

REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA

# PAKAMUROS

Octubre - Diciembre 2024

Volumen 12 - Nº 4



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE JAÉN**



Una publicación de la Universidad Nacional de Jaén

Diciembre 2024 | Vol. 12. Número 4 | E-ISSN: 2522-3240 | ISSN: 2306-9805

DOI: <https://doi.org/10.37787/xkrqe230>

### *Comité Científico*

#### **Director**

Dra. Mary Flor Césare Coral

#### **Editor**

Dr. Ernesto Hernández Martínez

#### **Miembros**

Dr. Julio Mauricio Vidaurre Ruiz, Universidad Nacional Agraria La Molina

Dr. Eli Morales Rojas, Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua

Dr. Jorge Díaz Dumont, Universidad Nacional de Tayacaja, Perú.

Dr. Ernesto Alonso Paiva Peredo, Universidad Tecnológica Del Perú S.A.C

Dr. García Cedrón David Carmelo, Universidad Privada César Vallejo - Trujillo

Dr. Eneida Vieyra Peña, Universidad Nacional de Tumbes, Perú.

Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

### *Equipo de edición y publicación*

#### **Responsable del Proceso Editorial**

Ing. Sandra Eloisa Pasapera Campos, Universidad Nacional de Jaén

#### **Edición y maquetación**

Lic. Lina Lesli Ruiz Navarrete, Universidad Nacional de Jaén

### **Tópicos aceptados por la revista**

Ingeniería

Salud

Educación

Descargo de responsabilidad: El Director, los Editores y la Universidad Nacional de Jaén no se hacen responsables de los errores, omisiones, inconsistencias involuntarias por parte de los autores o de las consecuencias derivadas del uso de la información contenida en esta revista; los puntos de vista y las opiniones expresadas no reflejan necesariamente los del Director, los Editores y la Universidad Nacional de Jaén, y la publicación de anuncios no constituye ninguna aprobación por parte del Director, los Editores y la Universidad Nacional de Jaén de los productos anunciados. Los autores asumen la responsabilidad legal y moral de las ideas expresadas en los artículos. El editor no será legalmente responsable en caso de reclamaciones de indemnización.

Página web de la revista: Para las instrucciones de envío, suscripción y demás información, visite: <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros>

Imagen de portada: A Wind Farm at Sunset por Angelica Reyn de Pexels.

# CONTENIDO

## ARTÍCULOS

Ciudadanía territorial frente al hambre: el rol de las ollas comunes en la estrategia Agustibarrío del distrito de El Agustino, Lima Metropolitana, durante la pandemia por el Covid 19.....	4
Determinación de la densidad de potencial eólico en la provincia de Jaén, Perú, utilizando el Método Weibull.....	19
Evolución de la Alimentación Humana: Un Enfoque en la Producción de Alimentos y su Impacto en la Salud.....	35
Impacto de las Tecnologías Emergentes en los Modelos de Negocio Educativos: Un Enfoque Cuantitativo.....	57
Actividades de bienestar emocional y desarrollo del aprendizaje cooperativo en estudiantes amazónicos.....	69
Estimación de la radiación solar en la ciudad de Jaén mediante el modelo matemático Bristow-Campbell.....	78
Determinación de la vida útil de galletas artesanales de maíz nixtamalizado mediante pruebas aceleradas.....	94
Depresión y agresividad en estudiantes de los colegios estatales del nivel secundario en Tarapoto, 2024.....	103
Reducción de costos logísticos en una empresa agroexportadora de conchas de abanico .....	116

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Ciudadanía territorial frente al hambre: el rol de las ollas comunes en la estrategia Agustibarrío del distrito de El Agustino, Lima Metropolitana, durante la pandemia por el Covid 19**

#### **Territorial Citizenship in the Face of Hunger: The Role of Community Kitchens in the Agustibarrío Strategy of the El Agustino District, Lima Metropolitan Area, during the Covid-19 Pandemic**

David Alarcón<sup>1</sup> 

#### **RESUMEN**

El artículo presenta una investigación cualitativa sobre la ciudadanía territorial en los barrios de Santa Isabel y El Independiente, en el distrito de El Agustino, Lima, analizando cómo la Estrategia Agustibarrío, y en particular la acción de las mujeres en las ollas comunes, ejemplifican una ciudadanía territorial basada en el conocimiento del territorio y la colaboración entre actores locales. Enfrentando desafíos como la precariedad socioeconómica, la inseguridad alimentaria y la falta de servicios básicos, agudizados por la pandemia de Covid-19, estas comunidades se movilizaron mediante las ollas comunes como una respuesta solidaria. Los resultados revelan que estas iniciativas no solo satisfacen necesidades inmediatas, sino que también fortalecen el tejido social y promueven una ciudadanía activa y comprometida con el bienestar comunitario, donde las mujeres emergen como líderes que articulan redes de apoyo y se convierten en motores de cambio social en sus barrios. Las conclusiones subrayan que la ciudadanía territorial juega un papel crucial para enfrentar contextos de crisis, permitiendo a los individuos y comunidades reclamar su derecho al territorio y a una vida digna, y evidencian cómo la organización local y la solidaridad pueden contrarrestar las desigualdades estructurales, construyendo un futuro más equitativo para todos los habitantes del territorio.

**Palabras clave:** ciudadanía, territorio, ciudadanía territorial, Lima, Covid-19

#### **ABSTRACT**

The article presents a qualitative investigation into territorial citizenship in the neighborhoods of Santa Isabel and El Independiente in the district of El Agustino, Lima, analyzing how the Agustibarrío Strategy, particularly the actions of women in community kitchens, exemplify a form of territorial citizenship rooted in knowledge of the territory and collaboration among local actors. Faced with challenges such as socioeconomic precarity, food insecurity, and lack of basic services, exacerbated by the Covid-19 pandemic, these communities mobilized through community kitchens as a collective response. The findings reveal that these initiatives not only meet immediate needs but also strengthen social cohesion and promote active citizenship committed to community well-being, with women emerging as leaders who build support networks and become drivers of social change in their neighborhoods. The conclusions highlight that territorial citizenship plays a crucial role in navigating crisis contexts, enabling individuals and communities to claim their right to territory and a dignified life, and demonstrate how local organization and solidarity can counteract structural inequalities, building a more equitable future for all inhabitants of the territory.

**Keywords:** citizenship, territory, territorial citizenship, Lima, Covid-19

\*Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Centro de Estudios de la Argentina Rural de la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Email: [david1.159@gmail.com](mailto:david1.159@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de ciudadanía están profundamente ligados al territorio, un espacio de poder donde convergen intereses comunitarios (Gutiérrez y Sánchez, 2011). Además, la acción ciudadana se nutre de prácticas sociales derivadas del uso del espacio, los recursos y el conocimiento territorial. En ese sentido, en contextos de deficiencia estatal, la participación comunitaria se vuelve esencial en la construcción de ciudadanía. Tanaka (1999) analiza esta forma de ciudadanía en el espacio urbano, sugiriendo que las redes de colaboración permiten a la población forjar ciudadanía en lo cotidiano, estableciendo vínculos para obtener beneficios. Este enfoque da lugar al concepto de red de ciudadanía, donde los sujetos cooperan en busca de beneficios sociales, aun sin acción estatal directa (Alarcón, 2023).

En esa línea, esta investigación tiene como objetivo describir el proceso y las características de la construcción de la ciudadanía territorial en espacios urbanos periféricos, específicamente a partir de las actividades de mujeres en torno a las ollas comunes en los barrios de Santa Isabel y El Independiente en el distrito de El Agustino, Lima. Estos barrios forman parte de la Estrategia Agustibarrío, liderada por Servicios Educativos El Agustino (SEA<sup>2</sup>) y destacaron durante la pandemia por su organización territorial y estrategias para contrarrestar sus necesidades de alimentación y servicios básicos. Para estudiar y analizar la relación entre ciudadanía y territorio, se presentan tres conceptos clave: ciudadanía, territorio y ciudadano(a) territorial.

### **Sobre la ciudadanía**

Esta investigación analiza el concepto de ciudadanía desde una perspectiva histórica, comenzando con el enfoque post-Segunda Guerra Mundial (1945), cuando el Estado se centró en la reconstrucción de territorios y la satisfacción de necesidades básicas. Marshall (1949) desarrolló una teoría de ciudadanía basada en derechos civiles, políticos y sociales. Con la crisis del Estado de Bienestar, la ciudadanía se vinculó más estrechamente con la participación pública, siendo objeto de críticas por parte de pensadores como Habermas (1962), Arendt (1973) y Rawls (1975). Esta evolución dio lugar a nuevas perspectivas sobre la ciudadanía, como la Ciudadanía Diferenciada y Multicultural, propuestas por Young (1989) y Kymlicka (1996), que se enfocan en los derechos de comunidades marginadas. En la era de la globalización, temas como la migración y la transnacionalidad han sido explorados por Cortina (1997), Sassen (2006) y Ong (2012).

Además, la investigación considera teorías de ciudadanía en el contexto latinoamericano y peruano, con un enfoque en la consolidación democrática (Mainwaring, 2007; Cotler, 2013) y la progresión no lineal de derechos, destacando los desafíos y retrocesos en la adquisición de derechos sociales (López, 1997; Jelin, 2004; Calderón, 2016). El componente cultural de la ciudadanía, que aborda la inclusión de

<sup>2</sup> Organización fundada por la Compañía de Jesús del Perú (Jesuitas) el año 1978.

diversas identidades, es analizado por Fuller (2003), Ilizarbe (2005) y Ames (2002). Finalmente, la participación ciudadana y el rol de las organizaciones sociales en la configuración de la ciudadanía en contextos locales son estudiados por Ávila (2003), Dagnino (2004), Tanaka (1999), Piazza (1999) y Lynch (2000).

### **Sobre el territorio**

En esta investigación, el territorio se entiende como un espacio geográfico íntimamente ligado a las relaciones de poder (Haesbaert, 2004). Esta noción, con raíces en el siglo XIX a través de Friedrich Ratzel, define el territorio como una extensión de tierra apropiada por un grupo humano para explotar sus recursos y establecerse (Schneider y Peyré, 2006). Las dinámicas de dominación y expansión entre los habitantes surgen de la competencia por el acceso y control de estos recursos, resaltando la interrelación entre territorio, recursos y poder. Schneider y Peyré (2006) proponen tres enfoques para entender la relación entre el Estado y la sociedad en relación con el territorio: el Estado-nación, que ve el territorio como una entidad políticamente delimitada; la perspectiva del sujeto, que lo aborda desde la pertenencia e identidad colectiva; y la perspectiva del espacio acotado, donde un grupo social ejerce control para sus intereses particulares.

Siguiendo este enfoque, la investigación concibe la territorialidad desde tres aspectos fundamentales (Avendaño, 2010): el vínculo del individuo con el territorio a través de la identidad y pertenencia; las dinámicas de poder que configuran el espacio, revelando tensiones sociales; y la expresión única de cómo se ocupa el territorio, manifestando diversas prácticas culturales y sociales.

### **Ciudadanía territorial en los barrios de Santa Isabel e Independiente**

Esta investigación introduce el concepto de “ciudadanía territorial”, entendido como el proceso mediante el cual los sujetos ejercen su ciudadanía a través del conocimiento y la participación en su territorio, promoviendo y fortaleciendo la democracia. El "ciudadano territorial" se forma mediante estímulos internos y externos que lo movilizan a través de procesos de formación ciudadana enfocados en la territorialidad (Gutiérrez y Sánchez, 2017). El estudio se centra en los barrios de Santa Isabel e Independiente en El Agustino, un distrito con 198,862 habitantes, que enfrenta desafíos en salud pública y urbanización no planificada. Aunque estos barrios, surgidos en los años 50', han mejorado su infraestructura, aún lidian con problemas de hacinamiento, inseguridad y desempleo juvenil (Servicios Educativos El Agustino, 2019). La estrategia Agustibarrío (2019-2022), apoyada por la ONG SEA, resalta la participación comunitaria en iniciativas como las ollas comunes durante la pandemia. Estas acciones demuestran cómo la ciudadanía territorial puede superar obstáculos y encontrar soluciones en tiempos de crisis, subrayando la importancia de los ciudadanos territoriales en la mejora de su entorno.





## MATERIALES Y MÉTODOS

A nivel metodológico, la investigación es cualitativa, utilizando principalmente entrevistas, grupos focales y observaciones participantes en torno a las actividades de los actores involucrados. En ese sentido, la población de estudio han sido las organizaciones e instituciones inmersas en la Estrategia Agustibarrío. Se llevaron a cabo dos entrevistas semiestructuradas con representantes del SEA, una entrevista con los representantes de las juntas directivas de los barrios El Independiente y Santa Isabel, dos grupos focales con las coordinadoras de las ollas comunes (uno por barrio) y una entrevista con las coordinadoras generales de las ollas comunes de cada barrio. Además, como parte de la validación de los resultados, se realizó un taller de presentación de resultados con representantes del SEA y de las ollas comunes.

Por otro lado, al analizar las redes de ciudadanía local en los barrios de Santa Isabel y El Independiente, se observa la participación continua de organizaciones vecinales, instituciones públicas, ONGs y la Iglesia. En este sentido, se ha elaborado una tabla (Tabla 1) que identifica los principales actores involucrados en la implementación de la estrategia Agustibarrío en ambos barrios. Para ello, se ha clasificado a los actores en diferentes categorías.

**Tabla 1**

*Caracterización de actores de Agustibarrío*

TIPO DE ACTOR	ACTOR
<b>Institución Pública (IPu)</b> 	Municipalidad Distrital de El Agustino (1)
	Comisaría PNP San Pedro (2)
	Comisaría PNP El Agustino (3)
	Fiscalía de la Familia (4)
	Comisaría de la Familia (5)
	Centro de Emergencia Mujer (CEM) - MIMP (6)
	I.E. Jorge Basadre (7)
	Estrategia Barrio Seguro - MINTER (8)
<b>Institución Privada (IPr)</b> 	Servicios Educativos El Agustino (SEA) (1)
	Capilla San Judas Tadeo (Parroquia La Virgen de Nazaret) (2)
<b>Organización territorial (Ot)</b> 	Junta Directiva Vecinal Central Independiente (1)
	Junta Directiva Vecinal Central Santa Isabel (2)
	5 Comités Vecinales Zonales del A.H, Independiente (3)
	9 Comités Vecinales del A.H. Santa Isabel (4)
<b>Agrupaciones Sociales (As)</b> 	Comedor Popular Las Nazarenas (1)
	Comité de Vaso de Leche (2)
	Promotoras Barriales Contra la Violencia (3)
	Hermanidad Capilla San Salvador (4)
	Grupo Cultural José María Arguedas (5)
	Organización de Ollas Comunes (6)
	Comité Comunitario AntiCovid (7)

Por último, el análisis de las redes se ha realizado a través del software UCINET, desde donde se ha podido procesar la información necesaria sobre los vínculos de cercanía, es decir, de trabajo coordinado

entre los diversos actores de Agustibarrío. En ese sentido, el software analiza en qué medida esta cercanía entre actores permite formar una red densificada, que se fortalece a partir de sus vínculos.

## RESULTADOS

### Sobre las redes

El software UCINET permitió procesar información relevante sobre los vínculos de colaboración entre los diversos actores involucrados. Este software examinó la proximidad de las relaciones laborales entre estos actores y evaluó en qué medida esta cercanía contribuyó a la formación de una red densa, fortaleciéndose a través de sus interconexiones.

Los resultados obtenidos indicaron que la red de Agustibarrío se mostraba cohesionada o compacta, evidenciando un alto índice de densidad en sus interacciones cotidianas (Tabla 2). Esto implicaba que entre los actores involucrados existía un intercambio recíproco de relaciones. Los principales impulsores de esta red incluyen a la municipalidad, SEA y las organizaciones de liderazgo de cada barrio. En consecuencia, estos hallazgos nos permitieron identificar los actores clave que han sustentado el proceso de articulación de la estrategia Agustibarrío.

**Tabla 2**

*Indicadores de valor de prestigio sobre la red Agustibarrío*

INDICADOR	VALOR PRESTIGIO	RANGO
Densidad	31.9%	Alto
Reciprocidad	67.5%	Alto
Intermediación (Betweenness)	22.91%	Alto
Grado de centralidad-Grado de entrada (Degree IN)	40%	Medio
Grado de centralidad-Grado de salida (Degree OUT)	55.75%	Alto
Cercanía de entrada (Closeness IN)	39.54%	Alto
Cercanía de salida (Closeness OUT)	60.37%	Alto

Por otro lado, basándonos en los datos presentados en la Tabla 2, en términos de los criterios de prestigio en redes, se pudo concluir que la red se caracterizaba por una alta densidad (31.9%), lo que significa que había conexiones significativas entre los miembros de la red que también se traducían en una alta reciprocidad (67.5%) entre los actores, evidenciando relaciones simétricas entre ellos. Luego, el porcentaje de intermediación en toda la red fue considerablemente alto (22.91%), indicando la presencia de nodos importantes que actuaban como vínculos entre dos actores dentro de la red, funcionando como puentes entre individuos o instituciones.

Además, entre los actores que destacaban como intermediarios en mayor medida (Tabla 3) se encuentran el SEA, con un nivel alto, seguido por la Municipalidad de El Agustino y las juntas directivas de cada barrio, que muestran un nivel medio. Estos hallazgos resaltaron la importancia de estas tres instituciones



u organizaciones, las cuales, como se discutirá más adelante, fueron fundamentales para la consolidación de la estrategia de Agustibarrío.

**Tabla 3**

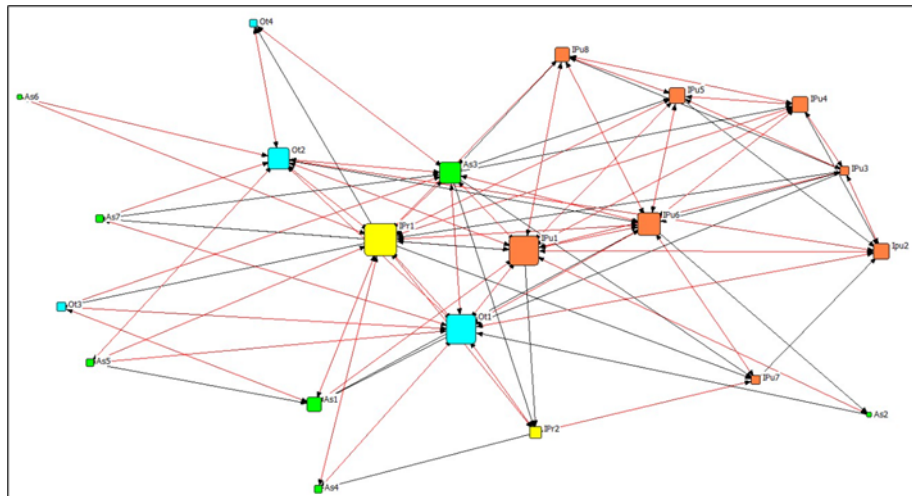
*Resultados de algunos actores en torno a intermediación*

INDICADOR	ACTOR	VALOR PRESTIGIO	RANGO
<b>Intermediación (Betweenness)</b>	Pr1	25.73%	Alto
	Ot1	13.70%	Medio
	Ot2	13.60%	Medio
	Pu1	12.64%	Medio

Finalmente, la Figura 1 nos brinda una visualización clara de la estructura de la red que conformó Agustibarrío. Se observa que los actores con un mayor valor de intermediación se representan con un tamaño más grande (el SEA, la Municipalidad y las juntas directivas barriales), destacando su importancia en la red. Además, se aprecian relaciones de reciprocidad significativas (flechas rojas de ida y vuelta), lo que indica que los actores no solo emiten información o acción, sino que también la reciben activamente.

**Figura 1**

*Resultados de algunos actores en torno a intermediación*



### Planificación territorializada

Cuando se realizó el análisis de datos secundarios sobre Agustibarrío, los diversos actores de la Estrategia se encontraban inmersos en el proceso de planificación anual para el año 2021. Durante este análisis, se observó que los planes de las organizaciones barriales se estaban desarrollando de manera coordinada. Cada uno de los actores locales tenía su propio plan, pero trabajaban en conjunto. Estos actores se reunían en sesiones de trabajo para compartir y articular sus planes, lo que resultaba llamativo, sobre todo al vincular esta planificación organizativa con los planes del distrito.

Al revisar el Plan de Desarrollo Local Concertado (PDLC) (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2015), el Plan de Desarrollo Estratégico Local (PDEL) (Municipalidad Distrital de El Agustino, 2017) y el pacto de gobernabilidad de los Cerros Unidos de El Agustino, se pudo identificar una conexión o diálogo entre ellos, especialmente en temas específicos que requerían una intervención territorial. Estos temas incluían la promoción de un comercio activo y formal, la gestión de riesgos de desastres en áreas con viviendas vulnerables, la acción por la salud dirigida a combatir la desnutrición infantil y la tuberculosis, el fortalecimiento de actividades culturales, la promoción de espacios públicos recreativos y la acción contra la inseguridad ciudadana.

En este sentido, la planificación concreta llevada a cabo por los actores de Agustibarrío se conectaba conscientemente con el pacto de gobernabilidad, y este a su vez con los planes de desarrollo para el distrito de El Agustino. Así, se estaba desarrollando un proceso en el cual los actores del barrio respondían a una planificación más amplia: la del territorio agustiniano.

En esa línea, la Tabla 4 organiza algunas de las actividades realizadas por los actores involucrados en Agustibarrío en respuesta a los temas generales de la planificación para el desarrollo del distrito de El Agustino (Servicios Educativos El Agustino, 2016a, 2016b). Como se puede observar, cada tema cuenta con actividades específicas, y aunque cada barrio tiene su propia dinámica, estas actividades se complementan dentro de la plataforma que ofrece Agustibarrío. Resulta interesante destacar que, al consultar al coordinador de Agustibarrío, perteneciente al SEA, sobre si la planificación de actividades se había basado en el PDLC, el PDEL o el pacto de gobernabilidad, señaló que no necesariamente, sugiriendo que esta conexión podría haber sido una coincidencia. Sin embargo, se destaca cómo esta conexión permitió la implementación de un plan más amplio a partir de acciones concretas.

**Tabla 4**

*Actividades planificadas por Agustibarrío en función a los temas de planificación del distrito de El Agustino*

<b>Temas de planificación distrital</b>	<b>Santa Isabel</b>	<b>El independiente</b>
Promoción de un comercio activo y formal.	Gestión de actividades que promuevan el fortalecimiento de capacidades para el trabajo.	Gestión de recursos para emprendimientos económicos en situaciones de vulnerabilidad.
Gestión de riesgos de desastres de zonas con viviendas vulnerables.	Identificación de zonas vulnerables. Gestión para mantenimiento de laderas, escaleras y muros.	Gestión de expedientes técnicos: muros, escaleras y barandas.
Acción por la salud: frente a la desnutrición de niños y niñas, abordaje de la tuberculosis y covid-19.	Capacitación en salud primaria, primeros auxilios y atención temprana frente al Covid-19. Pruebas covid-19 a miembros de comité anticovid y ollas	Prevención y vigilancia de las medidas sanitarias. Gestión de desinfección de las vías y espacios públicos. Mapeo de personas vulnerables para la atención por los establecimientos de salud.

	comunes. Observatorio de la salud barrial. Teleconsultas.	
Fortalecimiento de actividades de recreación cultural.	Promoción de actividades festivas en el barrio o coordinadas con otros barrios.	Promoción de actividades festivas en el barrio o coordinadas con otros barrios.
Promoción de espacios públicos recreativos.	Participación en muralización y limpieza de calles y escaleras del barrio.	Promoción de jornadas de mejoramiento físico-ambiental de los pasajes y losas. Gestionar el recojo de montículos de desmonte y basura con la participación de vecinos.
Acción frente a la inseguridad ciudadana y la violencia frente a la mujer.	Acciones de sensibilización. Talleres de fortalecimiento de capacidades.	Acciones que favorezcan la prevención de la violencia hacia la mujer en la comunidad. Acciones de sensibilización. Capacitación en temas de derechos humanos, ciudadanía y violencia de género.
Acciones frente a necesidades sociales.	Acción de ollas comunes. Capacitaciones para mejorar el desempeño de las ollas comunes. Padrón y mapeo de personas vulnerables. Apoyo a niños, niñas y adolescentes con materiales de estudio.	Acción de ollas comunes. Gestión de alimentos y recursos. Padrón de beneficiarios vulnerables. Apoyo a escolares en el acceso a internet y servicio de fotocopiado. Fortalecer el servicio del comedor popular.

### Planificación articulada

Por otro lado, la Figura 2 nos ofrece una visión del proceso de implementación de una planificación concreta y su conexión con el desarrollo del territorio del distrito. En primer lugar, partimos de una problemática identificada, ante la cual los actores se han reunido bajo el liderazgo de la Municipalidad de Lima para realizar una planificación participativa, buscando representar a los diversos sectores del distrito. Como resultado de este proceso, surgirán el PDLC y el PDEL, que actúan como guías para las autoridades locales en su labor de generación de desarrollo. Estos planes se construyen de manera colaborativa por los diversos actores del territorio, no siendo una tarea exclusiva del alcalde y su equipo, sino una construcción compartida y participativa.

Sin embargo, en muchas ocasiones, esta planificación no se considera debidamente y queda solo como un trámite. Por ello, surgen otros procesos que buscan ajustar o comprometer la labor municipal con las necesidades locales, como el pacto de gobernabilidad, en este caso el de Cerros Unidos, donde se encuentran los barrios comprometidos con la estrategia de Agustibarrío.

En este contexto, vemos cómo la planificación se vuelve cada vez más concreta a través de la experiencia de los barrios Santa Isabel y El Independiente. Es en estos barrios donde la estrategia Agustibarrío se

enfoca en aspectos como el género, el desarrollo comunitario y la intergeneracionalidad, fomentando una plataforma de acción donde los diversos actores locales puedan trabajar de manera articulada.

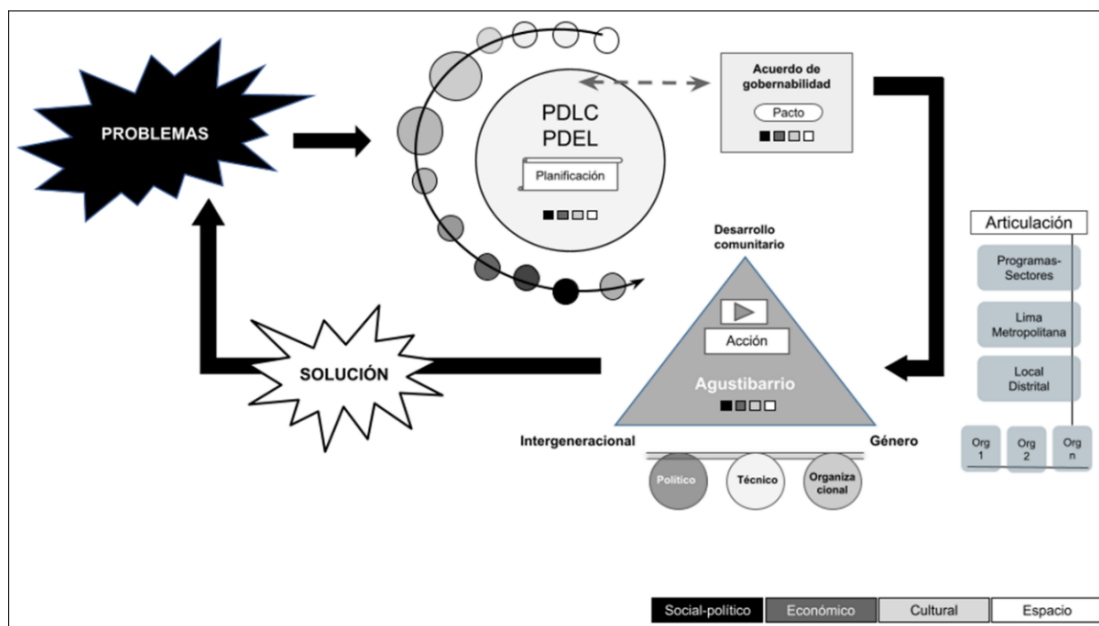
Además, en este proceso se evidencia una articulación tanto horizontal como vertical entre los actores. La horizontal se da entre las organizaciones locales, mientras que la vertical conecta los programas de los sectores del Estado Nacional, la municipalidad de Lima Metropolitana y el municipio de El Agustino con las organizaciones sociales de base.

Al profundizar en el análisis de esta red, identificamos tres componentes que sostienen la estrategia Agustibarrío y cuyo fortalecimiento es fundamental para su dinamismo: el político, representado por la Municipalidad de El Agustino; el técnico, liderado por el SEA; y el organizacional, relacionado con las juntas directivas de las organizaciones de base. Si alguno de estos componentes fallara, la estrategia no podría abordar eficazmente los problemas que enfrenta.

En resumen, Agustibarrío permite llevar a cabo una planificación más concreta a nivel distrital y garantiza una mayor participación y compromiso de la municipalidad en las iniciativas barriales. Al situar a la municipalidad como líder de Agustibarrío, se compromete directamente con las actividades generadas dentro de esta estrategia.

**Figura 2**

*Proceso de planificación articulada en el distrito de El Agustino*



## **Sobre las ollas comunes**

Por último, es preciso realizar una breve descripción de los hallazgos sobre el actor principal de esta investigación: las ollas comunes. En ese sentido, se debe señalar que estas surgieron como una respuesta a la necesidad y desamparo generado por la pandemia de Covid-19 en los barrios de Santa Isabel y El Independiente. En Santa Isabel, se establecieron cuatro ollas comunes: Erasmo Rodríguez (ubicada en la casa comunal), La Carretera, El Señor es mi Pastor y Parque Infantil. Estas ollas beneficiaron a aproximadamente 250 personas, atendidas por alrededor de 20 mujeres comprometidas con su gestión diaria. La primera olla se estableció en mayo de 2020 en la casa comunal, y con el aumento de beneficiarios, se establecieron otras ollas en puntos estratégicos del cerro para cubrir diferentes zonas. En El Independiente, se crearon seis ollas comunes: 25 de abril (frente al local comunal), San Salvador, Los Vencedores, Losa Deportiva C y Las Nazarenas. Estas ollas beneficiaron a entre 300 y 350 personas, con la participación activa de 15 a 18 mujeres. La primera olla se inició en la casa de una vecina en la zona baja del cerro, lo que motivó a los residentes de las zonas altas a organizar sus propias ollas comunes. Estas descripciones muestran cómo la población local, particularmente las mujeres líderes, se organizan en su territorio para atender las necesidades de los más vulnerables. En un entorno geográficamente accidentado, las estrategias incluyen la distribución espacial de las ollas y la gestión de diversos espacios públicos, comunitarios o privados para su establecimiento.

## **DISCUSIÓN**

Después de explorar las características del territorio, los actores involucrados y las formas de organización y planificación desde el territorio, pasamos a analizar los hallazgos sobre la territorialización de la ciudadanía.

Para comprender el vínculo entre la ciudadanía y el territorio en el caso de Agustibarrío, como postula Avendaño (2010), es fundamental partir de las manifestaciones de identidad en las acciones de los actores en su intervención cotidiana en el territorio, las cuáles son muy figurativas y evidentes. En todas las actividades realizadas dentro y fuera del barrio, los integrantes de cada organización social estaban claramente identificados con chalecos de su agrupación, cada uno con un color representativo. Por ejemplo, el SEA utiliza el color beige, el Comando Anticovid el celeste, la municipalidad el verde, las mujeres de las ollas comunes el azul, etc. Esta práctica no solo fortalece el sentido de pertenencia y la identidad de cada grupo, sino que también visualiza la diversidad de actores involucrados en la construcción de la ciudadanía territorial, resaltando su presencia y compromiso en el espacio común que comparten.



Además, al entrevistar a las personas, se constató que el vínculo de pertenencia con cada barrio está relacionado con el lugar de nacimiento en el distrito o la tradición de participación de sus padres o abuelos en espacios de toma de decisiones, como las juntas vecinales o los vasos de leche. Esto demuestra la importancia de la historia y la experiencia familiar en la participación comunitaria, lo que motiva a continuar con esa labor. Es interesante observar que la participación de niños y niñas en trabajos o eventos comunitarios sigue siendo común, lo que evidencia un proceso intergeneracional activo en estos barrios, abordado como enfoque por la estrategia Agustibarrío.

El vínculo entre los ciudadanos y el territorio en los barrios de Santa Isabel y El Independiente se basa en procesos históricos e identitarios, como bien destaca Kynlicka (1996) para abordar la idea de una ciudadanía multicultural; que en nuestro caso se reflejan también en el espacio físico, especialmente en el uso de espacios públicos como las calles, que se convierten en el escenario de las relaciones comunitarias y los procesos de ciudadanía.

Durante el año 2021, entre el 23 y el 25 de julio, ambos barrios llevaron a cabo una serie de actividades para celebrar el bicentenario del Perú. Los organizadores destacaron que después de mucho tiempo estaban realizando una actividad conjunta, ya que anteriormente las actividades estaban centradas en sus propios barrios. Este evento no solo los unió en organización, sino también en el espacio físico, ya que las actividades se llevaron a cabo en el límite geográfico de los dos asentamientos. Este tipo de dinámicas sociales manifiestan claramente como el territorio, en este caso el límite entre barrios denota la presencia de relaciones de poder (Haesbaert, 2004); que pueden ser de tanto de conflicto o de cooperación.

Es importante señalar que la calle, debido a la falta de espacios públicos, se convierte en el escenario principal para celebrar eventos comunitarios. Además, cada barrio tiene su casa comunal y su uso comunitario es representativo de la relación de la ciudadanía con el espacio y el territorio. Un aspecto destacable es la versatilidad de estas casas, que se adaptan a las necesidades de la comunidad. Desde la realización de eventos culturales comunitarios hasta la realización de velorios, demuestran cómo la comunidad se apropia creativamente de los espacios comunitarios para resolver sus necesidades. Esta flexibilidad también se refleja en el uso del primer piso como cochera, lo que subraya la importancia de la comunidad en la gestión y el aprovechamiento de los recursos locales.

Por último, en el caso de las ollas comunes, para comprender este proceso comunitario liderado por mujeres, es crucial considerar la historia de la organización en el distrito. Durante los años 90', en medio del terrorismo, las mujeres tomaron un papel protagónico en la organización comunitaria a través de comedores populares y vasos de leche, construyendo solidaridad y resistencia. Esto se comprende claramente desde la perspectiva de la ciudadanía peruana a través de las investigaciones de Fuller (2003), Ilizarbe (2005), Tanaka (1999), Lynch (2000), entre otros; que se ha buscado organizar en la introducción

de este artículo. En esa línea, este tipo de ciudadanía se reflejó nuevamente como respuesta a la crisis provocada por la pandemia de Covid-19; en una situación, donde bien se puede recurrir al planteamiento de Mainwaring (2007): los Estados en América Latina son deficientes para resolver ciertos servicios básicos de la población

Por otro lado, teniendo en cuenta la definición de ciudadanía territorial de Gutiérrez y Sánchez (2017), el papel de la mujer se fortalece por su conocimiento de las realidades locales y su experiencia en la gestión del hogar. Su participación en la comunidad refleja su papel dentro de sus propias familias. En algunos eventos, las coordinadoras de las ollas comunes destacaron la importancia de la solidaridad y la organización ante la crisis económica generada por la pandemia. En un evento durante el año 2021 algunas mujeres realizaron las siguientes afirmaciones: *“somos testigos de la crisis económica que se viene viviendo por la pandemia”*; *“ante el miedo y la indiferencia, ponemos la solidaridad”*; *“nuestra respuesta ante la crisis es organizada”*; *“la realidad no es nueva, es una realidad de décadas y la conocemos”*; *“lo hacemos por el pueblo, por los semejantes”*.

