 49 % consume en navidad y año nuevo. Olazo (2017), en el distrito de Trujillo encontró que el 50 % de encuestados consumen panetón en navidad y año nuevo.

Los aspectos que prevalecen al decidir que panetón comprar ($r= 0,766^{**}$), está altamente asociado a la preferencia del panetón producido por la UNF, indicando que los aspectos de marca (16.79%) y salud (33.59%) y precio (16 %), podrían incrementar la preferencia por el panetón de la UNF. Al respecto Olazo (2017), encontró que el precio es un factor importante al momento de comprar pane-tón (44 %) y la marca (38 %).

En relación a las *características que busca en un panetón* el 42,76 % manifestó que le interesaba el sabor, el 26,9 % la suavidad y la variable *¿Por qué compraría el panetón de la UNF?* el 72,97% afirmó que sería por su sabor. Ambas variables correlacionan de manera altamente significativa ($r= 0,605^{**}$) y ($r= 0,861^{**}$) con la preferencia por el panetón producido por la UNF, es decir estas características deseables por los consumidores

incrementan la posibilidad de preferir el panetón de la Uni-versidad. Al respecto Olazo (2017), en Trujillo encontró que a los consumidores les interesaba el sabor (31 %) y la porción de pasas y frutas (22 %), en Lima Flores & Villanueva (2015), encontraron que el 45 % optaban por el sabor y el 40 % la textura, analizando que en la provincia de Sullana el consumidor da mayor preferencia al sabor del panetón.

La variable *¿Cuál es el aspecto o aspectos que mejoraría en el panetón de la UNF?*, correlaciona de manera positiva con alto nivel de significancia ($r= 0,794^{**}$) con la preferencia por el panetón producido por la UNF, indicando que el mejorar estos aspectos como el color (27 %), textura (28 %), pre-sentación (27 %), incrementarían la probabilidad de la preferencia por comprar el panetón producido por la UNF. En Trujillo Olazo (2017), encontró que el 38 % de los encuestados decide la compra en función al precio y el 41 % por la marca de panetón.

5. CONCLUSIONES

Los factores de mercado asociados al panetón producido por la Universidad Nacional de Frontera son: frecuencia de consumo de panetón, fechas de consumo de panetón, aspecto que prevalece a la hora de decidir que panetón comprar, *¿Qué características busca en un panetón?*, *¿Por qué compraría el panetón de la UNF?*, *¿Cuál es el aspecto o aspectos que mejoraría en el panetón de la UNF?*.

El panetón producido por la UNF, según el análisis de datos tendría gran aceptación debido a que el 72,79 % de los encuestados manifestó que compraría este panetón por que le agrada el sabor, sin embargo, también se encontró que es necesario mejorar algunos aspectos como el color (27 %), tex-tura (28 %) y la presentación (27 %).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascorve Martínez, M. E., & Manayay Huamán, L. E. (2019). Propuesta de marketing mix para la mejora en la comercialización de panetón a base de hongos producidos en la empresa Inkawasi Mantami para el mercado local de la ciudad de Chiclayo 2018
- Canesin, M. R., & Cazarin, C. B. B. (2021). Nutritional quality and nutrient bioaccessibility in sourdough bread. In *Current Opinion in Food Science* (Vol. 40, pp. 81–86). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.007>.
- Flores, E. A., & Villanueva, L. E. (2015, December). Plan de marketing para la exportación de panetón a Estados Unidos periodo 2012-2013. In *Anales Científicos* (Vol. 76, No. 2, pp. ág-403).
- González-Montemayor, Á. M., Flores-Gallegos, A. C., Contreras-Esquivel, J. C., Solanilla-Duque, J. F., & Rodríguez Herrera, R. (2019). *Prosopis* spp. functional activities and its applications in bakery products. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 94, pp. 12–19). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.023>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Perú: Perfil Sociodemográfico Informe Nacional, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
- IGN (Instituto Geográfico Nacional). (2012). Acceso a información cartográfica básica.
- Isique, J. (2014). Manual de Panificación. Lima, Perú: Macro.

Instituto Nacional de Calidad. (2016). Resolución Directoral N° 021 2016INACAL/DN reemplaza a la NTP 206.002:1981: Bizcochos. Requisitos. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.

Mayorga, D y Araujo P. 2010. El plan de Marketing. Centro de investigación. Universidad del pacifico Lima. Lima, Perú. 134 P.

Olazo Balarezo, L. (2017). Propuesta de un plan de negocios para la producción y comercialización de panetones

Sahin, A. W., Zannini, E., Coffey, A., & Arendt, E. K. (2019). Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach. In Food Research International (Vol.126, p. 108583). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108583>.

Spiegel, MR; Schiller, JJ; Srinivasan, RA; Stephens, M. (2010). Probabilidad y estadística. McGraw-Hill.

Valoración económica del acceso al agua potable y su efecto en la sa-lud en el Asentamiento Humano Nueva Sullana, Piura

Economic assessment of access to drinking water and its effect on health in the Nueva Sullana Human Settlement, Piura

Rivera, M¹ y Carrasco, F¹

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue estimar la disponibilidad a pagar promedio de las familias del Asentamiento Humano Nueva Sullana para la sostenibilidad de un proyecto de creación e instalación del servicio de agua potable y saneamiento, a través del método de valoración contingente con formatos de preguntas tipo referéndum, el cual consiste en preguntarle al ciudadano si está dispuesto o no a pagar por la mejora del servicio de agua potable mediante la ejecución de un proyecto en un escenario hipotético, y el formato doble limite que a diferencia del primero consiste en incorporar una segunda pregunta (sobre la disponibilidad a pagar con un valor menor o superior) al planteado inicialmente, método que reduce el sesgo de información a respuestas negativas con formatos abiertos. Los datos se obtuvieron mediante una encuesta a 112 pobladores de la zona. Para la estimación de los determinantes socioeconómicos de la disponibilidad a pagar y el valor económico, se usó el modelo probabilístico Logit y la inferencia estadística. Los resultados refieren que los factores socioeconómicos que inciden en la decisión de pagar son: el precio hipotético, ingreso familiar, edad y educación. Se estimó que la disponibilidad a pagar promedio de las familias es de S/ 3.85 y S/ 3.22 mensual por familia mediante ambos métodos. Existe una relación positiva entre la capacidad de pago y la disponibilidad a pagar. Los resultados de la investigación son herramientas importantes para los gestores públicos que permitan mejorar los servicios básicos de la población.

Palabras Clave: Agua potable, valoración contingente, económica, Sullana

ABSTRACT

The objective of this research was to estimate the average willingness to pay of the families of the Nueva Sullana Human Settlement for the sustainability of a project for the creation and installation of the drinking water and sanitation service, through the contingent valuation method with question formats. referendum type, which consists of asking the citizen if they are willing or not to pay for the improvement of the drinking water service through the execution of a project in a hypothetical scenario, and the double limit format that, unlike the first, consists of incorporate a second question (about willingness to pay with a lower or higher value) to the one initially raised, a method that reduces the information bias to negative responses with open formats. The data was obtained through a survey of 112 residents of the area. To estimate the socioeconomic determinants of willingness to pay and economic value, the Logit probabilistic model and statistical inference were used. The results indicate that the socioeconomic factors that affect the decision to pay are: the hypothetical price, family income, age and education. It was estimated that the average willingness to pay of families is S/ 3.85 and S/ 3.22 monthly per family using both methods. There is a positive relationship between ability to pay and willingness to pay. The results of the research are important tools for public managers that allow improving the basic services of the population.

Keywords: Drinking water, contingent valuation, economic, Sullana.

¹Facultad de Ingeniería Económica,
Universidad Nacional de Frontera.

1. INTRODUCCIÓN

En los países desarrollados, los sistemas fiables de agua potable y aguas residuales garantizan un suministro de agua seguro. Sin embargo, en muchos países en desarrollo, la situación es complicada, debido a la migración masiva a zonas urbanas, crecimiento de la población, la distribución desigual de los recursos, incremento de la pobreza, manejo no adecuado de los residuos sólidos de las viviendas y las fábricas, entre muchos otros llevado a importantes crisis de salud en las últimas décadas, siendo el agua un factor importante en la propagación de enfermedades (Loyola & Soncco, 2015).

Las personas, especialmente aquellas que viven en condiciones de pobreza y extrema pobreza, enfrentan altos índices de enfermedades diarreicas agudas debido al uso de agua de mala calidad, o el limitado acceso a este recurso, inadecuado servicio de limpieza y la generación de enfermedades y epidemias (OMS & UNICEF, 2017). A nivel nacional, la deficiente cobertura de agua potable y saneamiento afecta el bienestar de las personas, particularmente los más pobres. En general, las políticas públicas fueron diseñadas para mejorar el acceso al agua, dejando de lado que se debe tener en cuenta la buena calidad (Borja, 2000).

El valor económico, también conocido como enfoque antropológico, el concepto de valor económico y felicidad/-bienestar comienza cuando existe una relación entre el sujeto (individuo o sociedad) y los bienes o servicios del entorno en el que opera (MINAM, 2017).

La concepción en términos económicos modernos de valor surge del grado de satisfacción que un bien particular crea para el individuo, y el individuo mismo es la persona más adecuada para decidir cómo maximizar su felicidad. El beneficio debe surgir del desarrollo del bienestar de los individuos que integran la sociedad quienes están siendo perjudicados con la política (Vásquez *et al.*, 2007).

Martínez & Dimas (2007), realizaron un estudio sobre la valoración económica del agua, concluyeron que el 67% de la población respondió afirmativamente a la pregunta sobre la Disponibilidad A Pagar (DAP), y que a medida que aumentaba la cantidad ofrecida a pagar, aumentaba la capacidad de pago. La DAP de la población era de 3,46 dólares por hogar/mes, y la DAP total de los residentes era de 132.000 dólares al año.

Rivas & Ramoni (2007), investigaron sobre el DAP del río Albarregas en Venezuela, calcularon la DAP de los habitantes de Mérida para eliminar la contaminación del río aplicando Valoración Contingente. Los resultados muestran que el público tiene buena aceptación para este proyecto y la contribución promedio es equivalente a una quinta parte de la tarifa mensual de agua.

Loyola & Soncco (2015), investigaron sobre la evaluación económica para mejorar el suministro de agua potable a los suburbios del Callao estimaron un DAP de los habitantes para evitar enfermedades de S/. 16.4 con la finalidad de mejorar la calidad del suelo y del medio ambiente.

La distribución del agua potable para la ciudad de Sullana lo ejecuta la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau Sociedad Anónima - EPS GRAU S.A. y se realiza mediante la captación de los recursos de agua del canal de derivación Daniel Escobar proveniente de la represa de Poechos. Además, existe otra captación de agua cruda denominada de emergencia que se realiza directamente del río Chira debiendo para ello bombear las aguas hacia la planta de tratamiento.

Apaza (2012), a través de su investigación, realizó una valoración económica para el mejor abastecimiento agua de Puno. Los resultados muestran que la ingesta diaria de agua determina la disposición a pagar. La justificación para fijar el precio del agua potable desde una perspectiva económica se presenta a través de una breve discusión de los beneficios para las personas y los costos involucrados en la protección del servicio.

En relación al servicio de agua potable en Sullana, dispone de una depuradora situada en el barrio de Bellavista y consta de tres módulos construidos en 1951, 1979 y 1980. Actualmente la planta no satisface la demanda de la población y necesita ser ampliada. (SUNASS, 2020). La actual planta de tratamiento de agua potable genera aproximadamente 500 l/s. con la implementación de un proyecto de inversión, la nueva infraestructura produciría o trataría 2500 l/s (WALAC, 2018). En la zona de estudio, Asentamiento Nueva Sullana, actualmente no existe

abastecimiento de agua potable mediante una red o sistema, los pobladores se abastecen mediante camiones cisterna, o acceden comprando a vendedores informales todos los días, generando problemas en la salud de sus habitantes, muchos fueron los pedidos a las autoridades para que ejecuten proyectos de inversión para mejorar dicha situación. Además, no existe un proyecto de inversión que este proyectado para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable, es por ello que nace esta investigación con la necesidad de mejorar dicho servicio mediante la ejecución de un proyecto de inversión pública a nivel provincial, regional o nacional, y tener asegurado la sostenibilidad del proyecto, a largo plazo. El objetivo de la presente investigación fue identificar el valor económico por una mejora en el abastecimiento de agua potable para consumo humano y las mejoras en su bienestar de los ciudadanos del Asentamiento Humano Nueva Sullana.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Asentamiento Humano Nueva Sullana, sector Oeste del distrito y provincia de Sullana de la región de Piura, ubicada a una longitud 80° 51' y latitud 4° 45' de Sullana (Municipalidad Provincial de Sullana, 2021).

2.1 Población y muestra

La población objetivo estuvo conformado por 1792 habitantes, registrados hasta el año 2021. El cálculo del tamaño de muestra se realizó utilizando la fórmula de población finita o tamaño conocido según Mayorga y Araujo (2010), obteniendo un tamaño muestral de 112 personas encuestadas.

2.2 Método deductivo

A través de una revisión del marco teórico de valoración de bienes y servicios, se aplica el método deductivo para valorar bienes y servicios. Este método comienza con lo general y va a lo específico (Hernández *et al.*, 2014).

2.3 Método estadístico

Se aplica instrumentos de la inferencia estadística para la validación de la hipótesis, como son el Seudo R-cuadrado, el logaritmo de verosimilitud, la razón de verosimilitud, el criterio de Akaike (AIC) y Schwartz (SC).