Este compromiso no es nuevo y refleja una comprensión profunda de las desigualdades estructurales existentes en la sociedad. Las ollas comunes abordan las necesidades básicas de la población más vulnerable, como niños, ancianos, mujeres mayores y personas con discapacidad, con un sentido de solidaridad por sus semejantes. Además, este proceso destaca tres características clave de la ciudadanía territorial encarnada por las mujeres de las ollas comunes. Por un lado, el liderazgo femenino, las mujeres han asumido un liderazgo visible en la organización social, que se remonta a décadas atrás y se refuerza en tiempos de crisis. Otro aspecto es la voluntad y solidaridad, la ciudadanía se manifiesta a través de la voluntad de ayudar y la solidaridad con los demás, incluso en situaciones adversas. En algunas intervenciones las mujeres comentaban: *“el Covid nos estigmatizó, puso barreras, pero la solidaridad nos unió”*; *“fui viendo cómo se organizaban, me ayudaron, y mi forma de retribuir fue ayudar también”*. Finalmente, otra característica fundamental fue la construcción de redes; la acción colectiva de las ollas comunes no se limita a sus propios barrios, sino que se conecta con otras organizaciones locales y se convierte en una expresión de la comunidad en sí misma. En cierta ocasión las coordinadoras de las ollas comentaron: *“nuestros dirigentes nos apoyaron, estuvo el SEA y la Municipalidad también”*; *“hicimos una olla en la parte baja para incentivar a los vecinos de la parte alta”*.

Este enfoque comunitario, liderado por mujeres, refleja una ciudadanía arraigada en el territorio y comprometida con el bienestar de todos sus habitantes. Es una ciudadanía que entiende su entorno, aprovecha sus recursos y se moviliza estratégicamente para abordar las necesidades locales de manera descentralizada y solidaria.

## CONCLUSIONES

Luego de presentar los hallazgos, y respondiendo al objetivo general de esta investigación, la cual ha sido presentada y validada en su momento por las mujeres de las ollas comunes, se concluye que:

La estrategia de Agustibarrío, que congregó a distintos actores territoriales de los barrios de Santa Isabel y El Independiente en el distrito de El Agustino, se formuló como una plataforma de planificación y acción, la cual ha estado conectada directamente a los propósitos de desarrollo que desde el gobierno local se han propuesto. Esto permitió que, desde lo concreto, desde experiencias locales, y la contextualización de la realidad, se fomente una participación articulada y densificada en sus relaciones. Todo ello en favor del desarrollo local.

Por otro lado, que la Municipalidad del distrito liderara esta estrategia, permitió darle un componente político importante; que como se ha argumentado desde la voz de los mismos vecinos, la municipalidad siempre estuvo presente en las actividades dentro del marco de Agustibarrío, y respondió a las propuestas generadas por los actores involucrados. En esa línea, es imprescindible que la estrategia fortalezca los 3 elementos que la componen: el político (liderado por la municipalidad local), el técnico (que fue liderado por la ONG SEA) y el organizacional (promovido por la acción de las organizaciones de base).

Asimismo, desde la estrategia Agustibarrío se denota la organización en función del territorio, empezando por la gestión y acción de las organizaciones respondiendo al contexto socio político, económico y ambiental, de cada uno de sus barrios: Santa Isabel y El Independiente. A partir del caso de estudio analizado, se visibiliza cómo para activar una acción social: la construcción de una olla común, la población se agencia de recursos y medios que tienen en su territorio (y también fuera de él), y luego, para tener una cobertura con su servicio, el conocimiento de su espacio les permite pensar en estrategias de descentralización de la acción. Esto porque, al ser un cerro en pendiente y con estructuras en riesgo, muchos de los beneficiarios (adultos mayores, personas con discapacidad, etc.) se veían limitados para acercarse a las partes bajas del cerro, donde inicialmente se activaron las ollas comunes.

Luego, la ciudadanía vinculada al territorio es una manifestación de la acción social en el Agustino. Como se ha mencionado anteriormente, los vecinos y vecinas conocen su barrio, lo que tienen y lo que no, sus limitaciones y potencialidades, desde donde pueden emprender iniciativas en favor de la comunidad. Este conocimiento parte de la experiencia de vínculo con el distrito, ya sea porque nacieron en él o porque llegaron desde pequeños y se involucraron en la dinámica comunitaria. Además, se debe destacar que el vínculo y conocimiento de su propio territorio tiene que ver con iniciativas para fomentar una cultura vinculada a la historia del Agustino, es decir, fortalecer una identidad agustiniana.

Por último, en muchas de las actividades comunitarias el liderazgo o dirigencia tiene rostro de mujer. Son las mujeres las que están vinculadas a actividades sociales en favor de los vecinos menos favorecidos. En

esa línea, esta investigación nos ha permitido confirmar que la acción social de las mujeres en el espacio público (el barrio) es una proyección de la acción de cuidado que tienen en sus propias familias. Ellas conocen muy bien las estrategias para agenciarse de recursos para alimentar y cuidar a sus familias. A través de las ollas comunes, este tipo de acción se ha visto proyectada en las estrategias que han tomado para instalar diversas ollas comunes a lo largo de las laderas de sus barrios.

Desde la experiencia de las ollas comunes, se puede distinguir que este tipo de iniciativas tienen potencialidad para el desarrollo local, ya que fortalecen la organización entre vecinos y, además, abordan una problemática social que ni el mismo Estado puede hacerse cargo: el hambre y abandono de la población vulnerable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, D. (2023). Redes de ciudadanía ante la deficiencia estatal: el caso de una organización social en San Juan de Lurigancho. En *Politai: Revista de Ciencia Política*, 14(23), pp. 43-67. DOI: <https://doi.org/10.18800/politai.202301.002>
- Ames, P. (2002). Educación e interculturalidad: repensando mitos, identidades y proyectos. En Fuller, N. (Ed.). *Interculturalidad y política. Desafíos y posibilidades* (pp. 343-370). Lima, Perú: Red para el Desarrollo de las Ciencias Sociales en el Perú.
- Arendt, H. (1973). *Crisis de la república*. México: Editorial Taurus.
- Avendaño, I. (2010). Un recorrido teórico a la territorialidad desde uno de sus ejes: el sentimiento de pertenencia y las identificaciones territoriales. *Revista Intercambio*, 7(8), pp. 13-35.
- Calderón, J. (2016). *La ciudad ilegal*. Lima, Perú: Punto Cardinal.
- Cortina, A. (1997). *Ciudadanos del mundo. Hacia una teoría de la ciudadanía*. España: Alianza Editorial.
- Cotler, J. (2013). *Clases, Estado y Nación*. Lima, Perú: IEP.
- Dagnino, E. (2004). *Sociedade civil, participacao e cidadania: de que estamos falando?* En Mato, D. (Coord.). *Políticas de ciudadanía y sociedad civil en tiempos de globalización*. Caracas. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Fuller, N. (2003). *Ciudadanía Intercultural: ¿proyecto o utopía?* *Revista QUEHACER* (137). Recuperado el 17 de junio de 2018 de: [http://red.pucp.edu.pe/ridei/wp-content/uploads/biblioteca/ciuda\\_intercul.pdf](http://red.pucp.edu.pe/ridei/wp-content/uploads/biblioteca/ciuda_intercul.pdf)
- Gutiérrez, A.L. y Sánchez, L.M. (2011). El ciudadano territorial, propósito de la educación geográfica. En *Revista Geográfica de América Central*, pp. 1-17.
- Habermas, J. (1962). *La transformación estructural de la esfera pública*. Traducido por Burger, T. y Lawrence, F. Alemania.
- Haesbaert, R. (2004). *Da desterritorializacao a multiterritorialidade*. Portal de Periódicos UFRGS.
- Ilizarbe, C. (2005). Democracia e interculturalidad en las relaciones entre Estado y sociedad. En Fuller, N. *Interculturalidad y política: desafíos y posibilidades*. Red para desarrollo de las Ciencias Sociales en el Perú, p. 77-106.
- Jelin, E. (2004). *¿Ciudadanía emergente o exclusión?* en Ansaldo, W. (comp.). *Ciudadanía(s)*. Buenos Aires, Argentina: FCE UBA.


- Kymlicka, W. (1996). *Ciudadanía multicultural. Una teoría liberal de los derechos de las minorías*. Barcelona, España: Editorial Paidós.
- López, S. (1997). *Ciudadanos reales e imaginarios: concepciones, desarrollo y mapas de la ciudadanía en el Perú*. Lima, Perú: Instituto de Diálogo y Propuestas.
- Lynch, N. (2000). *Política y antipolítica*. Lima, Perú: DESCO.
- Marshall, T. (1949). *Ciudadanía y clase social*. *Reis*, 79(97), p. 297-344.
- Mainwaring, S. (2007). *The Crisis of Representation in the Andes*. *Journal of Democracy*, 17(3), pp. 13-27. DOI: 10.1353/jod.2006.0048
- Municipalidad Distrital de El Agustino. (2015). *Plan de Desarrollo Local Concertado. El Agustino hacia el 2021 con proyección al 2030*. Documento técnico.
- Municipalidad Distrital de El Agustino. (2017). *Plan de Desarrollo Económico Local del Distrito de El Agustino 2017-2021*. Documento técnico.
- Ong, A. (2012). *Ciudadanía Flexible: Las lógicas culturales de la Transnacionalidad y Apostillas: Una antropología de la transnacionalidad*. *Crítica Contemporánea. Revista de Teoría Política*, (2), pp. 1-12. ISSN 1688-7840.
- Piazza, M. del C. (1999). *Prácticas ciudadanas en espacios urbanos del Perú. Organizaciones sociales y gobiernos locales en los noventa*. En Bardález, E., Tanaka, M. y Zapata, A. (Eds.). *Repensando la política en el Perú*. Lima, Perú: Red para el Desarrollo de las Ciencias Sociales en el Perú.
- Rawls, J. (1975). *Teoría de la justicia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Sassen, S. (2006). *Territory, Authority, Rights: From Medieval to Global Assemblages*.
- Schneider, S. y Peyré, I. G. (2006). *Territorio y enfoque territorial: de las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos sociales rurales*. En Manzanal, M. Neiman, G. y Lattuada, M. (orgs.) *Desarrollo Rural. Organizaciones, Instituciones y Territorio*. Buenos Aires, Ciccus, pp. 71-102.
- Servicios Educativos El Agustino. (2016a). *A.H. El Independiente. Informe de la Comunidad*. Documento de trabajo.
- Servicios Educativos El Agustino. (2016b). *A.H. Santa Isabel. Informe de la Comunidad*. Documento de trabajo.
- Servicios Educativos El Agustino. (2019). *Estrategia Comunitaria Agustibarrío. Una propuesta construida desde abajo para el desarrollo de los barrios de laderas de El Agustino*. Documento de Trabajo.
- Tanaka, M. (1999). *La participación social y política de los pobladores populares urbanos: ¿del movimientismo a una política de ciudadanos? El caso de El Agustino*. En Tanaka, M. (Comp.). *El poder visto desde abajo. Democracia, educación y ciudadanía en espacios locales*. Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos.
- Young, I. (1989). *Polity and Group Difference: A Critique of the Ideal of Universal*. *Ethics*, 99(2), pp. 250-274.



## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Determinación de la densidad de potencial eólico en la provincia de Jaén, Perú, utilizando el Método Weibull**

### **Determination of the wind potential density in the province of Jaén, Peru, using the Weibull Method**

Béker Pariacuri<sup>1</sup> 

#### **RESUMEN**

El potencial eólico representa una fuente de energía alternativa necesaria para una sociedad eco-amigable, dado que las energías convencionales generan residuos peligrosos y mortales. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo determinar la densidad de potencial eólico en la ciudad de Jaén. La metodología empleada es cuantitativa con una orientación mixta, combinando el análisis de datos numéricos obtenidos de fuentes meteorológicas, con una evaluación cualitativa para calificar la densidad de potencial eólico. Los datos analizados corresponden al periodo 2015-2023. Los resultados indican una probabilidad mayor al 45% de que la velocidad del viento se encuentra de 2.832 a 3.540 m/s, mientras que existe una probabilidad de 3% de registrar velocidades de 4.956 m/s. En ambos casos, se aplicó de manera efectiva la Función Densidad “f(v)”. Asimismo, el análisis de la Función Probabilidad “F(v)” reveló que a una velocidad de 2.832 m/s, existe una probabilidad de 40% de que el viento sea menor, mientras que a una velocidad de 3.540 m/s, esta probabilidad asciende al 70%. Finalmente, se obtuvo una Densidad de Potencia “P<sub>w</sub>/A” de 22.8680 W/m<sup>2</sup>, demostrando que los vientos de la ciudad son aptos para turbinas de baja potencia y verticales.

**Palabras clave:** Energías renovables; Energía eólica; Weibull; Jaén - Perú.

#### **ABSTRACT**

Wind energy potential represents an alternative energy source necessary for an eco-friendly society, given that conventional energies generate hazardous and lethal waste. In this context, the present study aims to determine the density of wind potential in the city of Jaén. The methodology employed is quantitative with a mixed orientation, combining the analysis of numerical data obtained from meteorological sources, with a qualitative assessment to qualify the wind potential density. The data analyzed corresponds to the period 2015-2023. The results indicate a greater than 45% probability that the wind speed will be from 2,832 to 3,540 m/s, while there is a 3% probability of registering speeds of 4,956 m/s. In both cases, the Density Function “f(v)” was effectively applied. Likewise, the analysis of the Probability Function “F(v)” revealed that at a speed of 2.832 m/s, there is a 40% probability that the wind is lower, while at a speed of 3.540 m/s, this probability rises to 70%. Finally, a Power Density “P<sub>w</sub>/A” of 22.8680 W/m<sup>2</sup> was obtained, demonstrating that the city's winds are suitable for low power and vertical turbines.

**Keywords:** Renewable energies; wind energy; Weibull; Jaén - Peru.

\* Autor para correspondencia

1 Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: [bekerpariacuri@gmail.com](mailto:bekerpariacuri@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El análisis de la densidad de potencial eólico es fundamental para evaluar la viabilidad de proyectos de energía renovable, y numerosos estudios en diferentes partes del mundo han abordado este tema. Estas investigaciones suelen combinar el análisis de datos meteorológicos con métodos como el de Weibull para evaluar la densidad de potencial eólico y determinar si es viable implementar proyectos eólicos en una región. En la provincia de Jaén, el principal problema es la falta de información precisa y actualizada sobre la distribución y densidad del potencial eólico, lo que ha impedido el avance de proyectos de este tipo. Además, se cuenta con un número limitado de estaciones meteorológicas que registran de manera continua la velocidad del viento.

El estudio de Cervantes et al. (2015) estima el potencial eólico para alturas superiores a 30 m mediante mediciones experimentales de la velocidad del viento, extrapola los datos a una altura de 80.1 m utilizando la distribución de Weibull y concluye que, para aumentar el potencial eólico en un 50%, es necesario incrementar la altura en un 200%. Como es evidente, la distribución de Weibull es fundamental para evaluar la viabilidad de proyectos eólicos.

Otro estudio hecho por De Ávila et al. (2021) analizó los datos de velocidad del viento de una estación meteorológica durante 24 horas por un mes. Los resultados muestran que el método de Weibull es confiable para evaluar el potencial de energía eólica y obtener información clave sobre la variación de la velocidad del viento y la densidad de potencia media en la zona. El estudio subraya la importancia de recopilar datos meteorológicos, especialmente de velocidad del viento, para determinar la densidad de potencia y evaluar la viabilidad de proyectos eólicos.

De igual forma, Eraso-Checa et al. (2017) destacaron la importancia de usar datos auténticos para futuras implementaciones de generadores eólicos. Realizaron un análisis estadístico utilizando medidas de tendencia central y la distribución de Weibull para organizar los datos. El estudio encontró una velocidad de viento promedio de 4.4 m/s y una densidad de potencia de 3.47 W/m<sup>2</sup>. En este caso, la distribución de Weibull fue clave para obtener una respuesta cualitativa relevante sobre la densidad de potencia.

En Perú, se enfatiza la necesidad de estudios sobre la disponibilidad de energía eólica para su valorización. Un estudio en Laraqueri, basado en datos de 2020 a 10 m de altura, usó la función de Weibull para concluir que la zona es ideal para generación de baja potencia (Yancachajlla y Vilca, 2022). Otro en Juliaca, comparando datos de la NASA y SENAMHI a 25 m, encontró una densidad de potencia media anual de 15.91 W/m<sup>2</sup>, confirmando el potencial para proyectos de baja potencia (Quiñonez et al., 2019). En Pimentel, un análisis de la ley de Betz y Weibull concluyó que el 59% de la energía del viento

es aprovechable y resaltó la importancia de datos meteorológicos de al menos 5 años para estudios de factibilidad (Pérez et al., 2017).

En una investigación realizada en la provincia de Santa Cruz, Cajamarca, se evaluó el potencial eólico en el cerro Cotorumi, motivado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Utilizando la distribución de Weibull y datos satelitales a 50 metros de altura, se determinó un potencial eólico de  $94.48 \text{ W/m}^2$  y una potencia máxima extraíble de  $37.8 \text{ W/m}^2$  (Carrasco, 2023).

De manera similar, en el caserío Llushcapampa, provincia de Chota, se abordó la falta de energía eléctrica, un problema común en zonas rurales de Cajamarca. A través de mediciones tomadas en la estación meteorológica de Huambos, se proyectó que la energía promedio necesaria para la zona es de  $49,432 \text{ kWh/día}$ , con una demanda máxima de  $16,844 \text{ kW}$ . El estudio concluyó que un aerogenerador ENAIR 30 PRO de  $3 \text{ kW}$ , en un sistema híbrido eólico-solar, sería suficiente para cubrir las necesidades energéticas de la comunidad (Santos, 2019).

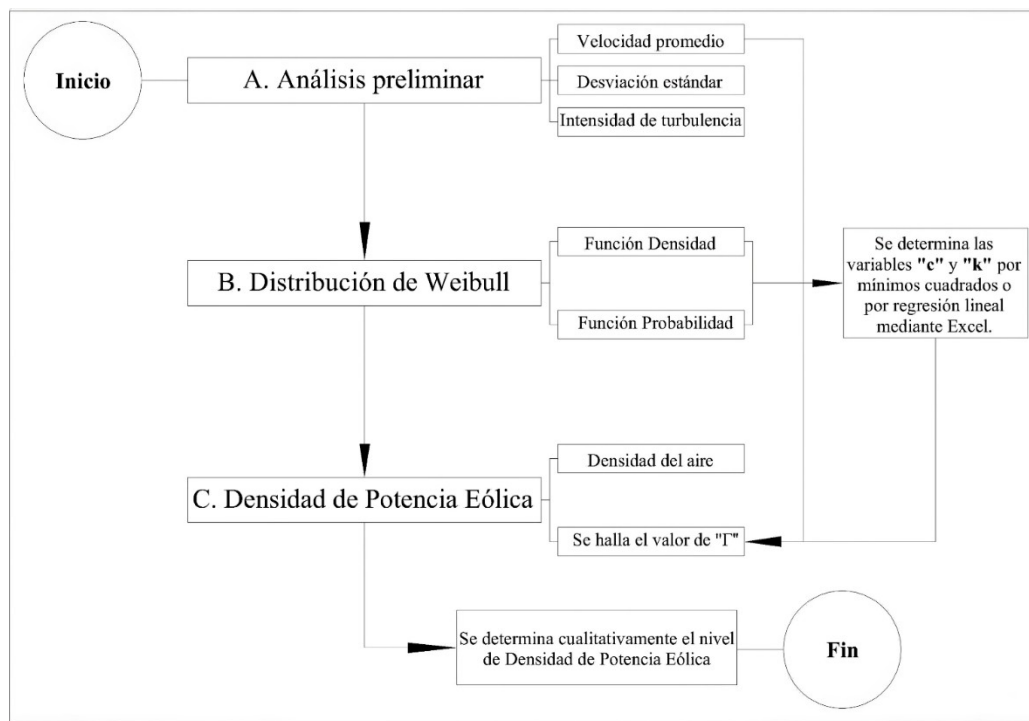
Finalmente, en el Sector El Pongo, Jaén, se destacó la importancia de las energías alternativas en áreas sin acceso a electricidad. El estudio registró una velocidad de viento de  $3.69 \text{ m/s}$  a 10 metros de altura y estimó que se necesitarían tres aerogeneradores para producir un promedio de  $27.0 \text{ kWh/día}$ . Los autores subrayaron la necesidad de continuar investigando el potencial eólico de la región para obtener datos más precisos y evitar conclusiones basadas en supuestos empíricos (Vera y Lizana, 2022).

Los estudios analizados destacan la necesidad de incorporar energías alternativas con especial énfasis en el aprovechamiento del viento como fuente energética. De esta forma se busca diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de fuentes convencionales. Frente a esta situación, se propone el método Weibull para evaluar la densidad de potencial eólico y determinar la viabilidad de proyectos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para lograr determinar la densidad de potencial eólico, es necesario realizar un análisis con la función probabilidad y densidad de Weibull, encontrando estos parámetros necesarios que ayudarán a obtenerlo. Además, Weibull, ayudó a conocer la frecuencia y duración de velocidades del viento de manera precisa, otro punto importante es que se puede percibir de manera gráfica cómo se comporta esta distribución, ayudando, a poder determinar si existe la viabilidad de un proyecto eólico en el lugar de estudio. A continuación, se presenta el diagrama de flujo respectivo para llevar a cabo el estudio.

**Figura 1**  
Diagrama de flujo



La investigación se llevó a cabo en la provincia de Jaén, ubicada al noreste del departamento de Cajamarca. Esta zona se caracteriza por su posición geográfica, con coordenadas de -5.69918 latitud sur y -78.8009 longitud oeste. La provincia abarca una superficie total de 537.25 km<sup>2</sup>, presentando una topografía variada que se refleja en su altitud media de 729 m.s.n.m. Estas características geográficas son fundamentales para entender el contexto en el que se desarrolló el estudio y sus posibles implicaciones.

### A) Análisis preliminar

Para analizar los sitios de viento, se requiere información sobre su comportamiento, pero no se pueden predecir con precisión variables caóticas como la dirección y la velocidad del viento, sin embargo, la velocidad promedio, la desviación estándar y la intensidad de turbulencia, son variables necesarias para tener un panorama a grandes rasgos de la zona de estudio (Yancachajlla y Vilca, 2022).

Antes de aplicar el método de Weibull, se determina estos datos necesarios para entender las características de nuestra zona de estudio, en este caso Jaén.

**Latitud y Longitud:** sirve para identificar la zona de estudio, en este caso la parte Nororiental del Perú, para latitudes cercanas a la línea ecuatorial existe un clima por lo general cálido y las temperaturas tienden a ser altas a lo largo del año, con casi pocas diferencias entre estaciones.

**Altitud:** Aunque la provincia de Jaén se encuentra a unos 729.0 m.s.n.m, los datos conseguidos del portal web Nasa Power nos da una altitud de 1312.1700 m.s.n.m.

**La  $V_{promedio}$  y la Desviación Estándar:** son necesarios para poder calcular el valor de gamma “ $\Gamma$ ”, posteriormente.

**Intensidad de turbulencia:** frecuentemente la **It** se encuentra entre 0.1 – 0.4, resaltando que las **It** más altas se producen a baja velocidad de viento (Manwell et al., 2009, p. 40).

### A.1. Velocidad promedio

También, conocido media de la velocidad del viento

$$v_{promedio} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \quad (1)$$

### A.2. Desviación Estándar

Calcula la variación o dispersión en la que los puntos de datos individuales difieren de la media (Jamil et al., 1995; Keyhani et al., 2010).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (v_i - v_{promedio})^2} \quad (2)$$

### A.3. Intensidad de turbulencia

Desviación típica de la velocidad horizontal dividida entre la velocidad media del viento en un período de tiempo típicamente de 10 minutos (Célestin et al., 2019).

$$I_t = \frac{\sigma}{v_{promedio}} \quad (3)$$

Donde:

- $v_{promedio}$  : Velocidad promedio (m/s).
- $N$  : Número de datos evaluados.
- $v_i$  : Velocidad del aire para un periodo específico (m/s).
- $\sigma$  : Desviación estándar para una muestra
- $I_t$  : Intensidad de turbulencia (%)

## B. Distribución de Weibull

Sí existen datos de velocidad de vientos por lo menos para el intervalo de un año, la función de distribución de probabilidad de Weibull, describe de manera concisa las curvas de frecuencia. Cabe acortar que, la función de Weibull consta de dos parámetros. Además; si las velocidades del viento  $v > 0$  están distribuidas de acuerdo a la distribución de Weibull o **Función de Densidad (distribución de la densidad del viento de Weibull)** es la siguiente (Justus et al., 1978; Keyhani et al., 2010):

$$f_{(v)} = \left(\frac{k}{c}\right) \left(\frac{v_i}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v_i}{c}\right)^k} \quad (4)$$



Se define que “**c**”, indica qué tan "ventoso" es un lugar de viento bajo consideración, mientras que el parámetro de forma, **k**, indica qué tan pico es la distribución del viento, es decir, si las velocidades del viento tienden a estar muy cerca de un cierto valor” (Keyhani et al., 2010).

Donde:

- c** : Parámetro de la escala de Weibull.
- k** : Parámetro de la forma de Weibull adimensional.
- $f_{(v)}$  : Función densidad (representa una cantidad %)
- $v_i$  : Velocidad del viento (m/s).

Entonces para determinar estos parámetros, se recurre al ajuste por mínimos cuadrados, que corresponde a la ecuación de **Probabilidad de Weibull**:

$$Fi_{(v < v_i)} = 1 - e^{\left[-\left(\frac{v_i}{c}\right)^k\right]} \quad (5)$$

Donde:

- $Fi_{(v < v_i)}$  : Función Probabilidad de Weibull (representa una cantidad %)
- $v_i$  : Velocidad del viento (m/s).

Además, se utiliza el método de regresión lineal, para relacionar las variables implicadas, y nos da como resultado las siguientes ecuaciones (Justus et al., 1978):

$$y_i = \ln(-\ln(1 - Fi)) \quad (6)$$

$$x_i = \ln(v_i) \quad (7)$$

$$a = -k \ln(c) \quad (8)$$

$$b = k \quad (9)$$

Estos datos se pueden obtener a partir de los datos recopilados y procesados de manera sistemática con la siguiente tabla:

## Figura 2

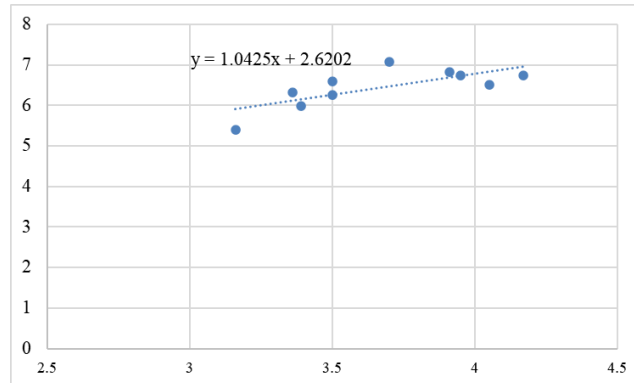
Tabla de distribución de Weibull.

Dias	Velocidad	Frec. Acumulada (dentro de cada intervalo)	$x_i = \ln(v_i)$	$y_i = \ln(-\ln(1 - Fr. Ac))$	$V_{prom}$	Rango Max	Rang Min	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										

Nota: La figura mostrada es referencial, ya que es necesario realizar un análisis estadístico descriptivo.

Luego, se realiza la gráfica de “ $x_i - y_i$ ”.

**Figura 3**  
Gráfico de Dispersión “ $x_i - y_i$ ”.



También, utilizando las ecuaciones de mínimos cuadrados se puede conseguir, su dispersión y sus parámetros de la Ecuación de Weibull. Teniendo, en cuenta la siguiente forma de la Ecuación:

$$y_i = kx_i + a \quad (10)$$

Ecuaciones de mínimos cuadrados:

$$b = k = \frac{N \sigma x_i y_i - \sigma x_i \sigma y_i}{N \sigma x_i^2 - \sigma x_i \sigma x_i} \quad (11)$$

$$a = \frac{\sigma y_i \sigma x_i^2 - \sigma x_i \sigma x_i y_i}{N \sigma x_i^2 - \sigma x_i \sigma x_i} \quad (12)$$

Se despeja, de la siguiente forma el valor de “ $c$ ” (Ec. 8) se obtiene:

$$c = e^{\frac{a}{k}} \quad (13)$$

### C. Densidad de Potencia Eólica ( $P_w/A$ )

Define de manera puntual la cantidad de energía producida por diferentes velocidades del viento en un sitio seleccionado (Jamil et al., 1995; Parajuli, 2016; Yancachajlla y Vilca, 2022).

$$\frac{P_w}{A} = \int_0^{\infty} \frac{1}{2} \rho v_i f_{(v)} dv = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma \left( 1 + \frac{3}{k} \right) \quad (14)$$

Donde:

$\rho$  : Densidad de aire estándar, considerada principalmente como constante de 1.225 kg/m<sup>3</sup> a nivel del mar (1 atm) y 15° C.

$A$  : Área barrida de la turbina (m<sup>2</sup>).

$k$  : Parámetro de la forma de Weibull adimensional.

$\Gamma$  : Valor Gamma.

$\frac{P_w}{A}$  : Densidad de Potencia Eólico (W/m<sup>2</sup>).

$A$

$c$  : Parámetro de la escala de Weibull.

Si se desea conocer de manera más específica la densidad del aire ( $\rho$ ) puede determinar de forma indirecta conociendo la temperatura y altura sobre el nivel del mar (Yancachajlla y Vilca, 2022).

$$= 1.225 \left( \frac{288}{T + 273} \right) e^{-\left(\frac{h}{8435}\right)} \quad (15)$$

Donde:

- $T$  : Temperatura del lugar (°C)  
 $h$  : Altura del lugar m.s.n.m (m).  
 $\rho$  : Densidad de aire (kg/ m<sup>3</sup>).

Si no se conoce el valor de, Gamma, se puede encontrar relacionando las Ec. 1, Ec. 11 y Ec. 13; y se despeja  $\Gamma$  (Khahro et al., 2014)

$$c = \frac{v_{promedio}}{\Gamma \left( 1 + \frac{1}{k} \right)} \quad (16)$$

$$\Gamma = \frac{v_{promedio}}{c \left( 1 + \frac{1}{k} \right)} \quad (17)$$

Para evaluar la magnitud cualitativa del recurso eólico y se considera la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Densidad de Potencia.*

<i>Densidad de potencia</i>	<i>Cualidad</i>
$\frac{P_w}{A} < 100 \text{ W/m}^2$	Bajo
$\frac{P_w}{A} \approx 400 \text{ W/m}^2$	Bien
$\frac{P_w}{A} > 100 \text{ W/m}^2$	Excelente

*Nota:* Adaptado de “Wind Energy Explained”, por Manwell et al. (2009).

#### **D. Velocidades de viento típicos**

##### **✓ Velocidad de viento que porta energía máxima**

Esta velocidad es responsable de maximizar el recurso eólico de la ubicación geográfica estudiada. Se puede cuantificar teniendo los parámetros de forma y de escala con la siguiente formula (Jamil et al., 1995; Soulouknga et al., 2017).

$$v_{mec} = c \left( 1 + \frac{2}{k} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (18)$$

✓ **Velocidad de viento más probable**

Esta velocidad de viento es la más probable ocurra, dependiendo a los datos evaluados a lo largo de un periodo de tiempo. Se puede determinar a partir de los parámetros de forma y escala de manera rápida y eficiente, con la siguiente fórmula (Jamil et al., 1995; Soulouknga et al., 2017).

$$v_{mp} = c \left( 1 - \frac{1}{k} \right)^{\frac{1}{k}} \tag{19}$$

**RESULTADOS**

**Análisis preliminar**

La intensidad de turbulencia (It) en esta ubicación geográfica es aceptable, ya que se encuentra dentro del rango de 0.1 a 0.4. Asimismo, se puede inferir que el viento es estable y no presenta movimientos erráticos (Manwell et al., 2009, p. 40).

**Tabla 2**

*Datos preliminares.*

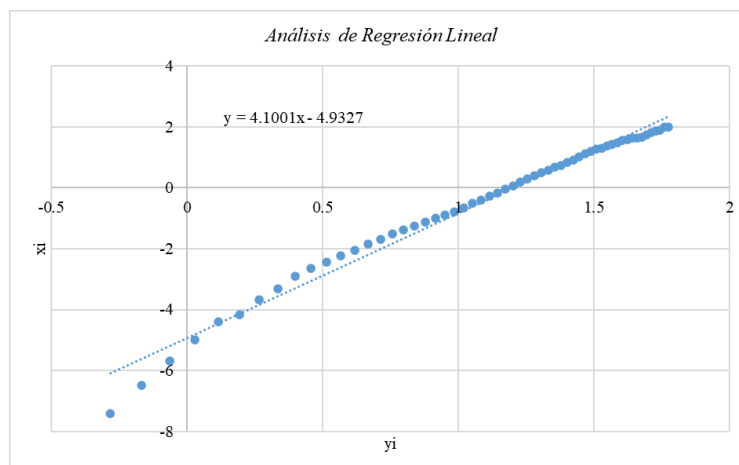
<b>Análisis preliminar</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valor</b>
Latitud	$\varphi$	-5.7073
Longitud	$\lambda$	-78.8079
Altitud	h	1312.1700
Vpromedio	vprom	2.9918
Desviación Estándar	$\sigma$	0.8705
Intensidad de Turbulencia	It	0.2910

*Nota:* La siguiente tabla muestra los valores necesarios para realizar cálculos.

**Distribución de Weibull**

Para realizar el ordenamiento de datos se tomó en cuentas lo proporcionado por la NASA POWER (2024) entre los años 2015-2023, para una altura de 10m, se trabajó por intervalos y se aplicó tanto la formula Excel automática y manual. Para determinar el parámetro de escala y de forma se emplearon las Ec. 11, 12 y 13; y se corroboró con el análisis de regresión lineal del programa Excel, como se muestra a continuación.