2.3 Enfoque de la investigación

El método científico para determinar la verdad sobre la realidad utiliza un proceso lógico paso a paso, analizando la realidad original y usando estadísticas y pruebas de hipótesis. Se adopta un enfoque cuantitativo, con estimaciones numéricas (Hernández *et al.*, 2014).

3. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología de valoración contingente

Este método tiene como finalidad realizar una simulación utilizando encuestas y escenarios hipotéticos de un mercado de bien o servicio para el cual no existe mercado, en la presente investigación se tomó como referencia la metodología propuesta por Mendieta (2005).

3.2 Modelo referéndum de DAP

Este formato consiste en presentarle al entrevistado dos alternativas de respuesta (si-no), para ello el individuo deberá expresar solo una respuesta. En la presente investigación se tomó como referencia la metodología utilizada por Tudela & Leos (2017).

3.3 Método doble límite de la DAP

En la presente investigación se utilizó la metodología utilizada por Tudela (2017).

3.4 Planteamiento econométrico

Un modelo Probit o Logit son modelos más precisos para usar al estimar una ecuación econométrica. En la presente investigación se utilizó la metodología utilizada por Gómez (2016), relacionada al acceso al agua potable.

Tabla 1

Variables utilizadas en la investigación

Variable	Descripción	Cuantificación	Signo esperado
Probabilidad (SI o NO)	Probabilidad de responder SI o NO a la DAP	<i>Formato referéndum:</i> 1 = Si responde en forma positiva a la DAP. 0 = Si la respuesta es negativa.	
F.V.	Función de verosimilitud	<i>Formato Doble Limite:</i> se forman 4 combinaciones de respuestas: si-sí, si-no, no-si y no-no.	
PRECIO HIPOTÉTICO	Precio hipotético inicial a pagar por la sostenibilidad de proyecto	S/.1.5, S/.2, S/.2.5, S/.3, S/.3.5, S/.4, S/.4.5, S/.5	-
PRECIO HIPOTÉTICO MÍNIMO	Precio hipotético menor a pagar por la sostenibilidad de proyecto	S/.1, S/.1.5, S/.2, S/.2.5, S/.3, S/.3.5, S/.4.5	
PRECIO HIPOTÉTICO MÁXIMO	Precio hipotético mayor a pagar por la sostenibilidad de proyecto	S/.2, S/.2.5, S/.3, S/.3.5, S/.4, S/.4.5, S/.5, S/.5.5	
INGRESO	Ingreso promedio mensual familiar	1 = S/. 0 – 850 2 = S/. 851 – 1700 3 = S/. 1701 – más.	+
EDUCACIÓN	Años de Educación	Cuantitativa continua	+
EDAD	Edad en años del entrevistado	Cuantitativa continua	-
TAMAÑO HOGAR	Tamaño de hogar	Cuantitativa continua	-
DISTANCIA	Distancia promedio a la fuente de agua	Cuantitativa continua / en metros.	+
TIEMPO	Tiempo de viaje del individuo a la fuente de agua	Cuantitativa continua / en minutos.	+
ENFERMEDAD	Si algún miembro del hogar ha padecido alguna enfermedad por la falta agua y saneamiento en el último mes	1= si tuvo alguna enfermedad 0= de lo contrario	+

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Factores socioeconómicos relacionados a la disponibilidad a pagar

Del análisis de resultados se encontró los siguientes factores socioeconómicos que ayudan a determinar la probabilidad de disponibilidad a pagar:

Respecto al género de los entrevistados, la mayoría son hombres que representa el 64.28%, frente al 35.60% que son en menor proporción mujeres. En relación a la edad de los entre-vistados la mayor cantidad de entrevistados se ubican entre las edades de 37 y 55 años (45.53%), y la menor proporción se ubican entre las edades de 56 a más años (17.86%). En relación a los años de educación de los entrevista

dos, la mayoría estudiaron entre 10 a 14 años (49.10%), que corresponde a nivel secundario, y en menor proporción lo que tienen 15 a 17 años de educación (4.46%).

En relación a la variable tamaño de hogar, la mayoría de las familias entrevistadas tienen entre 3 y 4 integrantes (75%), luego en menor proporción entre 5 a 6 (8.92%). En su mayor parte, los entrevistados dicen tener unos ingresos promedios de 950 soles, que es el mínimo vital y en mayor proporción (56.25%). La mayoría de entrevistados indicaron que acceden al agua potable mediante la compra en un camión cisterna (66.96%), luego acceden por medio de un pozo (28.57%) y finalmente por medio de un vecino (4.46%).

Referente a la pregunta de que, si algún miembro de la familia tuvo alguna enfermedad causada por la falta de agua potable, la mayoría de los encuestados indicaron que no tuvieron ningún problema de salud (70.53%) y el resto indicaron que sí (29.46%).

4.2 Resultados de las estimaciones econométricas

A continuación, se presenta las estimaciones econométricas de los métodos referéndum, como también doble límite, usando el paquete estadístico N – Logit.

4.3 Estimaciones mediante el Modelo referéndum

La (Tabla 2), muestra los resultados de dos regresiones del modelo referéndum, denominadas modelo logit 1 y modelo logit 2, en el primer modelo se evidencia que varias variables no son significativas, como como el tamaño de hogar, la distancia al agua, el tiempo, y si algún miembro del hogar tuvo alguna complicación en la salud por falta de agua. Observando que solo las variables precio hipotético, ingreso, edad y educación, son las únicas variables significativas individualmente, motivo por el cual se estima un segundo modelo, solamente con las variables mencionadas que resultaron significativas (Modelo 2).

Tabla 2

Estimaciones econométricas modelo logit – Modelo referéndum.

Variable	Coeficientes	
	Modelo 1	Modelo 2
Precio hipotético	-6.21651 (-3.025) **	-4.00254 (-3.566) **
Ingreso	10.43477 (3.190) **	7.46273 (3.599) **
Edad	-0.31358 (-2.094) **	-0.18487 (-1.950) *
Educación	0.51408 (2.347) **	0.40271 (2.154) **
Tamaño de hogar	0.66999 (-0.75)	
Distancia	-0.00828 (-0.933)	
Tiempo	0.03004 -0.164	
Enfermedad	2.64766 -1.16	
Constante	13.59331 (1.878) *	6.7937 (-1.234)

Variable	Coeficientes	
	Modelo 1	Modelo 2
Log. de verosimilitud	(1.878) *	(-1.234)
Razón de verosimilitud	129.05	136.6809
Criterio de Akaike	0.32427	0.30973
Criterio de Akaike	60.78503	48.28249

Significancia: *** <0.01, **<0.05 y *<0.1

El análisis estadístico muestra como mejor ajuste al Modelo Logit 2, es decir, el resultado del Criterio de Akaike es menor, de igual manera el Criterio de Schwarz es menor, también la razón de verosimilitud es mayor, tal como indican varios estudios al respecto. Por tanto, el modelo 2, es el que mejor ajuste tiene. Los resultados refieren que los signos de los parámetros son los esperados, según el Modelo Logístico 2, solo podemos interpretar los signos mas no las magnitudes, los signos positivos hacen que se incremente la probabilidad de que el sujeto si este DAP y los signos negativos hacen que esa probabilidad disminuya. Del análisis de datos se encontró que las variables socioeconómicas que contribuyen a determinar la DAP son: precio hipotético, ingreso, edad y educación.

4.4 Efecto de las variables que determina la DAP

El precio hipotético influye significativamente ($p < 0.05$) de manera negativa en la decisión de pagar. La probabilidad disminuye en 18.41% (Puntos Porcentuales – P.P.) si es que se incrementa en una unidad monetaria el precio que se les ofrece al entrevistado. Si los ingresos de los ciudadanos se incrementan en un Sol (S/. 1.00), pues la probabilidad de responder en forma afirmativa la probabilidad de pagar se incrementan en 31.74%(P.P.), esta variable es significativa al 1% e influye de manera positiva. Respecto a la Edad, un año adicional en la edad del individuo, entonces la probabilidad de responder en forma afirmativa se reduce en 1.41% (P.P.), debido a que las personas mayores ya no dan mucho interés en el mejoramiento del servicio. Esta variable también es significativa al 10% ($p < 0.10$) (Tabla 3).

Tabla 3

Efectos marginales de los determinantes de la DAP – Modelo 2

Variable	Coeficientes	Efectos Marginales
PHI	-4.00254 (-3.566)**	-0.3054 (0.1841)**
ING	7.46273 (3.599)**	0.5695 (0.3174)**
EDAD	-0.18487 (-1.950)*	-0.0141 (0.0110)*
EDUC	0.40271 (2.154)**	0.0307 (0.0216)*
Constante	6.7937 (-1.234)	0.5185 (0.5215)*
Logaritmo de verosimilitud	-1.234	(0.5215)*
Razón de verosimilitud	129.68	

Finalmente, respecto a la variable educación es significativa al 10% ($p < 0.10$), lo que significa que un año adicional de educación, entonces la probabilidad que responda de manera positiva a la probabilidad de pagar se incrementa en 3.07% (P.P.), es decir que los individuos más educados si están DAP.

Respecto al orden de importancia de los factores que más influyen en la determinación de la DAP según el efecto son: los ingresos (31.74%), precio hipotético (18.41%), los años de educación (2.16%) y la edad del individuo (1.10%).

4.5 Descomposición de la DAP media

De acuerdo a los resultados de la encuesta, el 55.35% de los entrevistados respondieron de manera afirmativa a la disponibilidad a pagar – DAP, mientras que el restante 44.64% de los entrevistados respondieron de manera no afirmativa o negativa, esto con el método de modelo de valoración contingente referéndum. Además, se encontró que en función al modelo doble limite el 42.85% de encuestados respondieron de manera positiva a la DAP (posturas Si – Si y No – Si), mientras que el 57.17% respondieron de manera negativa a la DAP (posturas Si – No y No – No).

Los motivos por las que no estarían dispuestos a pagar, se observa en la (Tabla 4).

Tabla 4

Causas de no estar dispuesto a pagar - DAP

Motivos	Cantidad	%
No cuento con los recursos económicos suficientes	6	17.64
El municipio es el encargado de asumir los costos	16	47.05
Es responsabilidad del Gobierno, y no el mío	7	20.58
No confió en el uso adecuado de los fondos	5	14.70
TOTAL	34	100.00

4.6 Evaluación de la DAP promedio

El análisis de la DAP, se realizó en función a los resultados de los modelos de referéndum y doble limite. Entre los dos modelos el que mejor ajuste tiene, es el modelo de doble limite, por los criterios de los estadísticos de logaritmo de verosimilitud y razón de verosimilitud (Tabla 5).

Tabla 5

Resultados de los modelos referéndum y doble limite

Variables	Referéndum	Modelo 2
Precio hipotético	-4.002 (-3.566) **	-1.365 (-6.928) ***
Ingreso	7.462 (3.599) **	0.943 (3.158) **
Edad	-0.184 (-1.950) *	-0.072 (-3.231) **
Educación	0.402 (2.154) **	0.106 (2.082) **
Constante	6.793 -1.234	4.848 (3.429) **
Log. de verosimilitud	-13.345	148.1256
Razón de verosimilitud	129.68	296.8

4.7 Evaluación de la DAP promedio con el método Referéndum

De acuerdo a los cálculos de los coeficientes que se realizaron al modelo 2 de referéndum, se hace la estimación de la DAP, que asciende a S/ 3.85, los intervalos económicos mínimos y máximos son S/ 0.37 y S/ 7.62.

4.8 Estimación de la DAP promedio con el método doble límite

Los coeficientes del modelo de regresión Doble Limite, se estima la disponibilidad a pagar, lo que resulta S/ 3.22, con intervalos mínimos y máximos de S/ 1.24 y S/ 5.35 respectivamente.

La DAP promedio de los habitantes del Asentamiento Humano Nueva Sullana, para la sostenibilidad del proyecto agua potable es de S/ 3.85 con el método referéndum y de S/ 3.22 con el método de doble límite, por cada hogar, dicho monto se aplicaría una vez que las autoridades ejecuten un proyecto de agua potable y desagüe.

5. CONCLUSIONES

Los principales factores socioeconómicos que determinan la DAP de los hogares del Asentamientos Humanos Nueva Sullana, según los métodos utilizados son: Precio hipotético, ingreso mensual, edad y educación.

Según el formato de referéndum, la DAP promedio de los hogares de los Asentamientos Humanos Nueva Sullana por la sostenibilidad de los proyectos de inversión es de S/ 3.85 al mes por hogar y según el formato de doble límite es de S/ 3.22 al mes por hogar, la estimación del formato de doble límite se ajusta bien y es consistente con la teoría, por lo que se elige para representar la disposición a pagar. El valor económico de la población actual del área de estudio es de 69 242.88 soles por año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, M. (2012). Valoración económica del servicio de agua potable mediante la valoración contingente de la planta de bombeo, Chimu - Puno. Universidad Nacional del Altiplano.
- Borja, I. (2000). AMBIENTE-PERU: El agua abunda, pero se desperdicia. <https://ipsnoticias.net/2000/11/ambienteperu-el-agua-abunda-pero-se-desperdicia/>.
- Gómez Urrego, D. E. (2016). Tres ensayos sobre eficiencia, acceso al agua potable y política de control de la contaminación de los recursos hídricos en Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. In Mc Graw Hill (6ta ed., Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Loyola, R., & Soncco, C. (2015). Valoración económica del efecto en la salud por el cambio en la calidad del agua en zonas urbano marginales de Lima y Callao. Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan Di RSUD Kota Semarang,3,103–111. www.lamolina.edu.pe.
- Mayorga, D y Araujo P. 2010. El plan de Marketing.Centro de investigación. Universidad del pacifico Lima. Lima, Perú. 134 P.
- Martinez, M.,& Dimas, L. (2007).Valoración económica de los servicios hidrológicos: Sub cuenca del rio Teculutá.
- Mendieta, C. (2005). Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. CEDE. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1590558>.
- (MINAM) Ministerio de Medio Ambiente. (2017). Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios por departamento. <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1601>.