**Figura 4**  
*Análisis de regresión lineal*



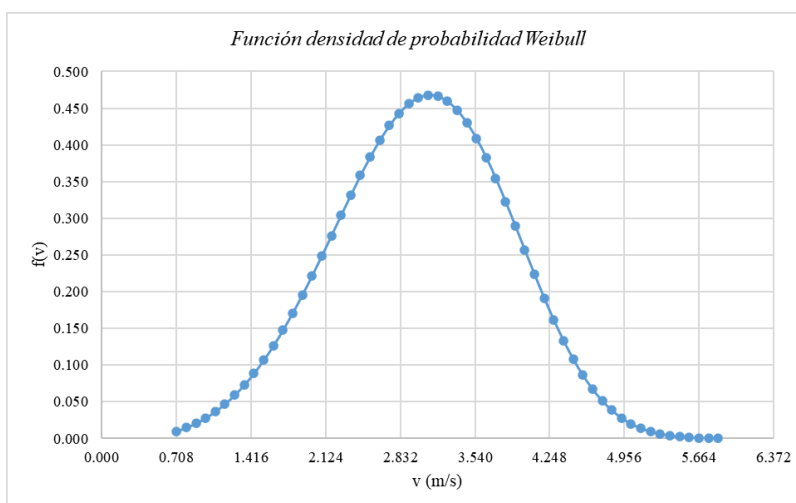
*Nota.* Los valores “ $x_i$ ” e “ $y_i$ ” son determinados con las Ec. 6 y 7 de acuerdo a datos evaluados.  
Donde, los valores son:

$$a = -4.9327 \quad || \quad k = 4.1001 \quad || \quad c = 3.3303$$

### **Función de Densidad**

Esta función muestra la probabilidad de ocurrencia de una velocidad específica, en el gráfico se puede observar que existe una probabilidad mayor a 45% (0.450) de que la velocidad del viento este entre [2.832-3.540] m/s.

**Figura 5**  
*Función Densidad*



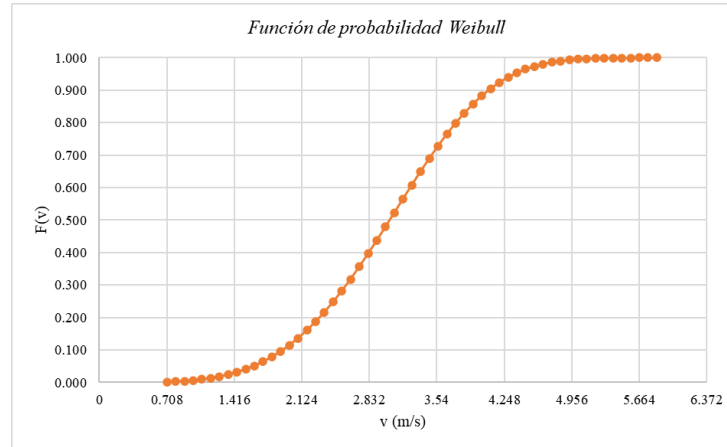
*Nota.* Esta gráfica utiliza la función densidad “ $F(v)$ ” (Ec. 4).



## Probabilidad de Weibull

Esta función muestra la probabilidad de que la velocidad del viento sea menor o igual a una velocidad determinada, por ejemplo, a una velocidad de 2.832 m/s existe una probabilidad de 40% (0.400) de que el viento sea menor a este.

**Figura 6**  
*Función Probabilidad*



Nota. Esta gráfica utiliza la función de probabilidad “ $F_{i(v < v_i)}$ ” (Ec. 5).

### ✓ Densidad de Potencia Eólica ( $P_w/A$ )

Teniendo en cuenta los siguientes datos claros para su cálculo, sin ningún sesgo y falta de confianza, cabe resaltar que “h” se obtuvo de los datos de la Nasa Power (2024).

<b>c:</b>	3.3303	<b>h:</b>	1312.1700 m.s.n.m
<b>k:</b>	4.1001	<b>Tprom:</b>	32 °C
<b>v<sub>prom</sub>:</b>	2.9918		

Remplazamos en la Ec. 17:

$$\Gamma = \frac{v_{promedio}}{c \left(1 + \frac{1}{k}\right)} = \frac{2.9918}{3.3303 \left(1 + \frac{1}{4.1001}\right)} = 0.7222$$

Seguidamente, desarrollamos la Ec. 15:

$$\rho = 1.225 \left(\frac{288}{T+273}\right) e^{-\left(\frac{h}{8435}\right)} = 1.225 \left(\frac{288}{32+273}\right) e^{-\left(\frac{1312.1700}{8435}\right)} = 0.9901 \text{ kg/m}^3$$

Finalmente, procedemos a determinar la densidad potencial eólico, según la Ec. 14.

$$\frac{P_w}{A} = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma \left(1 + \frac{3}{k}\right) = \frac{1}{2} * 0.9901 * 3.3303^3 * 0.7222 * \left(1 + \frac{3}{4.1001}\right) = 22.8680 \text{ W/m}^2$$

Este resultado  $\frac{P_w}{A} = 22.8680 \text{ W/m}^2$  demuestra que los vientos en la ciudad de Jaén son aptos para turbinas de baja potencia y preferiblemente verticales. Además, la Tabla 2 enfatiza que nuestro resultado se encuentra dentro del intervalo “Bajo”; sin embargo, eso no descarta su aplicación de este tipo de energía alternativa en la ubicación geográfica estudiada.

### ✓ **Velocidades de viento típicos**

Conocer estas velocidades, es crucial para el diseño, selección e implementación de proyectos que involucren este tipo de energía renovable, porque permitirá que no exista sobredimensionamientos de los equipos que se seleccionen, de esta forma se optimiza recursos.

Como se mostró anteriormente, ya se han logrado determinar los valores de forma y de escala y son los siguientes:

$$k = 4.1001 \quad || \quad c = 3.3303$$

Remplazando:

#### **Velocidad de viento que porta energía máxima**

$$v_{mec} = c \left( 1 + \frac{2}{k} \right)^{\frac{1}{k}}$$

$$v_{mec} = 3.3303 \left( 1 + \frac{2}{4.1001} \right)^{\frac{1}{4.1001}}$$

$$v_{mec} = 3.6692 \text{ m/s}$$

#### **Velocidad de viento más probable**

$$v_{mp} = c \left( 1 - \frac{1}{k} \right)^{\frac{1}{k}}$$

$$v_{mp} = 3.3303 \left( 1 - \frac{1}{4.1001} \right)^{\frac{1}{4.1001}}$$

$$v_{mp} = 3.1108 \text{ m/s}$$

Estas velocidades corroboran cuantitativamente una baja velocidad viento y que es posible la implementación de pequeñas turbinas eólicas de eje horizontal en nuestra ubicación geográfica estudiada.

### ✓ **Impacto ambiental**

Anteriormente, se resaltó que para esa cantidad de densidad de potencia eólica se necesitan turbinas de baja potencia y verticales. Este tipo de turbinas genera un mínimo de impacto ambiental, como se enumera a continuación.

1. Bajo impacto visual: este tipo de turbinas llegan a ser más pequeñas y compactas, es decir son menos visibles, a las tradicionales de eje horizontal.
2. Genera menos ruido: esto se debe a que su diseño es más aerodinámico y compacto, además, las velocidades de viento permitida para este tipo de turbinas son bajas y el flujo de aire necesario es más suave y laminar. Otro punto adicional, es que el rotor es más pequeño, comparado con los generadores de eje horizontal. Estas características en conjunto generan menos ruido al momento de su implementación.
3. Versatilidad: su instalación es más flexible, porque se puede implementar tanto en zonas urbanas o rurales, con pequeña demanda eléctrica, garantizando la no alteración de los espacios naturales.

Estos puntos, demuestran que las turbinas eólicas de baja potencia y verticales que se proponen, son ideales para generar energía eléctrica limpia, sin grandes alteraciones del medio ambiente, salvaguardando la flora y fauna de las zonas dónde se implementen este tipo de proyectos.

## DISCUSIÓN

La función de probabilidad Weibull o de distribución, muestra la probabilidad de que la velocidad del viento sea menor o igual a una velocidad determinada, en tal caso nos ayuda a conocer con cierta certeza el comportamiento de la velocidad del viento para la zona geográfica estudiada. Ahora, la función densidad de Weibull muestra la probabilidad de ocurrencia de una velocidad específica. Sin embargo, según Justus (1978), en ambos casos es necesario conocer el parámetro de forma y el parámetro de escala, en este estudio se optó por el primer método que propone el *ajuste por mínimos cuadrados de la distribución*, siendo una herramienta versátil. Además; es importante recalcar que como evidencia se cita a los siguientes autores que emplean la misma técnica en sus investigaciones respectivas (Constante et al., 2021; Eraso-Checa et al., 2017; Khahro et al., 2014).

El análisis de los datos meteorológicos relacionados con la velocidad del aire permite determinar la densidad de potencia eólica disponible en nuestra provincia. Es importante destacar que un valor de  $22.8680 \text{ W/m}^2$  resulta suficiente para aplicaciones a pequeña escala. Esto es particularmente relevante en el contexto de nuestra provincia, donde aún existen comunidades rurales que no cuentan con acceso a energía eléctrica, lo que convierte al recurso eólico en una posible solución a esta problemática. En esta línea, un estudio indica: “La densidad de potencia eólica calculada en Laraqueri tiene un valor promedio de  $61.89 \text{ W/m}^2$ , lo que representa un valor bajo” (Yancachajlla y Vilca, 2022, p. 196), y propone el uso de generadores de pequeña potencia como una opción viable para solucionar este problema.

En el siguiente estudio que se realizó Tehran, se logró determinar la densidad de potencia promedio anual de  $74.00$  y  $122.48 \text{ W/m}^2$  siendo un resultado bajo, resaltando que, aunque se ha obtenido una probabilidad de mínima de tener velocidades inferiores a 3%, las velocidades encontradas no se

encuentran el rango 5-6 m/s, que son ideales para la generación de energía eólica, por tanto, descarta su implementación a gran escala y sugiere su aplicación en ámbitos agrícolas o rurales (Keyhani et al., 2010). En ese mismo sentido el estudio arrojó resultados similares, teniendo una densidad de potencia de 22.8680 W/m<sup>2</sup> y una velocidad de viento probable de 3.1108 m/s, no alcanzando los límites necesarios para implementación de megaproyectos eólicos, sin embargo, es una alternativa para zonas rurales y alejadas de nuestra provincia que requieran recursos energéticos eco-amigables.

Otra investigación en la Zona Sudanesa de Chad, resalta que la velocidad mínima y máxima promedio es de 1.4 y 3.3 m/s, además resalta los valores de densidades de potencia típica para tres ubicaciones que han involucrado en su estudio, Moundou, Pala y Sarh, los cuales son 17.071, 11.212 y 12.762 W/m<sup>2</sup> y comenta que esos valores son ideales para garantizar el desarrollo sostenible en zonas rurales, aprovechando el bombeo de agua, calentamiento de agua y generación de electricidad (Soulouknga et al., 2017). Como se analizó anteriormente, los resultados obtenidos reflejan que nuestra geografía se adapta a generadores eólicos de pequeña escala con un enfoque rural y amigable al ambiente.

Otro punto importante es la función de densidad, que muestra la probabilidad de que ocurra una velocidad específica del viento. En la figura 8, se observa que existe más de un 45% de probabilidad de que la velocidad del viento se sitúe entre 2.832 y 3.540 m/s. Estos valores indican que no se ha registrado una cantidad significativa de vientos dentro del rango de 5 a 6 m/s, los cuales son ideales para aplicaciones a gran escala (Keyhani et al., 2010). Sin embargo, esto no descarta su utilidad, ya que es posible aprovechar estas condiciones mediante el uso de generadores de baja potencia y de eje vertical en zonas estratégicas de nuestra provincia.

Entonces, es evidente que nuestra provincia no posee las condiciones óptimas para la implementación de megaproyectos eólicos. No obstante, es factible desarrollar proyectos eólicos a menor escala, orientados hacia el ámbito rural, agrícola, o incluso urbano en ciertos casos. Los resultados del estudio indican que la zona evaluada presenta bajas velocidades de viento y una densidad de potencia mínima. Estas características limitan las opciones tecnológicas, pero hacen viable el uso de generadores eólicos de eje vertical y de baja potencia, constituyendo una alternativa adecuada para las áreas remotas de nuestra provincia.

## CONCLUSIONES

Se concluye que según la Función Densidad existe una probabilidad mayor a 45% de que la velocidad del viento esté entre 2.832-3.540 m/s y a una velocidad de viento de 4.956 m/s tiene una probabilidad 3% de que logre a ocurrir. Esto demuestra que la velocidad de viento que predomina es ideal para aplicaciones eólicas pequeñas, como generadores *Darrius*, *Savonius* o *Coaxiales*, que son ideales para este tipo de velocidades.

Además, la función probabilidad concluye que a una velocidad de 2.832 m/s existe una probabilidad de 40% de que el viento sea menor. Y, si hay una velocidad de 3.540 m/s existe una probabilidad de 70% de que el viento sea menor. Este resultado evidencia, que se va a tener casi un 70% de velocidades menores a 3m/s, frente a este problema, se propone estudios de proyectos de sistemas híbridos de generación de energía que aproveche el viento y la radiación solar de nuestra ubicación geográfica, dando prioridad a comunidades aisladas o zonas rurales inhóspitas.

Ahora, el resultado de densidad de potencia ( $22.8680 \text{ W/m}^2$ ), demuestra que los vientos en la ciudad de Jaén son aptos para turbinas de baja potencia y preferiblemente verticales; sin embargo, no se puede descartar su aplicación, debido a que es una fuente de energía eléctrica renovable. Otro punto adicional, es que el método de Weibull es necesario para poder determinar los parámetros necesarios para una evaluación energética (densidad de potencia eólica, velocidad más probable, velocidad que aporta energía máxima o poder cuantificar y calificar mediante gráficos la función densidad y probabilidad).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco, J. (2023). *Potencial eólico en la provincia de Santa Cruz de Succhabamba—Departamento Cajamarca 2023*. 26(52). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i52.25359>
- Célestin, M., Emmanuel, L. A., Batablinè, L., y Marc, N. (2019). Spatio-Temporal Analysis of Climate Change Impact on Future Wind Power Potential in Burundi (East Africa). *American Journal of Climate Change*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2019.82014>
- Cervantes, O., Borges, A., Palmero, M., Gonsález, B., Ordóñez, E., Pérez, M., y Valdivieso, H. (2015). Predicción de velocidades y potencial eólico para alturas superiores: Estudio en Mérida, Yucatán, México. *Ingeniería*, 19(2), 85-90.
- Constante, J., Cuesta, A., y Jijón, D. (2021). Métodos de ajuste de Weibull de dos parámetros en series de viento y estimación del Potencial Eolo-eléctrico. *Revista Técnica «energía»*, 17(2), 74-82. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v17.n2.2021.424>
- De Ávila, A., Pérez, D., y Jimenez, J. (2021). *Análisis del potencial eólico a través de la función de distribución de Weibull y Rosa de los vientos*. 3(1), 40-46. <https://doi.org/10.17981/ladee.03.01.2022.4>
- Eraso-Checa, F., Escobar - Rosero, E., Paz, D., y Morales, C. (2017). *Metodología para la determinación de características del viento y evaluación del potencial de energía eólica en Túquerres—Nariño*. 31(1), 19-31. <https://doi.org/10.14483/23448350.12304>
- Jamil, M., Parsa, S., y Majidi, M. (1995). Wind power statistics and an evaluation of wind energy density. *Renewable Energy*, 6(5), 623-628. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(95\)00041-H](https://doi.org/10.1016/0960-1481(95)00041-H)
- Justus, C. G., Hargraves, W. R., Mikail, A., y Graber, D. (1978). *Methods for Estimating Wind Speed Frequency Distributions*. 17, 350-353. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1978\)017<0350:MFEWSF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1978)017<0350:MFEWSF>2.0.CO;2)
- Keyhani, A., Ghasemi-Varnamkhashti, M., Khanali, M., y Abbaszadeh, R. (2010). *An assessment of wind energy potential as a power generation source in the capital of Iran, Tehran*. 35(1), 188-201. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.09.009>

- Khahro, S. F., Tabbassum, K., Soomro, A. M., Dong, L., y Liao, X. (2014). *Evaluation of wind power production prospective and Weibull parameter estimation methods for Babaurband, Sindh Pakistan*. 78, 956-957. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.06.062>
- Manwell, J. F., McGowan, J. G., y Rogers, A. L. (2009). *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application, Second Edition* (2.ª ed.). WILEY.
- NASA POWER. (2024). *NASA POWER | Predicción de los recursos energéticos mundiales*. <https://power.larc.nasa.gov/>
- Parajuli, A. (2016). A Statistical Analysis of Wind Speed and Power Density Based on Weibull and Rayleigh Models of Jumla, Nepal. *Energy and Power Engineering*, 8(7), Article 7. <https://doi.org/10.4236/epe.2016.87026>
- Pariacurí, B. (2024). *Estimación de la radiación solar en la ciudad de Jaén mediante el modelo matemático Bristow-Campbell* [Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/676>
- Pérez, J., Arriola, J., y Espinal, M. (2017). *Potencia aprovechable y variabilidad del viento caso típico distrito de Pimentel*. 27(2), 63-71. <http://dx.doi.org/10.21754/tecnia.v27i2.176>
- Quiñonez, J., Huanca, E., y Holguino, A. (2019). *Caracterización del recurso eólico en la ciudad de Juliaca*. 21(1), 57-68. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.445>
- Santos, D. (2019). *Energía eólica y solar fotovoltaica para generar energía eléctrica en el caserío Llushcapampa en Chota departamento de Cajamarca*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Soulouknga, M. H., Oyedepo, S. O., Doka, S. Y., y Kofane, T. C. (2017). Assessment of Wind Energy Potential in the Sudanese Zone in Chad. *Energy and Power Engineering*, 9(7), Article 7. <https://doi.org/10.4236/epe.2017.97026>
- Vera, R., y Lizana, E. (2022). *Diseño de un aerogenerador para suministro de energía eléctrica al Sector El Pongo, de la ciudad de Jaén—Perú, 2020*. Universidad Nacional de Jaén.
- Yancachajlla, U., y Vilca, O. (2022). *Caracterización del viento con la función de Weibull para una zona altoandina, Laraqueri—Perú*. 24(3), 190-198. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.439>



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

### **Evolución de la alimentación humana: Un enfoque en la producción de alimentos y su impacto en la salud**

#### **Evolution of human nutrition: A focus on food production and its impact on health**

André Rodríguez \* y Jhonsson Quevedo 

#### **RESUMEN**

El presente estudio bibliográfico aborda la evolución de la alimentación humana desde la aparición de los primeros homínidos hasta la actualidad, examinando cómo los cambios en la producción de alimentos han afectado la salud y el medio ambiente. El objetivo de la investigación fue analizar estos cambios, destacando la responsabilidad de las empresas alimentarias en la promoción de prácticas sostenibles y saludables. La metodología utilizada consistió en una revisión de literatura, seleccionando 47 artículos relevantes publicados entre 2016 y 2024. Los resultados revelaron que, aunque los avances tecnológicos en la producción de alimentos han mejorado la seguridad alimentaria, también han contribuido al aumento de enfermedades crónicas como la obesidad y la diabetes tipo 2. En particular, se destacó el impacto negativo del consumo de alimentos ultraprocesados y granos refinados, así como la influencia del marketing en las decisiones dietéticas. La investigación concluyó que es fundamental reevaluar los métodos de producción y las políticas alimentarias actuales, promoviendo dietas más saludables y sostenibles para mitigar estos efectos negativos.

**Palabras clave:** Alimentos ultra procesados, enfermedades crónicas, evolución alimentaria, políticas alimentarias, sostenibilidad alimentaria.

#### **ABSTRACT**

The text examines the evolution of human nutrition from the emergence of the first hominids to the present day, focusing on how changes in food production have impacted both health and the environment. The objective of the research was to analyze these changes, emphasizing the responsibility of food companies in promoting sustainable and healthy practices. The methodology employed was a literature review, selecting 47 relevant articles published between 2016 and 2024. The findings revealed that although technological advances in food production have improved food security, they have also contributed to the rise in chronic diseases such as obesity and type 2 diabetes. Notably, the negative impact of consuming ultra-processed foods and refined grains was highlighted, along with the influence of marketing on dietary decisions. The study concluded that it is essential to reassess current production methods and food policies, promoting healthier and more sustainable diets to mitigate these negative effects.

**Keywords:** Ultra-processed foods, chronic diseases, nutritional evolution, food policies, food sustainability.

\* Autor para correspondencia

## INTRODUCCIÓN

La evolución de la alimentación humana refleja un proceso dinámico que ha transformado nuestra dieta desde los primeros días de existencia de los homínidos hasta la actualidad. Inicialmente, nuestros ancestros subsistían recolectando semillas, hojas y raíces, y cazando de manera ocasional, lo que resultaba en un consumo esporádico de carne, un recurso valioso pero escaso (Andrews y Johnson, 2020). Con el desarrollo del *Homo sapiens* y, posteriormente, del *Homo sapiens sapiens*, se perfeccionaron las técnicas de caza y recolección, ampliando la variedad dietética, aunque aún estaba limitada por la disponibilidad natural de alimentos en su entorno (Gonzales et al., 2021).

Sin embargo, hace aproximadamente 12 000 años, la invención de la agricultura marcó un punto de inflexión significativo en la dieta humana. La domesticación de plantas y animales permitió una producción de alimentos más estable y predecible, minimizando la dependencia de la caza y la recolección, y, permitiendo el crecimiento de las poblaciones y el desarrollo de sociedades complejas (Milani et al., 2022). La Revolución Industrial, a partir del siglo XVIII, trajo consigo un nuevo cambio radical en la alimentación humana (Martínez y Puche, 2019). La producción en masa de alimentos procesados y la introducción de tecnologías como la refrigeración y el enlatado facilitaron el acceso a una mayor variedad de alimentos durante todo el año. Sin embargo, este período también marcó el comienzo del consumo excesivo de carbohidratos refinados y azúcares añadidos (Moles y Otaegui, 2020).

Este cambio incluyó un aumento considerable en el consumo de granos como trigo, cebada y arroz, que se convirtieron en la base alimenticia en muchas culturas. No obstante, este rápido cambio en la dieta, particularmente en los últimos milenios, resalta una discrepancia temporal: mientras que nuestros cuerpos evolucionaron para procesar alimentos naturales a lo largo de millones de años, no han tenido tiempo suficiente para adaptarse completamente a una dieta rica en carbohidratos refinados, lo que ha contribuido al surgimiento de diversas enfermedades modernas, como la obesidad y la diabetes (Majzoobi et al., 2023).

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha sido fundamental en el desarrollo de sistemas de producción resilientes para enfrentar los desafíos climáticos globales. A través de proyectos colaborativos, como la investigación en prácticas de agricultura de conservación y la optimización del manejo de nitrógeno, el CIMMYT ha ayudado a incrementar significativamente el rendimiento del maíz y del trigo. Estudios recientes han demostrado que prácticas como el uso de camas permanentes y la fertilización con nitrógeno de liberación lenta aumentan la producción de granos de maíz en un promedio de 10 % en comparación con métodos convencionales, lo que destaca la efectividad de estos enfoques en la agricultura sostenible (Kumar et al., 2023). Esta investigación subraya el compromiso del CIMMYT con el desarrollo agrícola y la mitigación de la inseguridad alimentaria. No

obstante, estos avances también han planteado preguntas sobre la calidad nutricional de los alimentos modernos y sus efectos a largo plazo en la salud humana. De estos cultivos modificados se rigue nuestra dieta actual, rica en alimentos procesados y azúcares. Entre ellos se incluyen hipertensión, que ha sido asociada con el aumento de alimentos procesados ricos en sal y grasas (Brown et al., 2020), problemas cardíacos, relacionados con el alto consumo de grasas saturadas y la falta de actividad física en entornos urbanos (Nguyen y Smith, 2021), Alzheimer, que ha mostrado una relación con dietas ricas en azúcares refinados y grasas trans (Harris et al., 2020), y ciertos tipos de **cáncer**, como el colorrectal, vinculado con el consumo excesivo de carnes procesadas (Miller et al., 2021).

Estudios especializados como el de Barrios (2010), un destacado investigador en nutrición, subraya la importancia de mantener niveles de glucosa en la sangre dentro de un rango óptimo (80-110 mg/dL) para el funcionamiento y preservación de la integridad funcional del cerebro. Señala que, niveles bajos de glucosa pueden privar al cerebro de su principal fuente de combustible, mientras que niveles elevados pueden causar ofuscación y disminución del rendimiento cognitivo. De la misma forma, Gold et al. (2022) a través de experimentos con limonada azucarada, demostró que la glucosa puede tener efectos positivos en la memoria de las personas mayores, sugiriendo su potencial beneficio en pacientes con Alzheimer.

Es así como se abre el debate sobre cuál es el impacto de la glucosa en el aprendizaje y la inteligencia, revelando, por ejemplo, que los niños que desayunan regularmente mejoran su rendimiento escolar (Barrio, 2012). Asimismo, el control de los niveles de glucosa apoyado con un programa educativo estructurado tuvo como resultado una mejor calidad de vida y un tratamiento contra diabetes más satisfactorio. Pero a pesar de los beneficios a corto plazo, a largo plazo el consumo excesivo de carbohidratos está asociado con un aumento de enfermedades crónicas. Mantener niveles equilibrados de glucosa es importante no solo para el bienestar emocional e intelectual, sino también para la salud general (Cacciatore et al., 2022).

Pero, ya aterrizando estas ideas a nuestra realidad como consumidores, la forma más sencilla de alimentarse es trasladarse al centro de abasto más cercano, por tanto, se reconoce que las empresas productoras de alimentos y bebidas juegan un papel significativo en esta problemática. Otras revisiones respaldan este hecho mostrando que la producción y comercialización de alimentos procesados y azucarados han contribuido a la epidemia de enfermedades crónicas relacionadas con la dieta (Fardet y Rock, 2022). Otros autores que afirman lo mismo mencionan también que abordar esta responsabilidad incitando la realización de prácticas más saludables y sostenibles, promoviendo productos que apoyen una alimentación balanceada y que sean transparentes en cuanto a los ingredientes y métodos de producción, no solo podría tener un gran impacto en la salud pública, sino también para la sostenibilidad a

largo plazo de las empresas de alimentos modernas y la confianza de los consumidores (García et al., 2020). Además de recalcar que los consumidores modernos están mucho más informados cada vez y son capaces de pagar más por alimentos más saludables, principalmente los de mayor edad (Alsubhi et al., 2023)

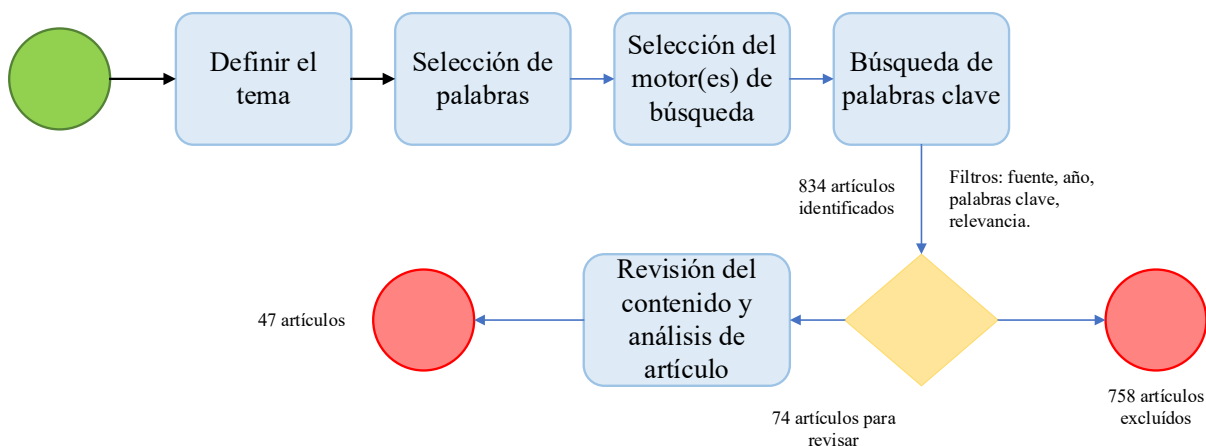
Por tanto, la presente revisión de literatura tiene como fin analizar la evolución de la alimentación humana desde la aparición de los primeros homínidos hasta la actualidad, destacando los principales cambios en la producción de alimentos y su impacto en la salud. Además, se evaluará la responsabilidad de las empresas de alimentos en el desarrollo de prácticas sostenibles y saludables en la industria alimentaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar esta investigación, se adoptó el enfoque de revisión de literatura, caracterizado por la evaluación de publicaciones relacionadas con un tema específico, que en este caso fue el análisis de artículos científicos sobre temas relacionados a la evolución de la alimentación humana. Conforme a la naturaleza del estudio, se revisaron publicaciones con diferentes diseños, tanto cualitativos como cuantitativos. En caso de ser necesario, también se incluyeron estudios con enfoques multimétodo (Grant y Booth, 2009).

### Figura 1

Diagrama de flujo de la metodología de búsqueda para una revisión literaria



Para la realización de esta revisión literaria, se establecieron criterios de inclusión y exclusión rigurosos para asegurar la relevancia y calidad de los artículos seleccionados. Los criterios de inclusión consideraron estudios publicados entre 2016 y 2024 que abordaran temas relacionados con la producción de alimentos y su impacto en la salud. Se incluyeron investigaciones aplicadas y teóricas, utilizando metodologías descriptivas, exploratorias y explicativas. Además, se consideraron estudios que evaluaran innovaciones en la producción de alimentos, la seguridad alimentaria, la calidad nutricional, la

responsabilidad de las empresas alimentarias y los efectos de los alimentos procesados en la salud (Barry et al., 2022; Mikhridinova et al., 2024).

Por otro lado, los criterios de exclusión descartaron artículos que no se enfocaran específicamente en los temas mencionados o que no trataran directamente sobre la producción de alimentos y su impacto en la salud. También se excluyeron estudios con metodologías insuficientemente detalladas o con datos no verificables. No se consideraron artículos que no estuvieran disponibles en inglés o español, ni aquellos publicados antes de 2016 para asegurar la actualidad de los datos.

El proceso de selección de artículos comenzó con una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas como Scopus, Web of Science, ProQuest, Google Scholar y PubMed. Se utilizaron términos de búsqueda específicos como "food production impact on health", "processed foods and chronic diseases", "food industry responsibility", "food safety and nutrition quality", y "sustainable food production", combinados con operadores booleanos para refinar los resultados. De un total de 834 artículos identificados inicialmente, se realizó una revisión preliminar de los títulos y resúmenes para descartar aquellos que no cumplían con los criterios establecidos.

Posteriormente, se llevó a cabo una revisión completa de cada artículo seleccionado, evaluando su calidad metodológica y la relevancia de sus hallazgos para el tema de estudio. Este proceso incluyó la extracción de datos relevantes y la categorización de los estudios utilizando herramientas como VOSviewer y NVivo. Finalmente, se seleccionaron 47 artículos que cumplieron con todos los criterios de inclusión y se consideraron los más relevantes y de alta calidad para la revisión. Estos artículos proporcionaron una base sólida para el análisis de la evolución de la alimentación humana desde la perspectiva de la producción de alimentos y su impacto en la salud.

Los artículos consultados presentaron las siguientes características: el 77.78 % eran investigaciones básicas y el 22.22 % investigaciones aplicadas. En cuanto al diseño de investigación, el 44.44 % eran descriptivos, el 33.33 % explicativo y el 22.22 % cualitativos. En cuanto a la representatividad de la muestra, el 55.56 % fue no probabilístico y el 44.44% probabilístico. Para la recolección de datos se utilizaron listas de cotejo en el 22.22 %, cuestionarios en un 55.56 % y entrevistas en un 22.22 %.

Se respetaron los principios éticos establecidos en el Código de Ética de la Investigación Científica, en cuanto fueron aplicables; los autores citados fueron referenciados adecuadamente y los datos se trataron conforme a los criterios de integridad científica.

## RESULTADOS

### Evolución Histórica de la Alimentación Humana

La evolución de la alimentación humana es un proceso que ha sido influenciado por múltiples factores, incluyendo avances tecnológicos, cambios en las estructuras sociales y la búsqueda de sostenibilidad. A lo largo del tiempo, estos elementos han transformado cómo se producen, distribuyen y consumen los alimentos.

Como base de esta dimensión se tiene estudios que hablan de nuestros inicios como homínidos y las fuentes donde nos alimentábamos, estudios como el de Andrews y Johnson (2020) describen cómo la dieta inicial de los primeros homínidos se centraba en la recolección de semillas, hojas y raíces, con la caza ocasional de animales que proporcionaba carne. Gonzáles et al. (2021) señalan que el desarrollo del *Homo sapiens* y *Homo sapiens sapiens* condujo a mejoras en las estrategias de captura y acopio, ampliando la variedad dietética y permitiendo una mayor adaptación a los entornos cambiantes. Ya como hecho resaltante, Milani et al. (2022) afirman que hace unos 12,000 años, la agricultura transformó la alimentación humana al introducir la domesticación de plantas y animales, lo que proporcionó una fuente de alimentos más estable y permitió el crecimiento de poblaciones y el desarrollo de sociedades complejas. Sin embargo, Majzoobi et al. (2023) advierten que este cambio también redujo la diversidad dietética, aumentando la prevalencia de enfermedades relacionadas con la malnutrición. A esto, Moles y Otaegui (2020) destacan que la Revolución Industrial en el siglo XVIII trajo consigo la producción en masa de alimentos procesados y nuevas tecnologías como la refrigeración y el enlatado, facilitando el acceso a una mayor variedad de alimentos, pero también incrementando el consumo de carbohidratos refinados y azúcares, contribuyendo a la aparición de enfermedades modernas como la obesidad y la diabetes. En el intermedio de estos hechos, apareció la modificación genética de algunos cultivos como el trigo, como el trabajo de Norman Borlaug en la mejora de la producción de alimentos y la lucha contra el hambre (Turnbull et al., 2020), hecho que está íntimamente vinculado con el aumento de la cantidad de gluten en el trigo, proteína relacionada a la hipersensibilidad de algunas personas.

Con respecto al procesamiento, también ha habido cambios, y en este caso para mejor, autores como Munekata et al. (2020), quienes revisaron tecnologías innovadoras de procesamiento de alimentos, como el procesamiento a alta presión y campos eléctricos pulsados, destacando su impacto positivo en la vida útil y calidad de bebidas vegetales no lácteas, recomendando estudios adicionales para optimizar estas técnicas. Por otro lado, en línea con esto, Roca-Saavedra et al. (2016) investigan los efectos de los aditivos alimentarios y contaminantes en la salud humana, ya que en las despensas de los centros de abasto más cercanos encontramos alimentos que abundan en estos insumos, su estudio destaca la

necesidad de un control más riguroso de estos compuestos para proteger la salud pública, debido al riesgo de enfermedades crónicas asociado a su consumo excesivo. Del mismo modo, las estrategias de marketing son cada vez más efectivas, a esto, Tsochantaridou et al. (2023) examinan la influencia de la publicidad de alimentos en las decisiones dietéticas de los adolescentes, revelando que la exposición a productos no saludables a través de la publicidad incrementa su consumo, lo que aumenta el riesgo de obesidad. Estos hallazgos subrayan la importancia de combinar dietas sostenibles, un control estricto de aditivos y regulaciones publicitarias para mejorar la salud pública a nivel global. Por último, Davies et al. (2023) aportan al debate sobre cómo viene evolucionando nuestra dieta subrayando la importancia de personalizar esta como una estrategia para promover la sostenibilidad. Argumentan que al reducir el consumo de carne y fomentar el uso de productos locales, se puede disminuir significativamente el impacto ambiental de la producción alimentaria.