- Municipalidad Provincial de Sullana. (2021). Plan de Desarrollo Concertado Actualizado al 2021 <http://munisullana.gob.pe/index.php/plan-de-desarrollo-concertado/send/58-plan-de-desarrollo-municipal-concertado-pdmc/2334-plan-de-desarrollo-municipal-concertado-pdmc>.
- OMS, & UNICEF. (2017). Progress on drinking water, sanitation and hygiene 2017 update and SDG baselines.
- Rivas, A., & Ramoni, P. (2007). Valoración contingente aplicada al caso del río Albarregas Mérida-Venezuela. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 17(49), 478–502. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70504913>.
- SUNASS. (2020). Proyecto de estudio tarifario 2019 - 2022. 1–122.
- Tudela, J. (2017). Estimación de beneficios económicos por el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Puno (Perú). *Desarrollo Y Sociedad*, (79), 189–237. <https://doi.org/10.13043/DYS.79.6>.
- Tudela, J. W., & Leos, J. A. (2017). Herramientas metodológicas para aplicaciones del método de valoración contingente (1ra ed.). Mexico: Universidad Autónoma de Chapingo. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6423191>.
- Vásquez, F., Cerda, A., & Orrego, S. (2007). Valoración Económica del Ambiente (1a. ed.). Thomson Learning.
- WALAC. (2018). Sullana contará con nueva planta de agua potable. <https://walac.pe/sullana-contara-con-nueva-planta-de-agua-potable/>.

Determinantes económicos y climáticos de la producción de limón de la región Piura, periodo 2000- 2020

Economic and climatic determinants of lemon production in the Piura region, period 2000- 2020

Chininin, S¹ y Villegas, M¹**RESUMEN**

El desempeño cítrico posee un merecido reconocimiento frente a su potencialidad en el comercio regional, nacional e internacional. Al año 2020, la región Piura tuvo una participación del 54.9% en la producción de limón, ocupando el primer lugar a nivel nacional, además posee riqueza en los suelos debido al número de valles y áreas de cultivo. La investigación tuvo como objetivo, analizar los determinantes económicos y climáticos de la producción de limón de la región Piura, periodo 2000 – 2020 con el propósito de determinar los factores económico y los relacionados a cambios climáticos que intervienen en la producción de limón. Para tal fin, se usó el Modelo de Vectores autorregresivos con Corrección del Error. Los datos han sido obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, Banco Central de Reserva del Perú, Fondo Monetario Internacional, Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo, Ministerio de Agricultura y Weather Online. Los resultados muestran que la producción piurana de limón está inversamente relacionada con la tasa de crecimiento de la temperatura máxima (-0.125), del PBI de Perú (-0.11) y del tipo de cambio (-0.02); mientras que, está directamente relacionada con la tasa de crecimiento de la temperatura mínima (0.07) y del PBI de Chile (0.037); no obstante, el nivel de precipitaciones y el precio doméstico y de exportación no inciden significativamente.

Palabras Clave: limón, producción de limón, condiciones climáticas.

ABSTRACT

The citrus performance has a well-deserved recognition due to its potential in regional, national and international trade. As of 2020, the Piura region had a 54.9% share in lemon production, ranking first nationally, and also has rich soils due to the number of valleys and cultivation areas. The objective of the research was to analyze the economic and climatic determinants of lemon production in the Piura region, period 2000 - 2020 with the purpose of determining the economic factors and those related to climatic changes that intervene in lemon production. For this purpose, the Autoregressive Vector Model with Error Correction was used. The data has been obtained from the National Institute of Statistics and Informatics, Central Reserve Bank of Peru, International Monetary Fund, Commission for the Promotion of Peru for Exports and Tourism, Ministry of Agriculture and Weather Online. The results show that Piura's lemon production is inversely related to the growth rate of the maximum temperature (-0.125), the GDP of Peru (-0.11) and the exchange rate (-0.02); while, it is directly related to the growth rate of the minimum temperature (0.07) and the GDP of Chile (0.037); however, the level of rainfall and the domestic and export prices do not have a significant effect.

Keywords: lemon, lemon production, climatic conditions

¹Facultad de Ingeniería Económica,
Universidad Nacional de Frontera

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la producción cítrica es una de las principales actividades sobre todo para la economía de países localizados en regiones de clima tropical y subtropical. Siendo que los cítricos como: naranjas, mandarinas, pomelos, limas y limones, son los de mayor demanda, adquiridos para el consumo de la población debido a una serie de aportes en la salud y una rica fuente de beneficios, vitaminas, minerales y fibra dietética necesarias por su valor nutricional. Por ende, se registra que tanto la producción como la exportación de cítricos se ha incrementado de manera consecutiva desde hace más de treinta años (FAO, 2021).

Según el reporte del Departamento de Agricultura de EE. UU., al 2020 México es el principal productor mundial de limón con 2 870 000 TM, seguido de UE con 1 640 000 TM; el tercer lugar lo ocupa Argentina con 1 030 000 TM, Turquía con 1000 000 TM se coloca en el cuarto lugar. En cuanto a los principales países exportadores de este cítrico a nivel global, también México es quien ocupa el primer lugar con 852 000 TM; en segundo lugar, se ubica Sudáfrica con 500 000 TM, Turquía ocupa el tercer lugar con 439 000 TM, Argentina ocupa el cuarto lugar con 190 000 TM (Index Mundi, 2020).

El Plan Nacional de Cultivos 2019 refiere que, en el Perú, en los últimos 10 años el limón registra un incremento promedio de 3% anual con una producción de 258 200 TM, incrementando a su vez su área de expansión a 25 100 hectáreas. Los precios en chacra también mostraron un aumento resaltante con el paso de los años de 5% anual y de una variación en el precio de 0.50 a 0.78 céntimos por kilogramo. Al 2020, registra la producción en todo el país fue de 303 995 TM y precio en chacra de 1.31 por kilogramo (MIDAGRI, 2020).

A través del reporte emitido a través del Anuario Estadístico de Producción Agrícola al 2019 refiere que, en el territorio peruano, entre las principales regiones productoras se tiene a Piura ocupando el primer lugar, registrando 172 806 toneladas, una superficie cosechada de 16 113 ha, y 64.1% de participación, así Piura lleva la delantera a las demás regiones del país. Por otra parte, se tiene regiones con menores pero significativas cifras: Lambayeque con una producción de 37 587 toneladas y 2,1 mil ha, Loreto con 11 125 toneladas y 1 800 ha, Tumbes con 36 516 toneladas y 1700 ha, finalmente Ucayali con 11 318 toneladas y 1 200 ha, cuyas participaciones son de 8,2%, 7,2%, 6,9%; y 4,7% respectivamente (MIDAGRI, 2019).

El informe técnico del panorama económico departamental desarrollado por INEI señala que, a mediados del 2020, la producción de limón registra 7 819 toneladas. Además, para los primeros meses de 2020, el comercio internacional de limones (sutil y tahití) registró 6 711 toneladas, un valor FOB de 6 016 000 dólares en promedio. Chile es principal mercado de destino (64% sutil y 46% tahití), le sigue, Panamá con 14% (sutil), Reino Unido con 19% y Netherlands con 15% de participación (tahití) (INEI, 2020).

El BCRP (2021), menciona que de la lista nacional y regional de productos priorizados y permanentes señala al limón piurano en el quinto lugar de mayor demanda y primer productor en todo el territorio peruano con 54.9% de participación entre los periodos 2001- 2020. Asimismo, señala que la región posee condiciones climáticas, tipo de suelo y recursos hídricos para su cultivo. La temperatura óptima para el cultivo esta entre 23 °C y 30 °C; de modo contrario las temperaturas críticas (inferior 13 °C y máxima 35 °C) lo cual representan efectos significativos y que pueden afectar severamente en la calidad de este fruto (Sotelo y Tafur, 2020).

Montero (2017), refiere que las condiciones para generar una buena producción y por ende exportación deben ser las adecuadas; en las últimas cuatro décadas en la región norte se han presentado variaciones climáticas las cuales han afectado la producción agrícola, Piura sufre un periodo de lluvias de menor a mayor intensidad provocando devastadoras inundaciones, el limón se ve afectado por el volumen de precipitaciones tales como FEN o denomi-

nado “costero”, claro ejemplo que al 2017, los agricultores vieron perjudicadas sus plantaciones en los principales Valles de la región, generando pérdidas de las campañas agrícolas, afectando principalmente a pequeños productores, en promedio de 3 900 000 dólares (Venkateswaran *et al.*, 2017).

Asimismo, existe otro factor limitante en la correcta producción del limón y por ende su comercialización; el escaso recurso hídrico en zonas de la región norte, ya que, por pertenecer al desierto tropical, este recurso es obtenido de reservorios que presentan deficiencias de almacenamiento debido a bajas precipitaciones, lo cual perjudica y obliga a restringir su consumo afectando al cultivo, optando por riegos ligeros, lo cual dificulta el correcto desarrollo físico de la planta y su fruto; además, enfermedades; presencia de plagas o insectos como la HLB o dragón amarillo; falta de apoyo técnico especializado; dependencia en la estacionalidad, factores que generan reducción en el volumen de producción y reducción en la cosecha.

La producción de limón tanto a nivel nacional como regional es una actividad importante debido a que debe atender tanto la demanda en el comercio interno y externo; sin embargo, es necesario prevenir y contrarrestar factores que se han presentado afectando al mayor incremento en la producción; a pesar de contar con valles con nivel de producción privilegiados, estos se han visto perjudicados, registrando escasez del limón, aumentando el precio en chacra de 40 soles por un peso de 50 kilogramos, hasta cuadruplicar su precio de 200 soles, todo esto producto de sequías o inundaciones, generando en muchos de los casos especulación. Es además fundamental atender a nuevos mecanismos de uso hídrico, sistemas de goteo tecnificado entre otros para beneficiar a los productores de este cítrico (Tapia, 2021).

Dado que la región Piura concentra más del 54.9% de la producción a nivel de todo el territorio peruano, así también la actividad cítrica es importante fuente de trabajo e ingresos a muchas familias que dependen de este fruto y de los ingresos que puedan generar bienestar en las mismas. Por ello, objetivo de la presente investigación es analizar los determinantes económicos y climáticos de la producción de limón de la región Piura, periodo 2000 – 2020.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo no experimental, puesto que hace uso de la indagación y tiempo en que se provee de la fuente. Es también, longitudinal, dado a ciertos tramos o periodos, retrospectivo. Así también describe, explica y correlaciona acontecimientos o fenómenos (Arispe *et al.*, 2020).

Asimismo, es de enfoque cuantitativo ya que luego de adquirir la información inicial se procede al análisis del mejor procedimiento al que puede someter por medio de la rigurosidad y la imparcialidad, a la búsqueda de resultados a través del uso de un diseño, métodos (numérico, estadístico) que puedan ser medibles y verificables (Galan y Cortez, 2018), además es de tipo aplicada, encontrando solución a distintas situaciones específicas a partir del uso científico aportando con base teórica necesaria.

El método es hipotético deductivo que parte de una premisa en la que se desea obtener un resultado o conclusión, en efecto, la participación del investigador por medio de la indagación, la formulación de una o varias hipótesis generan uno o más resultados que serán puestos en controversia o medido con los hechos (Rus, 2022).

2.2 El modelo

Para la presente investigación se considera importante precisar que la producción viene determinada por shocks de oferta como de demanda, en ese sentido, dado que la región y país de estudio no es una economía

cerrada, sino que por el contrario se relaciona con el resto del mundo, las fuentes de estos shocks no solo serán internos, sino que pueden provenir del exterior, los cuales tienen incidencia a través de las exportaciones.

En ese sentido, la producción de la región Piura estará determinado por shocks de demanda externa (PBI del principal socio comercial), shocks de oferta externa (precio de exportación del limón), shocks de demanda interna (PBI doméstico), shocks de oferta interna (precio doméstico del limón), y shocks cambiarios (tipo de cambio real). Esto se sustenta en los trabajos realizados por Caamal et al. (2014), Sánchez et al. (2011), Schenttini e Infanzon (2017) y Ormeño (2019).

Sin embargo, considerando las apreciaciones de Minagri (2017) y del BCRP (2020), que para obtener un nivel de producción óptima se deben contar con las condiciones climáticas adecuadas, ya que estas afectan sustancialmente la producción y rendimiento de los productos agrícolas; se considerarán como determinantes de la producción de limón de la región Piura la temperatura máxima y mínima, y el nivel de precipitaciones.