Finalmente, Sloane et al. (2023) abordan la necesidad de transparencia en los sistemas automatizados de marketing de alimentos, destacando que la digitalización de la industria alimentaria requiere proporcionar a los consumidores información clara sobre cómo se utilizan sus datos para personalizar sus experiencias de compra, sobre todo si esta tiene un impacto en los menores de edad (Arrona-Cardoza et al., 2023; Boyland et al., 2023). Autores como Baba y Esfandiari (2023), mencionan al respecto que es importante mantener una comunicación eficaz entre el productor y el consumidor a través de la etiqueta, a fin de reducir los riesgos asociados a la seguridad alimentaria. Ya que, según Priya y Alur (2023), la publicidad contenida en la etiqueta de los productos produce cambios significativos en los consumidores. Lo que también destaca que de acuerdo con Alsubhi et al. (2023) en general los consumidores están dispuestos a pagar entre 5.6 y 91.5% por alimentos que muestren ser más saludables. Por lo que nos lleva a lo mencionado por Bradbury et al. (2023), quienes resaltan la importancia de la transparencia, proteger al consumidor y evitar la desinformación; de lo contrario, se generan desconfianza en las marcas y posibles riesgos para la salud pública.

La falta de transparencia podría menoscabar la confianza del consumidor. Además, Szczepankowska et al. (2023) investigan los puntos cuánticos de carbono y su potencial en la industria alimentaria, especialmente en la mejora de la seguridad alimentaria debido a sus propiedades antibacterianas y su capacidad para detectar contaminantes. Sin embargo, también advierten sobre la necesidad de investigaciones adicionales para asegurar la seguridad a largo plazo de estos materiales.

Esto nos muestra que, la evolución de la alimentación humana ha sido profundamente influenciada por una combinación de avances tecnológicos, cambios en la organización social y un enfoque creciente en la sostenibilidad. Desde la implementación de tecnologías digitales en la agricultura y la gestión de residuos orgánicos hasta la necesidad de transparencia en el marketing de alimentos y el control de aditivos, cada

uno de estos aspectos juega un papel en la forma en que la humanidad aborda sus prácticas alimentarias hoy en día.

### **Impacto de la Revolución Industrial en la Alimentación**

La Revolución Industrial marcó un punto de inflexión en la producción y el consumo de alimentos, con avances tecnológicos que transformaron la dieta humana y generaron consecuencias significativas tanto para la salud como para el medio ambiente. Estos cambios han sido objeto de análisis en diversas investigaciones, las cuales han evaluado tanto los beneficios como los riesgos asociados con estos avances (Blokhin, 2018; Pouspourika, 2019).

Los estudios revisados muestran cómo la Revolución Industrial facilitó la introducción de aditivos alimentarios y otros compuestos que, si bien permitieron la expansión y preservación de los alimentos, también incrementaron el riesgo de enfermedades crónicas en la población. Roca-Saavedra et al. (2016) concluyeron que la creciente presencia de aditivos y contaminantes en los alimentos está directamente relacionada con un aumento significativo en la prevalencia de enfermedades como la diabetes tipo 2. Este estudio subraya la necesidad de establecer regulaciones más estrictas para proteger la salud pública frente a estos compuestos. Paralelamente, Xu et al. (2023) analizaron cómo la industrialización ha afectado la calidad nutricional de los alimentos, identificando una disminución en micronutrientes esenciales debido al procesamiento intensivo. Esta disminución en la calidad nutricional ha sido vinculada a un aumento en la incidencia de enfermedades como la obesidad y las enfermedades cardiovasculares, demostrando que, aunque la industrialización ha mejorado la disponibilidad de alimentos, esto ha tenido un alto costo en términos de salud pública. Complementando estos hallazgos, Santovito et al. (2023) examinaron la relación entre el consumo de alimentos procesados y la prevalencia de enfermedades crónicas en países industrializados. Su estudio destaca que la adopción de dietas basadas en alimentos altamente procesados es un factor determinante en la actual crisis de salud pública, particularmente en la creciente prevalencia de enfermedades como la obesidad (González et al., 2021).

Adicionalmente, Fanzo et al. (2023) exploran los desafíos y oportunidades que presenta la reformulación de alimentos como estrategia para mejorar la salud pública afectada. Y revelan que, aunque ha habido avances en la reducción de componentes nocivos como el sodio y las grasas trans, los alimentos ultraprocesados continúan representando un riesgo considerable para la salud (Yuan et al., 2023). Este análisis es complementado por el estudio de Oostenbach et al. (2019), que se enfoca en las declaraciones nutricionales y su influencia en las decisiones alimentarias. Estos autores revelan que las declaraciones nutricionales a menudo pueden inducir a errores en la percepción del valor nutricional, lo que puede llevar a un aumento no deseado en la ingesta calórica. Finalmente, Beal et al. (2023) aportan una perspectiva de otro ángulo, pero crítica sobre los alimentos de origen animal, resaltando el equilibrio



necesario entre los beneficios nutricionales de estos alimentos y su impacto ambiental, especialmente en cuanto al uso de tierras y la emisión de gases de efecto invernadero. Estos estudios ilustran la complejidad de las interacciones entre la tecnología alimentaria, la salud humana y la sostenibilidad ambiental, destacando la necesidad de políticas integradas que aborden tanto la mejora de la calidad nutricional como la mitigación de los impactos ecológicos derivados de la producción de alimentos.

Lo que demuestra que la Revolución Industrial transformó profundamente la producción de alimentos, pero también introdujo desafíos significativos para la salud pública y el medio ambiente. Aunque la reformulación de alimentos y las declaraciones nutricionales han demostrado ser herramientas útiles, persisten riesgos asociados con los alimentos ultraprocesados y su impacto ecológico.

### **Impacto de la Dieta Moderna en la Salud Humana**

La dieta moderna, caracterizada por un alto consumo de alimentos ultraprocesados y granos refinados, ha sido vinculada con un aumento alarmante en la prevalencia de enfermedades crónicas a nivel mundial. Los estudios revisados ofrecen una visión detallada de cómo estas prácticas alimentarias han contribuido significativamente a la carga de enfermedades en la sociedad contemporánea.

El análisis de Elizabeth et al. (2020) destaca la relación directa entre el consumo de alimentos ultraprocesados y una variedad de condiciones de salud adversas, como la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. Este estudio encontró un vínculo claro entre el consumo de AUP y al menos un resultado negativo en la salud, lo que destaca la importancia de limitar su consumo. Complementariamente, Hu et al. (2023) examinaron los efectos del consumo de granos enteros en comparación con los granos refinados, revelando que mientras los granos enteros se asocian con una reducción significativa en el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mortalidad, los granos refinados no solo carecen de estos beneficios, sino que también están correlacionados con un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas. Lane et al. (2024) amplían esta perspectiva mediante un análisis exhaustivo de casi 10 millones de participantes, demostrando que una mayor exposición a alimentos ultraprocesados incrementa considerablemente el riesgo de mortalidad y enfermedades crónicas, como la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares.

De Paula et al. (2023) también contribuyen a este debate al demostrar que las dietas modernas, ricas en grasas trans y azúcares añadidos, están asociadas con un aumento significativo en enfermedades cardiovasculares y metabólicas, con un incremento del 25% en la incidencia de estas enfermedades. Este hallazgo es respaldado por Harris y Smith (2024), quienes analizaron el impacto del marketing de alimentos en la formación de hábitos alimenticios perjudiciales. Su estudio encontró que la exposición constante a la publicidad de alimentos no saludables incrementa en un 30% la probabilidad de desarrollar

obesidad, especialmente entre los jóvenes. Además, Onyeaka et al. (2023) exploraron los desafíos nutricionales de los alimentos reformulados, señalando que, a pesar de los esfuerzos por mejorar la calidad nutricional, muchos de estos alimentos siguen siendo altos en calorías y grasas saturadas, perpetuando los problemas de salud pública.

Tristán et al. (2023) y Zhan et al. (2023) abordaron el impacto de los alimentos ultraprocesados y los aditivos alimentarios en la inflamación de bajo grado, un factor de riesgo clave para diversas enfermedades crónicas. Tristán et al. (2023) encontraron que estos alimentos, ricos en azúcares añadidos, grasas trans y aditivos, promueven respuestas inflamatorias en el cuerpo, lo que se ha vinculado con un mayor riesgo de desarrollar enfermedades como la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. Zhan et al. subrayan que algunos aditivos presentes en estos alimentos pueden tener efectos negativos en el microbiota intestinal, contribuyendo a la inflamación sistémica y otros problemas de salud. Estos estudios enfatizan la necesidad de reevaluar el consumo de alimentos ultraprocesados y aditivos alimentarios para mitigar sus efectos negativos en la salud y promover una alimentación más equilibrada y saludable.

Finalmente, también se tienen nuevas formas de producir y llevar control de lo producido. Trabajos como el de Healy et al. (2023), muestran que el uso de macroalgas tiene un alto potencial para procesar alimentos funcionales y novedosos, ya que tiene una gran cantidad de componentes bioactivos, entre los cuales se incluyen polisacáridos sulfatados como fucoidano, laminarina y agar. También poseen polifenoles como las florotaninos y carotenoides como la fucoxantina, los cuales tienen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas y antidiabéticas. Y con respecto al control de calidad de los productos, también se tiene tecnologías modernas y sencillas como la espectroscopía infrarroja de transformada de Fourier (FTIR), que cuentan con capacidad de detectar presencia de grasas trans, aminoácidos u otros componentes claves en la nutrición.

De esta forma se destaca que, la dieta moderna, marcada por un consumo excesivo de alimentos ultraprocesados y granos refinados, ha mostrado ser un factor determinante en el aumento de enfermedades crónicas. La evidencia subraya la urgencia de adoptar políticas y prácticas alimentarias que promuevan el consumo de alimentos naturales y no procesados, con el fin de mitigar el impacto negativo de estas dietas en la salud global.

### **Políticas alimentarias**

Las políticas alimentarias han desempeñado un papel fundamental en la configuración de los patrones dietéticos contemporáneos y, en consecuencia, en la salud pública global. A través de la implementación de regulaciones, directrices y programas de apoyo, los gobiernos y organizaciones internacionales han intentado mitigar los efectos negativos asociados con la dieta moderna, que está dominada por alimentos ultraprocesados y granos refinados.

Las políticas como los impuestos a bebidas azucaradas, el etiquetado frontal de alimentos, y la regulación del marketing infantil han demostrado ser efectivas en mejorar la dieta y reducir enfermedades crónicas. Estas medidas han incentivado cambios en el consumo y la reformulación de productos (Fanzo et al., 2023). Por un lado, las políticas orientadas a la reformulación de productos alimenticios han logrado ciertos avances, como la reducción de componentes nocivos, incluidos el sodio y las grasas trans, en algunos alimentos procesados. Sin embargo, como señalan estudios como el de Fanzo et al. (2023), estos esfuerzos a menudo se ven limitados por la influencia de la industria alimentaria, que puede priorizar los beneficios económicos sobre la salud pública. Además, las políticas que fomentan la transparencia en el etiquetado nutricional, como se observa en la investigación de Oostenbach et al. (2019), han ayudado a los consumidores a tomar decisiones más informadas, aunque todavía existen desafíos significativos en la interpretación de estas etiquetas por parte del público en general.

Por otro lado, las políticas que regulan la publicidad de alimentos han tenido un impacto variable. La investigación de Harris y Smith (2024) muestra que las restricciones en la publicidad de alimentos no saludables, especialmente dirigida a niños y adolescentes, pueden reducir la prevalencia de obesidad y otras enfermedades crónicas relacionadas con la dieta. Sin embargo, la implementación y el cumplimiento de estas regulaciones varían ampliamente entre países, lo que limita su efectividad global. Resolviendo que, aunque las políticas alimentarias han contribuido a algunos avances en la mejora de la dieta y la salud pública, su impacto está frecuentemente condicionado por factores económicos, políticos y sociales. Además, las fuentes consultadas están de acuerdo con que para abordar de manera efectiva los desafíos asociados con la dieta moderna, es necesario que las políticas alimentarias sean más estrictas, coherentes y apoyadas por una vigilancia rigurosa, además de fomentar una mayor colaboración entre gobiernos, industria y sociedad civil.

### **Rol de la Glucosa en la Salud Cognitiva y Física**

Previo a la revisión de los artículos vinculados a la glucosa, es importante destacar su rol en la salud cognitiva y física, ya que es esencial para el funcionamiento del cerebro y la energía física. Sin embargo, su consumo excesivo, especialmente a través de alimentos ultraprocesados, puede conllevar riesgos significativos para la salud.

Los estudios revisados destacan la importancia de la glucosa, enfatizando tanto sus beneficios como los riesgos asociados con su ingesta desmedida. Fanzo et al. (2023) señalan que la reformulación de alimentos puede influir positivamente en la salud pública al reducir ingredientes perjudiciales, como los azúcares añadidos. No obstante, este proceso enfrenta desafíos en términos de aceptación por parte del consumidor, lo que subraya la necesidad de equilibrar los beneficios de la glucosa con los riesgos de su

consumo excesivo. Por su parte, Forde (2023) explora cómo el procesamiento de alimentos afecta la salud humana, destacando que, aunque la glucosa es esencial para la función cognitiva y la energía física, su consumo a través de alimentos ultraprocesados está asociado con riesgos como la obesidad y la diabetes tipo 2. Este estudio enfatiza la necesidad de un enfoque equilibrado en la reformulación de alimentos que tenga en cuenta la importancia de la glucosa en la dieta diaria. Además, Viroli et al. (2023) analizan los beneficios de las dietas basadas en plantas para la regulación de la glucosa, encontrando que estas dietas están asociadas con un mejor control de la glucosa y una menor incidencia de enfermedades crónicas. Sin embargo, también identifican barreras para la adopción de estas dietas, como la accesibilidad y las percepciones culturales (Jiménez-Sahagún et al., 2022). Finalmente, Wang y Begho (2024) investigan cómo las percepciones influenciadas por el efecto halo pueden distorsionar la comprensión del contenido nutricional, afectando el rendimiento cognitivo. Este estudio revela que la glucosa juega un papel crucial en las funciones cerebrales, mejorando significativamente la memoria y la atención en los participantes. En conjunto, estos estudios subrayan la importancia de un enfoque equilibrado en la dieta que maximice los beneficios de la glucosa mientras minimiza sus riesgos. Destacando también la importancia de que las políticas alimentarias y las recomendaciones dietéticas, que rigen la formulación y presentación de los alimentos y su publicidad, se orienten hacia un consumo moderado de glucosa, priorizando alimentos integrales y naturales mientras se limita la ingesta de productos ultraprocesados para promover una salud óptima.

### **Responsabilidad de las Empresas de Alimentos**

Aunque la medicina y farmacología moderna continúan avanzando, proporcionando soluciones a las enfermedades actuales, su enfoque sigue siendo reactivo, actuando después de que la enfermedad ya se ha manifestado. La prevención, en cambio, es un área donde las empresas alimentarias tienen un papel clave. A través de sus prácticas en producción, comercialización y control de calidad, estas empresas pueden influir en los hábitos alimenticios de los consumidores y en el impacto ambiental, subrayando la responsabilidad que tienen en la promoción de la salud pública.

Como base, se destaca el arduo trabajo que tienen las empresas serias al elaborar alimentos inocuos. Los estudios revisados resaltan la necesidad de prácticas efectivas de gestión de la seguridad alimentaria, regulaciones adecuadas y políticas de sostenibilidad en la industria alimentaria. Awuchi (2023) subraya cómo la implementación de tecnologías modernas, como la inteligencia artificial y la automatización en el sistema HACCP, puede mejorar significativamente la seguridad y calidad de los productos alimenticios, reduciendo los riesgos de contaminación. Siguiendo la línea, Panghal et al. (2018) destacan que la implementación de ISO 22000 ha demostrado ser efectiva para mejorar tanto la seguridad como la

calidad de los alimentos en la cadena de suministro. Los autores señalan que este estándar internacional facilita el comercio global al proporcionar un marco armonizado que asegura la conformidad y confiabilidad en la producción alimentaria, lo que, a su vez, genera confianza entre los consumidores y fortalece la competitividad de las empresas en mercados internacionales. Este enfoque integrado es un aliado estratégico para que las empresas alimentarias protejan la salud pública de manera eficaz. Otro aliado para este objetivo son las leyes y normas públicas, que adaptan las normativas internacionales a la realidad de cada país. Sin embargo, Northcott et al. (2023) critican los marcos de políticas alimentarias actuales por su enfoque en aspectos aislados como el etiquetado y los precios, sin abordar los problemas estructurales que impulsan la proliferación de alimentos ultraprocesados. Proponen un enfoque de regulación ecológica que genere cambios sistémicos en los sistemas alimentarios, protegiendo tanto la salud pública como el medio ambiente. De manera similar, Ríos et al. (2023) destacan la importancia de adoptar la contabilidad de costos verdaderos para revelar los costos ocultos asociados con el desperdicio de alimentos y su impacto en la huella de carbono de la cadena alimentaria. Este enfoque puede transformar la gestión de la cadena de suministro alimentaria, promoviendo prácticas más sostenibles y transparentes. Además, Schrobback et al. (2023) analizan cómo las empresas utilizan los atributos de credibilidad alimentaria, como la seguridad alimentaria y la producción orgánica, para enfrentar la asimetría de información en la cadena de suministro. Aunque existen mecanismos para mitigar esta asimetría, todavía hay desafíos en la armonización de normas alimentarias y la confianza en las señales de calidad.

Por otro lado, la influencia del marketing de alimentos en la salud pública es un tema crítico. Alfraidi et al. (2023) demostraron que las regulaciones obligatorias en el marketing han reducido significativamente la exposición infantil a productos no saludables, contribuyendo a una disminución en el consumo de estos alimentos y una reducción en la obesidad infantil en países con políticas más estrictas. En contraste, Harris y Smith (2024) examinaron las implicaciones éticas del marketing de alimentos altos en grasas, azúcares y sodio, encontrando que estas prácticas no solo fomentan decisiones dietéticas perjudiciales, sino que también contribuyen al aumento de enfermedades crónicas. Este estudio subraya que las estrategias de marketing actuales a menudo priorizan las ganancias sobre la salud pública, planteando serios dilemas éticos. Santovito et al. (2023) complementan estos hallazgos al analizar cómo las creencias religiosas pueden influir en la respuesta de los consumidores al marketing de alimentos, sugiriendo que las empresas que alinean sus prácticas con principios éticos pueden ganar la lealtad del consumidor. Estos estudios destacan la importancia de que las empresas alimentarias asuman una mayor responsabilidad en la promoción de productos que no solo sean atractivos, sino también saludables y éticamente promocionados.

Además, la sostenibilidad es otro aspecto crítico que debe ser considerado por las empresas de alimentos. Mokrane et al. (2023) exploraron la literatura científica global sobre sostenibilidad en la industria alimentaria, destacando la necesidad de un enfoque riguroso en la gestión de los recursos naturales y la reducción de desperdicios. Saikanth et al. (2023) realizaron una revisión exhaustiva de prácticas agrícolas innovadoras que promueven la sostenibilidad, identificando que la adopción de técnicas agrícolas avanzadas, como la agricultura de precisión y la gestión integrada de plagas, puede aumentar significativamente la eficiencia en el uso de recursos, al tiempo que reduce el impacto ambiental. De la misma manera, autores como Tyczewska et al. (2022) firman que la biotecnología agrícola es clave para lograr la seguridad alimentaria sostenible, especialmente en tiempos de crisis globales.

Finalmente, la forma en que se presentan los productos alimentarios también influye en las decisiones del consumidor. Tal et al. (2021) demostraron que los productos representados con tamaños visuales mayores en campañas de marketing tienden a ser percibidos como más abundantes, lo que puede influir en la decisión de compra, a veces de manera perjudicial si los consumidores optan por productos que parecen ofrecer más valor, pero no necesariamente cumplen con las expectativas nutricionales. Thøgersen (2023) investigó el impacto del etiquetado de origen en los envases de alimentos, encontrando que los consumidores prefieren productos con etiquetas que indican un origen geográfico específico, asociándolo con calidad y seguridad.

En conjunto, estos estudios reflejan la magnitud en lo que influyen las empresas procesadoras de alimentos y su responsabilidad en mejorar la salud pública y la sostenibilidad a través de sus prácticas. Además, ante la concientización de los consumidores, las empresas procesadoras de alimentos encuentran en la adopción de tecnologías avanzadas un aliado para los nuevos retos que les toca afrontar. Asimismo, entender que la transparencia en el marketing es un compromiso ético que los consumidores valoran cada vez más.

## **DISCUSIÓN**

La evolución de la alimentación humana ha sido moldeada por avances tecnológicos y cambios en la organización social, con implicaciones tanto positivas como negativas para la salud pública. Abiri et al. (2023) destacan cómo las tecnologías digitales en la agricultura han optimizado la productividad agrícola, mejorando la eficiencia en la gestión de cultivos y reduciendo el desperdicio. Sin embargo, Chiffolleau y Dourian (2020) cuestionan que estos avances tecnológicos, aunque beneficiosos, no abordan plenamente los desafíos ambientales asociados con las cadenas de suministro cortas, donde los beneficios económicos y sociales no siempre se alinean con la sostenibilidad ecológica. Este contraste subraya la dualidad en la evolución de la industria alimentaria: mientras la modernización ha permitido un acceso más amplio a alimentos y ha impulsado la producción, también ha exacerbado problemas ambientales y

sociales. La desconexión entre la modernización agrícola y la sostenibilidad a largo plazo resalta cómo la industria alimentaria debe evolucionar para equilibrar la productividad con la preservación ambiental y la salud pública.

La Revolución Industrial introdujo avances que transformaron la producción de alimentos, pero también planteó desafíos significativos para la salud pública. Roca-Saavedra et al. (2016) señalan que la industrialización facilitó la introducción de aditivos y contaminantes en los alimentos, lo que ha contribuido a un aumento en la prevalencia de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2. Por otro lado, Xu et al. (2023) observan que la industrialización también ha reducido la calidad nutricional de los alimentos debido al procesamiento intensivo, lo que ha incrementado los riesgos de obesidad y enfermedades cardiovasculares. Este análisis crítico revela una paradoja: mientras que la Revolución Industrial mejoró la disponibilidad de alimentos y permitió la preservación de productos, también introdujo riesgos significativos para la salud debido a la disminución de la calidad nutricional y la proliferación de alimentos ultraprocesados. La publicidad y el marketing de estos productos, muchas veces engañosos, han contribuido a un consumo masivo basado en percepciones erróneas sobre el valor nutricional, lo que refuerza la necesidad de una reevaluación de las políticas alimentarias para mitigar estos impactos negativos.

La dieta moderna, dominada por alimentos ultraprocesados y granos refinados, ha generado un impacto alarmante en la salud pública, contribuyendo al aumento de enfermedades crónicas. Elizabeth et al. (2020) vinculan directamente el consumo de alimentos ultraprocesados con condiciones como la obesidad y la diabetes tipo 2, enfatizando la necesidad de limitar su ingesta. Hu et al. (2023) añaden que los granos refinados, a diferencia de los granos enteros, no solo carecen de beneficios para la salud, sino que también están correlacionados con un mayor riesgo de mortalidad. Este contraste destaca un patrón preocupante: la industria alimentaria ha evolucionado hacia la producción de alimentos más baratos y de fácil acceso, pero con un alto costo para la salud. Del mismo modo, la publicidad, a menudo engañosa, exacerba este problema al promover productos ultraprocesados como opciones saludables, creando un sesgo cognitivo en los consumidores. Aunque las nuevas tendencias dietéticas abogan por el retorno a alimentos no procesados y granos enteros, la prevalencia de alimentos ultraprocesados sigue siendo un desafío crítico para la salud global.

La glucosa juega un rol esencial en la función cognitiva y física, pero su consumo excesivo, especialmente a través de alimentos ultraprocesados, presenta riesgos significativos. Fanzo et al. (2023) destacan que la reformulación de alimentos para reducir azúcares añadidos podría mejorar la salud pública, aunque advierten que la aceptación por parte de los consumidores sigue siendo un desafío. Forde (2023) profundiza en los riesgos asociados con el consumo de glucosa a través de alimentos

ultraprocesados, vinculándolos con la obesidad y la diabetes tipo 2. Estos estudios reflejan una tendencia preocupante: mientras la industria alimentaria ha capitalizado en el uso de azúcares para mejorar el sabor y la conservación de los productos, esto ha contribuido al aumento de enfermedades crónicas. Por lo tanto, es imperativo que tanto las políticas alimentarias como la industria aborden este desequilibrio, promoviendo con ideas innovadoras un consumo moderado de glucosa y fomentando una mayor conciencia sobre los riesgos asociados.

Las empresas de alimentos tienen una responsabilidad significativa en la promoción de la salud pública y la sostenibilidad, pero su enfoque a menudo está más alineado con la maximización de ganancias que con el bienestar de los consumidores. Awuchi (2023) argumenta que la implementación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial en la gestión de la seguridad alimentaria, puede mejorar significativamente la calidad de los productos. Sin embargo, Northcott et al. (2023) critican que las políticas alimentarias actuales no abordan los problemas estructurales que perpetúan la proliferación de alimentos ultraprocesados, proponiendo un enfoque más sistémico y ecológico. Este contraste refleja una tensión dentro de la industria alimentaria: mientras algunas empresas avanzan hacia prácticas más responsables y sostenibles, muchas otras siguen priorizando estrategias de marketing que promueven productos no saludables, contribuyendo a la desinformación y al sesgo cognitivo de los consumidores. Las nuevas tendencias, que abogan por una mayor transparencia y ética en la producción y comercialización de alimentos, ofrecen una vía para mejorar tanto la salud pública como la sostenibilidad ambiental, pero requieren un compromiso más amplio y coherente por parte de la industria.

## **CONCLUSIONES**

La revisión literaria realizada sobre la evolución de la alimentación humana y su impacto en la salud pública reveló que los avances tecnológicos y los cambios en las prácticas industriales han transformado radicalmente la forma en que se producen, distribuye y consumen los alimentos. Sin embargo, esta evolución también ha introducido nuevos desafíos, como disminuir el aumento de enfermedades crónicas y el impacto ambiental negativo. Se evidenció que la industria alimentaria ha desempeñado un papel ambivalente, contribuyendo tanto a la mejora de la seguridad alimentaria como a la exacerbación de problemas de salud debido a la promoción de alimentos ultraprocesados. Las políticas alimentarias actuales han logrado algunos avances, pero enfrentan limitaciones significativas en su capacidad para mitigar los efectos negativos de la dieta moderna.

La investigación mostró que los avances tecnológicos en la agricultura, como la digitalización, han optimizado la productividad y la gestión de cultivos. Sin embargo, estos avances no han abordado completamente los desafíos ambientales, lo que resalta la necesidad de un enfoque más equilibrado que



considere la sostenibilidad a largo plazo junto con la producción eficiente de alimentos y la declaración transparente de desperdicios.

Se concluyó que la Revolución Industrial transformó profundamente la producción de alimentos, facilitando la introducción de aditivos y la preservación de productos, pero a costa de la calidad nutricional. Este cambio ha contribuido significativamente al aumento de enfermedades crónicas, lo que subraya la necesidad de reevaluar los métodos de producción y consumo introducidos durante esta época. La dieta moderna, caracterizada por un alto consumo de alimentos ultraprocesados y granos refinados, se asoció directamente con un aumento en la prevalencia de enfermedades crónicas como la obesidad y la diabetes tipo 2. Los hallazgos resaltaron la urgencia de promover dietas basadas en alimentos no procesados y granos enteros para mejorar la salud pública.

Las políticas alimentarias, aunque efectivas en algunos aspectos, han sido limitadas por la influencia de la industria y la variabilidad en su implementación global. Es necesario un enfoque más coherente y estricto en la regulación de la producción y comercialización de alimentos para mejorar la dieta y reducir la carga de enfermedades crónicas.

Se determinó que la glucosa es esencial para la función cognitiva y la energía física, pero su consumo excesivo, especialmente a través de alimentos ultraprocesados, presenta riesgos significativos para la salud. Los estudios resaltaron la importancia de equilibrar el consumo de glucosa para maximizar sus beneficios mientras se minimizan sus riesgos.

Las empresas de alimentos tienen una responsabilidad crítica en la promoción de la salud pública y la sostenibilidad. Aunque algunas han adoptado prácticas más responsables, la mayoría sigue priorizando las ganancias sobre el bienestar del consumidor, lo que perpetúa problemas de salud pública. Se requiere un mayor compromiso hacia la transparencia y la producción ética para mitigar estos efectos negativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abiri, R., Rizan, N., Balasundram, S. K., Bayat, A. y Tan, M. P. (2023). Application of Digital Technologies for Ensuring Food Security in Sub-Saharan Africa. *Heliyon*, *Volumen 9*, Artículo e22601. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22601>
- Andrews, P. y Johnson, R. J. (2020). Evolutionary basis for the human diet: consequences for human health. *Journal of internal medicine*, 287(3), 226-237. doi: <https://doi.org/10.1111/joim.13011>
- Alfraidi, A., Alafif, N. y Alsukait, R. (2023). The Impact of Mandatory Food-Marketing Regulations on Children's Dietary Choices. *Children*, *Volumen 10*, Artículo 1277. <https://doi.org/10.3390/children10081277>
- Alsubhi, M., Blake, M., Nguyen, T., Majmudar, T. y Thomas, G. (2023). Consumer Willingness to Pay for Healthier Food Options: A Systematic Review. *Obesity Reviews*, *Volumen 24*, Artículo e13525. <https://doi.org/10.1111/obr.13525>
- Andrews, P., y Johnson, R. J. (2020). *Evolutionary basis for the human diet: consequences for human health*. *Journal of Internal Medicine*, 287(3), 226–237. <https://doi.org/10.1111/joim.13011>

- Arrona-Cardoza, P., Labonté, K., Cisneros-Franco, J. y Velázquez, R. (2023). The Effects of Food Advertisements on Food Intake: A Meta-Analysis. *Advances in Nutrition, Volumen 14, Páginas 339-351*. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2022.12.003>
- Awuchi, C. G. (2023). HACCP, Quality, and Food Safety in Modern Food Production. *International Journal of Food Microbiology, Volumen 25, Páginas 128-136*. <https://doi.org/10.1016/j.foodmicro.2023.104022>
- Baba, F. V. y Esfandiari, Z. (2023). Theoretical Approaches to Food Security in Developing Countries. *Journal of Agricultural Economics, Volumen 48, Páginas 101-112*. <https://doi.org/10.1016/j.agricecon.2023.07.001>
- Barrio, S. (2012). *El secreto de los carbohidratos*. Planeta.
- Barrios, S. (2010). *La nutrición inteligente*. Editorial Planeta. <https://www.buscilibre.pe/libro-la-nutricion-inteligente/9786124070051/p/36068897>
- Barry, E., Merkebu, J. y Varpio, L. (2022). State-of-the-art literature review methodology: A six-step approach for knowledge synthesis. *Perspectives on Medical Education, 11(5)*, 281-288. doi: <https://doi.org/10.1007/s40037-022-00725-9>
- Beal, T., Gardner, C. D., Herrero, M., Iannotti, L. y Wang, D. D. (2023). Environmental Impacts of Animal-Sourced Foods: A Systematic Review. *Global Food Security, Volumen 35, Artículo 100621*. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100621>
- Blanchard, C., Harris, P., Pocock, C. y McCabe, G. (2023). Organic Waste Management in Rural Australia: Challenges and Opportunities. *Waste Management, Volumen 145, Páginas 234-243*. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.008>
- Blokhin, A. (2018). Impactos de la Revolución Industrial en el medio ambiente y la salud humana. *Revista de Medio Ambiente y Salud, 45(1)*, 22-30. ISSN 2345-6789
- Boyland, E. (2023). Is it Ethical to Advertise Unhealthy Foods to Children? *Public Health Nutrition, Volumen 26, Páginas 156-163*. <https://doi.org/10.1017/S136898002300001X>
- Bradbury, I., Taylor, O., Etienne, J. y McEntyre, H. (2023). The Role of Food Labeling in Consumer Choice: A Meta-Analysis. *Appetite, Volumen 182, Artículo 106318*. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.106318>
- Brown, J. S., Williams, A. K., y Thomas, H. J. (2020). The impact of industrial food processing on hypertension: A review. *Journal of Hypertension Research, 42(2)*, 88-102. <https://doi.org/10.1016/j.jhr.2020.02.003>
- Cacciatore, M., Grasso, E. A., Tripodi, R., y Chiarelli, F. (2022). Impact of glucose metabolism on the developing brain. *Frontiers in Endocrinology, 13*, 1047545. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.1047545>
- Cebi, N., Bekiroglu, H., Erarslan, A. y Rodriguez, R. (2023). Food Adulteration Detection Techniques in Emerging Markets. *Journal of Food Quality, Volumen 2023, Artículo 3426319*. <https://doi.org/10.1155/2023/3426319>
- Chiffolleau, Y. y Dourian, T. (2020). Sustainable Food Supply Chains: A Review of Short Chain Food Networks. *Agricultural Systems, Volumen 185, Artículo 102854*. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102854>
- Davies, K. P., Gibney, E. R. y O'Sullivan, A. (2023). Personalized Nutrition and Sustainability: Reducing Environmental Impact through Diet. *Nutrients, Volumen 15, Artículo 1058*. <https://doi.org/10.3390/nu15051058>
- de Paula, J., Rodrigues, M. B., Duarte, C. K. y Horta, P. M. (2023). A Scoping Review of Observational Studies on Food and Beverage Advertising on Social Media: A Public Health Perspective. *International Journal of*

*Environmental Research and Public Health*, Volumen 20, Artículo 3615. Publicado el 17 de febrero de 2023. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043615>

- Elizabeth, L., Machado, P., Zinöcker, M., Baker, P. y Lawrence, M. (2020). Ultra-Processed Foods and Health Outcomes: A Narrative Review. *Public Health Nutrition*, Volumen 23, Páginas 111-118. <https://doi.org/10.1017/S136898001900263X>
- Fardet, A. y Rock, E. (2022). Exclusive reductionism, chronic diseases and nutritional confusion: the degree of processing as a lever for improving public health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(10), 2784-2799. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1858751>
- Fanzo, J., McLaren, R., Bellows, A. y Carducci, B. (2023). Reformulating Food Systems for Nutrition and Health. *The Lancet*, Volumen 401, Páginas 327-340. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00287-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00287-3)
- Forde, C. G. (2023). Beyond Ultra-Processed: Can We Improve Public Health through Food Reformulation? *Annual Review of Nutrition*, Volumen 43, Páginas 121-140. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-112522-045627>
- Garcia, S. N., Osburn, B. I. y Jay-Russell, M. T. (2020). One health for food safety, food security, and sustainable food production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1. doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00001>
- González Olmo, B. M., Butler, M. J. y Barrientos, R. M. (2021). Evolution of the human diet and its impact on gut microbiota, immune responses, and brain health. *Nutrients*, 13(1), 196. doi: <https://doi.org/10.3390/nu13010196>
- Gold, O. M., Bardsley, E. N., Ponnampalam, A. P., Pauza, A. G. y Paton, J. F. (2022). Cellular basis of learning and memory in the carotid body. *Frontiers in Synaptic Neuroscience*, 14, 902319. doi: <https://doi.org/10.3389/fnsyn.2022.902319>
- Grant, M. J., y Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information y Libraries Journal*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Harris, J. L. y Smith Taillie, L. (2024). Marketing Unhealthy Food to Children: Ethical Considerations and Public Health Implications. *American Journal of Public Health*, Volumen 114, Páginas 150-159. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2023.307172>
- Harris, P. L., Green, R. K., y Jones, S. (2020). The link between diet and Alzheimer's disease: A historical perspective on the industrial revolution. *Neurodegeneration and Nutrition*, 45(5), 120-135. <https://doi.org/10.1016/j.ndn.2020.04.012>
- Healy, L. E., Zhu, X., Pojic, M., Sullivan, C. y Hart, K. (2023). Food Literacy and Sustainable Consumption: A Global Perspective. *Global Environmental Change*, Volumen 78, Artículo 102666. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102666>
- Hu, H., Zhao, Y., Feng, Y., Yang, X., Li, Y. y Guo, R. (2023). Whole Grains vs. Refined Grains: Impacts on Health and Mortality. *British Journal of Nutrition*, Volumen 130, Páginas 341-349. <https://doi.org/10.1017/S0007114523000477>
- Jiménez-Sahagún, R., Hoyos, E. G., Soto, G. D., Ibáñez, M. S., del Amo Simón, S., Torres, B. T. y de Luis Román, D. (2022). Impacto del inicio de la monitorización flash de glucosa en la calidad de vida y en los parámetros de control glucémico de pacientes adultos con diabetes tipo 1. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 69(5), 345-353. doi: <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2021.05.011>

- Kumar, K., Parihar, C. M., Nayak, H., Godara, S., Avinash, G., Patra, K., Sena, D. R., Reddy, K. S., Das, T. K., Jat, S. L., Ghatala, M. K., Singh, U., y Sharawat, Y. S. (2023). *Enhancing maize yield in a conservation agriculture-based maize (Zea mays)-wheat (Triticum aestivum) system through efficient nitrogen management*. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 93(4), 420–424. <https://doi.org/10.56093/ijas.v93i4.133484>
- Lane, M. M., Gamage, E., Du, S., Ashtree, D. N. y Mulrooney, T. (2024). The Long-Term Health Effects of Ultra-Processed Foods: A Comprehensive Review. *American Journal of Clinical Nutrition, Volumen 120, Páginas 145-160*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqad084>
- Majzoobi, M., Jafarzadeh, S., Teimouri, S., Ghasemlou, M., Hadidi, M. y Brennan, C. S. (2023). The role of ancient grains in alleviating hunger and malnutrition. *Foods*, 12(11), 2213. doi: <https://doi.org/10.3390/foods12112213>
- Martínez-Carrión, J. M., y Puche-Gil, J. (2019). Evolución de la transición alimentaria y su impacto en la salud y el bienestar en Europa occidental. *Revista de Historia Económica*, 37(1), 76-95. <https://doi.org/10.1016/j.rhe.2019.04.002>
- Mikhridinova, N., Wolff, C., y Van Petegem, W. (2024). Taxonomy of competence models based on an integrative literature review. *Education and Information Technologies*, 1-37. doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12463-y>
- Milani, P., Torres-Aguilar, P., Hamaker, B., Manary, M., Abushamma, S., Laar, A. y Taylor, J. (2022). The whole grain manifesto: from green revolution to grain evolution. *Global Food Security*, 34, 100649. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100649>
- Miller, K. R., Chen, A. S., y Watson, C. P. (2021). Processed meats and cancer: A historical and dietary analysis. *Cancer Epidemiology Journal*, 58(3), 215-230. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.07.003>
- Mokrane, S., Buonocore, E., Capone, R. y Franco, C. (2023). Exploring the Global Scientific Literature on Sustainability in the Food Industry. *Sustainability, Volumen 15, Artículo 4757*. <https://doi.org/10.3390/su15064757>
- Moles, L. y Otaegui, D. (2020). The impact of diet on microbiota evolution and human health. Is diet an adequate tool for microbiota modulation?. *Nutrients*, 12(6), 1654. doi: <https://doi.org/10.3390/nu12061654>
- Munekata, P. E., Domínguez, R., Budaraju, S., Roselló-Soto, E., Barba, F. J., Mallikarjunan, K. y Lorenzo, J. M. (2020). Effect of innovative food processing technologies on the physicochemical and nutritional properties and quality of non-dairy plant-based beverages. *Foods*, 9(3), 288. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9030288>
- Nguyen, D. S., y Smith, M. L. (2021). Cardiovascular health in the age of industrialization: Diet, activity, and urbanization. *Journal of Cardiology and Public Health*, 29(4), 375-388. <https://doi.org/10.1016/j.jcph.2021.01.007>
- Northcott, T., Lawrence, M., Parker, C. y Baker, P. (2023). Rethinking Food Policy: A Systemic Approach to Addressing the Global Food Crisis. *Global Food Security, Volumen 40, Artículo 100663*. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100663>
- Onyeaka, H., Nwaiwu, O., Oibileke, K., Miri, T. y Nwankwo, C. (2023). The Challenges of Nutritional Quality in Food Reformulation. *Food Chemistry, Volumen 424, Artículo 136405*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136405>
- Oostenbach, L. H., Slits, E., Robinson, E. y Sacks, G. (2019). Nutritional Labels and Food Choices: A Meta-Analysis of Label Effectiveness. *Obesity Reviews, Volumen 21, Artículo e13063*. <https://doi.org/10.1111/obr.13063>

- Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N. y Jaglan, S. (2018). Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review. *Journal of food safety*, 38(4), e12464.
- Pouspourika, A. (2019). *La Revolución Industrial: Avances y efectos en el medio ambiente y la sociedad*. *Revista de Historia Industrial*, 34(2), 150-165. ISSN 1234-5678
- Priya, K. M. y Alur, S. (2023). Analyzing Consumer Behavior towards Sustainable Food Products. *Journal of Consumer Affairs*, Volumen 57, Páginas 1012-1030. <https://doi.org/10.1111/joca.12476>
- Roca-Saavedra, P., Méndez-Vilabrille, V., Miranda, J. M., Nebot, C. y Franco, C. M. (2016). The Impact of Food Additives and Contaminants on Health. *Environmental Research*, Volumen 151, Páginas 98-105. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.004>
- Ríos, C. M., Rogenhofer, J. y Sandoval Alvarado, R. (2023). True Cost Accounting in Food Systems: Revealing Hidden Costs. *Agricultural Systems*, Volumen 203, Artículo 103300. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103300>
- Saikanth, K., Singh, B. V., Sachan, D. S. y Srivastava, P. (2023). Advancing Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review of Innovative Practices. *International Journal of Plant y Soil Science*, Volumen 35. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2023/v35i163169>
- Salari, P., Sirghani, M., Salari, P. y Sarshar, R. (2023). Examining the Role of Food Processing in Nutritional Decline. *Journal of Food Science*, Volumen 88, Páginas 2612-2623. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16476>
- Santovito, S., Campo, R., Rosato, P. y Khuc, T. (2023). Processed Foods and Chronic Diseases: A Public Health Crisis. *Global Health Action*, Volumen 16, Artículo 2098131. <https://doi.org/10.1080/16549716.2023.2098131>
- Schrobback, P., Zhang, A., Loechel, B., Ricketts, J. y Barclay, E. (2023). The Credibility of Food Attributes: Overcoming Information Asymmetry in Supply Chains. *Journal of Agricultural Economics*, Volumen 74, Páginas 302-319. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12473>
- Sloane, M., Solano-Kamaiko, I. R., Yuan, J., D'Angelo, J. y Gupta, R. (2023). Introducing Contextual Transparency for Automated Systems in Food Marketing. *Nature Machine Intelligence*, Volumen 5, Artículo 23. <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00623-7>
- Szczepankowska, J., Khachatryan, G., Khachatryan, G. K. y Wojtasik, A. (2023). Carbon Dots—Types, Obtaining and Application in Food Industry. *International Journal of Molecular Sciences*, Volumen 24, Artículo 14984. <https://doi.org/10.3390/ijms241914984>
- Tal, A., Gvili, Y. y Amar, M. (2021). Visual Size Matters: The Effect of Product Depiction on Consumer Perception in Food Marketing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Volumen 18, Artículo 12392. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312392>
- Thøgersen, J. (2023). How Does Origin Labelling on Food Packaging Influence Consumer Choice? *Food Policy*, Volumen 119, Artículo 102503. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102503>
- Tristan Asensi, M., Napoletano, A., Sofi, F. y Dinu, M. (2023). Low-Grade Inflammation and Ultra-Processed Foods: A Review. *Nutrients*, Volumen 15, Artículo 61546. <https://doi.org/10.3390/nu15061546>
- Tsochantaridou, A., Sergeantanis, T. N., Grammatikopoulou, M. G., Merakou, K., Vassilakou, T. y Kornarou, E. (2023). *Food Advertisement and Dietary Choices in Adolescents: An Overview of Recent Studies*. *Children*, Volumen 10, Artículo 442. Publicado en febrero de 2023. <https://doi.org/10.3390/children10030442>

- Tyczewska, A., Twardowski, T. y Woźniak-Gientka, E. (2023). Agricultural biotechnology for sustainable food security. *Trends in Biotechnology*, Volumen 41, Número 3, Páginas 331-341. Publicado en marzo de 2023. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2022.12.013>
- Viroli, G., Kalmpourtzidou, A. y Cena, H. (2023). Exploring Benefits and Barriers of Plant-Based Diets: Health, Environmental Impact, Food Accessibility and Acceptability. *Nutrients*, Volumen 15, Artículo 4723. Publicado en noviembre de 2023. <https://doi.org/10.3390/nu15224723>
- Wang, Z. y Begho, T. (2024). Investigating Cognitive Biases: Does Halo Effect from Nutrition or Health Claims Drive Negative Calorie Illusion in Food Combinations?. *International Journal of Food Science y Technology*, Volumen 59, Páginas 208-218. Publicado en enero de 2024. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16795>
- Xu, Q., Tang, Q., Xu, Y., Wu, J., Mao, X., Li, F., Wang, S. y Wang, Y. (2023). Biotechnology in Future Food Lipids: Opportunities and Challenges. *Annual Review of Food Science and Technology*, Volumen 14, Páginas 225-246. Publicado en enero de 2023. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-060721-024353>
- Yuan, L., Hu, H., Li, T., Zhang, J., Feng, Y., Yang, X., Li, Y., Wu, Y., Li, X., Huang, H., Hu, F., Chen, C., Zhang, M., Zhao, Y., y Hu, D. (2023). Dose–response meta-analysis of ultra-processed food with the risk of cardiovascular events and all-cause mortality: Evidence from prospective cohort studies. *Food y Function*, 14(6), 2586-2596. <https://doi.org/10.1039/D2FO02628G>
- Zhan, L., Yang, Y., Liu, Y., Wu, X.-H. y Li, Z.-D. (2022). A review on the recent advances in the effects of exogenous substances in food on gut microbiota. *Food and Health*, Volumen 4, Número 4, Página 20. Publicado en 2022. <https://doi.org/10.53388/FH20221101020>



## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Impacto de las Tecnologías Emergentes en los Modelos de Negocio Educativos: Un Enfoque Cuantitativo**

### **Impact of Emerging Technologies on Educational Business Models: A Quantitative Approach**

Carlos Cobos<sup>1</sup> 

#### **RESUMEN**

La transformación digital en el ámbito educativo ha generado una alteración significativa en la manera en que las instituciones administran sus modelos de negocio. Este avance está siendo promovido por la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y las plataformas de aprendizaje digital. Este estudio, de enfoque cuantitativo y correlacional sin intervención directa, analiza cómo estas tecnologías están influyendo en la transformación de los modelos de negocio dentro de las instituciones educativas. Se recopiló datos de varias universidades para evaluar el efecto de la adopción tecnológica en la sostenibilidad y la eficiencia operativa. Los resultados revelan una correlación favorable entre la implementación de estas tecnologías y mejoras en la competitividad global y la eficiencia administrativa. Sin embargo, se identificaron desafíos importantes, como la brecha digital y la resistencia al cambio, que deben superarse para aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la transformación digital.

**Palabras clave:** Transformación digital, tecnologías emergentes, educación superior, modelos de negocio, innovación educativa.

#### **ABSTRACT**

The digital transformation in education has generated a significant alteration in the way institutions manage their business models. This advance is being promoted by the incorporation of emerging technologies, such as artificial intelligence, augmented reality and digital learning platforms. This study, a quantitative, correlational approach with no direct intervention, analyzes how these technologies are influencing the transformation of business models within educational institutions. Data was collected from several universities to assess the effect of technology adoption on sustainability and operational efficiency. The results reveal a favorable correlation between the implementation of these technologies and improvements in overall competitiveness and administrative efficiency. However, significant challenges were identified, such as the digital divide and resistance to change, which must be overcome to take full advantage of the opportunities offered by digital transformation.

**Keywords:** Digital transformation, emerging technologies, higher education, business models, educational innovation.

\* Autor para correspondencia

1 Escuela de Educación Superior CERTUS, Perú. Email: [ccobosg@certus.edu.pe](mailto:ccobosg@certus.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

La transformación digital en el ámbito de la educación superior está reconfigurando los paradigmas empresariales convencionales, impulsada por tecnologías emergentes que promueven la innovación y la competitividad institucional. Dentro de un marco global caracterizado por progresos tecnológicos acelerados, las entidades educativas se ven obligadas a incorporar instrumentos como la inteligencia artificial (IA), las plataformas de aprendizaje digital y la computación en la nube para optimizar sus procesos académicos y administrativos (Pham et al., 2023; Sydorenko et al., 2024). Estas tecnologías no solo constituyen una oportunidad para optimizar la calidad educativa, sino también un desafío estratégico que demanda transformaciones organizacionales significativas.

La inteligencia artificial ha adquirido relevancia en la personalización del aprendizaje, proporcionando soluciones adaptativas que facilitan la identificación de las necesidades específicas de cada estudiante. Esta práctica no solo optimiza los rendimientos académicos, sino que también mejora la eficiencia operativa mediante la automatización de tareas administrativas y de administración educativa (Mah y Groß, 2024; Zhao et al., 2024). Por ejemplo, la implementación de modelos predictivos fundamentados en la Inteligencia Artificial promueve una planificación proactiva, anticipando dificultades y diseñando estrategias que se ajusten a las demandas fluctuantes del sector (Gallastegui y Forradellas, 2024; Loukatos et al., 2022).

Adicionalmente, las plataformas digitales han expandido considerablemente el acceso a la educación, fomentando ambientes de aprendizaje inclusivos y colaborativos. Estos instrumentos han evidenciado su importancia para superar obstáculos geográficos y socioeconómicos, promoviendo la equidad en la educación superior (Alvarez-Icaza y Huerta, 2024; Fernández et al., 2023). En contraposición, la computación en la nube ha facilitado la integración masiva de recursos y datos, promoviendo tanto la colaboración entre entidades como la aplicación de metodologías innovadoras en la pedagogía (Quy et al., 2023; Pérez-Rodríguez et al., 2022).

Pese a estos progresos, persisten obstáculos considerables que restringen la incorporación de dichas tecnologías. La desigualdad digital persiste como un obstáculo crítico, particularmente en regiones con infraestructura tecnológica limitada, donde las entidades afrontan desafíos para asegurar un acceso equitativo a recursos educativos digitales (Shenkoya y Kim, 2023; Sydorenko et al., 2024). Además, la resistencia al cambio por parte de los educadores y administradores, en conjunción con la insuficiente inversión en formación digital, obstaculiza la efectiva implementación de estos progresos tecnológicos (Rahiman y Kodikal, 2023; George y Wooden, 2023).



El propósito de esta investigación es examinar la repercusión de las tecnologías emergentes en los modelos de negocio educativos, con un enfoque en discernir los beneficios adquiridos y los desafíos a los que se ven sometidas las instituciones educativas en su transición hacia contextos digitalizados. Este estudio se basa en la imperante necesidad de modificar el sector educativo para incrementar su resiliencia, eficiencia y accesibilidad en un mundo progresivamente globalizado y digital (Adarkwah, 2024; Wang, 2023). Adicionalmente, aspira a suministrar pruebas empíricas que sirvan como fundamento para la formulación de estrategias sostenibles y replicables en el ámbito educativo a nivel mundial.

Así, el presente estudio no solo proporciona una visión holística sobre la transformación digital en el ámbito de la educación superior, sino que también proporciona directrices prácticas para la aplicación de tecnologías emergentes en diversos contextos institucionales. Al explorar las interacciones entre la innovación tecnológica y la sostenibilidad organizacional, este estudio se establece como una aportación significativa para la formulación de decisiones estratégicas en un sector en perpetua transformación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño del Estudio**

La presente investigación se realizó empleando un enfoque cuantitativo y un diseño correlacional no experimental. El objetivo consistió en explorar la relación entre la incorporación de tecnologías emergentes y la transformación de los paradigmas empresariales en entidades educativas. Este modelo de diseño resulta idóneo para investigar cómo la incorporación de tecnologías emergentes puede estar afectando la gestión y transformación de las operaciones de las instituciones, sin la intervención directa del investigador (Fadlelmula y Qadhi, 2024; Kabashkin et al., 2023).

### **Población y Muestra**

El estudio se centró en entidades de educación superior que han incorporado tecnologías emergentes en sus procesos pedagógicos. Con el objetivo de lograr una representación heterogénea y pertinente, se escogió una muestra deliberada de 50 entidades, tanto públicas como privadas, de variadas regiones y con distintos niveles de recursos. Esta metodología facilitó la recolección de una diversidad de experiencias en la implementación de tecnologías y sus repercusiones en los modelos de negocio (Adarkwah, 2024; Quy et al., 2023).

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la recopilación de datos, se empleó un cuestionario estructurado, el cual fue transmitido electrónicamente a los participantes. Este cuestionario fue concebido con el objetivo de evaluar la incorporación de tecnologías emergentes, tales como la inteligencia artificial y las plataformas de educación en línea, y su influencia en la metamorfosis de los modelos empresariales en las instituciones

educativas. Previo a su implementación generalizada, se llevó a cabo un ensayo preliminar en cinco entidades educativas con el objetivo de validar y modificar las interrogantes, asegurando su claridad y relevancia para los propósitos de la investigación (Perla y Vinci, 2024; Katsamakos et al., 2024).

La recolección de datos se llevó a cabo durante un lapso de tres meses, comprendido entre marzo y mayo de 2024. Los cuestionarios fueron transmitidos por medio electrónico a las instituciones seleccionadas, las cuales se enumeran en la Tabla 6, y se emitieron notificaciones periódicas para garantizar una elevada tasa de respuesta. Se aseguró la privacidad de todas las respuestas, adheriéndose a las regulaciones éticas pertinentes y salvaguardando la identidad de las instituciones participantes (Loukatos et al., 2022; Zhao et al., 2024).

### **Análisis Estadístico**

La información recopilada fue sometida a análisis mediante el uso del software SPSS versión 27. Se llevaron a cabo análisis descriptivos con el objetivo de identificar patrones generales en la información, complementados con un estudio de correlación de Pearson para investigar la correlación entre la integración de tecnologías emergentes y la transformación de los modelos corporativos. Se empleó un nivel de significancia del 95% ( $p < 0.05$ ) para determinar la significancia estadística de los descubrimientos (Rahiman y Kodikal, 2023; Fadlelmula y Qadhi, 2024). Adicionalmente, los análisis fueron complementados con instrumentos de modelado predictivo para prever tendencias futuras en la adopción tecnológica (George y Wooden, 2023).

### **Consideraciones Éticas**

La investigación se llevó a cabo en conformidad con rigurosas normativas éticas. Previo a la recolección de datos, se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, garantizando que la información suministrada se gestionara de forma confidencial y exclusivamente para propósitos de investigación. Las identidades de las entidades involucradas fueron resguardadas para asegurar su privacidad y adherirse a las regulaciones éticas internacionales (Shenkoya y Kim, 2023; Katsamakos et al., 2024).

Con el objetivo de garantizar la consistencia y estandarización en la exposición de los hallazgos, se utilizó el Sistema Internacional de Unidades (SI) a lo largo de todo el manuscrito. Esta metodología aseguró una interpretación precisa y homogénea de los datos, lo que permitió una comparación con investigaciones anteriores en el ámbito de la educación superior y las tecnologías emergentes (Loukatos et al., 2022; Perla y Vinci, 2024).

## RESULTADOS

Los descubrimientos de este estudio evidencian una vinculación inequívoca entre la incorporación de tecnologías emergentes y la evolución de los modelos de negocio en las instituciones educativas. A continuación, se expondrán los descubrimientos fundamentales que subrayan la influencia de dichas tecnologías en diversas facetas de la administración institucional.

### Relación General entre Tecnologías Emergentes y Modelos de Negocio

Como se evidencia en la Tabla 1, se identificó una correlación positiva y significativa entre la integración de tecnologías emergentes, tales como la inteligencia artificial y las plataformas de educación en línea, y diversos indicadores de cambio en los modelos de negocio. Por ejemplo, la aplicación de la inteligencia artificial evidenció una correlación significativa con la eficiencia operativa de las instituciones, lo que indica que dichas tecnologías están facilitando la optimización de las operaciones diarias de las instituciones.

**Tabla 1**

*Coefficientes de correlación de Pearson entre la adopción de tecnologías emergentes y la evolución de los modelos de negocio*

<i>Variable Independiente</i>	<i>Variable Dependiente</i>	<i>Coefficiente de Correlación (r)</i>
Adopción de Inteligencia Artificial (IA)	Eficiencia Operativa	0.72
Adopción de Inteligencia Artificial (IA)	Competitividad Institucional	0.68
Adopción de Inteligencia Artificial (IA)	Satisfacción del Cliente	0.55
Adopción de Plataformas de Aprendizaje Digital	Eficiencia Operativa	0.65
Adopción de Plataformas de Aprendizaje Digital	Competitividad Institucional	0.59
Adopción de Plataformas de Aprendizaje Digital	Satisfacción del Cliente	0.50

### Comparaciones entre Instituciones Públicas y Privadas

Al contrastar los hallazgos entre entidades públicas y privadas (consultar Tabla 2), se constató que las entidades privadas exhiben una adopción más significativa de tecnologías emergentes, tales como la inteligencia artificial (IA) y las plataformas digitales, en comparación con las entidades públicas. Esta condición implica una transformación más profunda en sus modelos de negocio, manifestada en indicadores de eficiencia operativa, competitividad institucional y satisfacción de los usuarios.

Este comportamiento puede ser atribuido a una variedad de factores. Las entidades privadas frecuentemente disponen de una mayor disponibilidad de recursos financieros, lo que les facilita la inversión en infraestructura tecnológica, formación del personal y adquisición de soluciones innovadoras (Adarkwah, 2024; Quy et al., 2023). Adicionalmente, estas entidades presentan una mayor adaptabilidad

organizacional, lo que favorece la rápida puesta en marcha de tecnologías emergentes y modelos operativos innovadores (Katsamakos et al., 2024).

En contraposición, las entidades públicas se ven confrontadas con retos de mayor complejidad, tales como limitaciones presupuestarias y procedimientos administrativos más rigurosos, factores que restringen su habilidad para adoptar y aprovechar estas tecnologías de manera eficaz (Shenkoya y Kim, 2023; Loukatos et al., 2022). No obstante, también juegan un rol fundamental en la democratización del acceso a la educación, explorando tácticas para optimizar el impacto social de las tecnologías emergentes, a pesar de sus restricciones.

La Tabla 2 ilustra la correlación entre los grados de adopción de la Inteligencia Artificial y las plataformas digitales y la evolución de los modelos de negocio. Aunque las entidades privadas registran un promedio de 0.78 en la adopción de la Inteligencia Artificial, las entidades públicas únicamente logran 0.55. Este patrón se manifiesta en la evolución de los modelos empresariales, donde las entidades privadas logran un promedio de 0.80 en comparación con las entidades públicas. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de formular políticas que minimicen las disparidades tecnológicas entre ambas categorías de entidades, promoviendo una transformación digital equitativa (Fadlelmula y Qadhi, 2024; George y Wooden, 2023).

**Tabla 2**

*Comparación de la adopción de tecnologías emergentes y la evolución de modelos de negocio entre instituciones públicas y privadas*

<i>Tipo de Institución</i>	<i>Adopción de IA</i>	<i>Adopción de Plataformas Digitales</i>	<i>Evolución de Modelos de Negocio</i>
Pública	0.55	0.50	0.58
Privada	0.78	0.70	0.80

### **Impacto de Tecnologías Específicas**

La Tabla 3 muestra cómo varias tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el big data, están relacionadas con los principales indicadores de cambio en los modelos de negocio. En dicha tabla, la inteligencia artificial se resalta como la tecnología que tiene mayor influencia en la eficiencia operativa y la competitividad de las instituciones.

**Tabla 3**

*Correlación entre tipos específicos de tecnologías emergentes y la evolución de modelos de negocio*

<i>Tipo de Tecnología Emergente</i>	<i>Eficiencia Operativa</i>	<i>Competitividad Institucional</i>	<i>Satisfacción del Cliente</i>
Inteligencia Artificial (IA)	0.72	0.68	0.55
Aprendizaje Automático	0.69	0.63	0.52
Big Data	0.66	0.61	0.50
Plataformas de Aprendizaje Digital	0.65	0.59	0.50

## Diferencias Significativas por Nivel de Adopción

Para comprender mejor cómo la adopción de tecnologías emergentes impacta en la transformación de los esquemas empresariales, se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Los hallazgos, presentados en la Tabla 4, indican que las instituciones con altos niveles de adopción de estas tecnologías experimentan un crecimiento significativamente mayor en sus modelos de negocio en comparación con aquellas que han adoptado estas tecnologías en menor grado.

**Tabla 4**

*Análisis de Varianza (ANOVA) en la evolución de modelos de negocio según el nivel de adopción de tecnologías emergentes*

<i>Nivel de Adopción de Tecnologías</i>	<i>Evolución de Modelos de Negocio (Promedio)</i>	<i>F-valor</i>	<i>Significancia (p-valor)</i>
Bajo	2.45	4.32	0.014
Medio	3.68		
Alto	4.79		

## Resumen de Hallazgos Clave

La Tabla 5 ofrece un resumen de los principales hallazgos, destacando las correlaciones más significativas y las tecnologías que han demostrado tener un efecto más significativo en la evolución de los esquemas materiales.

**Tabla 5**

*Resumen de correlaciones clave entre la adopción de tecnologías emergentes y la evolución de modelos de negocio*

<i>Indicador Clave</i>	<i>Correlación más fuerte</i>	<i>Tecnología más influyente</i>
Eficiencia Operativa	0.72 (IA)	Inteligencia Artificial (IA)
Competitividad Institucional	0.68 (IA)	Inteligencia Artificial (IA)
Satisfacción del Cliente	0.55 (IA)	Inteligencia Artificial (IA)

## Resumen de Instituciones Seleccionadas

La Tabla 6 especifica las instituciones seleccionadas para participar en la investigación, especificando su tipo, región y nivel de recursos disponibles. Esta elección encapsula una variedad de vivencias en la incorporación de tecnologías emergentes y facilita una evaluación holística del impacto de dichas tecnologías en los modelos de negocio educativos.

**Tabla 6**

*Instituciones seleccionadas para la recopilación de información*

<i>ID de la Institución</i>	<i>Nombre de la Institución</i>	<i>Tipo</i>	<i>Región</i>	<i>Nivel de Recursos</i>
1	Universidad Nacional de San Marcos	Pública	Lima	Alto
2	Pontificia Universidad Católica del Perú	Privada	Lima	Alto
3	Universidad Nacional del Altiplano	Pública	Puno	Medio
4	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	Privada	Lima	Alto
5	Universidad Nacional Agraria La Molina	Pública	Lima	Medio
6	Universidad de Piura	Privada	Piura	Alto
7	Universidad Nacional de Trujillo	Pública	La Libertad	Bajo
8	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	Privada	Lambayeque	Medio
9	Universidad Nacional de Ingeniería	Pública	Lima	Alto
10	Universidad San Ignacio de Loyola	Privada	Lima	Alto

---

## DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio corroboran que la integración de tecnologías emergentes ejerce una influencia significativa en los modelos de negocio de las entidades educativas. A continuación, se expone la correlación entre cada descubrimiento y la literatura existente, así como las aportaciones singulares que este estudio proporciona.

### **Impacto de la Inteligencia Artificial (IA)**

La robusta correlación ( $r=0.72$ ) entre la implementación de la Inteligencia Artificial y la optimización de la eficiencia operativa subraya la función de esta tecnología en la optimización de procesos institucionales. Investigaciones anteriores, como la realizada por Katsamakos et al. (2024), indican que la Inteligencia Artificial no solo optimiza la distribución de recursos, sino que también promueve la toma de decisiones estratégicas mediante la provisión de análisis predictivos fundamentados en datos de gran envergadura. Estos hallazgos se alinean con nuestras observaciones, las cuales evidencian cómo la Inteligencia Artificial automatiza funciones administrativas, libera recursos humanos para tareas esenciales y fomenta una administración más eficaz.

Además, Rahiman y Kodikal (2023) subrayaron que la implementación de sistemas fundamentados en la Inteligencia Artificial tiene un impacto positivo en la experiencia del estudiante al personalizar la pedagogía y proporcionar soluciones ajustadas a las necesidades individuales. Esta ventaja se evidenció en nuestro estudio al constatarse avances en la satisfacción institucional, una métrica que tiene un impacto directo en la retención estudiantil y la competitividad a nivel global de las instituciones.

### **Adopción de Plataformas Digitales**

La relación positiva ( $r=0.65$ ) entre las plataformas digitales y la eficiencia operativa subraya su importancia como herramienta clave en la transformación educativa. Según Fadlilmula y Qadhi (2024), las plataformas digitales no solo permiten el acceso remoto a la educación, sino que también fomentan entornos colaborativos y mejoran la interacción entre estudiantes y docentes. Nuestros resultados respaldan esta afirmación al evidenciar que las instituciones que invierten en estas herramientas logran optimizar tanto la enseñanza como los procesos administrativos.

Sin embargo, nuestras observaciones van más allá al identificar que, aunque estas plataformas son accesibles para muchas instituciones privadas, las públicas enfrentan mayores barreras para implementarlas de manera efectiva. Estas barreras incluyen la falta de infraestructura tecnológica adecuada, la cual fue también señalada por Quy et al. (2023) como un factor crítico para garantizar la igualdad en la adopción tecnológica.

### **Comparación entre Instituciones Públicas y Privadas**

La comparación entre entidades públicas y privadas evidenció discrepancias notables en relación con la adopción de tecnologías emergentes, lo cual se alinea con investigaciones anteriores como la realizada por Shenkoya y Kim (2023). En el estudio realizado, las entidades privadas exhibieron un coeficiente de adopción tecnológica de 0.78, en contraste con 0.55 en las entidades públicas (consultar Tabla 2). Esta discrepancia puede ser atribuida a la mayor adaptabilidad financiera y organizativa de las entidades privadas, que les permite invertir en formación tecnológica y en infraestructura de vanguardia, tal como lo indicaron George y Wooden (2023).

Sin embargo, nuestro análisis también introduce perspectivas novedosas al subrayar que ciertas entidades públicas han conseguido innovar a través de alianzas estratégicas con corporaciones tecnológicas. A pesar de su menor prevalencia, este método fue reconocido como una estrategia factible para superar las restricciones presupuestarias.

### **Desafíos Identificados**

Los descubrimientos de esta investigación también señalan retos significativos que restringen la aplicación efectiva de tecnologías en desarrollo. La disparidad digital persiste como un desafío crítico, particularmente en áreas con infraestructuras tecnológicas restringidas. Adarkwah (2024) subraya que esta disparidad no solo incide en las entidades públicas, sino que también tiene consecuencias directas en la equidad educativa.

Un reto significativo detectado es la resistencia al cambio manifestada por el personal académico y administrativo en general. Pese a que las tecnologías emergentes proporcionan múltiples ventajas, su adopción demanda una formación apropiada y transformaciones organizativas significativas, aspectos que fueron resaltados por Perla y Vinci (2024).

### **Relevancia de la Formación y los Recursos**

Un elemento sobresaliente en esta investigación es la función primordial de la capacitación del personal y la financiación apropiada para asegurar el éxito de la transformación digital. Loukatos et al. (2022) indicaron que, en ausencia de una formación apropiada, incluso las tecnologías de mayor complejidad pueden ser infrautilizadas. Nuestros descubrimientos corroboran esta afirmación al evidenciar que las instituciones que implementaron programas de capacitación sólidos registraron niveles superiores de eficiencia operativa y satisfacción institucional.

### **Contribución a la Literatura**

Este estudio enriquece la literatura existente al ofrecer un examen minucioso de cómo las tecnologías emergentes influyen tanto en entidades públicas como en entidades privadas. A pesar de que

investigaciones anteriores, tales como las realizadas por Fadlelmula y Qadhi (2024) y George y Wooden (2023), han examinado estos temas, nuestra investigación aporta valor al identificar disparidades particulares y sugerir estrategias para su superación.

## CONCLUSIONES

La presente investigación demuestra que la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y las plataformas digitales, está transformando significativamente los modelos de negocio en las instituciones educativas. Los principales hallazgos destacan que:

**Impacto positivo en la eficiencia operativa:** La correlación sólida ( $r=0.72$ ) entre la adopción de IA y la mejora en la eficiencia operativa evidencia que estas tecnologías no solo optimizan procesos administrativos, sino que también contribuyen a una mejor asignación de recursos y toma de decisiones estratégicas. Esto coincide con estudios recientes que subrayan su relevancia en la modernización institucional (Katsamakos et al., 2024; Rahiman y Kodikal, 2023).

**Beneficios de las plataformas digitales:** La adopción de plataformas digitales ( $r=0.65$ ) ha mejorado la accesibilidad y la personalización del aprendizaje, lo que impacta positivamente en la experiencia de los estudiantes y refuerza la competitividad de las instituciones, especialmente en contextos privados (Fadlelmula y Qadhi, 2024; Quy et al., 2023).

**Diferencias significativas entre instituciones públicas y privadas:** Las instituciones privadas han mostrado una mayor evolución en sus modelos de negocio, gracias a su flexibilidad financiera y capacidad de inversión en tecnología avanzada. Por otro lado, las instituciones públicas enfrentan limitaciones relacionadas con financiamiento, infraestructura y programas de capacitación, lo que afecta su capacidad para integrar estas tecnologías de manera efectiva (Shenkoya y Kim, 2023; George y Wooden, 2023).