Por lo antes expuesto, el modelo de producción de limón de la región Piura se define como la ecuación 1. Asimismo, las variables empleadas se detallan en la tabla 1.

$$QL_t = f(PBI_t; P_t; PBID_t; PD_t; TCR_t; TMAX_t; TMIN_t; PREC_t) \quad (1)$$

Tabla 1

Determinantes económicos y climáticos de la producción de limón de la región Piura

VARIABLE	DETALLE	UNIDAD	FUENTE
QL _t	Producción de limón de Piura en el periodo t	Toneladas	INEI
PBI _t	PBI de Chile en el periodo	Millones de pesos chilenos	FMI
P _t	Precio de limón a Chile en el periodo t	Dólares por tonelada	SIICEX
PBID _t	PBI doméstico en el periodo t	Millones de soles	BCRP
PD _t	Precio doméstico del limón en el periodo t	Soles por tonelada	MINAGRI
TCN _t	Tipo de cambio nominal en el periodo t	Soles/dólar	BCRP
TMAX _t	Temperatura máxima de Piura en el periodo t	°C	Weather Online
TMIN _t	Temperatura mínima de Piura en el periodo t	°C	Weather Online
PREC _t	Nivel de precipitaciones de Piura en el periodo t	mm	Weather Online

2.3 Variables de estudio

Las variables climáticas tales como: temperatura máxima, mínima y nivel de precipitaciones se obtuvieron de Weather Online; mientras que la producción de limón de la región Piura, del Instituto Nacional

de Estadística e Informática; sumado a ello, el PBI de Perú y el tipo de cambio nominal, del Banco Central de Reserva del Perú. La variable PBI de Chile se recabó del Fondo Monetario Internacional. El precio de exportación del limón se obtuvo de PROMPERÚ; y el precio doméstico del Ministerio de Agricultura y Riego. Es preciso mencionar que las variables se tomaron en frecuencia trimestral para tener más observaciones y mejorar la significancia de las estimaciones.

2.4 Análisis de datos

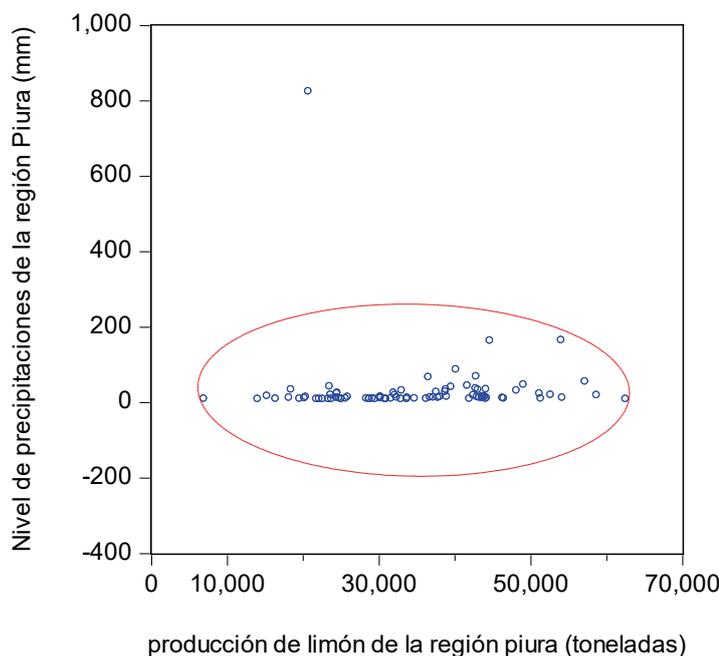
El test a utilizar fue el de Johansen y se aplicó como concluyente la prueba de la traza, quien indica el número de vectores de cointegración que se deben considerar con un nivel de significancia de 5%. No obstante, al vector normalizado se le aplicó cierta restricción, es decir, un aumento del precio de exportación tiene el mismo efecto que un aumento del precio doméstico, pero con distinto signo. Esta restricción se validó mediante prueba de hipótesis, específicamente el test Chi cuadrada cuya probabilidad debe ser mayor al 5% de significancia para validarla. Sin embargo, el modelo debe cumplir con la estabilidad de los parámetros y la normalidad de los residuos, para ello se empleó el test de Jarque-Bera cuyo estadístico debe ser menor a 6; Además, de no presentar autocorrelación determinado por el análisis del correlograma de los residuos. Sumado a ello, se determinó la significancia de los parámetros empleando el test “t-student”, cuyo estadístico debe ser como mínimo mayor a 2 para rechazar la hipótesis nula que el parámetro es cero.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para describir la relación entre los determinantes económicos y climáticos, y la producción de limón de la región Piura, periodo 2000 – 2020, como se presenta en la (Figura 1), no se puede atribuir una relación significativa entre la producción de limón piurano y el nivel de precipitaciones, debido a que si bien el recurso hídrico es necesario para su producción, el exceso del mismo como en el año 2017, puede ocasionar severas caídas en los niveles de producción, debido a que provocan inundaciones que afectan las plantaciones de limón.

Figura 1

Relación entre la producción de limón piurano y el nivel de precipitaciones



Sin embargo, como se muestra en las (Figuras 2 y 3), hay una marcada relación directa entre la producción de limón piurano y la temperatura máxima y mínima, lo que indica que un aumento de las mismas se asocia a un incremento de los niveles de producción de limón en la región.

Figura 2

Relación entre la producción de limón piurano y la temperatura máxima

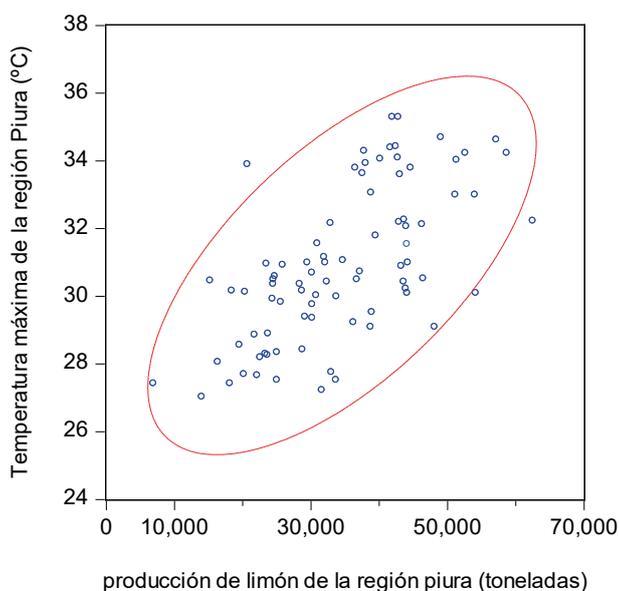
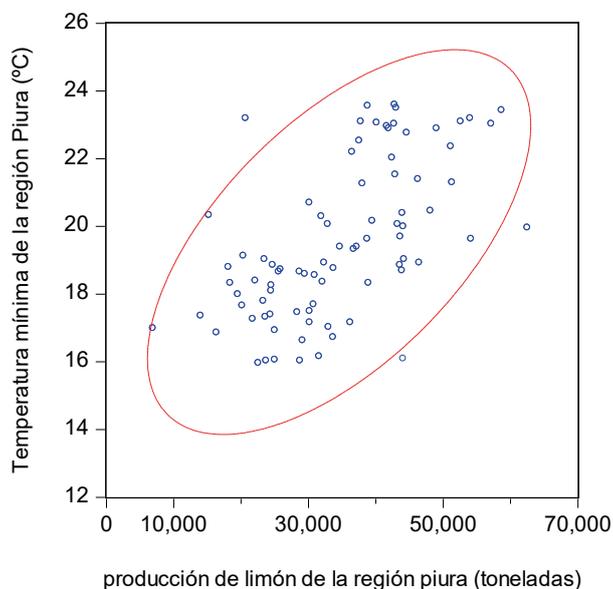


Figura 3

Relación entre la producción de limón piurano y la temperatura mínima



Además, se encontró que no hay evidencia de una relación significativa entre la producción piurana de limón y el PBI de Perú y Chile, principal socio comercial. Esto daría la impresión que tanto la demanda interna como externa no incide en los niveles de producción piurana. En relación al precio el análisis de datos mostró que hay una relación inversa entre la producción piurana de limón y el precio doméstico, debido a que el precio responde a los choques de oferta que se presentan; en ese sentido, cuando hay choque de oferta negativo (baja producción)

el precio del producto escaso es elevado, mientras que cuando hay un choque positivo de oferta (alta producción), el precio del producto abundante es bajo.

Del análisis de datos se encontró que no hay una relación sistémica entre la producción de limón piurano y el tipo de cambio nominal, lo que señala que las apreciaciones o depreciaciones de la moneda doméstica no influyen en los niveles de producción de limón en la región. Además, no hay una relación sistémica entre la producción de limón piurano y el tipo de cambio nominal, lo que señala que las apreciaciones o depreciaciones de la moneda doméstica no influyen en los niveles de producción de limón en la región.

Para estimar el efecto de los determinantes económicos y climáticos en la producción de limón de la región Piura, periodo 2000 – 2020, en primer lugar, se les extrajo el componente estacional a las variables especificadas en el modelo, para analizar el comportamiento tendencial de las mismas. Seguido, se tomaron logaritmos a dichas variables con el fin de reducir su rango de variación y evitar problemas de heterocedasticidad en el modelo.

A las series transformadas en logaritmos se les realizaron las pruebas de raíz unitaria para determinar el cumplimiento de la condición de estacionariedad. Los resultados se presentan en la tabla 2, los mismos que sugieren que las variables nivel de precipitaciones, precio doméstico y de exportación son estacionarias al 1% de significancia según las pruebas de Phillips-Perrón y Buroot, mientras que la variable producción de limón de la región Piura es estacionaria según la prueba de Phillips-Perrón al 1% de significancia y según la prueba de Burrot al 5% de significancia.

Tabla 2

Pruebas de raíz unitaria a las series logarítmicas

Prueba / Significancia	DF GLS	PP	Ng- Perron	ERS	buroot
1%	-3.6598	-4.0724	-3.4200	4.2472	-5.3476
5%	-3.0972	-3.4649	-2.9100	5.6656	-4.8598
10%	-2.8030	-3.1590	-2.6200	6.7836	-4.6073
lql	-2.7674	-4.7044	-2.8776	5.0465	-5.1382
lmax	-2.6632	-4.4779	-2.8646	4.7755	-4.6290
lmin	-1.4879	-3.5517	-0.1379	5.5345	-4.4840
lprec	-7.4201	-7.7423	-4.4473	2.5442	-8.6788
lchile	-0.9334	-1.0464	-0.9032	33.8910	-2.7116
lperu	-1.3501	-2.6355	-5.9081	26.9916	-3.1070
lpd	-2.6327	-6.8694	-2.4119	3.6819	-7.9162
lpe	-2.6052	-7.5578	-2.0823	8.5522	-8.5308
ltn	-1.1472	-0.2609	-1.2402	30.0329	-2.7840

Por tanto, se concluyó que solo estas series son estacionarias, dado que los valores estimados por las pruebas se encuentran en la zona de rechazo de la hipótesis de presencia de una raíz unitaria. Es preciso mencionar que se consideró como concluyente solo las pruebas de Buroot y PP, dado que consideran en sus cálculos la presencia de quiebres estructurales, los cuales son muy comunes en las series económicas, los mismos que distorsionan los resultados de las pruebas de raíz unitaria. Asimismo, se ha considerado un nivel de significancia máximo de 5%, la cual debió cumplir cada serie en ambas pruebas.

Las series que no cumplieron con la condición de estacionariedad, se les tomaron primeras diferencias y se multiplicó por 400 para convertirlas en tasas de crecimiento anualizadas. Con las series que cumplen la condición de estacionariedad se estimó un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR), al mismo que se le aplicó la prueba de rezagos óptimos, cuyos resultados se presentan en la (Tabla 3). Según los criterios de Akaike (AIC), Final Prediction Error (FPE) y la Razón de Verosimilitud (LR) se debían considerar 2 rezagos en el modelo, mientras que los Criterios de Schwartz (SC) y Hannan-Quinn indicaban cero rezagos. Sin embargo, dado que tres de cinco criterios indicaron incluir 2 rezagos, dicho resultado se tomó como concluyente.

Tabla 3

Resultado de la prueba de rezagos óptimos del modelo Var.

Criterio / Rezago	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	--	1004529	39.36062	40.16*	39.68*
1	202.8689	400058.1	38.42049	41.61	39.70
2	152.11*	256117.5*	37.89*	43.47	40.13

Luego de determinar que existen relaciones que se mantienen en el largo plazo, se estimó un modelo de Vectores Autorregresivos con Corrección del Error (VEC), para corregir el modelo e incluir en la estimación las relaciones de largo plazo entre las variables. Se impuso una restricción que el precio doméstico y el precio de exportación tienen el mismo efecto en la producción de limón de la región, pero con distinto signo, la misma que no se rechazó a un nivel de significancia de 1, 5 y 10%, dado que la prueba Chi cuadrada dio un resultado de 0.516, cuya probabilidad es 47.24%, mayor a los niveles de significancia mencionados.

Como indica la (Tabla 5), las variables temperatura máxima, temperatura mínima y PBI de Perú son significativas al 1% de significancia estadística; mientras que el PBI de Chile y el tipo de cambio nominal son significativos al 5 y 10 %, respectivamente; sin embargo, el nivel de precipitaciones, el precio doméstico y de exportación no inciden significativamente en la producción de limón de la región Piura en el largo plazo. En ese sentido, un aumento de 1% de la temperatura máxima en la región conlleva a una reducción de la producción de limón en 0.125%; mientras que, si el aumento de 1% se registra en la temperatura mínima, esta se incrementa 0.07%.

Se determinó que hay una relación directa entre la producción piurana de limón y la temperatura máxima y mínima, esa relación responde a que en el periodo de análisis tanto la temperatura como la producción se han incrementado; no obstante, la estimación del modelo señala que la relación de equilibrio de largo plazo es inversa con la temperatura máxima y directa con la temperatura mínima, dado que el limón requiere de un clima tropical para su buen desarrollo como lo refiere MIDAGRI (2017) y el BCRP (2020).

$$ql=11.41-0.125*dmax+0.07*dmin-0.29*lpres-0.11*dperu+0.037*dchile+0.26(lpd-lpe)-0.02*dtcn$$

Tabla 5*Resultados del modelo Vec – Largo plazo*

Variable	Producción de limón
dmax***	0.1250 (-0.02163)
dmin***	-0.0703 (-0.01031)
lprec	0.2889 (-0.21037)
dperu***	0.1121 (-0.01298)
dchile**	-0.0371 (-0.01529)
lpd	-0.2554 (-0.933)
lpe	(-0.22938) 0.2554
dten*	(-0.22938) 0.0198
C	(-0.0106) -11.4093

Del análisis del modelo se observa que el aumento de 1% de la tasa de crecimiento del PBI de Chile aumenta la producción de limón de la región Piura en 0.037%, dado un mayor dinamismo de la demanda externa. No obstante, si el incremento se registra en la tasa de crecimiento del PBI de Perú, dicha producción se reduce 0.11%, lo cual no cumple con la teoría económica, dado que es plausible que un mayor dinamismo de la demanda interna incentive un mayor nivel de producción. Asimismo, un aumento de la tasa de depreciación de la moneda doméstica en 1% reduce la producción de limón 0.02%; esto se puede deber a que prevalece el efecto de encarecimiento de los insumos importados para la producción dada la depreciación de la moneda.

Además, se observa que, un aumento del nivel de precipitaciones reduce la producción de limón de la región Piura en 0.10% en el corto plazo, debido a que en ocasiones se produce inundaciones lo que afecta las plantaciones de limón. Sumado a ello, un aumento del precio doméstico aumenta la producción 0.21%, dada la expectativa de mayor ingreso. Respecto a las variables de temperatura, un aumento de la temperatura mínima en 1% reduce la producción de limón 0.0038% en el corto plazo; mientras que, si lo hace la temperatura máxima, esta se incrementa 0.007%. Estos resultados responden a los requerimientos del cultivo según cada temporada, los cuales varían en el corto plazo.

Respecto a la temperatura máxima se corroboró en el largo plazo lo encontrado por Matta (2016) y Távora (2020), ya que en la presente investigación se ha encontrado una relación directa con la producción; sin embargo, no se corroboró lo reportado para el nivel de precipitaciones, pues determinaron una relación inversa y significativa. Sumado a ello, se ratificó lo reportado por Távora (2020) para la temperatura mínima, relación directa, mientras que se discrepa de los resultados de Matta (2016).

Respecto a las variables económicas, se corroboró los resultados de Caamal et al., (2014) para la renta del

principal socio comercial, una relación positiva; sin embargo, difiere de Schenttin y Infanzon (2017), quien determinó una que dicha relación no es significativa. Sumado a ello, en cuanto al precio de exportación, se difirió de lo reportado por Caamal et al., (2014) y Ormeño (2019), pues en la presente investigación no resultó significativo. Además, los presentes resultados no coincidieron con Ormeño (2019) en cuanto al efecto del tipo de cambio, pues encontró una relación positiva.

4. CONCLUSIONES

La producción de limón en la región Piura presenta un comportamiento estacional, con severas caídas en el tercer y cuarto trimestre de cada año; asimismo, presenta una ligera tendencia creciente en el periodo de análisis. El análisis de correlación muestra una asociación directa con la temperatura máxima y mínima de la región, dado que ambas variables han evolucionado positivamente en el periodo. Además, muestra una relación inversa con el precio doméstico, cumpliendo con la teoría de la demanda. Sin embargo, no presenta una relación clara con el PBI de Perú y Chile, el precio de exportación, el nivel de precipitaciones y el tipo de cambio.

Al estimar el efecto de las variables explicativas sobre la producción piurana de limón se tiene que, en el largo plazo, está inversamente relacionada con la tasa de crecimiento de la temperatura máxima (-0.125), del PBI de Perú (-0.11) y del tipo de cambio (-0.02); mientras que, está directamente relacionada con la tasa de crecimiento de la temperatura mínima (0.07) y del PBI de Chile (0.037); no obstante, el nivel de precipitaciones y el precio doméstico y de exportación no inciden significativamente. Respecto al corto plazo, tiene una relación positiva con el precio doméstico (0.21) y la temperatura máxima (0.007), mientras que guarda una relación inversa con la temperatura mínima (-0.004) y el nivel de precipitaciones (-0.102).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Lozada, O., Acuña, L., y Arellano, C. (2020). La investigación científica. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA.pdf>.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2021). Caracterización del departamento de Piura. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Piura/piura-caracterizacion.pdf>.
- Caamal. (2014). Caracterización de las exportaciones de limón persa de México a Estados Unidos de América. I Detal Publicaciones (Ed.), ANALES DE ECONOMÍA APLICADA 2014: Vol. XXVIII (pp. 100–103). <http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2014/anales-2014.pdf>.
- (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Cítricos Mercados y Comercio.
- Index Mundi. (2020). Fresh Lemons Production by Country in 1000 MT. <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=lemons&graph=production>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). Perú Panorama Económico Departamental. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-panorama-economico-departamental-jul-2020.pdf>.

- Matta, C. (2016). Análisis económico del cambio climático en los principales cultivos de la región Lambayeque [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrobojo]. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2112/1/TL_tream/20.500.12423/2112/1/TL_MattaVasquezCinthya.pdf.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. Retrieved November 29, 2021, from <https://sica.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricola>.
- Montero, C. (2017). Informe del Limón. <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/analisis-economico/boletines/2017/35-informe-del-limon/file>.
- Ormeño. (2019). Influencia de los factores determinantes de la exportación de espárragos en el Perú (2007– 2018). http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/9547/1/2019_Orme%C3%B1o-Noriega.pdf.
- Rus, E. (2022). Economipedia. Investigación Aplicada. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>.
- Sanchez. (2011). Estimación de la demanda de importaciones de limón persa (*Citrus latifolia tanaka*) en Estados Unidos procedentes de México (1994-2008) . http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000300012.
- Schettin, & Infanzon. (2017). Determinantes del gran crecimiento de las exportaciones de uva fresca, 1990-2016. <https://fce.unac.edu.pe/images/investigacion/unidad-investigacion/revista/he-n6/a68.pdf>.
- Sotelo, F. y Tafur, J. (2020). Factores determinantes internos y externos que influyeron en las exportaciones de limón sutil fresco en las empresas de la región Piura en el periodo 2014-2018. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651588/Sotelo_HA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Tavara, M. (2020). Efectos del cambio climático en la productividad del banano orgánico en el Valle del Chira-Sullana-Piura [Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4772/MAS_AGRO_2001.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Tapia, T. (2021). Rentabilidad y costo de producción en el cultivo de zanahoria de los agricultores del distrito de Marcatuna 2019 [Universidad Continental]. https://repositorio.continental.edu.pe/itsream/20.500.12394/9129/4/IV_FCE_310_TI_%20Tapia_Misayauri_2021.pdf.
- Venkateswaran. (2017). El Niño Costero: Las inundaciones de 2017 en el Perú. <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/2594/4/Libro-PERC-nino-costero.pdf>.

Recorrido virtual y promoción del turismo sostenible en el distrito la Huaca – Paita 2021

Virtual tour and promotion of sustainable tourism in the Huaca district - Paita 2021

Peralta, ME¹ y Apaza, CM²

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar la relación entre el recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible en el distrito La Huaca– Paita 2021. El estudio fue de nivel básico, de diseño no experimental, y alcance correlacional. Se trabajó con una muestra de 371 sujetos, a quienes se les aplicó el “Cuestionario de Percepción del Recorrido Virtual y Promoción del Turismo Sostenible”, un instrumento validado, idóneo para la población estudiada y cuya estructura contaba con dos apartados, los cuales permitían medir de manera objetiva las variables que se buscaba investigar. Los resultados obtenidos señalaron un valor Chi cuadrado de 145,574 y una significación estadística de 0.00, lo que indicó que existe una correlación significativa entre las variables de estudio. El estudio da cuenta que existe relación significativa entre percepción del recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible en el distrito La Huaca - Paita 2021.

Palabras Clave: Recorrido Virtual, Percepción, Promoción, Turismo sostenible.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the relationship between the virtual tour and the promotion of sustainable tourism in the La Huaca-Paita 2021 district. The study was basic level, non-experimental design, and correlational in scope. We worked with a sample of 371 subjects, to whom the "Virtual Tour and Promotion of Sustainable Tourism Perception Questionnaire" was applied, a validated instrument, suitable for the population studied and whose structure had two sections, which allowed measuring objectively the variables that were sought to be investigated. The results obtained indicated a Chisquare value of 145,574 and a statistical significance of 0.00, which indicated that there is a significant correlation between the study variables. The study shows that there is a significant relationship between the perception of the virtual tour and the promotion of sustainable tourism in the La Huaca - Paita 2021 district.

Keywords: Virtual Tour, Perception, Promotion, Sustainable Tourism.

¹ Facultad de Ciencias Empresariales y Turismo.

Colcar en correo:

capaza@unf.edu.pe

1. INTRODUCCIÓN

El recorrido virtual es una recreación de un entorno completamente virtual sobre el que puede haber libre interacción y desplazamiento en diferentes espacios, nace a partir del desarrollo de las tecnologías de la realidad virtual, y el surgimiento de gadget o aparatos que facilitan su uso (Cáceres, 2010).

La masificación de su uso en diferentes industrias ha dado paso a su inclusión en muy diversos contextos, como herramienta de promoción, favoreciendo sectores como el turismo, permitiendo resaltar las características de diversos atractivos y permitiendo la recuperación en los lugares de baja afluencia turística, debido a su impacto novedoso, sin embargo su uso en Perú durante la última década ha estado presente únicamente en proyectos de gran envergadura, o empresas de grandes capitales, aplazando los potenciales beneficios que podría entregar sin lugar a duda al sector turismo, más aun teniendo en cuenta la incommensurable diversidad turística que este maravilloso país posee (Correa, 2018).

Las practicas tercermundistas se encuentran también inmiscuidas incluso en las formas de promoción del turismo, no obstante un haz de luz tecnológica se avizoró en Perú, con la apertura del recorrido virtual a 12 museos emblemáticos, a través de un sistema tecnológico implementado por el Ministerio de Cultura, dicha iniciativa permitió el recorrido virtual a galerías como el Museo Nacional Chavín (Ancash), Museo de Sitio Julio C. Tello (Paracas), el museo Regional Adolfo Bermúdez Jenkins (Ica), el Museo Histórico Regional (Tacna), entre otros, captando el interés de los potenciales turistas, y registrando posteriormente alzas importante en el número de visitantes, iniciativa que muy pocos, o tal vez ningún otro des-tino turístico ha imitado en el país (Ministerio de Cultura, 2019).

En el mundo un gran número de escenarios y atractivos turísticos han sido también parte de esta iniciativa, tales como La Acrópolis de Atenas, el Museo Sefardí de Toledo, la Muralla China y el Coliseo Romano, cada uno con un recorrido virtual más realista y complejo que el anterior (Ávila, 2019). En países como México, el desarrollo de los recorridos virtuales ha generado ya impactos importantes, tal es el caso del monumento arqueológico de Teotihuacán, donde se destaca que, al recrear pasajes de periodos remotos, facultan al receptor la opción de observar la forma en que probablemente fue un paraje histórico y compararlo con el actual, generó una mayor atención por parte del posible visitante acerca del potencial destino (Hernández, 2019).

La promoción del turismo sostenible es una iniciativa imperativa como freno al impacto ambiental que genera el turismo convencional, promueve una serie de beneficios minimizando el impacto que genera normalmente el paso del hombre sobre la naturaleza, asegurando que se preserve para que pueda ser disfrutado por futuras generaciones (Tinoco, 2018).

El recorrido virtual aplicado al turismo sostenible ha generado ya impacto notorio en espacios donde ha sido aplicado, debido a que dichos instrumentos han facilitado la recreación de áreas y ambientes de diferentes momentos de la historia, diferente a la vivida actualmente, facilitando el acceso de los visitantes a “visualizar” y disfrutar las mencionadas edificaciones o áreas sin que se genere más deterioro del que ya existe, permitiendo a la naturaleza su regeneración natural, para próximas generaciones (Mangano, 2017). En este contexto, el objetivo principal del presente estudio fue determinar la relación entre el recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible en el distrito La Huaca– Paita 2021.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación

La presente investigación es aplicada debido a que buscó generar conocimientos a partir de la aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo (Rodríguez & Pérez, 2017).

El alcance de la investigación fue correlacional, puesto que el propósito y utilidad primordial del estudio fue conocer el comportamiento de uno de los constructos, conociendo la dinámica de otro u otros constructos. En términos más sencillos, intentó aproximarse al valor más cercano que tuvo un conglomerado de sujetos en relación al primer constructor, a partir del valor que tuvieron en las variables o variable correlacionadas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014a).