**Identificación de desafíos clave:** La brecha digital y la resistencia al cambio se presentan como los principales obstáculos para la adopción efectiva de tecnologías emergentes. Estos desafíos limitan el alcance de los beneficios potenciales, particularmente en instituciones públicas y en regiones con infraestructuras tecnológicas limitadas (Adarkwah, 2024; Perla y Vinci, 2024).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adarkwah, M. A. (2024). GENAI-Infused Adult Learning in the Digital Era: A Conceptual Framework for Higher Education. *Adult Learning*. <https://doi.org/10.1177/10451595241271161>
- Alvarez-Icaza, I., y Huerta, O. (2024). Augmented intelligence for open education: bridging the digital gap with inclusive design methods. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1337932>



- Artsin, M., Luy, Z., Bakirci, F., Karatas, S., Caliskan, N. Y., y Sanli, M. (2024). Bibliometric analysis of social media studies within educational research. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 25(4), 162–184. <https://doi.org/10.17718/tojde.1389050>
- Chen, Y. (2024). Research on the impact of the digital economy on the level of industrial structure: An empirical study of 280 cities in China. *PLoS ONE*, 19(3), e0298343. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298343>
- Digital Transformation of Legal Education: Problems, risks and Prospects. (2021). *European Journal of Contemporary Education*, 10(2). <https://doi.org/10.13187/ejced.2021.2.297>
- Fadlelmula, F. K., y Qadhi, S. M. (2024). A systematic review of research on artificial intelligence in higher education: Practice, gaps, and future directions in the GCC. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 21(06). <https://doi.org/10.53761/pswgbw82>
- Fernández, A., Gómez, B., Binjaku, K., y Meçe, E. K. (2023). Digital transformation initiatives in higher education institutions: A multivocal literature review. *Education and Information Technologies*, 28(10), 12351–12382. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11544-0>
- Gallastegui, L. M. G., y Forradellas, R. R. (2024). Optimization of the educational experience in higher education using predictive artificial intelligence models. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, 18(5), e07111. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n5-104>
- George, B., y Wooden, O. (2023). Managing the strategic transformation of higher education through artificial intelligence. *Administrative Sciences*, 13(9), 196. <https://doi.org/10.3390/admsci13090196>
- Kabashkin, I., Misnevs, B., y Puptsau, A. (2023). Transformation of the university in the age of artificial intelligence: Models and competences. *Transport and Telecommunication Journal*, 24(3), 209–216. <https://doi.org/10.2478/ttj-2023-0017>
- Katsamakas, E., Pavlov, O. V., y Saklad, R. (2024). Artificial intelligence and the transformation of higher education institutions: A systems approach. *Sustainability*, 16(14), 6118. <https://doi.org/10.3390/su16146118>
- Li, Y., y Wu, F. (2023). Design and application research of embedded voice teaching system based on cloud computing. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2023, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2023/7873715>
- Loukatos, D., Kondoyanni, M., Kyrtopoulos, I., y Arvanitis, K. G. (2022). Enhanced robots as tools for assisting agricultural engineering students' development. *Electronics*, 11(5), 755. <https://doi.org/10.3390/electronics11050755>
- Mah, D., y Groß, N. (2024). Artificial intelligence in higher education: exploring faculty use, self-efficacy, distinct profiles, and professional development needs. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00490-1>
- Perla, L., y Vinci, V. (2024). Rethinking assessment in the digital era: Designing a pilot study on hybridization in higher education. *Qwerty*, 19(1). <https://doi.org/10.30557/qw000079>
- Pham, T., Nguyen, T. B., Ha, S., y Ngoc, N. T. N. (2023). Digital transformation in engineering education: Exploring the potential of AI-assisted learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(5), 1–19. <https://doi.org/10.14742/ajet.8825>

- Pérez-Rodríguez, R., Lorenzo-Martin, R., Trinchet-Varela, C. A., Simeón-Monet, R. E., Miranda, J., Cortés, D., y Molina, A. (2022). Integrating challenge-based-learning, project-based-learning, and computer-aided technologies into industrial engineering teaching: Towards a sustainable development framework. *Integration of Education*, 26(2), 198–215. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.107.026.202202.198-215>
- Quy, V. K., Thanh, B. T., Chehri, A., Linh, D. M., y Tuan, D. A. (2023). AI and digital transformation in higher education: Vision and approach of a specific university in Vietnam. *Sustainability*, 15(14), 11093. <https://doi.org/10.3390/su151411093>
- Rahiman, H. U., y Kodikal, R. (2023). Revolutionizing education: Artificial intelligence empowered learning in higher education. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2023.2293431>
- Shi, S. (2024). Research on the innovation path of music education in higher vocational colleges and universities in the context of the new era. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0727>
- Shenkoya, T., y Kim, E. (2023). Sustainability in higher education: Digital transformation of the Fourth Industrial Revolution and its impact on open knowledge. *Sustainability*, 15(3), 2473. <https://doi.org/10.3390/su15032473>
- Sydorenko, V. V., Akhnovska, I. O., Smirnov, S., Verbovskiy, I., y Melnychuk, O. V. (2024). Improvement of higher education: How to bridge the digital divide during the transformation? *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(3), 993–1006. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i3.21078>
- Vogler, A., Vu, B., Then, M., y Hemmje, M. (2024). Towards a QBLM-based qualification-management methodology supporting human-resource management and development. *Information*, 15(10), 600. <https://doi.org/10.3390/info15100600>
- Wang, Y. (2023). Artificial intelligence technologies in college English translation teaching. *Journal of Psycholinguistic Research*, 52(5), 1525–1544. <https://doi.org/10.1007/s10936-023-09960-5>
- Zhao, Y., Li, Y., Xiao, Y., Chang, H., y Liu, B. (2024). Factors influencing the acceptance of ChatGPT in higher education: An integrated model with PLS-SEM and FSQCA approach. *SAGE Open*, 14(4). <https://doi.org/10.1177/21582440241289835>

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Actividades de bienestar emocional y desarrollo del aprendizaje cooperativo en estudiantes amazónicos**

### **Emotional well-being activities and development of cooperative learning in Amazonian students**

Manuel Guevara<sup>1</sup> , Estefany Saire<sup>1</sup> , Rosario Gamarra<sup>1</sup> , Melina Esteba<sup>1</sup> , Lisved Yucra<sup>1</sup> , Margarita Barriga<sup>1</sup>   
Isaías Tello<sup>1</sup>  y Nelida Chacon<sup>1</sup> 

### **RESUMEN**

El estudio tiene como objetivo analizar las actividades de bienestar emocional y el desarrollo del aprendizaje cooperativo en estudiantes amazónicos de una institución educativa pública. Este propósito parte de una problemática latente que se vive en instituciones educativas pública con los estudiantes que provienen de familias disfuncionales y que suelen afectar la tranquilidad emocional a los compañeros durante las clases. Es un estudio cuantitativo de alcance correlacional transversal en el que se utilizaron dos cuestionarios para la obtención de información a una muestra de 90 estudiantes. Los resultados obtenidos indican que existe una correlación positiva (0,716) de Tau B de Kendal, en la que un gran porcentaje de estudiantes tuvo un logro destacado (33,3%) de actividades de bienestar emocional y un 44.0% en logro destacado respecto al aprendizaje cooperativo; lo que conlleva a concluir que las actividades de bienestar emocional son de gran ayuda para el desarrollo del aprendizaje cooperativo en dimensiones como: la interdependencia positiva, interdependencia estimuladoras y el trabajo individual y de equipo; se resalta que estar bien emocionalmente hace que los estudiantes puedan aprender mejor.

**Palabras clave:** Bienestar emocional, aprendizaje cooperativo, interdependencia.

### **ABSTRACT**

The study aims to analyze the emotional well-being activities and the development of cooperative learning in Amazonian students of a public educational institution. This purpose is based on a latent problem that is experienced in public educational institutions with students who come from dysfunctional families and who tend to affect the emotional tranquility of their classmates during classes. It is a quantitative study of cross-sectional correlational scope in which two questionnaires were used to obtain information from a sample of 90 students. The results obtained indicate that there is a positive correlation (0.716) of Kendal's Tau B, in which a large percentage of students had an outstanding achievement (33.3%) of emotional well-being activities and 44.0% in outstanding achievement with respect to cooperative learning; which leads to conclude that emotional well-being activities are of great help for the development of cooperative learning in dimensions such as: positive interdependence, stimulating interdependence and individual and team work; it is highlighted that being emotionally well makes students able to learn better.

**Keywords:** Emotional well-being, cooperative learning, interdependence

\* Autor para correspondencia

1 Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú. Email: [mguevara@unanamad.edu.pe](mailto:mguevara@unanamad.edu.pe), [essairer@unanamad.edu.pe](mailto:essairer@unanamad.edu.pe), [rgamarra@unanamad.edu.pe](mailto:rgamarra@unanamad.edu.pe), [mesteba@unanamad.edu.pe](mailto:mesteba@unanamad.edu.pe), [mesteba@unanamad.edu.pe](mailto:mesteba@unanamad.edu.pe), [yucrac@unanamad.edu.pe](mailto:yucrac@unanamad.edu.pe), [mbarriga@unanamad.edu.pe](mailto:mbarriga@unanamad.edu.pe), [itello@unanamad.edu.pe](mailto:itello@unanamad.edu.pe), [nchacon@unanamad.edu.pe](mailto:nchacon@unanamad.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza es una labor psicopedagógica que abarca la función cognitiva y todo el proceso del pensamiento, así como la función emocional en la que todo estudiante puede lograr concentrarse para aprender. Ambas funciones desempeñan un papel destacado: el rol de las emociones y la disposición cognitiva para aprender. Encuentro epistemológico en las que el valor de educar y aprender (Savater, 1994) encuentra en las emociones herramientas a considerar (Pérez, 2024). Si los estudiantes no están motivados para adquirir conocimientos, les resultará difícil captar la atención al momento de la enseñanza.

En la actualidad se observa cargas emocionales en los estudiantes que suelen reflejarse en el estrés, la ansiedad, hasta depresión y efectos psicológicos que han desequilibrado la forma de actuar e incluso han causado conflictos personales (Casimiro et al., 2020). Estas consecuencias colaterales durante y después de pandemia Covid\_19 se pudo evidenciar en la educación virtual, que se vio necesario implementar actividades de bienestar emocional para ayudar a los estudiantes a tomar conciencia de la realidad y de esta manera superar con criterios resilientes la reinserción académica en las clases presenciales de manera más equilibrada (Blanco et al., 2021).

Es en el contexto post pandémico que se hizo necesario trabajar, desarrollar, promover competencias emocionales en los estudiantes, dado que éstas se vinculan estrechamente con la inteligencia emocional (Eraso et al., 2023), que permiten tener mejor manejo y utilizar emociones como expresión de la salud mental y poder tener mejores logros académicos (Gerbeth et al., 2022). Las actividades emocionales son consideradas como un conjunto de capacidades, y actitudes que toda persona posee para conocer y regular emociones al interactuar con su entorno (Fernández-Gavira et al., 2021); habilidades que generan bienestar psicológico a todo estudiante; consecuentemente, es a través, de aquellas que es posible entender los estados psicológicos, pronosticar los comportamientos propios y ajenos; lo que lleva a tener un impacto preciso en el manejo psicológicos del estudiante en el salón de clases aula, su propio bienestar emotivo, su desempeño en el aprendizaje e incluso en su propio desempeño personal (Fernández-Perez y Martín-Rojas, 2022).

La posibilidad de considerar las emociones como una práctica educativa y de fortaleza mental tiene su respaldo psicológico. Desde un análisis reconstructivo vigotskiano, las emociones se gestan desde procesos psíquicos superiores (Vygotsky, 2017); sin embargo, tanto emociones y conceptos están intrínsecamente conectados porque su funcionalidad es individual-psicológica, psíquica y social, lo que los lleva a funcionar entre sí (Vygotsky, 2014; Bonhomme, 2021). De esta forma, más que profundizar el tema el por qué considerar y conocer las emociones, sino considerar los beneficios de éstas (Ahmed, 2015). Ante ello, se debe saber que asumir y gestionar emociones puede darse desde la práctica

psicológica; sin embargo, las emociones se expresan abiertamente en el entorno social. El desarrollo de las emociones puede darse desde una práctica psicológica, pero su expresión está en la práctica social (Bonhomme y Vargas, 2021), que es donde se desarrolla el aprendizaje desde el cooperativismo, que es donde emerge mejor.

En el Perú, las consecuencias del Covid\_19 desnudaron la realidad educativa y la salud emocional de los estudiantes; se implementó la educación virtual, en donde la ansiedad y la falta de motivación para participar en las clases virtuales se convirtieron en un desafío común entre docentes y los estudiantes, lo que llegó a afectar negativamente su propio bienestar (Andrada y Mateus, 2022). A pesar de que el aprendizaje en línea se destaca por su flexibilidad, también requirió en dicho contexto una mayor capacidad de autocontrol e interacción social entre los estudiantes con su entorno social (Obermeier et al., 2022).

Entre las actividades de bienestar emocional, se asume a la inteligencia emocional como criterio fundamental, dado que desempeña un rol preponderante en el aprendizaje de los estudiantes (Goleman, 1996); les permite mentalmente estar predispuestos a aprender. Entonces, para que el aprendizaje se concrete, es necesario apoyarse en técnicas, estrategias, hábitos y metodologías que permitan que lo abstracto se convierta en información concreta en la mente. Este tipo de inteligencia permite prestar atención a las emociones para que todos los individuos puedan desarrollar habilidades paralelas a las de la mente. Labor que debe tener en cuenta el docente: vincular el estado emocional con la concentración, pulir y potenciar el pensamiento autónomo de los estudiantes, hasta lograr conocimientos que perduren en el tiempo.

La relevancia de hacer realidad el hecho educativo y ser transformado en aprendizaje gira en torno al vínculo intrínseco que debe asumir, motivar y gestionar las competencias emocionales con el aprendizaje, de manera particular con el aprendizaje cooperativo (Erazo-Moreno et al., 2023), donde debe destacar de manera enfática el grado de autoconciencia, autorregulación, motivación educativa, el factor empático y las destrezas sociales que se evidencian en un fructífero aprendizaje cooperativo. Este vínculo psicopedagógico se denota también en la contribución individual de cada competencia emocional en la forma práctica de adquirir el aprendizaje (Fernández-Perez y Martín-Rojas, 2022).

En este horizonte se vislumbra que practicar el aprendizaje cooperativo en las aulas fomenta cooperación, crea emociones grupales y competencias emocionales, que fortalecen tanto el desempeño personal como las relaciones sociales entre estudiantes. Lo que lleva a considerar que al lograr estabilidad emocional en los estudiantes entonces permite tener mayor predisposición para generar aprendizaje cooperativo (Kuuk y Arslan, 2020; Martín, 2024).

Por lo que, el estudio tuvo el propósito de analizar los vínculos psicopedagógicos entre las actividades de bienestar emocional y el aprendizaje cooperativo en estudiantes amazónicos de educación básica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

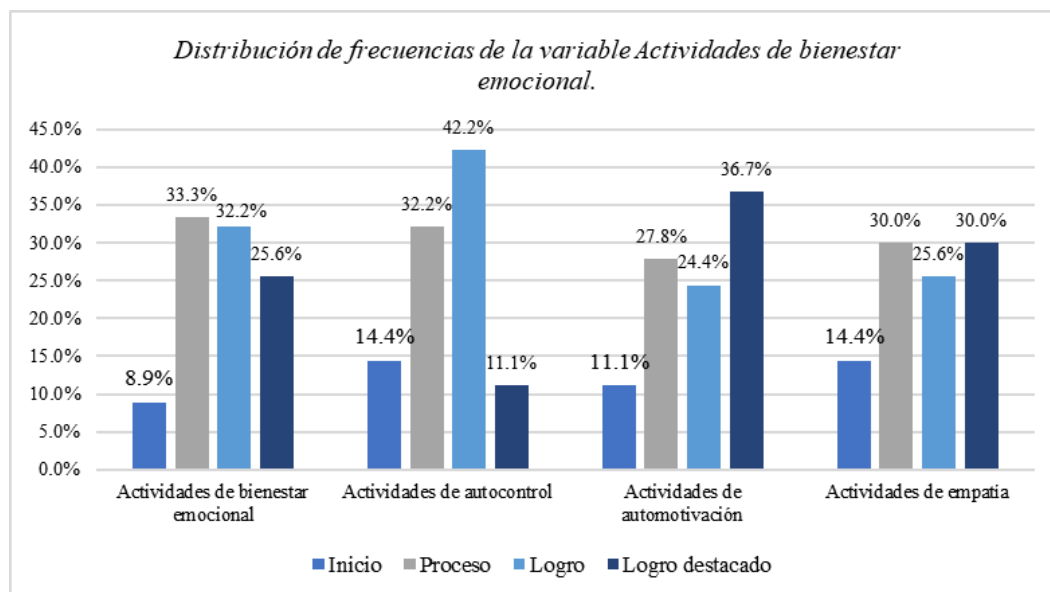
La población estuvo conformada por 120 estudiantes amazónicos de V ciclo de educación básica de una Institución Educativa pública del distrito y provincia de Tambopata, Madre de Dios. La muestra lo conformaron 90 estudiantes entre varones y mujeres. Es un estudio cuantitativo, sustantivo, que buscó relacionar variables para observar la implicancia entre ambas (Hernández y Mendoza., 2018). Se aplicó dos instrumentos validados por expertos (tres), que evidenciaron confiabilidad en la prueba piloto, de 0,812 de alfa de Crombach para el cuestionario actividades de bienestar emocional y 0,826 para el cuestionario aprendizaje cooperativo, ambos con 18 ítems; el experimento piloto se realizó a 15 muestras de otra institución educativa pública, ajena a la institución educativa focalizada donde se realizó la investigación.

## RESULTADOS

Se evidencia en la post educación virtual ciertos efectos que perjudican a los estudiantes. En la figura 1, se presentan los valores promedios en la variable bienestar emocional y sus dimensiones. Los hallazgos evidencian que en la muestra de estudios prevalecen aquellos estudiantes que manejan y practican actividades de bienestar emocional, un total de 33.3% se ubican en destacado, el 32.2% en logro, el 25.6% está en proceso y solo el 8.9% se ubica en inicio; lo que demuestra que una mayoría de estudiantes practican actividades de bienestar emocional y lo vivencian en las aulas.

### Figura 1

*Frecuencias de la variable Actividades de bienestar emocional y dimensiones*

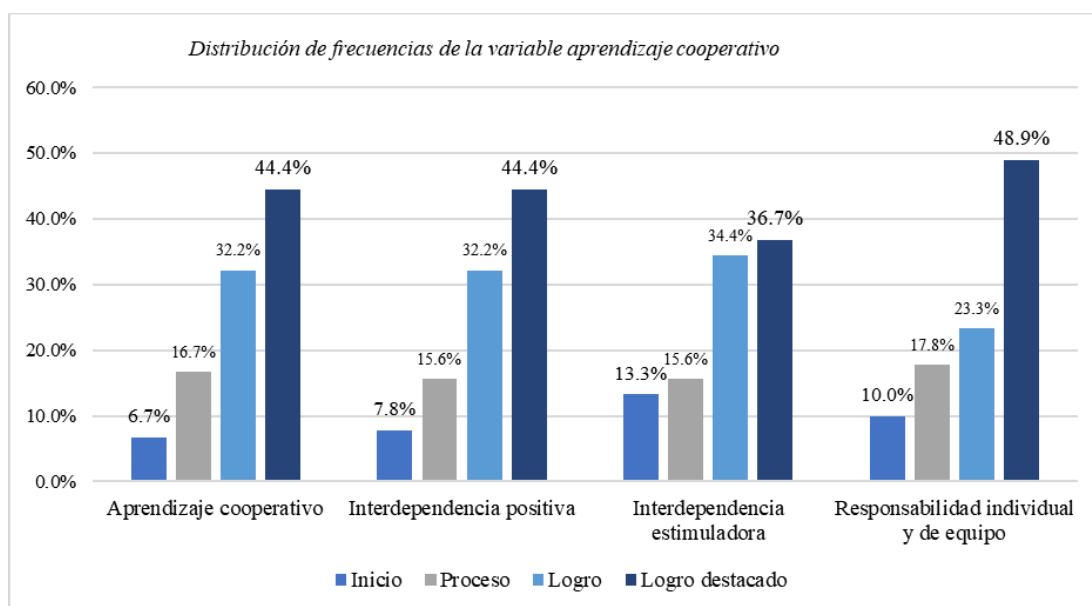


Por su parte, las dimensiones con mayor prevalencia de actividades que practican están el *autocontrol* que demuestra a un 42.2% en el nivel más destacado (logro), seguido por la dimensión *automotivación* con un 36.7% y las *actividades de empatía* con un 30.0% que está en el nivel más destacado, relegando de alguna manera a un grupo menor de estudiantes que se ubican en proceso o inicio.

Los resultados que evidencian la figura 2 muestran valores promedios en la variable Aprendizaje cooperativo y las dimensiones oscilan entre los rangos medio y alto de los correspondientes puntajes; en la muestra de estudio predominaron aquellos estudiantes que mayor destacan en lograr la práctica de actividades académica como el aprendizaje cooperativo, un 44.4 %; haciendo eco también en la dimensión interdependencia positiva con un 44.4%, luego interdependencia positiva con un 36.7% y la responsabilidad individual y de equipo con un logro destacado de 48.9%, lo que refleja que practican más este criterio en el aprendizaje cooperativo .

**Figura 2**

*Frecuencias de la variable aprendizaje cooperativo y sus dimensiones*



En la figura 2, se observa los resultados de la prueba de correlación Tau B de Kendall para la prueba de hipótesis general, donde se evidencia la existencia de una correlación moderada (0.516), entre las actividades de bienestar emocional y la dimensión del aprendizaje cooperativo con una significancia bilateral ( $p=0.000$ ). Asimismo, al realizar el análisis correlacional interno entre la primera variable, actividades de bienestar emocional con las dimensiones de la segunda variable, aprendizaje cooperativo, se evidencia que los estudiantes amazónicos, que son la muestra de estudio, al desarrollar actividades de bienestar emocional [valores “r” de Tau B de Kendall que oscilan entre 0.405 (primera hipótesis específica: Actividades de bienestar emocional se relaciona de manera positiva con la interdependencia),

0.473 (segunda hipótesis específica: Actividades de bienestar emocional se relaciona de manera positiva con la interdependencia estimuladora) y 0.452 (tercera hipótesis específica: Actividades de bienestar emocional se relaciona de manera positiva con la responsabilidad individual y de equipo). Hallazgos que hacen de manifiesto que mientras se desarrollen pedagógicamente actividades de bienestar emocional tendrá asidero en la generación del aprendizaje cooperativo con sus respectivas dimensiones trabajadas, los estudiantes tienen predisposición para el aprendizaje cooperativo en las labores académicas; todo aquello lleva a sostener que el estudio tuvo significancia entre los estudiantes amazónicos.

**Tabla 1**

*Análisis de correlación de Tau B de Kendall para hipótesis general*

			<b>Actividades de bienestar emocional</b>	<b>Aprendizaje cooperativo</b>
Tau_b de Kendall	Actividades de bienestar emocional	Coefficiente de correlación	1000	0.516**
		Sig. (bilateral)	0	0
		N	90	90
	Aprendizaje cooperativo	Coefficiente de correlación	0.516**	1.000
		Sig. (bilateral)	0	0
		N	90	90

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

## DISCUSIÓN

Los hallazgos encontrados en el estudio a partir de la comprobación de las hipótesis planteadas que se enmarcan dentro de las actividades de bienestar emocional con el aprendizaje cooperativo en estudiantes amazónicos de educación básica nos llevan a comprobar que mientras se realicen actividades, estrategias, talleres que involucren el bienestar y gestión emocional permitirá estabilizar, equilibrar la vida emocional de los estudiantes; de esta manera se dé apertura a generar el aprendizaje cooperativo entre los propios estudiantes; en tal menester, se tiene consonancia con los hallazgos de Oscoz (2021), quien encuentra que el bienestar emocional de los estudiantes ayuda en la formación educativa y la generación de aprendizajes, si se trabaja en equipo es más sostenible en el tiempo, que trabajar de manera individual; Así mismo, Blanco y Vila (2021) destacan beneficios de las actividades emocionales que encaminan al aprendizaje y lo vuelven significativo, considerando que se debe implementar estrategias personales que den equilibrio al bienestar emocional que permite a todo estudiante estabilidad emocional en clases, estar concentrados y predispuestos para aprender, son las habilidades emocionales las que aportan en los procesos que ocurren dentro del aprendizaje cooperativo (Vega et al., 2013).

En otro aspecto, las actividades bienestar emocional también pueden tener efectos positivos en la interdependencia positiva; Méndez (2020), considera que mientras se controlen las emociones el aprendizaje en los estudiantes se solidifica, se hace real en la mente el aprendizaje; juega un rol



importante la praxis de autoconciencia y el autocontrol con el aprendizaje cooperativo. La educación emocional fortalece la mente de los estudiantes y previene de cualquier afección que no permita su gestación cognitiva, considerando que esta estrategia cognitiva para aprender es más eficaz en las actitudes de los estudiantes y las habilidades de pensamiento reflexivo que el mismo método tradicional (Kuuk y Arslan, 2020).

El bienestar emocional tiene correspondencia con la interdependencia estimuladora; al respecto, Pérez (2024) infiere que la arquitectura emocional educativa se fundamenta en dimensiones biológicas, psíquicas, sociales y culturales, considerando que los mecanismos esenciales para la educación con el aprendizaje encuentran en las emociones su correspondencia. En este engranaje, Erazo (2023) encuentra algunas habilidades sociales, autoconciencia, la autorregulación, la empatía permiten hacer realidad el aprendizaje cooperativo. Entra a tallar también las competencias emocionales, que tienen efectos moderados positivos en el desarrollo del aprendizaje (Fernandez-Perez y Martin-Rojas, 2022); estar bien psicológicamente conlleva a tener mejor aprendizaje.

Estos logros también resaltan la conexión epistemológica entre las actividades de bienestar emocional con la responsabilidad individual, en la que cada estudiante aporta conocimientos y fortalezas emocionales al trabajar en equipo, con el fin de que todos aprendan. Desde esta óptica, el aprendizaje cooperativo como herramienta metodológica potencia la educación Emocional (Martín , 2024), logra el equilibrio entre pares, puede estabilizar y canalizar la vida emocional de los estudiantes (Prieto et al., 2024), crea un clima pedagógico que les permite interactuar como iguales sin estar compitiendo entre ellos mismos.

## **CONCLUSIONES**

Se puede comprobar la importancia que tiene conocer nuestras emociones para tener predisposición al aprendizaje; si no se está bien emocionalmente, sino se asumen actividades de bienestar que lleven a tranquilizar la vida emotiva, no se podría generar buenos procesos cognitivos y aprender; por ende, mientras se realicen actividades, estrategias, talleres que involucren el bienestar y gestión emocional que permitan estabilizar la mente, recién los estudiantes están listos, equilibrados y predispuestos a lograr aprendizajes como el cooperativo.

La educación emocional en la interdependencia positiva puede fortalecer la mente y prevenir que no permitan su gestación cognitiva; se destaca que el aprendizaje cooperativo mediante la interdependencia permite aprender de forma más eficaz.

El bienestar emocional tiene correspondencia con la interdependencia estimuladora, porque es esencial para educar y aprender, las destrezas de las competencias emocionales tienen efectos positivos que permite hacer realidad el aprendizaje cooperativo.

Se evidencia que existe una conexión epistemológica entre las actividades de bienestar emocional con el aprendizaje cooperativo, desde la responsabilidad individual y de equipo que juega en un equipo de trabajo hasta lograr los propósitos, logrando que aprendan todos desde el aporte de cada uno. Estar bien les permite aprender mejor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Ahmed, Sarah (2015): La política cultural de las emociones, México, UNAM-PUEG.
- Andrada, P., y Mateus, J. C. (2022). Percepciones del impacto de la pandemia en las prácticas docentes de Chile y Perú. *Apuntes*, 49(92), 5-32. <https://doi.org/10.21678/apuntes.92.1550>
- Bonhomme, A., y Vargas-Pérez, S. (2024). De la Psicologización a la Terapización de la educación: la puesta en práctica de políticas de Aprendizaje Social y Emocional en Chile. *Espacios en blanco. Serie indagaciones*, 34(1), 65-81. <http://www.scielo.org.ar/pdf/eb/v34n1/15159485-eb-34-0165.pdf>
- Blanco, M. A., Blanco, M. E., y Hinojo, B. T. V. (2021). Actividades de bienestar emocional propuesta para el desarrollo del aprendizaje significativo en tiempos de postpandemia. *Conrado*, 17(80), 330-338. [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442021000300330yscript=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442021000300330yscript=sci_arttext&lng=pt)
- Casimiro Urcos, J. F., Benites Azabache, J. C., Sánchez Aguirre, F. M., Flores Rosa, V. R., y Palma Albino, F. (2020). Percepción de la conducta por aislamiento social obligatorio en jóvenes universitarios por Covid-19. *Revista Conrado*, 16(77), 74-80.
- Erazo-Moreno, Milagros M., Colichón-Chiscul, María E., Nina-Cuchillo, Josue, y Cubas-Irigoin, Napoleón. (2023). Competencias emocionales y aprendizaje cooperativo de estudiantes universitarios en el contexto de la educación en línea. *Formación universitaria*, 16(3), 11-20.
- Fernández-Gavira, J., Castro-Donado, S., Medina-Rebollo, D., y Bohórquez, M. R., (2021). Development of emotional competencies as a teaching innovation for higher education students of physical education, *Sustainability*, 14(1), 300. <https://doi.org/10.3390/SU14010300>
- Fernandez-Perez, V., y Martin-Rojas, R. (2022). Emotional competencies as drivers of management students' academic performance: The moderating effects of cooperative learning. *The International Journal of Management Education*, 20(1), 100600. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100600>
- Gerbeth, S., Stamouli, E., y Mulder, R. H. (2022). The relationships between emotional competence and team learning behaviours, <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2022.100439>, *Educational Research Review*, 36, 100439
- Goleman, D. (1996). *La Inteligencia Emocional*. Bogotá: Javier Vergara Editor. S.A.
- Hernández-Sampieri R. y Mendoza. (2018). Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In Mc Graw Hill (Vol. 1, Issue Mexico).
- Kuuk, C., y Arslan, A. (2020). Cooperative Learning in Developing Positive Attitudes and Reflective Thinking Skills of High School Students' in English Course. *International Journal of Psycho-Educational Sciences*, 9(1), 83-96. <https://www.journals.lapub.co.uk/index.php/IJPES>
- Martín González, A. R. (2024). *El aprendizaje cooperativo como herramienta para la enseñanza de la educación emocional en educación física*. [Trabajo de grado, Universidad de Valladolid. España]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/66737/TFG-B.%202119.pdf?sequence=1>

- Mendez Bautista, R. I. (2020). Control de emociones y aprendizaje cooperativo en niños de primaria del colegio 27 de Marzo, Ugel 05, 2020. [Tesis de post grado, Universidad Cesar Vallejo. Lima. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48550/Mendez\\_BRI-SD.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48550/Mendez_BRI-SD.pdf?sequence=1)
- Obermeier, R., Gläser-Zikuda, M., Bedenlier, S., Kammerl, R., Kopp, B., Ziegler, A., y Händel, M. (2022). Stress development during emergency remote teaching in higher education. *Learning and Individual Differences*, 98, 102178. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102178>
- Pérez, C. R. (2024). La arquitectura emocional de la educación desde la ciencia, la filosofía y el arte. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (36), 43-67. <https://doi.org/10.17163/soph.n36.2024.01>
- Prieto, I. P., Medrano, P. M. G., y Fernández-Río, J. (2024). El modelo de aprendizaje cooperativo para la mejora de inteligencia emocional en alumnado de educación primaria en educación física (Cooperative learning model for the improvement of emotional intelligence in primary education students in physical education). *Retos*, 59, 750-758. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>
- Savater, Fernando (1997). El valor de educar. Ariel, Barcelona.
- Vega Vaca, Mery Luz, Vidal Rodríguez, David, y del Pilar García, María. (2013). Avances acerca de los efectos del aprendizaje cooperativo sobre el logro académico y las habilidades sociales en relación con el estilo cognitivo. *Revista Colombiana de Educación*, (64), 155-174. Retrieved June 14, 2024, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-39162013000100007&lng=en&lng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-39162013000100007&lng=en&lng=es)
- Vygotsky, L. S. (2014). Sobre los sistemas psicológicos. En L. S. Vygotsky, *Obras Escogidas*. Tomo I (pp. 71-93). Madrid: Antonio Machado
- Vygotsky, L. S. (2017). Teoría de las emociones. Estudio histórico-psicológico. En L. S. Vygotsky, *Obras Escogidas*. Tomo VI (pp. 9-100). Madrid: Antonio Machado.

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Estimación de la radiación solar en la ciudad de Jaén mediante el modelo matemático Bristow-Campbell**

#### **Estimation of solar radiation in the city of Jaén using the Bristow-Campbell mathematical model**

Béker Pariacurí-Recalde<sup>1</sup> \* y Jannier Montenegro-Juárez<sup>1</sup> 

#### **RESUMEN**

El objetivo de la investigación es estimar la radiación solar en la ciudad de Jaén mediante el modelo matemático Bristow-Campbell, se utilizó una metodología del tipo correlacional, porque nos permitió aplicar ciencia a un problema evidente que es la estimación de la radiación solar. Además; se obtuvo los siguientes resultados para datos “Senamhi”, MAD entre (0.317–0.409), MSD entre (0.141–0.259), MAPE entre (6.823%–8.934%), siendo aceptable cuando es menor a un 10%. También; RMSE entre (0.375–0.509), se desearía que fuera “0”; sin embargo, este se acerca y está por debajo de la unidad; el coeficiente de correlación obtenido está entre (0.150–0.462) demostrando que existe un nivel de correlación aceptable. Finalmente, utilizando ANOVA se concluyó que “no existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los grupos de la radiación solar real y estimada”, obteniendo una probabilidad de que las variables evaluadas sean similares con un “p” entre (86.937%–98.277%). Estos resultados se obtuvieron con un “a” entre (0.620 – 0.650), para los años 2018–2021, cumpliéndose lo mostrado en la “Tabla 1”. Concluyendo que, geográficamente nuestra ciudad se caracteriza por un clima “Soleado”; confirmando que el modelo matemático arroja valores significativos y es aceptable para la aplicación en esta zona geográfica.

**Palabras clave:** Radiación solar, Bristow-Campbell, Jaén, Temperatura, Clima.

#### **ABSTRACT**

The objective of the research is to estimate solar radiation in the city of Jaén using the Bristow-Campbell mathematical model. A correlational methodology was used, because it allowed us to apply science to an obvious problem, which is the estimation of solar radiation. Besides; The following results were obtained for “Senamhi” data: MAD between (0.317–0.409), MSD between (0.141–0.259), MAPE between (6.823%–8.934%), being acceptable when it is less than 10%. Also; RMSE between (0.375–0.509), we would like it to be “0”; However, this is close to and below unity; The correlation coefficient obtained is between (0.150–0.462), demonstrating that there is an acceptable level of correlation. Finally, using ANOVA it was concluded that “there are no significant differences between the arithmetic means of the groups of the real and estimated solar radiation”, obtaining a probability that the evaluated variables are similar with a “p” between (86.937%–98.277%). These results were obtained with an “a” between (0.620 – 0.650), for the years 2018–2021, complying with what is shown in “Table 1”. Concluding that, geographically, our city is characterized by a “Sunny” climate; confirming that the mathematical model yields significant values and is acceptable for application in this geographical area.