2.2 Diseño de la investigación

El diseño del estudio fue no experimental, debido a que no se ejerció alteración alguna sobre las variables, y transversal, puesto que los datos de variables se recopilieron en un lapso determinado en un grupo (muestra) o subgrupo predeterminado (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

2.3 Población

La población de la presente investigación estuvo constituida por un total de 10 594 habitantes del Distrito La Huaca (Municipalidad Distrital La Huaca, 2021).

2.4 Muestra

El cálculo del tamaño de muestra se realizó utilizando la fórmula de población finita o tamaño conocido según Mayorga y Araujo (2010), obteniendo un tamaño muestral de 371 habitantes.

Una vez obtenida la muestra, la técnica empleada para el muestreo fue una tabla de aleatorización simple, diseñada en Excel (Fx ALEATORIO.ENTRE), con números de 1 a 10594, con el fin de elegir al azar los 371 sujetos necesarios para la muestra, evitando rifas y/o métodos poco confiables, garantizando de ese modo que todos los elementos fueron tomados de forma aleatoria.

2.5 Técnica

Para la recolección de datos de la presente investigación se empleó como técnica la encuesta, una técnica cuyo fin es el recojo de información obtenida a través de la interacción, en este caso de manera virtual, a través de un cuestionario acorde al tema de investigación elegida (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

2.6 Instrumentos

Se utilizó un cuestionario: a) Cuestionario de Percepción del Recorrido Virtual y Promoción del Turismo Sostenible, de autoría de la investigadora, el cual fue sometido a juicio de experto a fin de determinar su validez, y posteriormente se determinó su confiabilidad por medio del coeficiente Alfa de Crobach, alcanzando un coeficiente de 0,793, dicho índice expresa una aceptable confiabilidad para la aplicación del cuestionario, previo a su aplicación en la población incluida en la investigación.

Los profesionales que participaron en dicha validación fueron: Primer experto: Magister en Docencia Universitaria, con Mención en Gestión Educativa, Docente Universitario. El segundo experto: Doctor en Estadística y Docente Universitario. El tercer experto: Magister en Docencia Universitaria y Docente Universitaria. Todos estuvieron de acuerdo en la aplicabilidad de la prueba.

Finalmente, se aplicó el instrumento mediante un formulario online, enviado a los usuarios vía WhatsApp y Google, durante los meses de septiembre a octubre del 2021.

2.7 Procesamiento de datos

El análisis estadístico se desarrolló con el programa SPSS® v. 25. 0. El SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) y para efectos de la investigación se utilizaron intervalos de confianza al 95%.

Tras comprobar una distribución no normal de los resultados, se utilizó la prueba no paramétrica Chicuadrado de Pearson.

3. RESULTADOS

Del análisis de los resultados se encontró que el 97% de los encuestados perciben que el recorrido virtual sí generará una mejora en la promoción del turismo. Además, se evidenció que el 98% de personas encuestada consideraron que el recorrido virtual sí promueve la sostenibilidad ambiental.

El análisis de datos mostró que el 96% de encuestados consideró que el recorrido virtual sí promueve la sostenibilidad social y el 75% de encuestados consideraron que el recorrido virtual sí promueve la sostenibilidad económica.

Entre la percepción del recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible, se halló un valor Chi cuadrado de 145,574 y una significación estadística de 0.00, indicando que si existe relación entre las variables. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que establece: “Existe relación entre percepción del recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible en el distrito La Huaca - Paita 2021”.

Tabla 1

Relación entre la percepción del recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible en el distrito La Huaca - Paita 2021

Estadísticos	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	145,574	1	0.000

Entre la percepción del recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad ambiental, se halló un valor Chi cuadrado de 101,414 y una significación estadística de 0.00, lo que indicó que si existe la relación entre las variables. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que establece: “Existe relación entre percepción del recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad ambiental en el distrito La Huaca, Paita 2021”.

Tabla 2

Relación entre el recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad ambiental en el distrito La Huaca, Paita 2021.

Estadísticos	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	101,414	1	0.000

Entre la percepción del recorrido virtual y la promoción de la sostenible social y cultural, se halló un valor Chi cuadrado de 60,957 y una significación estadística de 0.00, lo que indicó que existe la relación entre las variables. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que establece: “Existe relación entre percepción del recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad social y cultural en el distrito La Huaca, Paita 2021”.

Tabla 3*Relación entre el recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad social y cultural en el distrito La Huaca, Paita 2021.*

Estadísticos	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	60,957	1	0.000

Entre la percepción del recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad económica se halló un valor Chi cuadrado de 5,343 y una significación estadística de 0.00, lo que indicó que existe la relación entre las variables. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que establece: “Existe relación entre percepción del recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad económica en el distrito La Huaca, Paita 2021”.

Tabla 4*Relación entre el recorrido virtual y la promoción de la sostenibilidad económica en el distrito La Huaca, Paita 2021*

Estadísticos	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,343	1	0.000

4. DISCUSIÓN

Se planteó como objetivo general determinar la relación entre el recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible en el distrito de La Huaca– Paita 2021. Fue debido a ello que, tras analizar los datos recolectados por medio de la aplicación del *Cuestionario de Percepción del Recorrido Virtual y Promoción del Turismo Sostenible*, es posible plantear que entre las variables *Recorrido Virtual y Promoción del Turismo sostenible* se halló un valor Chi cuadrado de 145,574 y una significación estadística de 0.00, lo que indicó que sí existe la relación entre las variables. Por lo tanto, se aceptó la hipótesis que establece: Existe relación entre percepción del recorrido virtual y la promoción del turismo sostenible en el distrito La Huaca - Paita 2021.

Dichos resultados obtenidos en la presente investigación confirman los obtenidos por Hernández (2019), en su investigación, donde ya se visualizaba una acogida más que favorable hacia el uso de la herramienta de recorrido virtual por parte de los entrevistados incluidos en su estudio, quienes asumían el recorrido virtual a forma de plus al recorrido de un lugar cultural o sitio arqueológica. Dichos resultados llevaron al autor a la conclusión de que, si bien la RV y realidad aumentada permanecen todavía en desarrollo para mejorar, la relevancia que genera en el turismo es de cierto modo positivos (Hernández, 2019).

Al hacer referencia al primer objetivo específico de la investigación, los resultados obtenidos indicaron la existencia de relación, aceptándose la hipótesis que establecía relación entre la variable recorrido virtual y la dimensión promoción de la sostenibilidad ambiental.

Estos resultados reafirmarían los obtenidos por Quichiz & Rojas (2019), quienes identificaron que el turismo sostenible sería una actividad que optimizaría los atractivos turísticos, acrecentando con el paso de los años mejoras al contexto social y económico. Los autores hicieron énfasis al señalar que dicha evolución convertiría al turismo en una de las más importantes actividades de la nación, haciendo notar la necesidad de preparación si se busca alcanzar dicho logro evolutivo, pero una preparación en temas tecnológicos, de vanguardia, como lo es probablemente el recorrido virtual, manteniendo a la par la promoción del turismo sostenible.

Los resultados encontrados aceptan la hipótesis que establecía existencia de relación entre la variable recorrido virtual y la dimensión promoción de la sostenibilidad social y cultural. Estos resultados reafirman los obtenidos por Burgos (2018), en su investigación titulada Recorrido virtual para mejorar las experiencias turísticas, difusión y educación, en los proyectos de investigación en edificaciones históricas, en donde los resultados encontrados indicaron una alta satisfacción por parte de los visitantes acerca de la calidad de Figuras, datos ofrecidos e interacción de cada una de los pasajes presentados. Lo que permitió a autor concluir que a través de la técnica de recorrido virtual se logró transmitir un amplio nivel de información educativa, ampliando el horizonte cultural (Burgos, 2018).

En este estudio se encontró que el 96% de encuestados consideró que el turismo sí tiene buen impacto sobre la sostenibilidad social y el recorrido virtual sí tendría impacto sobre el turismo. Los resultados arrojados señalaron la existencia de correlación significativa, aceptándose la hipótesis que establecía existencia de correlación significativa entre la variable recorrido virtual y la dimensión promoción de la sostenibilidad económica.

Núñez (2015), a partir de los hallazgos de su investigación, afirmó que la actividad turística sostenible se puede acoplar a la realidad actual de los diferentes atractivos con un evidente potencial turístico, siendo considerada como un eje dinamizador de la economía de estos sectores, lo que permite aportar al mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores. Concluyendo que es necesario el desarrollo de tecnologías que aumenten la promoción de los atractivos turísticos, y que ayuden a aprovechar el potencial turístico, aportando al mismo tiempo a su desarrollo social y económico, aspectos relacionados con los resultados obtenidos en la presente investigación, pues el 75% de encuestados consideraron que el recorrido virtual sería favorable, esto debido a que forma parte de la promoción no solo del atractivo turístico, sino también es un punto de apoyo, que puede ser aprovechado como herramienta para generar recursos, y favorecer la sostenibilidad económica.

5. CONCLUSIONES

Se encontró que existe relación estadística entre las variables Recorrido Virtual y Promoción del Turismo sostenible, pues se observa un valor de Chi cuadrado de 145,574 y una significación estadística de 0,00. Además, se encontró que existe relación entre percepción del recorrido virtual y la dimensión promoción de la sostenibilidad ambiental, atribuida a un valor Chi cuadrado de 101,414 y una significación estadística de 0,00.

Existe relación entre percepción del recorrido virtual y la dimensión promoción de la sostenibilidad social, atribuida a los estadísticos que indican un valor Chi cuadrado de 60,957 y una significación estadística de 0,00. Existe relación entre percepción del recorrido virtual y la dimensión promoción de la sostenibilidad económica, pues los resultados indicaron un valor Chi cuadrado de 5,343 y una significación estadística de 0,00.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero-Tinoco, E. C. (2018). Turismo, patrimonio y comunidades indígenas. *Turismo y Sociedad*, 22, 213-233.
- Cáceres, J. (2010). *Recorrido Virtual 3D*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Correa, A. (2018). *Conciencia Turística y su Contribución al Desarrollo Turístico Sostenible en el Distrito de Paíta, Región Piura, 2017*. Piura: Universidad Cesar Vallejo.
- Hernández, A. (2019). *Turismo virtual y experiencia turística: el caso de la zona de monumentos arqueológicos de Teotihuacán*. Texcoco: Universidad Autónoma del Estado de México.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, C. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Mayorga, D y Araujo P. 2010. El plan de Marketing. Centro de investigación. Universidad del pacifico Lima. Lima, Perú. 134 P.
- Ministerio de Cultura. Gobierno del Perú. QHAPAQ ÑAN PERÚ Sede Nacional. (2015). Declaratoria del Qhapaq Ñan como Patrimonio Mundial. Lima.
- Municipalidad Distrital La Huaca. (30 de Marzo de 2021). Muni La Huaca. Obtenido de <https://munilahuaca.gob.pe>
- Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de Negocios indagación y de construcción del conocimiento. Revista Escuela de Administración de Universidad EAN, 1-26.
- Robles Avila, S. (2019). Ciudades en la Red, redes de ciudades: arquitectura formal y caracterización lingüístico discursiva de las páginas web de ciudades patrimonio de la humanidad españolas. Ciudades en la red, redes de ciudades: arquitectura formal y caracterización lingüístico-discursiva de las páginas web de ciudades patrimonio de la humanidad españolas, 73-111.

Pronóstico presupuestal en cultura y deporte de gobiernos locales para turismo sostenible departamento La Libertad

Budget forecast in culture and sports of local governments for sustainable tourism department of La Libertad.

David Gonzalez Espino¹ Luiggi Bruno Castillo Chung²
Rony Alexander Piñarreta Olivares³ Darwin Iván Espino Muñoz⁴

RESUMEN

Los pronósticos del presupuesto público deben ser mirados con objetividad si bien es cierto todas las funciones en las municipalidades son importantes, debemos tener en cuenta que es necesario establecer un análisis consensuado de la realidad para sector cultura y deporte. El objetivo de la presente investigación fue identificar el pronóstico de los presupuestos públicos de los próximos años a nivel de función cultura y deportes en las doce municipalidades provinciales de las 12 provincias que conforman departamento de La Libertad. Así también el turismo sostenible tiene una relación directa con la cultura y cumple un rol importante a través de la promoción económica, ambiental y social que se relaciona con la cultura. En cuanto al método de estudio tiene un enfoque cuantitativo, tipo de investigación básica y diseño de investigación no experimental de corte transeccional. Los resultados del pronóstico a través del método Winters determinar que hay una heterogeneidad en la tendencia de los presupuestos destacando las proyecciones del año 2029 en S/ 23 929 906 soles con tendencia a subir en 2030 con S/ 35 408 933, luego baja en el 2031 a S/33 146 626 sigue bajando en el 2032 a S/27 191 223 y sube en 2033 a S/29 991 612. Es importante que las áreas usuarias y abastecimiento del sector público tomen conciencia de la importancia de la cultura como una propuesta de modelo económico, a través de la puesta en valor del patrimonio cultural como un pilar de la cohesión social y fuente de trabajo para los emprendedores del territorio.

Palabras clave: Pronostico, cultura, cohesión social, turismo sostenible

ABSTRACT

Public budget forecasts must be viewed objectively, although it is true that all functions in municipalities are important, we must take into account that it is necessary to establish a consensual analysis of reality for the culture and sports sector. The objective of the research was to identify the forecast of public budgets for the coming years at the level of culture and sports function in the twelve provincial municipalities of the 12 provinces that make up the department of La Libertad. Likewise, sustainable tourism has a direct relationship with culture and plays an important role through economic, environmental and social promotion that is related to culture. Regarding the study method, it has a quantitative approach, a type of basic research and a non-experimental research design of a transeccional nature. The results of the forecast through the Winters method determine that there is a heterogeneity in the trend of the budgets, highlighting the projections for the year 2029 in S/23,929,906 million with a tendency to rise in 2030 with S/35,408,933, then drop in 2031 to S/ 33,146,626 continues to drop in 2032 to S/27,191,223 and rises in 2033 to S/29,991,612. It is important that the user and supply areas become aware of the importance of culture as a proposal for an economic model, through the enhancement of cultural heritage as a pillar of social cohesion and a source of work for the entrepreneurs of the territory.

Keywords: Forecast, culture, social cohesion, sustainable tourism

¹Universidad Nacional de Frontera, Facultad Ciencias Empresariales y Turismo, dgonzales@unf.edu.pe, ORCID: 0000-0001-8564-702X

²Universidad Nacional de Frontera, Facultad Ciencias Empresariales y Turismo, castillo@unf.edu.pe, ORCID: 0000-0002-2310-0712.

³Universidad Nacional de Frontera, Facultad de Ciencias Económicas y Ambientales, rpinarreta@unf.edu.pe, ORCID: 0000-0003-0029-729x

⁴Universidad Cesar Vallejo, Centro de Informática & Sistemas, despino@ucv.edu.pe, ORCID: 0000-0003-4257-9834

1. INTRODUCCIÓN

Los pronósticos se determinan como una predicción del cálculo del futuro a través de datos que tiene las decisiones y ver cuál es su consecuencia en futuro de tiempo, siendo uno de los problemas la utilidad de una decisión de carácter económica. Los resultados que se proyectan como esperados se presumen bajo premisa de encontrar los mejores resultados en un escenario de incertidumbre.

Un modelo de pronóstico de alta frecuencia se determina como un sistema que tiene relación econométrica y que funciona sin ningún tipo de intervención de los economistas en algún supuesto, siendo la metodología basada en la estimación del PBI bajo tres enfoques producción, gasto y componentes principales (Klein y Coutiño, 2004).

Para establecer pronósticos un modelo interesante como el Holt Winters que tiene como base de trabajo solucionar tres ecuaciones; una para el nivel, una para tendencias y otra estacionalidad (Mariño et al., 2021). La economía depende en gran medida de variables que intervienen donde están los cambios políticos y económicos que debilitan los encadenamientos productivos de un estado (Loria, 2009).

Los métodos predictivos están presentes desde finales de los años 80' a través de los estudios de Klein con de la denominación del modelo del trimestre corriente como el primer modelo de pronóstico económico (Coutiño, 2015).

Es así que podemos identificar tres modelos de gestión pública (administración pública) que se desarrollan en los territorios que son definidos como; Nueva Gestión Pública (NGP), Nueva Gobernanza (NG) y Neoweberianismo (NW) en los cuales se tiene como principio; productividad, efectividad y modernización de la administración pública.

A nivel filosófico la administración pública tiene varios puntos que son claves como, por ejemplo; preguntas relacionadas a su objeto de estudio, cuestiones de conocimientos de la materia, decisiones morales entre otros (Whetsell, 2018).

Así también algunos investigadores determinar que la administración pública en esta nueva era global tiene una visión que ingresa a la evaluación de actividades, objetivos, procedimientos entre otros (Uvalle, 2012). Es importante mencionar que la ética juega un rol protagónico en la toma de decisiones, ya que existen gobiernos locales que destinan poco dinero o no designan presupuesto para desarrollar programas o proyectos en bien del patrimonio cultural (Gonzalez, 2022).

La cultura como tal se refleja en el patrimonio material e inmaterial que se manifiesta en diversos territorios. Cada gobierno local diseña un plan estratégico institucional, plan operativo institucional y plan anual de contrataciones. Todos estos instrumentos deben estar alineados a las necesidades que presentan las áreas usuarias. Por lo general cultura y deportes, así como turismo son dos funciones muy afectadas en las prioridades que presentan las municipalidades. Sin embargo, en algunos casos excepcionales los presupuestos de cultura supera a rubros como la salud o producción.

Partiendo de las necesidades que deben ser satisfechas en un territorio se promueve contratar bienes, servicios y obras para desarrollar actividades relacionadas a la cultura por ello es importancia contar con las asignaciones presupuestales que permitan hacer realidad la ejecución. El presupuesto en la administración pública es el resultado de una gestión que permite focalizar esfuerzos en destinar recursos a los diversos tipos de gobierno asignando dinero que debe ser utilizado en el gasto genérico o específico que fue destinado.

Con frecuencia en los territorios municipales se identifica ausencia de inversión en la puesta en valor del patrimonio cultural sobre todo en la modalidad sitios arqueológicos que se complementa con el desarrollo del turismo. La puesta en valor y conservación patrimonial ayudan en la motivación de la visita turística, tenemos por ejemplo que a través de los cuestionarios aplicados a los turistas en el departamento de La Libertad de MINCETUR (2018) una de las respuestas recurrentes de la motivación de visita está en el hecho de disfrutar de la cultura.

Es por ello que las municipalidades deben contar con funcionarios especialista que contribuyan en la identificación de las necesidades culturales del entorno municipal, así como proponer que tipo de contrataciones anuales pueden ser aplicadas en aspectos relacionados a la cultura.

La necesidad insatisfecha de una determina población exige precisar costos y beneficios para realizar un mejoramiento en la calidad de vida, siendo necesario impulsar un real fortalecimiento de la cultura en los distritos, así como evaluar de diversas soluciones que se traducen en inversión pública.

Por ello es importante contar con un modelo de gestión del patrimonio que permita al área usuaria realizar diagnóstico que justifica la intervención, definir de forma precisa los problemas identificados, determinar las causas que originan estos problemas, y que efectos desata, así como plantear los objetivos que deben mejorar la situación y cuáles serán los medios que permiten hacer mejoras, y finalmente plantear las soluciones.

Por otro lado, es necesario indicar que no existen modelos de gestión del patrimonio cultural en los gobiernos locales, en tal sentido es de vital importancia determinar aportes para dimensionar aquellos factores que intervienen como; saneamiento físico-legal, estudios de preinversión, uso normativo RD 004-2016/EF, guía de formulación de proyectos, y proyectos de investigación arqueológica (Gonzalez y Rúa, 2022).

Por ello los gobiernos locales son los encargados tanto de la gestión y prestación de servicios públicos en un país. Con diversas actividades como recojo de basura, atención adultos mayores entre otros, así como desarrollar soluciones innovadoras para resolver problemas sociales (Walker y Andrews, 2013).

Existen cambios anuales en relación al presupuesto público en tal sentido en las distribuciones y cambios se caracterizan ajustes en las asignaciones iniciales que se produce por las prioridades en cada área (Ledet et al., 2018).

Los niveles de gobierno del Perú que se expresan en decreto supremo 054 2018 PCM sobre lineamientos de organización del estado a través de los órganos de línea se presentan a los gobiernos locales. En cuanto a la gestión pública (administración) de los recursos en países como el Perú existen una serie de componentes que se reflejan en el decreto legislativo 1440 del sistema nacional del presupuesto público. Aquí se describe gastos públicos de acuerdo a calificación institucional, funcional, programática, económica y geográfica. Así también la ejecución del gasto a través de las etapas; certificación, compromiso, devengado y pago (girado).

El presupuesto público está reglamentado por normativa que busca control eficiente del uso de los recursos y además se evalúa el desempeño del gestor público a través de la capacidad de avance del gasto (Gómez, 2004).

El presupuesto se determina también como una herramienta desde una visión económica y de planificación siendo un mecanismo de importancia sobre todo en la toma decisiones de las entidades (Donoso et al., 2021).

Las municipalidades de acuerdo a la ley orgánica determinan que están clasificadas de acuerdo a jurisdicción y

régimen especial y en función a su jurisdicción serán: municipalidades provinciales, municipalidades distritales y centros poblados.

Los gobiernos locales a través de las municipalidades provinciales agrupan una serie de gastos en funciones como; planeamiento, orden público y seguridad, trabajo, comercio, turismo, agropecuaria, transporte, ambiente, saneamiento, vivienda, salud, cultura y deporte, educación, protección social, previsión social y deuda pública.

Las municipalidades provinciales trabajan de forma conjunta con aquellas municipalidades distritales que forman parte de su territorio, así también incluye los centros poblados y otros territorios definidos administrativamente por la autoridad municipal competente.

Es importante mencionar que debe existir una articulación en la demarcación de los territorios a través de las municipalidades sobre todo en la ejecución de gasto en la función de cultura y deporte. Por ello el modelo de gobiernos locales permite teóricamente articular entre las autoridades del mismo territorio, sin embargo, también se puede identificar que no siempre existe un trabajo coordinado entre las autoridades.

A través de los planes estratégicos institucionales, planes operativos institucionales, plan anual de contrataciones y cuadro de necesidades emitido por área usuaria permiten coordinar y ordenar los requerimientos necesarios y alineados por la entidad municipal.

Las áreas usuarias pueden definirse como equipo humano que solicita a través de la identificación de necesidades en su especialidad requerimientos de bienes, servicios y obras para cubrir esas necesidades identificadas.

En el caso peruano está definido en la normativa de acuerdo a ley de contrataciones 30225 con el estado de acuerdo al artículo 8 donde indica como área usuaria a una dependencia donde sus necesidades deben ser atendidas conforme a la normatividad o por su especialidad canaliza requerimientos.

Cada dependencia de los gobiernos locales se convierte en un área usuaria en el momento que esta realiza un requerimiento, con frecuencia estas solicitudes se cristalizan con un documento y de acuerdo a la característica puede ser acompañado de especificaciones técnicas (bienes), términos de referencia (servicios) y expediente técnico (obras de infraestructura).

Estos requerimientos deben estar alineados al documento llamado plan anual de contrataciones (PAC) donde en principio el área usuaria debió tener una participación activa indicando las necesidades identificadas producto de su función.

Luego tenemos la fase de actos preparatorios donde se identifican los requerimientos; en tal sentido el área usuaria debe solicitar los bienes, servicios y obras que deben ser contratadas donde se atribuye responsabilidades en el diseño del requerimiento además de la justificación de la finalidad pública de dicha contratación.

Es importante mencionar que una vez aprobado el presupuesto institucional de apertura y luego pase por el presupuesto institucional modificado los funcionarios que forman parte del área usuaria de cultura y deporte puedan certificar dichas partidas asignadas desde un inicio en el proceso de contratación hasta su finalización.

Bolaños (2021) desarrolló un trabajo sobre presupuesto público en Costa Rica. El objetivo de la investigación fue contrastar el esquema nacional de gestión del presupuesto público con las opciones del BID. Con un enfoque cuali-

tativo a través del diseño de teoría fundamentada. Se determina procesos y compromisos, así como partidas presupuestales generales. En cuanto a las conclusiones el sistema presupuestal del país se basa en un modelo híbrido definido como socialdemócrata y socialcristiano.

Larghi (2015) desarrolló un estudio sobre el sector cultura en Cuba. El objetivo de la investigación fue tener una reflexión sobre análisis de oportunidades y debilidades del contexto de la cultura. Con un enfoque cualitativo, bajo un diseño de teoría fundamentada. Se identifica tipos de actores como empresa estatal, iniciativa municipal para el desarrollo local, y emprendimiento cultural. En cuanto a las conclusiones tenemos que la cultura debe ser comprendida como un favor para el desarrollo socio sostenible para Cuba, utilizando políticas públicas de innovación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

La metodología de estudio se basa en un enfoque cuantitativo en tal sentido a través de los datos numéricos se establece la respuesta esperada de la presente investigación definido en el presupuesto público. El enfoque cuantitativo tiene como eje una forma probatoria y secuencial, por ello cada etapa que forma parte de la investigación debe respetarse paso a paso, además refleja la necesidad de medir, así como determinar las medidas sobre el hecho o fenómeno que está en estudio. Es así que en la recolección de los datos de campo es fundamental para la medición y análisis (Hernández et al., 2014).

A nivel del tipo de investigación está definida como básica, ya que tenemos como finalidad desarrollar contribución de nuevos conocimientos en base al presupuesto público que se asigna al sector cultura y deporte.

En cuanto al diseño de la investigación esta será no experimental de corte transeccional que tiene como característica principal medir en un solo momento y sin manipular la variable en estudio los datos que se presentan en el aplicativo del MEF.

En relación a los datos recolectados provienen de la base de datos proporcionada por el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, aquí se puede identificar la información presupuestal de forma anual que se destina al sector cultura y deporte de los gobiernos locales de las 12 municipalidades provinciales en el departamento de La Libertad.