**Keywords:** Solar radiation, Bristow-Campbell, Jaén, Temperature, Climate.

\* Autor para correspondencia

## INTRODUCCIÓN

Estimar la radiación solar es vital porque nos ayuda a identificar el potencial energético solar con el que se puede contar, esto ayudará para múltiples estudios de aspecto multidisciplinario, validar este modelo servirá como antecedente en la provincia y su futura aplicación sin ningún sesgo de falta de confianza. También recordemos que nuestro país es un lugar ideal para empezar proyectos de energías renovables, principalmente por su abundante disponibilidad de recursos naturales: como el sol, agua, energía geotérmica, eólica entre otros, y explorar e implementar este potencial energético existente puede ayudar a nuestro país a satisfacer la creciente demanda energética (Acevedo, 2014). Esto ayudará a dar una mirada más objetiva a una de las fuentes inagotables de energía, el sol; en consecuencia, el estudio aporta conocimientos, métodos y técnicas esenciales de cómo aplicar este modelo matemático sin ningún problema.

El autor De La Casa et al. (2003) reconoce que estimar la radiación solar es un procedimiento necesario cuando no se cuenta con registros observados de este parámetro en un lugar de estudio y que exista la intención de estudiar la producción primaria, y manifiesta que los datos de radiación solar llegan a ser un parámetro vital para la agricultura, que se puede obtener a partir de las temperaturas extremas.

Y, según Gavilán (2010) menciona que la radiación solar se puede determinar a partir de otras variables, pero su precisión debe ser estudiada de manera cuidadosa, y en ese contexto evaluó 59 lugares de Andalucía y se utilizó el modelo de Hargreaves-Samani y Bristow-Campbell, destacando la importancia de hallar esta variable meteorológica de manera eficiente, debido a que es censado por un número limitado de estaciones meteorológicas en el mundo.

También, Camayo-Lapa et al. (2017) concluye que al efectuar la “*t*” de *student* se halló que no existen diferencias significativas entre lo registrado y calculado con el modelo Bristow-Campbell para la radiación solar, estos valores se obtuvieron para 19 estaciones meteorológicas en la región Junín, y se logró determinar la mayor radiación solar en la estación de Viques con  $6,2 \text{ kWh/m}^2 / \text{día}$  y la menor radiación solar  $3,8 \text{ kWh/m}^2 / \text{día}$  en Pichanaki, evidenciando que existe una mayor radiación solar en la sierra que en la selva.

Según Sulca y Paulino (2019) resalta que el modelo estimador de radiación solar Bristow-Campbell, se puede aplicar en la sierra o selva, además su estudio e implementación contribuirá a cambiar la matriz energética y se dará una mirada a equipos tecnológicos que no utilicen hidrocarburos que emitan gases de invernadero, de esta forma se garantiza una mejor calidad ambiental.

También; Farfán (2020) enfatiza que estimar la irradiancia solar en Lambayeque utilizando el modelo Bristow-Campbell, contando con datos de temperaturas extremas (máximas y mínimas) en estaciones meteorológicas permitirá diseñar sistemas fotovoltaicos de manera exacta, sin sobredimensionamiento,

económicos y necesarios para satisfacer la creciente demanda energética y queda evidente que la radiación solar es una variable muy importante para distintos usos y que puede ser aprovechada de manera exitosa en distintos lugares.

Otra mirada es de Jara (2018) que resalta la importancia de la energía solar como fuente de electricidad y hace énfasis en la condición actual de los diferentes tipos de industria que recurren a los hidrocarburos, sin embargo, estos son agentes contaminantes para el medio ambiente. También, explica de manera precisa dos métodos matemáticos de estimación de la radiación solar (“Angstrom–Prescott” y “Bristow–Campbell”) y del procedimiento de cálculo de las variables necesarias para la estimación. Y concluye que la radiación solar promedio anual del distrito Baños del Inca es de 4.854 kWh/m<sup>2</sup>/día y el mes crítico junio 4.118 kWh/m<sup>2</sup>/día, logrando su objetivo que era calcular la potencia máxima requerida.

Finalmente, Chávez (2019) resalta la utilización de herramientas digitales para el dimensionamiento y utilización de paneles fotovoltaicos (Software SOLARIUS PLUS), esta herramienta ayuda a conocer la radiación solar para un lugar específico y a partir de esos datos realiza cálculos para poder determinar qué tipo materiales se puede utilizar. Llegando a concluir que es viable una instalación de un sistema solar fotovoltaico porque se ha obtenido 4,85 kWh/m<sup>2</sup>/día de radiación solar.

Recordemos que el estudio realizado se encuentra en la ceja de Selva, Jaén, intuyendo su posible aplicación exitosa, en ese sentido la presente investigación su objetivo principal es estimar y describir la radiación solar en Jaén utilizando el modelo matemático Bristow–Campbell; además, determinar el potencial solar y emplear estadísticos como *MAD*, *MSD*, *MAPE*, *RMSE*, *CC* y *ANOVA* para analizar la relación entre la radiación real y la estimada.

En síntesis, la información analizada evidencia que la radiación solar es un parámetro primordial para poder hallar el potencial energético solar de un lugar específico. Además, si solo se tiene datos de temperaturas máximas y mínimas, ¿qué herramientas se puede utilizar?, una solución sería la utilización del modelo matemático Bristow–Campbell.

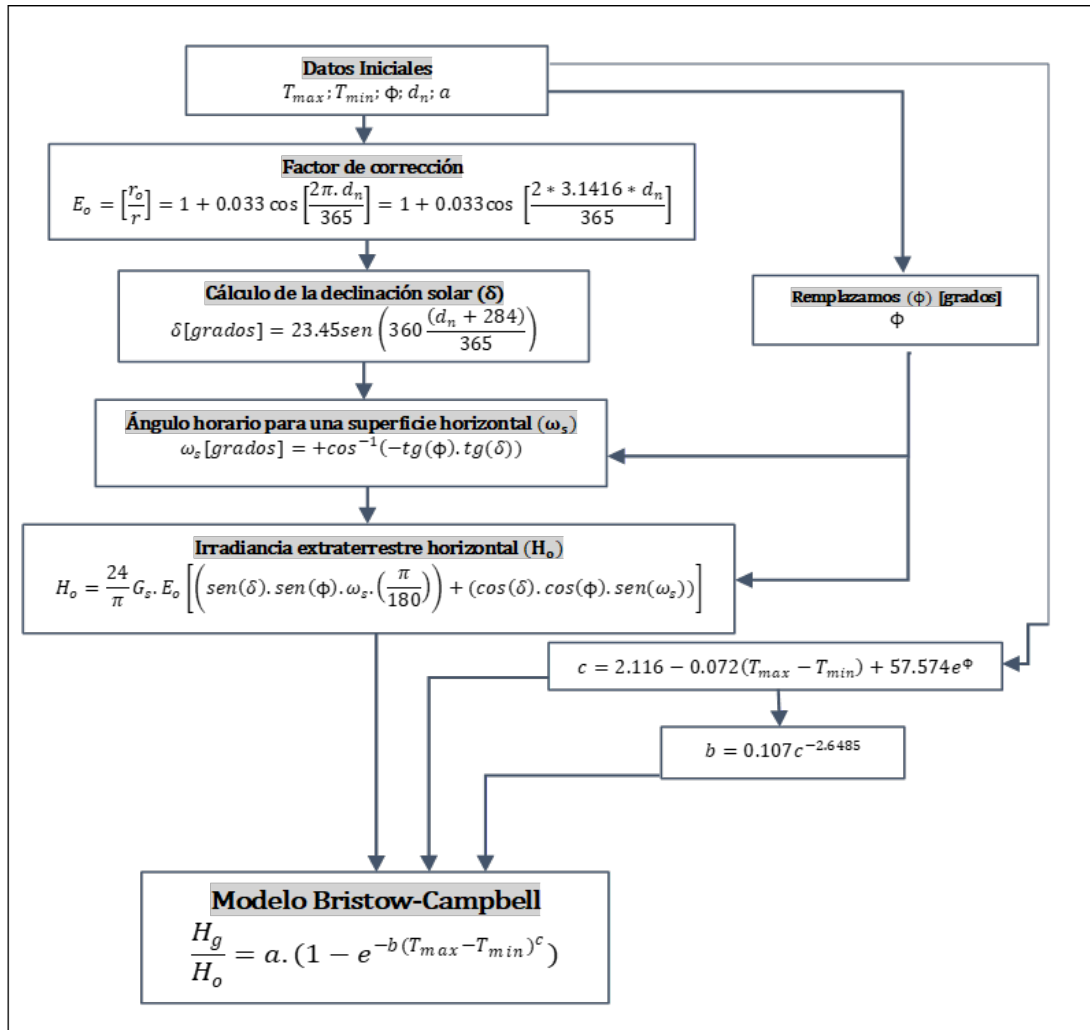
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Esquema esencial de cálculo**

La estructura siguiente ofrece una representación visual de los procedimientos a seguir de manera sistemática y organizada al emplear el modelo “Bristow–Campbell” (Acosta et al., 2023).

**Figura 1**

Esquema de cálculo



Donde:

- $H_g$  : Radiación solar Global [ $\text{kW.h/m}^2$ ].
- $H_o$  : Radiación solar extraterrestre [ $\text{kW.h/m}^2$ ].
- $T_{max}$  : Temperatura máxima [ $^{\circ}\text{C}$ ].
- $T_{min}$  : Temperatura mínima [ $^{\circ}\text{C}$ ].
- "a", "b" y "c": : Constantes del Modelo Bristow-Campbell.
- $E_o$  : Factor de corrección de la excentricidad de la órbita terrestre.
- $G_s$  : Constante solar [Según Iqbal ( $1.367 \text{ kW/m}^2$ )].
- $\Phi$  : Latitud [grados].
- $\delta$  : Declinación solar [grados].
- $\omega_s$  : Ángulo horario para una superficie horizontal [grados].
- $d_n$  : día del año a partir del 1 de enero o día Juliano.
- $E_o$  : Es una Unidad Adimensional.

### Constantes del Modelo Bristow-Campbell.

Los coeficientes A, B y C, aunque empíricos, tienen una relevancia física. A denota la radiación máxima esperada en un día despejado, mientras que B y C regulan cómo A se ajusta conforme aumenta la diferencia de temperatura. Los valores comunes para estos coeficientes son 0.7 para A, en el rango de 0.004 a 0.010 para B, y 2.4 para C (Meza y Varas, 2000).

**Tabla 1**

Valores aproximados para "a".

<i>Característica geográfica</i>	<i>Intervalos (<math>K_t = a</math>)</i>
Nublado	<0 – 0.2>
Parcialmente nublado	<0.2 – 0.6>
Soleado	<0.6 – 0.75>
Muy soleado	<0.75 – 1>

*Nota:* Adaptado de “Comparison of solar radiation in Marsaxlokk, Malta and Valladolid, Spain”, por Yousif et al. (2013).

### Metodología

La investigación adoptó un enfoque correlacional al aplicar métodos científicos para abordar el desafío evidente de estimar la radiación solar basada en temperaturas extremas. Se exploró la relación entre dos variables distintas, la Radiación Real y la Estimada, utilizando técnicas de análisis estadístico para discernir su grado de correlación.

### Análisis de datos

El análisis estadístico requiere datos de radiación solar global real y estimada [Hg] en un tiempo específico. Estos datos son esenciales para evaluar la confiabilidad y el rendimiento de un modelo matemático. Un error mínimo en medidas como *MAD*, *MSD*, *MAPE*, *RMSE*, *CC(r)* y *ANOVA* indica un ajuste satisfactorio del modelo matemático.

#### - Desviación absoluta media (*MAD*).

El error absoluto es la diferencia entre el valor real y el estimado, dividido por el periodo. Se busca minimizar este valor (Bahel et al., 1987).

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |X_t - \hat{X}_t| \quad (1)$$

#### - Error cuadrático medio o desviación cuadrática media (*MSD*).

Es una medida de dispersión del error de predicción (Mejía, 2019).

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2 \quad (2)$$



**- Error de porcentaje absoluto medio (MAPE).**

Proporciona desviaciones en porcentaje y no en unidades. El modelo es aceptable si la desviación no supera el 10% (Alonso et al., 2002).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right| \quad (3)$$

**- Error cuadrático medio (RMSE).**

El RMSE es normalmente un número positivo. Un valor de "0" indica un ajuste perfecto, pero es poco común alcanzar tal precisión (Evrendilek y Ertekin, 2007, p. 142; Iqbal, 1983, p. 384).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2}{n}} \quad (4)$$

**- Coeficiente de correlación (CC, r).**

La correlación (CC) es una prueba de relación lineal entre valores calculados y medidos. Idealmente, debería ser 1 para una relación perfecta (Iqbal, 1983, p. 384; Muzathik et al., 2011, p. 78).

$$CC = \frac{\sum_{t=1}^n (\hat{X}_t - \overline{\hat{X}_t})(X_t - \overline{X_t})}{\left\{ \left[ \sum_{t=1}^n (\hat{X}_t - \overline{\hat{X}_t})^2 \right] \left[ \sum_{t=1}^n (X_t - \overline{X_t})^2 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

Donde:

- $X_t$  : valor real para un periodo "t".
- $\overline{X_t}$  : valor medio (promedio) real.
- $\hat{X}_t$  : valor estimado para un periodo "t".
- $\overline{\hat{X}_t}$  : valor medio (promedio) estimado.
- $n$  : es el número total de periodos

**- Análisis de Varianza de un Factor (ANOVA).**

La *suma de cuadrados del total o global* es:

$$SCT = \sum_{i=1}^n y_i - n\bar{Y}^2 \quad (6)$$

La *suma de cuadrados explicada o de la regresión* es:

$$SCR = \beta_0 \sum_{i=1}^n y_i + \beta_1 \sum_{i=1}^n y_i x_i - n\bar{Y}^2 \quad (7)$$

La *suma de cuadrados del error o residual* es:

$$SCE = \sum_{i=1}^n e_i^2 \tag{8}$$

Calculando  $\beta_0$  y  $\beta_1$ :

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{n}}{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})^2}{n}} \qquad \beta_0 = \bar{Y} + \beta_1 \bar{X}$$

Si se cumple que:

$$SCT = SCR + SCE \tag{9}$$

Con todo esto se completa la siguiente tabla ANOVA:

**Tabla 2**

Tabla ANOVA.

Fuente	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F
Regresión	1	SCR	CMR=SCR/1	CMR/CME
Error	n-2	SCE	CME=SCE/(n-2)	
<b>Total</b>	n-1	SCT		

El estadístico “F” sirve para probar la hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = 0 \text{ vs}$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

De esta forma se rechaza la hipótesis nula si  $CMR/CME > F_{(1, n-2, 1-\alpha)}$

Donde:

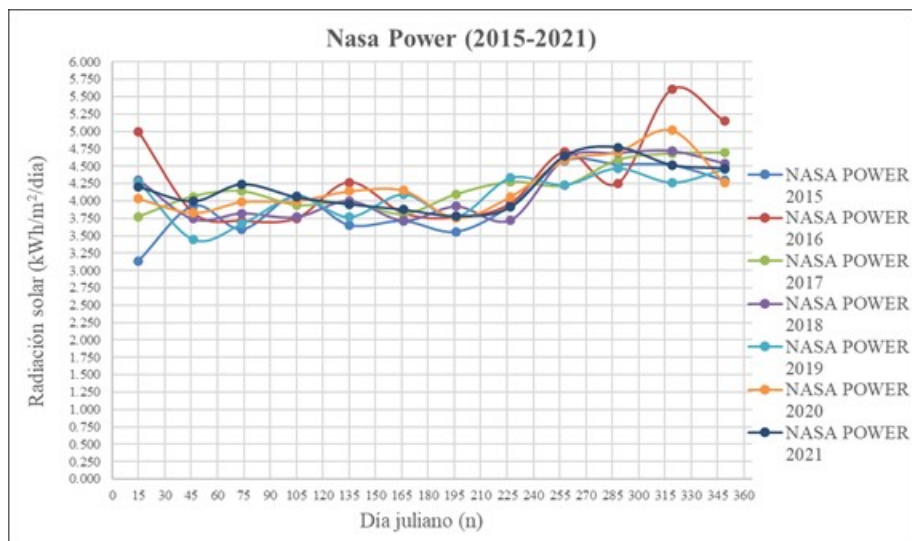
- $y_i$  : Valor estimado
- $x_i$  : Valor real
- $\bar{Y}$  : Promedio de los valores estimados
- $\bar{X}$  : Promedio de los valores reales
- $F$  : Valores críticos de la distribución ( $\alpha = 0.05$ )

## RESULTADOS

### Comportamiento de la radiación solar en la ciudad de Jaén

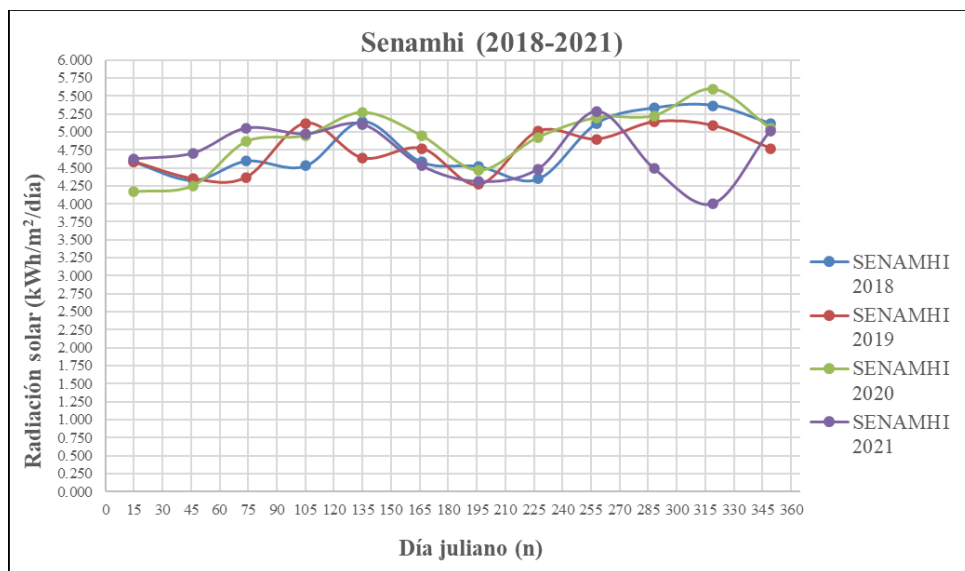
#### a. Para datos de la Nasa Power.

**Figura 2**  
Radiación Solar (2015-2021)



#### b. Para datos del Senamhi.

**Figura 3**  
Radiación solar (2018-2021).



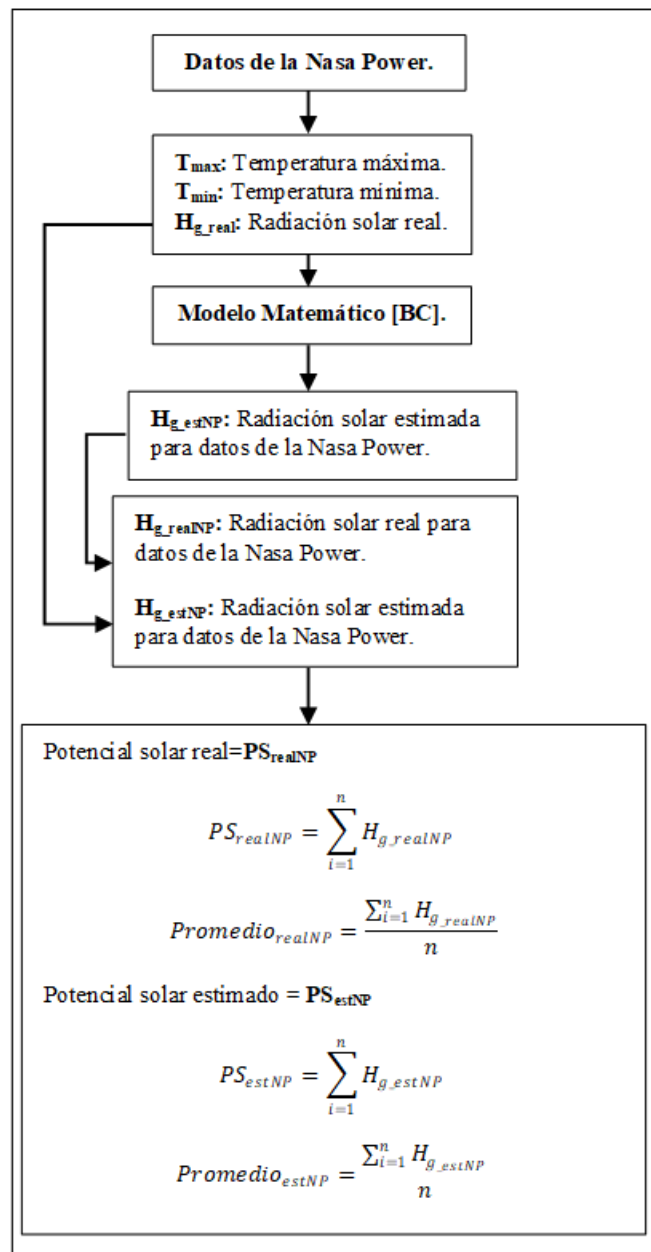
## Potencial solar en la ciudad de Jaén

### a. Potencial solar para datos de la Nasa Power.

Con base en el esquema proporcionado, se procedió a calcular el potencial solar para cada año analizado, tanto en términos reales como estimados. Además, se calculó el promedio respectivo del potencial solar.

**Figura 4**

*Esquema para la determinación del potencial solar utilizando datos de Nasa Power.*



**Tabla 3**

Potencial solar real y estimado en Jaén, utilizando datos de Nasa Power.

Potencial solar para datos de la Nasa Power (2015 - 2021)							
Año	a	b	c	$PS_{realNP}$	Promedio <sub>realNP</sub>	$PS_{estNP}$	Promedio <sub>estNP</sub>
2015	0.530	0.041	1.446	47.471	3.956	48.476	4.040
2016	0.550	0.043	1.421	51.798	4.317	50.948	4.246
2017	0.560	0.039	1.475	50.278	4.190	50.389	4.199
2018	0.560	0.039	1.475	49.576	4.131	50.366	4.197
2019	0.550	0.040	1.460	48.851	4.071	50.017	4.168
2020	0.550	0.040	1.460	50.530	4.211	49.744	4.145
2021	0.550	0.038	1.487	50.432	4.203	49.292	4.108
<b>Máximo</b>	0.560	0.043	1.487	51.798	4.317	50.948	4.246
<b>Mínimo</b>	0.530	0.038	1.421	47.471	3.956	48.476	4.040
<b>Promedio</b>	0.550	0.040	1.461	49.848		49.890	

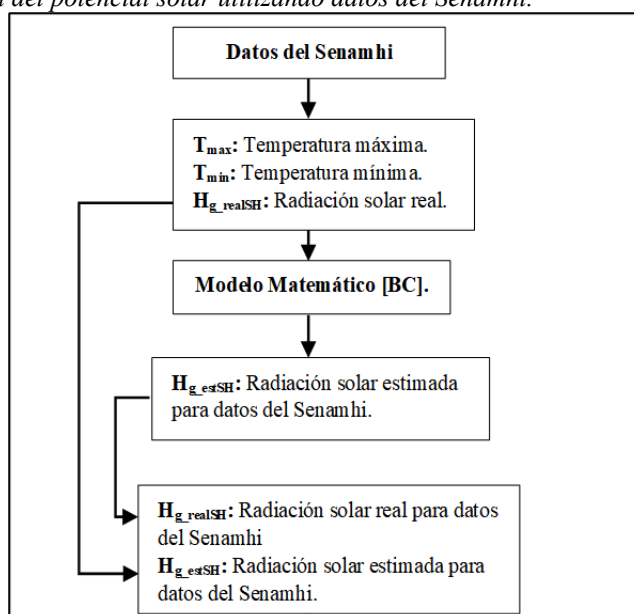
Se logró determinar que existe un potencial solar estimado entre 4.040-4.246 kWh/m<sup>2</sup> y un potencial solar real entre 3.956-4.317 kWh/m<sup>2</sup>, estos resultados se obtuvieron para datos analizados de la Nasa Power (2022), obtenidos de su portal Web disponible. Además, los valores promedios para las constantes “a”, “b” y “c” son, 0.550-0.040-1.461, respectivamente.

**Potencial solar para datos del Senamhi.**

A continuación, se utiliza un esquema similar, pero adaptado para datos obtenidos del Senamhi, de esta forma se encontraron cifras de significativas.

**Figura 5**

Esquema para la determinación del potencial solar utilizando datos del Senamhi.



↓

Potencial solar real= $PS_{realSH}$

$$PS_{realSH} = \sum_{i=1}^n H_{g\_realSH}$$

$$Promedio_{realSH} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{g\_realSH}}{n}$$

Potencial solar estimado =  $PS_{estSH}$

$$PS_{estSH} = \sum_{i=1}^n H_{g\_estSH}$$

$$Promedio_{estSH} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{g\_estSH}}{n}$$

**Tabla 4**  
Potencial solar real y estimado en Jaén, utilizando datos de Senamhi.

Potencial solar para datos del Senamhi (2018 - 2021)							
<i>Año</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	$PS_{realSH}$	$Promedio_{realSH}$	$PS_{estSH}$	$Promedio_{estSH}$
2018	0.620	0.044	1.406	57.556	4.796	57.853	4.821
2019	0.640	0.038	1.486	56.999	4.750	57.300	4.775
2020	0.650	0.040	1.464	58.900	4.908	58.855	4.905
2021	0.620	0.040	1.452	56.554	4.713	56.640	4.720
<b>Máximo</b>	0.650	0.044	1.486	58.900	4.908	58.855	4.905
<b>Mínimo</b>	0.620	0.038	1.406	56.554	4.713	56.640	4.720
<b>Promedio</b>	0.633	0.040	1.452	57.502		57.662	

Se logró determinar que existe un potencial solar estimado entre 4.720-4.905 kWh/m<sup>2</sup> y un potencial solar real entre 4.713-4.908 kWh/m<sup>2</sup>, estos resultados se obtuvieron para datos analizados del Senamhi, obtenidos de su estación meteorológica Jean Gore. Además, los valores promedios para las constantes “a”, “b” y “c” son, 0.633-0.040-1.452, respectivamente.

**Análisis estadístico para datos de la radiación solar en la ciudad de Jaén**

**Análisis estadístico para datos de la Nasa Power**

**Tabla 5**  
Resultados Acumulados - Nasa Power (2015-2021)

Nasa Power - "Portal Web"									
<i>Año</i>	<i>a</i>	<i>MAD</i>	<i>MSD</i>	<i>MAPE</i>	<i>RMSE</i>	<i>"CC o r"</i>	<i>p</i>	<i>F crítico</i>	<i>F calculado</i>
2015	0.530	0.280	0.181	7.797%	0.426	0.471	63.130%	4.301	0.23686
2016	0.550	0.396	0.212	8.960%	0.461	0.689	74.362%	4.301	0.10970
2017	0.560	0.192	0.051	4.712%	0.226	0.770	94.816%	4.301	0.00432
2018	0.560	0.215	0.098	5.486%	0.314	0.663	68.025%	4.301	0.17443
2019	0.550	0.246	0.123	6.395%	0.351	0.406	46.852%	4.301	0.54414
2020	0.550	0.269	0.114	6.428%	0.338	0.554	66.533%	4.301	0.19224
2021	0.550	0.189	0.048	4.473%	0.220	0.777	45.113%	4.301	0.58858
<b>Máximo</b>	0.560	0.396	0.212	8.960%	0.461	0.777	94.816%	4.301	0.58858
<b>Mínimo</b>	0.530	0.189	0.048	4.473%	0.220	0.406	45.113%	4.301	0.00432
<b>Promedio</b>	0.550	0.255	0.118	6.322%	0.333	0.618	65.547%		

Como se muestra, “No existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los grupos de la radiación solar real y estimada” para cada uno de los años evaluados, cumpliéndose que “ $F_{critica} \geq F_{calculada}$ ”. Además; existe una probabilidad entre 45.113-94.816% de que los datos evaluados sean similares. Estos resultados se obtuvieron para datos de la Nasa Power (2022).

### Análisis estadístico para datos del Senamhi

Tabla 6

Resultados Acumulados - Senamhi (2018-2021).

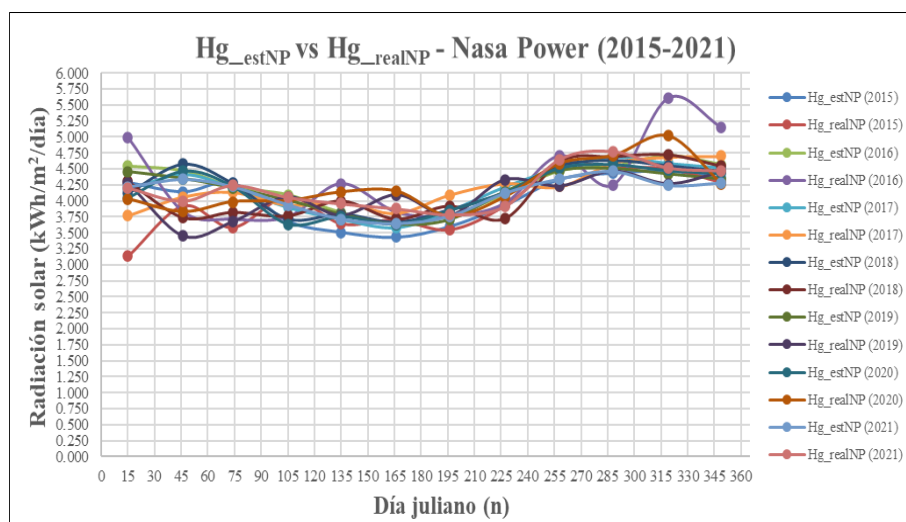
Senamhi - "Estación Jean Gore"									
Año	$\alpha$	MAD	MSD	MAPE	RMSE	"CC or"	$p$	$F_{critico}$	$F_{calculado}$
2018	0.620	0.317	0.150	6.823%	0.388	0.450	87.619%	4.301	0.02484
2019	0.640	0.334	0.141	7.059%	0.375	0.462	86.937%	4.301	0.02769
2020	0.650	0.333	0.196	7.116%	0.443	0.396	98.277%	4.301	0.00048
2021	0.620	0.409	0.259	8.934%	0.509	0.150	96.600%	4.301	0.00186
<b>Máximo</b>	0.650	0.409	0.259	8.934%	0.509	0.462	98.277%	4.301	0.02769
<b>Mínimo</b>	0.620	0.317	0.141	6.823%	0.375	0.150	86.937%	4.301	0.00048
<b>Promedio</b>	0.633	0.349	0.187	7.483%	0.429	0.364	92.358%		

Como se muestra, “No existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los grupos de la radiación solar real y estimada” para cada uno de los años evaluados, cumpliéndose que “ $F_{critica} \geq F_{calculada}$ ”. Además; existe una probabilidad entre 86.937-98.277% de que los datos evaluados sean similares. Estos resultados se obtuvieron para datos proporcionados por el Senamhi de la estación Jean Gore.

### Análisis gráfico del comportamiento de la radiación solar estimada y real (Hg\_est vs Hg\_real)

Figura 6

Comportamiento de la radiación solar 2015-2021 [Nasa Power].

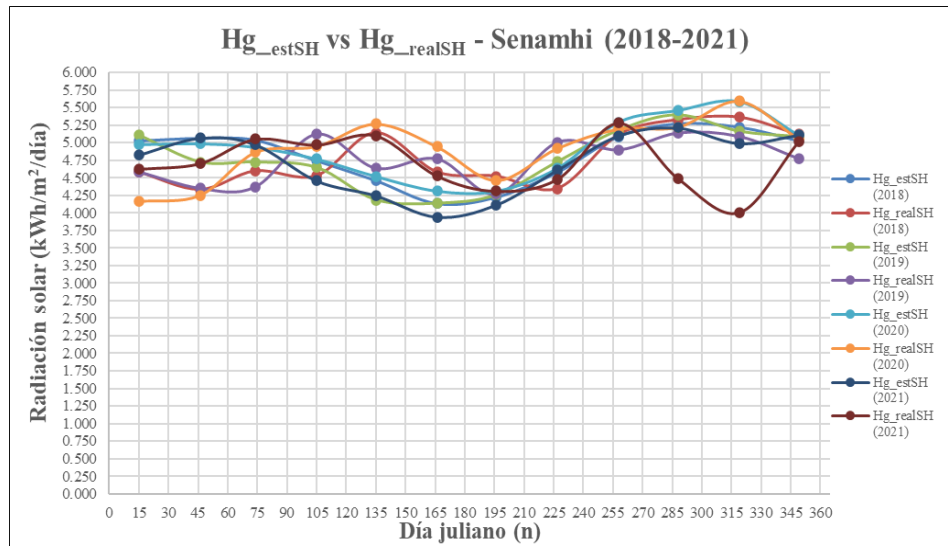


Como es evidente, la radiación real y estimada para datos procesado de la Nasa Power, tienen una tendencia similar al momento de transcurrir el tiempo. Sin embargo, se puede observar que también existen picos que muchas veces el modelo matemático no puede predecir con exactitud. Es importante recalcar, que los beneficios de conocer este modelo matemático nos ayudan a conocer el comportamiento de la radiación solar, solo teniendo datos de temperaturas extremas.

### Análisis gráfico para datos procesados del “Senamhi”.

#### Figura 7

Comportamiento de la radiación solar 2018-2021 [Senamhi].



Ahora, con los datos de Senamhi se ve un patrón similar a la figura anterior, solo existiendo un desnivel abrupto entre los 315-330, sin embargo, esto no descarta la utilidad del modelo matemático. Quedando evidente, que la implementación de este recurso es necesario, si no se cuenta con estaciones meteorológicas de última generación, resaltando que solo se necesita de temperaturas mínimas y máximas para su utilización de manera efectiva.

### DISCUSIÓN

En la investigación se halló un valor promedio de potencial solar entre  $(3.956 \leq Promedio_{realNP} \leq 4.317) kWh/m^2/día$  y  $(4.040 \leq Promedio_{estNP} \leq 4.246) kWh/m^2/día$ , para datos de la *Nasa Power*. Y, un valor entre  $(4.713 \leq Promedio_{realSH} \leq 4.908) kWh/m^2/día$  y  $(4.720 \leq Promedio_{estSH} \leq 4.905) kWh/m^2/día$ , para datos del *Senamhi*. En ese sentido, la siguiente investigación menciona que “Con los resultados obtenidos se puede diseñar sistemas que permitan aprovechar la energía solar disponible en la zona ya sea para colectores solares (calentamiento de un fluido) o sistemas fotovoltaicos para la generación de electricidad; sugiriendo utilizar el valor de 4.0 Kw-



$\text{h/m}^2\text{-día}$ , garantizando de esta manera la funcionabilidad del sistema solar diseñado.” (Farfán, 2020, p. 55). En consecuencia, los resultados obtenidos evidenciaron que es posible un aprovechamiento óptimo de este recurso renovable en nuestra ciudad de Jaén, garantizando un aprovechamiento energético de manera eficiente.

Otro estudio acota lo siguiente “En la Sierra se alcanzó valores del orden de los  $6 \text{ kWh/m}^2\text{/día}$ , y en la Selva de  $4 \text{ kWh/m}^2\text{/día}$ . Consideramos que ambos valores son rentables para aplicaciones térmicas y de generación de electricidad con energía solar.” (Camayo et al., 2017, pp. 14, 15). Comparando con los resultados obtenidos y reconociendo que la ciudad de Jaén se encuentra en “*Ceja de Selva*”, los datos obtenidos tanto para la radiación solar real y estimada, se encuentra dentro del intervalo mencionado.