En relación a los métodos utilizados para el análisis de los datos se utilizó el programa científico MINITAB 17 que permite desarrollar análisis del método Winters que establece el pronóstico a futuro del presupuesto público en el sector cultura y deporte para las municipalidades provinciales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

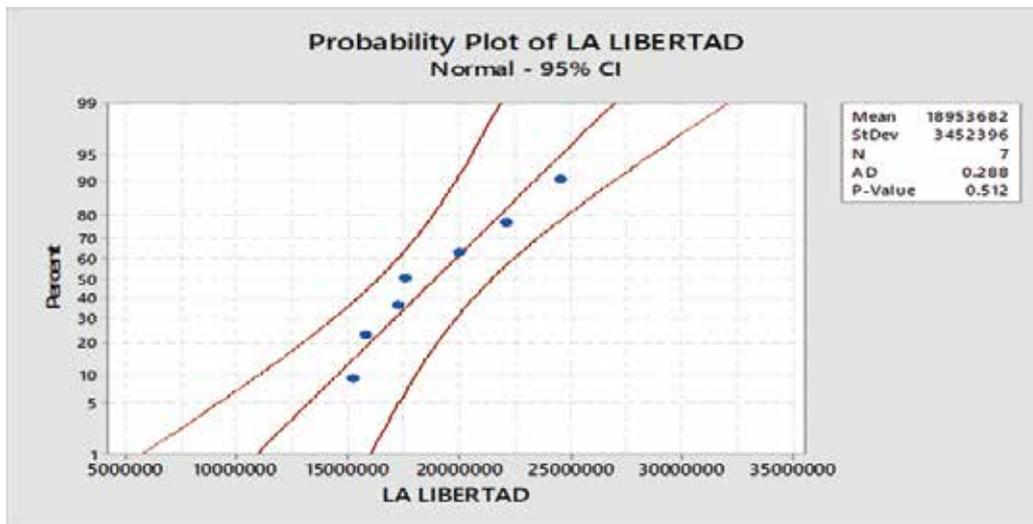
Tabla 1

Categoría presupuestal cultura y deporte de las 12 municipalidades provinciales de la región La Libertad por año.

Categoría presupuestal	Año	Presupuesto institucional modificado (PIM)
Cultura y deporte	2021	S/15 251 204.00
Cultura y deporte	2020	S/15 848 432.00
Cultura y deporte	2019	S/17 246 379.00
Cultura y deporte	2018	S/24 603 341.00
Cultura y deporte	2017	S/22 166 601.00
Cultura y deporte	2016	S/17 566 127.00
Cultura y deporte	2015	S/19 993 692.00

Figura 1

Prueba de normalidad de los datos extraídos del presupuesto público para la función cultura y deporte de las municipalidades provinciales



Como se puede visualizar los datos referentes al P-value indican un 0.512 que es superior a 0.05 con lo cual la prueba indica una distribución normal de los datos relacionados a la función cultura y deporte de las municipalidades provinciales. En tal sentido se debe mencionar que los presupuestos públicos relacionados al sector de cultura y deporte de los gobiernos locales en el departamento de La Libertad indica que tenemos una inversión en 2021 de S/ 15 251 204.00 que menor a la de 2015 que fue de S/ 19 993 692.00 perdiéndose 4 millones de soles para la función de cultura y turismo.

Es importante mencionar que los titulares de los pliegos de los gobiernos locales (municipalidades) deben tener en consideración que la cultura es una herramienta potente de cohesión social, además de permitir que exista mejor convivencia entre los vecinos.

Figura 2

Pronostico del presupuesto público en el sector cultura y deporte para las municipalidades provinciales de la región La Libertad.

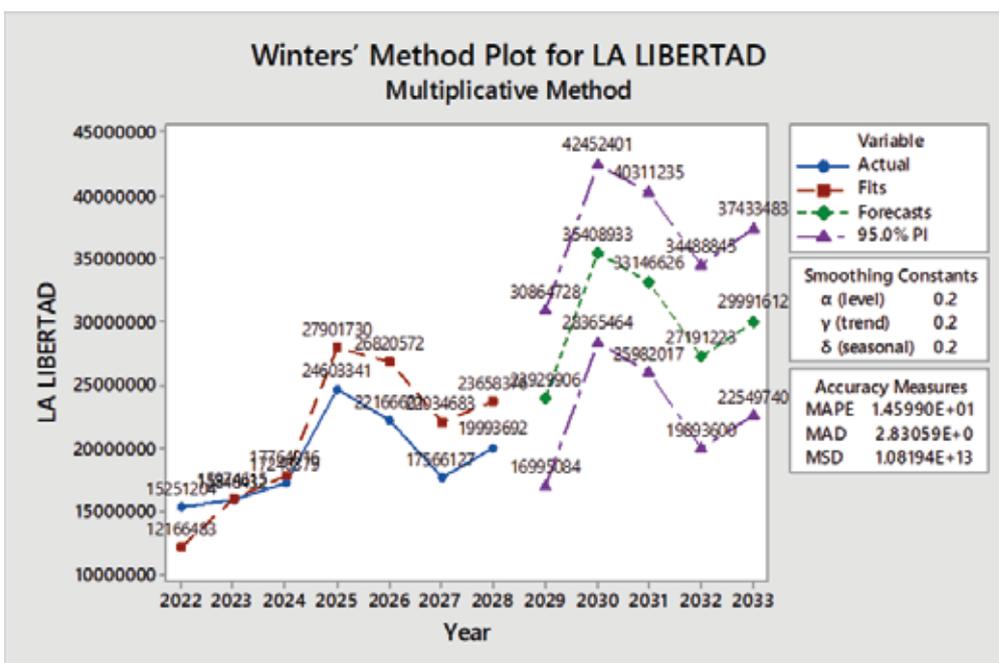


Tabla 2

Pronóstico de asignación presupuestal en la función de cultura y deporte en las 12 municipalidades provinciales departamento La Libertad.

Año	Pronóstico
2029	S/23 929 906
2030	S/35 408 933
2031	S/33 146 626
2032	S/27 191 223
2033	S/29 991 612

Como resultado del uso del método Winters se encontró que la asignación presupuestal para la función cultura y deporte de las 12 municipalidades provinciales estará en el año 2029 sobre los 23 millones de soles, mientras que cinco años después en el 2033 estará alrededor de 29 millones.

En relación al trabajo de Bolaños (2021) fue contrastar el esquema nacional de gestión del presupuesto público con las opciones del BID. Con un enfoque cualitativo a través del diseño de teoría fundamentada. En el presente estudio se buscó pronosticar la asignación presupuestal de los próximos años para la función cultura y deporte con resultados heterogéneos que pueden ser interpretados como heterogéneos por la ausencia de interés de la autoridad local. En 2029 se tendrá S/23 929 906 para las 12 municipalidades, y para 2033 un presupuesto de S/29 991 612, indicado que es poco dinero para invertir en cultura en un gran territorio como el departamento de La Libertad.

En relación al trabajo de Larghi (2015) sobre el sector cultura en Cuba, realizó una reflexión sobre análisis de oportunidades y debilidades del contexto de la cultura. Con un enfoque cualitativo, bajo un diseño de teoría fundamentada. En el presente estudio se buscó pronosticar asignaciones presupuestales para función de cultura y deporte en los gobiernos locales (municipalidades provinciales) determinando que en el año 2029 será de S/ 23 929 906 para las 12 municipalidades, y para 2033 se contará con un presupuesto de S/ 29 99 ,612 siendo un resultado heterogéneo y además es poco dinero para un gran territorio como el departamento de La Libertad.

En relación al trabajo de Leal y Pérez (2011) sobre desviaciones presupuestales del estado español. Donde se evalúa el grado de cumplimiento de los presupuestos. Con un enfoque cuantitativo, utilizando una investigación tipo básica. En este estudio se buscó pronosticar asignaciones presupuestales para función de cultura y deporte de las 12 municipalidades provinciales determinando que en el año 2029 la proyección del presupuesto será de S/ 23 929 906, y para 2033 será de S/ 29 991 612 siendo poco dinero para un gran territorio como el departamento de La Libertad.

El sector de cultura y deporte esta entre las funciones de gasto de las municipalidades provinciales conjuntamente con salud, trabajo, comercio, turismo, agropecuario, transporte, ambiente entre otros. Las asignaciones obedecen al trabajo articulado que se inicia en el plan estratégico institucional, plan operativo institucional, presupuesto institucional apertura, plan anual de contrataciones, cuadro multianual de necesidades. Todas estas herramientas permiten conocer las necesidades identificadas por las áreas usuarias de cada municipalidad.

En la función cultura y deporte tienen presupuestos para bienes, servicios y obras estas asignaciones se pueden considerar como bajas en razón de otros presupuestos que pasan los cien millones de soles, a esto se debe sumar la problemática de la capacidad de ejecución de gasto que se mide de forma anual.

En cuanto a los resultados se encontró que a través del análisis realizado bajo método Winters la proyección del presupuesto público al año 2029 equivalente a S/ 23 929 906 millones de soles, que es superior a los S/15 251 204.00 del año 2021.

El pronóstico sobre presupuesto de la función cultura y deporte del año 2029 al año 2033 es irregular ya que la tendencia es a subir en 2030 con S/ 35 408 933, luego baja en el 2031 a S/ 33 146 626 sigue bajando en el 2032 a S/ 27 191 23 y sube en 2033 a S/ 29 991 612.

Estas asignaciones presupuestales deben ser mejoradas bajo un modelo económico mundial que se refleja en la economía naranja, y se ajuste a las necesidades territoriales, así también este modelo produce cohesión social y permite nuevas fuentes de empleo. La puesta en valor del patrimonio cultural es un pilar de la cohesión social y fuente de trabajo para los emprendedores del territorio. Por ello las doce municipalidades provinciales deben trabajar de forma articulada para aumentar los presupuestos para la función de cultura y deporte en bien de los vecinos y sociedad en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolaños, R. (2021). Presupuesto público y desarrollo en Costa Rica: lecciones aprendidas y retos desde el panorama internacional. *Revista Opera*, 28, 217-238. DOI: <https://doi.org/10.18601/16578651.n28.10>.
- Coutiño, A. (2015). Acerca del poder predictivo de Klein. *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, 33 (3) 385-392. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30138714002>.
- Decreto 054, Lineamientos de organización del Estado. (16 mayo 2018). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12457/D-S-N-054-2018-PCM.pdf?v=1530640133>.
- Decreto 1140, Sistema Nacional de Presupuesto Público. (15 septiembre 2018). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/206025/DL_1440.pdf?v=1594248074.
- Donoso, S. Arias, O. y Reyes, D. (2021). Presupuesto de la educación pública y macro política educacional chilena: hallazgos y debates. *Cuadernos de Pesquisa*, 51, 1-24. <https://doi.org/10.1590/198053147557>.
- Gómez, C. (2004). El presupuesto público en la gestión eficiente de los municipios. *Revista INNOVAR*, 14 (24) 105-111. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512004000200008&lng=en&nrm=iso.
- Gonzalez, D. y Rúa, S: (2022). Gobierno local: modelo de gestión del patrimonio cultural para la inversión pública, *Revista Yachaq*, 5 (2) 38-56. DOI: <https://doi.org/10.46363/yachaq.v5i2.2>.
- Gonzalez, D. (2022). Reflexión sobre el compromiso ético en la gestión pública de gobiernos locales sobre patrimonio cultural 2021. *Revista Yachaq*, 5 (1) 37-53. DOI: <https://doi.org/10.46363/yachaq.v5i1.213>.
- Klein, L. y Coutiño, A. (2004). Enfoque metodológico para un modelo de pronóstico de alta frecuencia para la economía mexicana. *Revista Investigación Económica*, 63 (250) 47-58. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16672004000400047&lng=es&nrm=iso.
- Larghi, P. (2015). El sector cultura: un potencial para el desarrollo de Cuba. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 3 (3) 36-48. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552357188008>.

- Leal, T. y Pérez, J. (2011). Análisis de las desviaciones presupuestarias aplicado al caso del Estado. *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, 29 (3) 1-13. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30122405015>.
- Ledet, J. Mortensen, Serritzlew, S. (2018). A Comparative Distributional Method for Public Administration Illustrated Using Public Budget Data. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 29 (3) 460-473.
- Ley 30225, Ley de Contrataciones del Estado. (10 julio 2014). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/105211/Ley_30225_Ley_de_contrataciones-julio2014.pdf?v=1586905414.
- Ley 27972, Ley orgánica de municipalidades. (26 mayo 2003). <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>.
- Loria, E. (2009). Sobre el lento crecimiento económico de México. Una explicación estructural. *Revista Investigación Económica*, 68 (270) 37-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fe.01851667p.2009.270.16681>.
- Mariño, M. Aragón, A. Lotero, L. y Jiménez, M. (2021). Modelos de series temporales para pronóstico de la demanda eléctrica del sector de explotación de minas y canteras en Colombia. *Revista EIA*, 18 (35) 1-23. <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1458>.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2018). Perfil del turista interno que visita La Libertad 2018. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/553604/La_Libertad_Perfil_del_Turista_Interno_2018.pdf?v=1586389109.
- Ugarte, M. Rivero, J. y Bautista, D. (2021). ¿Por qué las reformas administrativas no logran los resultados esperados? [Archivo pdf]. <https://gobierno.pucp.edu.pe/publicacion/por-que-las-reformas-administrativas-no-logran-los-resultados-esperados/#:~:text=El%20diagn%C3%B3stico%20encuentra%20tres%20problemas,el%20desequilibrio%20basado%20en%20la>.
- Uvalle, R. (2012). La administración pública en los imperativos de la gobernanza democrática. *Revista CONVERGENCIA*, 60, 111-144. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352012000300004&lng=es&nrm=iso
- Walker, R. & Andrews, R. (2013). Local Government Management and Performance: A Review of Evidence. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 25 (1) 101-133. <https://doi.org/10.1093/jopart/mut038>
- Whetsell, T. (2018). Philosophy for Public Administration. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 28 (3) 451-453. <https://doi.org/10.1093/jopart/muy005>

FONDO EDITORIAL



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
FRONTERA