Los datos de Nasa Power son importantes para dimensionar paneles fotovoltaicos, pero son procesados por métodos matemáticos europeos y obtenidos de estaciones meteorológicas en aeropuertos. En Jaén, la estación más cercana está en Shumba y solo está activa durante los vuelos, lo que puede generar variaciones en las mediciones.

Los datos del Senamhi, sin alteraciones por modelos matemáticos adicionales, se aproximan mejor a los valores reales de radiación solar utilizando solo temperaturas extremas. Aunque tener una estación meteorológica en cada ciudad sería costoso, es necesario para realizar estudios de potencial energético y desarrollar proyectos de energías renovables en zonas estratégicas.

## CONCLUSIONES

Se logró describir el comportamiento de la radiación solar en la ciudad de Jaén para datos reales de la Nasa Power y Senamhi.

Se determinó el potencial solar en la ciudad de Jaén, este potencial solar anual acumulado se encuentra entre  $(47.471 \leq PS_{realNP} \leq 51.798) \text{ kWh/m}^2$  y  $(48.476 \leq PS_{estNP} \leq 50.948) \text{ kWh/m}^2$ , para datos de la Nasa Power (2015-2021). También, se halló  $(56.554 \leq PS_{realSH} \leq 58.900) \text{ kWh/m}^2$  y  $(56.640 \leq PS_{estSH} \leq 58.855) \text{ kWh/m}^2$ , para datos del Senamhi (2018 – 2021). Y sus promedios anuales son los siguientes  $(3.956 \leq Promedio_{realNP} \leq 4.317) \text{ kWh/m}^2\text{/día}$  y  $(4.040 \leq Promedio_{estNP} \leq 4.246) \text{ kWh/m}^2\text{/día}$ , para datos de la Nasa Power;  $(4.713 \leq Promedio_{realSH} \leq 4.908) \text{ kWh/m}^2\text{/día}$  y  $(4.720 \leq Promedio_{estSH} \leq 4.905) \text{ kWh/m}^2\text{/día}$ , para datos del Senamhi. Es evidente que, tantos los resultados reales y estimados, guardan cierta similitud al momento de evaluarlos.

En el análisis estadístico realizado para los datos de *Senamhi*, el estudio arrojó resultados muy positivos, cuando se ha evaluado los datos de la estación meteorológica del “*Senamhi*”. Se obtuvo un *MAD* entre  $(0.317 - 0.409)$ , *MSD* entre  $(0.141 - 0.259)$ , *MAPE* entre  $(6.823\% - 8.934\%)$ , recordando que un modelo

es aceptable cuando es menor a un 10%. También; arrojó un  $RMSE$  entre (0.375 – 0.509), idealmente se desearía que fuera “0”; sin embargo, este se acerca y está por debajo de la unidad. Otro estadístico esencial es el coeficiente de correlación, obteniendo un “CC o  $r$ ” entre (0.150 – 0.462) demostrando que existe un nivel de correlación aceptable, aunque idealmente se desearía que fuera lo más cercano a “1”; sin embargo, este no es cercano “0”, por tanto, no se descarta. Finalmente, utilizando  $ANOVA$  se obtuvo un  $F_{\text{calculado}}$  entre (0.00048 – 0.02769), teniendo en cuenta que el  $F_{\text{crítico}} = 4.301$  es igual para todos los años evaluados, cumpliéndose el principal criterio  $F_{\text{crítica}} \geq F_{\text{calculada}}$ , concluyendo que: “*No existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los grupos de la radiación solar real y estimada*” y obteniéndose una probabilidad de que las variables evaluadas sean similares con un “p” entre (86.937% - 98.277%). Estos resultados se obtuvieron con un “a” entre (0.620 – 0.650), para los años (2018 – 2021), cumpliéndose lo mostrado en la (Tabla 4), geográficamente nuestra ciudad se caracteriza por un clima “*Soleado*”; confirmando que el modelo matemático arroja valores significativos y es aceptable para la aplicación en esta zona geográfica.

- En cambio; en el análisis estadístico realizado para los datos del portal web *Nasa Power*, se obtuvo un  $MAD$  entre (0.189 – 0.396),  $MSD$  entre (0.048 – 0.212),  $MAPE$  entre (4.473% - 8.960%), recapitulando que un modelo es aceptable cuando es menor a un 10%. También; se reportó un  $RMSE$  entre (0.220 – 0.461), idealmente se pretendería que fuera “0”; en cambio, este se acerca y está por debajo de la unidad. Además; se ha determinado el coeficiente de correlación, obteniendo un “CC o  $r$ ” entre (0.406 – 0.777), confirmando que existe un nivel de correlación aceptable, aunque idealmente se desearía que fuera lo más cercano a “1”; sin embargo, este no es cercano “0”, por tanto, no se descarta. Por último, utilizando  $ANOVA$  se obtuvo un  $F_{\text{calculado}}$  (0.00432 – 0.58858), teniendo en cuenta que el  $F_{\text{crítico}} = 4.301$  es igual para todos los años evaluados, cumpliéndose el principal criterio  $F_{\text{crítica}} \geq F_{\text{calculada}}$ , concluyendo que: “*No existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los grupos de la radiación solar real y estimada*” y obteniendo una probabilidad de que las variables evaluadas sean similares con un “p” entre (45.113% - 94.816%). Estos resultados se obtuvieron con un “a” entre (0.530 – 0.560), para los años (2015 – 2021), evidenciándose que no se cumple lo enunciado en la (Tabla 1), porque el rango de “a” se encuentra en “*Parcialmente nublado*”, y la ciudad de Jaén se caracteriza por poseer un clima “*Soleado*”.

- En general, el modelo matemático es ideal para utilizarlo con mediciones reales de temperatura que se hayan registrado en una estación meteorológica, utilizando sensores de temperatura, como mínimo. Sin embargo, si se utiliza datos ya estimados mediante otros modelos matemáticos, el modelo “*Bristow – Campbell*” se vería seriamente afectado al momento de realizar las estimaciones, porque la constante “a” no reflejaría la condición climática (Tabla 1) de la zona de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, A. (Ed.). (2014). *Energías renovables y cambio climático 7 proyectos demostrativos de un desarrollo sustentable* (Primera). Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-12082.
- Acosta, E. H., Valle, M. T., Quijano, W. S., Lizarzaburu, D. A., Castañeda, C. A., y Benites, E. G. (2023). Solar radiation as a source of clean energy: Calculation by Bristow-Campbell thermal amplitude model and validation, 2020. *LACCEI*, 1(8), Article 8. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.455>
- Alonso, M. R., Rodríguez, R. O., Gómez, S. G., y Giagnoni, R. E. (2002). Un método para estimar la radiación global con la amplitud térmica y la precipitación diarias. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires*, 22, 51–56.
- Bahel, V., Bakhsh, H., y Srinivasan. (1987). A correlation for estimation of global solar radiation. *Energy*, Vol. 12, 131–135. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(87\)90117-4](https://doi.org/10.1016/0360-5442(87)90117-4)
- Camayo, V., Bécquer, F., Condezo, H., David, E., Ramos, C., Adam, Y., Massipe, H., y Juan, R. (2017). *Estimación de la radiación solar global, mediante temperaturas extremas, aplicando el modelo Bristow–Campbell en la región Junín, Perú*.
- Camayo-Lapa, B. F., Pomachagua-Paucar, J. E., Massipe-Hernaández, J. R., Quispe-Flores, M. O., y Torres-Ten, A. (2017). Validación y aplicación del modelo Bristow Campbell para estimar la radiación solar global de la región de Junin. *Tecnología Química*, Vol. 37(3), 574–590.
- Chávez, E. (2019). *Evaluación de las energías renovables eólica y solar, para el suministro de energía eléctrica a la comunidad ecológica Majanumia de la provincia de Jaén, departamento Cajamarca* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9057/Ch%c3%a1vez\\_Castro\\_Ever.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9057/Ch%c3%a1vez_Castro_Ever.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- De La Casa, A., Ovando, G., y Rodríguez, A. (2003). Estimación de la radiación solar global en la provincia de Córdoba, Argentina, y su empleo en un modelo de rendimiento potencial de papa. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 32(2), 45–61.
- Evrendilek, F., y Ertekin, C. (2007). Assessing solar radiation models using multiple variables over Turkey. *Clim Dyn* (2008), 131–149. <https://doi.org/10.1007/s00382-007-0338-6>
- Farfán, J. (2020). *Evaluación del modelo empírico de Bristow-Campbell en el registro de la irradiancia solar diaria en las estaciones meteorológicas del Senamhi de la Provincia de Lambayeque* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8701>
- Gavilán, P. (2010). *Modelos de estimación de la radiación solar diaria a partir de medidas de la temperatura*.
- Iqbal, M. (1983). *An Introduction to Solar Radiation*. Academic Press.
- Jara, C. L. (2018). *Implementación de energía fotovoltaica para optimizar el costo por consumo de energía eléctrica en edificio multifamiliar del distrito Baños del Inca Cajamarca* [Universidad César Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25027/jara\\_fc.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25027/jara_fc.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Mejía, E. (2019). Predicción del consumo de energía eléctrica global de la Empresa Municipal de Servicios Eléctricos Utcubamba mediante modelos Holt–Winters. *Revista Científica Pakamuros*, 7(1), 12–12.
- Meza, F., y Varas, E. (2000). Estimation of mean monthly solar global radiation as a function of temperature. *Agricultural and Forest Meteorology*, 100, 231–241. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(99\)00090-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(99)00090-8)
- Muzathik, A. M., Nik, W. S., Ibrahim, M., y Samo, K. (2011). Daily global solar radiation estimate based on sunshine hours. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, 6, 75–80.
- NASA POWER. (2022). *POWER | Data Access Viewer*. POWER | Data Access Viewer. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Sulca, L., y Paulino, C. (2019). *Estimación de la radiación solar global mediante temperaturas extremas, aplicando el modelo Bristow–Campbell en la región Pasco*.
- Yousif, C., Quecedo, G. O., y Santos, J. B. (2013). Comparison of solar radiation in Marsaxlokk, Malta and Valladolid, Spain. *Renewable Energy*, 49, 203–206. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.031>

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Determinación de la vida útil de galletas artesanales de maíz nixtamalizado mediante pruebas aceleradas**

#### **Determination of the Shelf Life of Artisanal Nixtamalized Corn Cookies Using Accelerated Tests**

Yoner Salas-Pastor<sup>1</sup>, Alicia Cruzado<sup>1</sup>, Kevin Ruiz<sup>1</sup>, Jose Sánchez<sup>1</sup>, Ronaldo Sánchez<sup>1</sup>, Cristy Valera<sup>1</sup>,  
Max Sangay-Terrones<sup>1</sup>, William Minchán-Quispe<sup>1</sup> y Marleny Vásquez<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la vida útil en anaquel de las galletas artesanales, marca "Tostis", elaboradas a base maíz nixtamalizado a través del empleo de pruebas aceleradas, en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. El problema reside en la falta de información precisa sobre la vida útil de las galletas artesanales de maíz nixtamalizado, lo cual es crucial para garantizar la calidad y seguridad del producto durante su almacenamiento y comercialización. Las galletas se sometieron a condiciones de almacenamiento de 35, 47 y 60 °C, a 80 % de humedad en cámaras climatizadas. Se evaluó los parámetros críticos de humedad y acidez durante 27 días; se tomaron como referencia los Límites de Calidad Aceptable de la RM N°1020-2010/MINSA. Los cuales fueron modelados a una reacción de orden cero, utilizando ecuación de Arrhenius, concluyendo que el tiempo de vida útil de las galletas artesanales nixtamalizadas para una temperatura promedio de almacenamiento de 20 °C es 30 días considerando el parámetro crítico acidez (%).

**Palabras clave:** Arrhenius, vida útil, nixtamalizado, humedad, acidez.

### **ABSTRACT**

The objective of this research was to determine the shelf life of the artisanal cookies, brand "Tostis," made from nixtamalized corn through the use of accelerated tests, in the district, province, and department of Cajamarca. The problem lies in the lack of precise information on the shelf life of nixtamalized corn artisanal cookies, which is crucial to ensure the quality and safety of the product during storage and commercialization. The cookies were subjected to storage conditions of 35, 47, and 60 °C, at 80% humidity in climate-controlled chambers. Critical parameters of moisture and acidity were evaluated over 27 days; the Acceptable Quality Limits of RM N°1020-2010/MINSA were used as a reference. These were modeled to a zero-order reaction using the Arrhenius equation, concluding that the shelf life of nixtamalized artisanal cookies at an average storage temperature of 20 °C is 30 days, considering the critical parameter of acidity (%).

**Keywords:** Arrhenius, shelf life, nixtamalized, humidity, acidity.

\* Autor para correspondencia

1 Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Email: [yasalasp@unc.edu.pe](mailto:yasalasp@unc.edu.pe), [acruzadoa22\\_1@unc.edu.pe](mailto:acruzadoa22_1@unc.edu.pe), [kruizp22\\_2@unc.edu.pe](mailto:kruizp22_2@unc.edu.pe), [jsanchezc22\\_3@unc.edu.pe](mailto:jsanchezc22_3@unc.edu.pe), [rsanchezc22\\_1@unc.edu.pe](mailto:rsanchezc22_1@unc.edu.pe), [cvalerao22\\_2@unc.edu.pe](mailto:cvalerao22_2@unc.edu.pe), [msangay@unc.edu.pe](mailto:msangay@unc.edu.pe), [wminchanq@unc.edu.pe](mailto:wminchanq@unc.edu.pe), [mivasquezz@unc.edu.pe](mailto:mivasquezz@unc.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

La nixtamalización es un proceso de cocción del maíz en una solución alcalina que se ha utilizado ancestralmente en la producción de tortillas, que mejora las propiedades nutricionales y sensoriales del maíz (Bressani, 1990). En los últimos años, este proceso ha sido adaptado para la elaboración de diversos productos, incluyendo galletas artesanales, debido a sus beneficios en la textura y sabor del producto final (González et al., 2018), que además son una alternativa para personas celiacas (Thompson, 2001).

La determinación de la vida útil de productos alimenticios es esencial para garantizar su calidad y seguridad durante el almacenamiento y comercialización, el fabricante requiere estimar la vida útil de su producto de manera rápida y sencilla, mientras, que el consumidor exige que, en la fecha de consumo del producto, este no experimente alteraciones fisicoquímicas como humedad y acidez (Isuiza et al, 2018), microbiológicas o sensoriales que puedan comprometer su salud (Díaz, 2022). Para determinar vida útil utilizando la ecuación de Arrhenius se debe destacar la importancia de identificar los indicadores críticos de deterioro que en galletas son humedad y la acidez (Bustamante, 2015; Salas, 2009). Gavino et al., (2018) determinaron una vida útil de 123, 179 y 271 días para humedad, actividad de agua y dureza instrumental en galletas saladas respectivamente, las que fueron sometidas a ambientes de almacenamiento de 35, 47 y 60 °C. En el caso de las galletas artesanales de maíz nixtamalizado, existe una falta de información precisa sobre su vida útil, lo cual es crucial para asegurar que el producto mantenga sus propiedades organolépticas y nutricionales a lo largo del tiempo. La ausencia de estudios específicos sobre la vida útil de estas galletas en condiciones aceleradas de almacenamiento representa una brecha significativa en la literatura científica y en la industria alimentaria.

La investigación proporcionará datos confiables sobre la vida útil de las galletas artesanales de maíz nixtamalizado, lo cual permitirá a los productores artesanales optimizar sus procesos de producción, distribución mejorando la calidad y la seguridad alimentaria en la industria de productos artesanales (Fernández et al., 2016) y generando conocimiento científico en este campo.

El propósito de esta investigación fue determinar la vida útil de las galletas artesanales de maíz nixtamalizado, marca “Tostis”, mediante pruebas aceleradas. Este estudio se llevó a cabo en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, y se centró en evaluar los parámetros críticos de humedad y acidez bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Muestra.** La muestra experimental estuvo constituida por 24 paquetes de 18 g de galletas nixtamalizadas, las cuales procedieron del emprendimiento de la marca “Tostis”, ubicado en la ciudad de Cajamarca – Perú. Cada una de las muestras pertenecía a un mismo lote, con las mismas condiciones de proceso y materia prima.

**Diseño experimental.** Se aplicó la metodología de análisis de supervivencia con pruebas aceleradas. Se tomaron 24 paquetes de galletas artesanales las que se sometieron en cámaras de climatización a 3 temperaturas de almacenamiento (35, 47 y 60 °C) evaluando humedad y acidez. Las evaluaciones se realizaron cada 3 días por un periodo 27 días.

**Preparación de las muestras analizadas.** Las muestras fueron trituradas y pasaron por un tamiz de 0.5 mm; se tomaron 3 g y 5 g de muestra para determinar humedad y acidez respectivamente. Se realizaron 3 repeticiones por cada temperatura y para cada parámetro fisicoquímico.

**Determinación de humedad.** Se utilizó el método de estufa de acuerdo con el procedimiento analítico establecido por la NTP 206.011 2018 (INACAL, 2018).

**Determinación acidez.** Se utilizó el método volumétrico establecido por la NPT 206.013 1981 (INACAL, 1981).

**Estimación de vida útil mediante pruebas aceleradas.** Se determinó la orden de reacción en función del  $R^2$  al relacionar el valor crítico (A) vs tiempo de almacenamiento (orden cero) y  $\ln A$  vs  $1/T_a$  (orden uno). Se escogió el orden de reacción que correspondió al mayor  $R^2$ .

$$\frac{dA}{dt} = \pm k A^n \quad \text{Ec. 1}$$

Ecuación de cinética de reacción; donde n: orden de la reacción (0 o 1)

$$\ln A = \ln A_0 \pm kt \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

A: Atributo.

$A_0$ : Atributo inicial.

k: Constante de cinética de reacción.

t: Tiempo.

### Determinación de la $E_a$ y $K_{20}$

Se determinó la energía de activación ( $E_a$ ) de la gráfica  $\ln k$  vs.  $1/T$  abs (°K); donde  $E_a/R$  fue la pendiente y  $\ln k_0$ , la intersección.

$$\ln k = \ln K_0 - \frac{E_a}{RT} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

$k_0$ : Factor pre-exponencial

Ea: Energía de activación (KJ/mol)

R: Constante universal de los gases (0.008314 KJ/mol K)

T: Temperatura absoluta (K)

Luego se emplearon los valores hallados de Ea y  $K_0$ , para calcular el  $k_{20}$  donde la temperatura absoluta fue 293 K; empleando la siguiente ecuación:

$$k = k_0 e^{\frac{-Ea}{RT}} \quad \text{Ec. 4}$$

Conociendo todos los parámetros se determinó el tiempo de vida útil de galletas artesanales nixtamalizadas mediante la Ecuación 2.

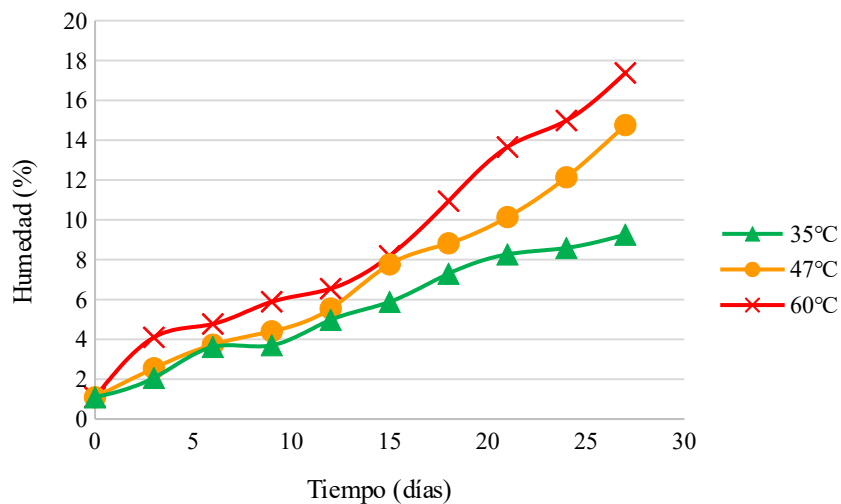
## RESULTADOS

### Determinación del tiempo de vida a partir del porcentaje de humedad

En la Figura 1 se presenta la variación de la humedad de las galletas artesanales nixtamalizadas respecto al tiempo de almacenamiento, para las temperaturas de 35, 47 y 60 °C, observando que a la temperatura de 60 °C la humedad aumenta rápidamente en comparación de las otras dos temperaturas.

**Figura 1**

Tendencia de los valores del porcentaje de humedad, respecto al tiempo de almacenamiento de las galletas nixtamalizadas a 35, 47 y 60 °C.



**Tabla 2**

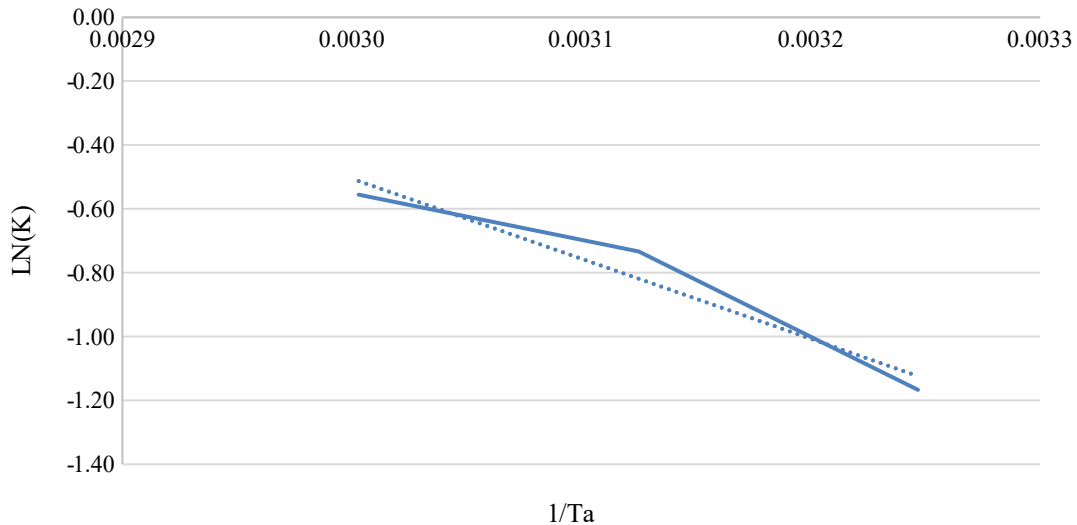
Valores de  $k$  para cada temperatura (35, 47 y 60 °C), cinética  $n=0$

T(°C)	R <sup>2</sup>	Pendiente (K)	Intersección (Q <sub>0</sub> )
35	0.99	0.3113	1.2729
47	0.98	0.4801	1.8406
60	0.97	0.5737	1.0095

Los valores del  $R^2$  establecieron que el orden de reacción es cero para las tres temperaturas (Tabla 2). En la Figura 2 se muestra la regresión lineal usando el logaritmo neperiano de la humedad respecto al tiempo de almacenamiento a las tres temperaturas en estudio.

**Figura 2**

Relación entre  $\ln(\text{humedad})$  en función del tiempo de almacenamiento (días) de las galletas nixtamalizadas a 35, 47 y 60 °C.



Para estimar la vida útil de las galletas artesanales nixtamalizadas, se ha determinado la energía de activación ( $E_a$ ),  $k_0$ ,  $k_{20}$  (20 °C) estableciendo un tiempo de 1.717 meses (Tabla 3).

**Tabla 3**

Determinación de la energía de activación ( $E_a$ ),  $k_0$ ,  $k_{20}$  (20 °C) y el tiempo de vida con respecto al contenido de humedad de las galletas artesanales nixtamalizadas

$-E_a$ (KJ/mol)	$K_0$	$K_{20}$	Hc (%)	$t_{20}$ (días)	$t_{20}$ (meses)
20.86	1118.67	0,2141	12	51.54	1.718

*Nota:* Hc, humedad crítica;  $E_a$ , energía de activación;  $k_{20}$ , constante de cinética de reacción a 20 °C;  $K_0$ , Factor pre-exponencial;  $t_{20}$ , tiempo de vida a 20 °C.

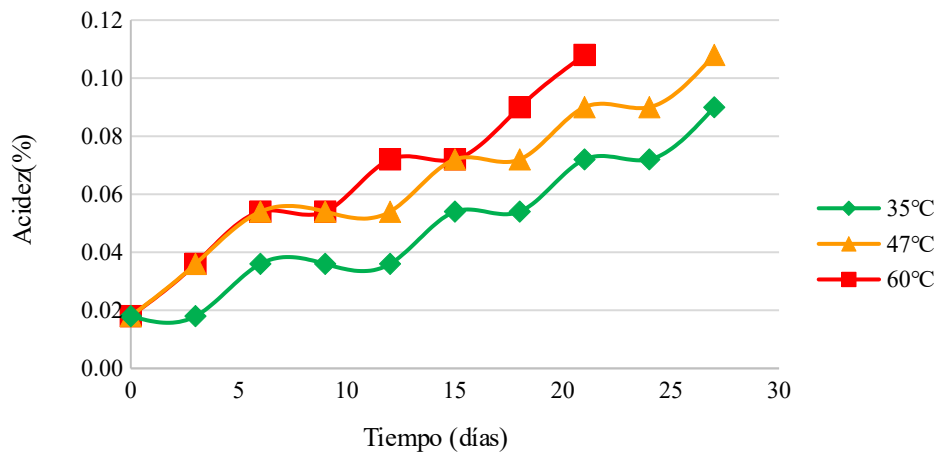
### Determinación del tiempo de vida a partir de la acidez (%)

En la Figura 3 se presenta la variación de la acidez (%) de las galletas artesanales nixtamalizadas respecto al tiempo de almacenamiento a 35, 47 y 60 °C. Se observa que a 60 °C la acidez aumentó en mayor grado a comparación de las temperaturas de 35 y 45 °C. Además, se observa que los valores obtenidos no se ajustan a una línea recta, por lo cual se determinaron los valores de  $R^2$  (Tabla 4) y se establecieron el orden de la reacción cero para las tres temperaturas.



**Figura 3**

*Tendencia de los valores de acidez respecto al tiempo de almacenamiento de las galletas a 35, 47 y 60 °C.*



**Tabla 4**

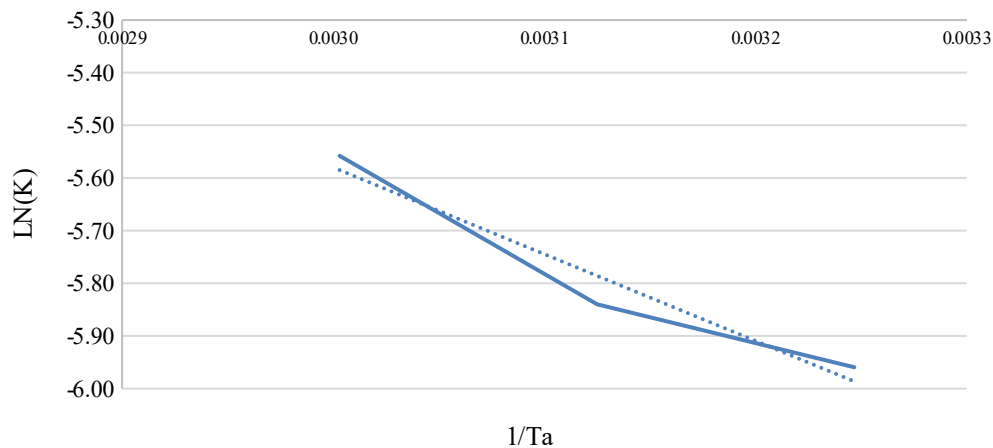
*Valores de K para cada temperatura (35, 47 y 60 °C)*

T(°C)	R <sup>2</sup>	Pendiente (K)	Intersección (Qo)
35	0.95	0.0026	0.0137
47	0.95	0.0029	0.0376
60	0.96	0.0039	0.0225

*Nota:* Los valores de R<sup>2</sup>, pendiente (k) e intersección de cada temperatura se obtuvieron al modelar los datos a una ecuación linealizada de orden de reacción uno, donde la abscisa fue el tiempo y la ordenada el logaritmo neperiano de la acidez

**Figura 4**

*Relación entre Ln(Acidez) en función del tiempo de almacenamiento (días) de las galletas nixtamalizadas a 35, 47 y 60 °C*



Para estimar la vida útil de las galletas artesanales nixtamalizadas, se ha determinado la energía de activación ( $E_a$ ),  $k_0$ ,  $k_{20}$  (20 °C) estableciendo un tiempo de 1.02 meses (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Determinación de la Energía de activación,  $K_0$ ,  $K_{20}$  y el tiempo de vida respecto a la actividad de agua de las galletas nixtamalizadas.*

$E_a$ (KJ/mol)	$K_0$	$K_{20}$	Acidez <sub>c</sub> (%)	$t_{20}$ (días)	$t_{20}$ (meses)
13.70	1.89	0.0019	12	30.8	1.02

*Nota:* Acidez<sub>c</sub>, actividad de agua crítica;  $E_a$ , energía de activación;  $k_{20}$ , constante de cinética de reacción a 20 °C;  $K_0$ , Factor pre-exponencial;  $t_{20}$ , tiempo de vida a 20 °C.

## DISCUSIÓN

Los valores críticos fueron: 12 % de humedad y 0.10 % de acidez (MINSA, 2010). El valor de la humedad crítica es similar a lo reportado por Gavino et al., (2018) en galletas saladas (6.38 %), quien además menciona que hasta este valor de humedad las galletas son aceptadas por los consumidores, con un nivel más alto disminuye la aceptación, debido al cambio de humedad la que afecta a la crocancia de las galletas.

Los resultados muestran un aumento significativo de la humedad en las galletas almacenadas a 60 °C en comparación con las galletas almacenadas a 35 °C y 47 °C (Figura 1). Estas diferencias sugieren que la temperatura influye directamente en la capacidad de retención de agua del producto, debido a una mayor liberación de humedad desde las capas internas, es decir a temperaturas elevadas se puede observar una reabsorción de humedad de las galletas artesanales nixtamalizadas indicando que a 60 °C son más susceptibles a la degradación acelerada. Esto se traduce en una menor vida útil, ya que una mayor humedad puede influir negativamente en la textura y favorecer la actividad microbiana (Mari et al., 2024), acorde con lo citado por Wodecki et al. (2023) quienes señalan que, a temperaturas elevadas, algunos productos pueden mostrar un aumento temporal de humedad debido a la difusión interna del agua desde capas más profundas hacia la superficie antes de que ocurra la evaporación.

Una pendiente excesiva ( $E_a/R$ ) significa que la reacción es más dependiente de la temperatura; es decir, a medida que la temperatura se incrementa, la reacción aumenta a una velocidad mayor (Valentas et al., 1997). Además, el contenido de humedad puede influenciar los parámetros cinéticos  $E_a$  y  $K_0$ , las concentraciones de los reactantes y en algunos casos el orden de reacción aparente (Chica y Osorio, 2003); lo cual incrementa la facilidad de migración del vapor de agua a través del empaque a la galleta. El tiempo de vida de la galleta artesanal nixtamalizada considerando como característica crítica a la Humedad fue 51 días (Tabla 3), superior al obtenido considerando como parámetro crítico 30 días, pero

inferior a los 45 días reportado por Kurniadi et. al (2019). La diferencia entre el valor experimental y el teórico se debe principalmente a que la unidad experimental evaluada fue un paquete de galletas artesanales, a diferencia de la presentación de las galletas saladas de harina de yuca modificada que tenían un empaque de polietileno secundario que actuaba como barrera al vapor de agua, alargando su tiempo de vida.

Los resultados reportados para la acidez de las galletas artesanales nixtamalizadas almacenadas a 35, 47 y 60 °C (Figura 3) muestran un incremento en la acidez debido a la oxidación de lípidos (Choe y Min, 2007, Isuiza et al, 2018) a lo largo del tiempo, esto tiene relación con la aceleración de reacciones químicas a temperaturas elevadas, lo que coincide con investigaciones previas que destacan cómo la temperatura y la humedad relativa afectan la tasa de deterioro de los productos horneados (Cauvain, 2015). Este comportamiento también se relaciona con la pérdida de frescura y la modificación de las propiedades organolépticas de las galletas a lo largo del tiempo (Meilgaard et al., 2019; Yilmaz, 2017). La vida útil de la galleta artesanal nixtamalizada, tomando en cuenta la acidez como característica crítica, fue de 30,8 días (Tabla 5). Este resultado es superior al parámetro crítico de 30 días, pero menor (45 días) al reportado por Kurniadi et. al (2019). La discrepancia entre el valor experimental y el teórico se debe principalmente a que la unidad evaluada fue un paquete de galletas artesanales, a diferencia de las galletas saladas que contaban con un empaque secundario que actuaba como barrera contra el vapor de agua, prolongando así su vida útil.

## CONCLUSIONES

El tiempo de vida útil de las galletas artesanales nixtamalizadas marca “Tostis” mediante pruebas aceleradas, considerando como parámetros críticos a la humedad y acidez, es de 30 días a una temperatura promedio de almacenamiento de 20 °C.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bustamante Oyague, B. (2015). Estudio de la vida útil de galleta salada mediante la ecuación de Arrhenius. Universidad Nacional del Callao. Lima, Perú.
- Bressani, R. (1990). Nixtamalization of maize. *Food Reviews International*, 6(2), 225-264.
- Chica, B. y Osorio, S. (2003). *Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado* (Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico). Universidad Nacional de Colombia. Caldas, Colombia
- Choe, E., y Min, D. B. (2007). Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(3), 239-248.
- Cauvain, S. P., y Young, L. S. (Eds.). (2018). *Technology of breadmaking* (3rd ed.). Springer International Publishing.

- Díaz, A. (2022). *Análisis de las metodologías más utilizadas para la determinación de la vida útil de alimentos* (Tesis pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Fernández, A., Rojas, E., García, A., Mejía, J., y Bravo, A. (2016). Evaluación fisicoquímica, sensorial y vida útil de galletas enriquecidas con subproductos proteicos de suero de quesería. *Revista Científica*, 26(2), 71-79.
- Gavino, G., Jhoselyn, ;, Liñan Perez, F., Coavoy Sánchez, I., Coronado Olano, J., Walter, ;, Salas Valerio, F., Fernando, L., y Delgado, V. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas. *Anales Científicos*, 79(1), 218–225. <https://doi.org/10.21704/AC.V79I1.1166>
- González, J., Pérez, M., y López, R. (2018). Adaptación del proceso de nixtamalización para la elaboración de galletas. *Journal of Food Science*, 83(4), 1023-1030.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (1981). *NTP 206.013:1981. Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de la acidez*. Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2018). *NTP 206.011:2018. Bizcochos, galletas y pastas o fideos. Determinación de humedad*. Lima, Perú: INACAL.
- Isuiza, G. G. P., Perez, J. F. L., Sánchez, I. C., Olano, J. C., Salas, W., y Delgado, L. F. V. (2018). Vida en anaquel de galletas saladas utilizando pruebas aceleradas. *Anales Científicos*, 79(1), 218-225. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Kurniadi, M., Khasanah, Y., Kusumaningrum, A., Angwar, M., Rachmawanti, D., Parnanto, N. y Pratiwi, L. (2019). Formulación y predicción de la vida útil de galletas a partir de harina de yuca modificada (Mocaf) en envases flexibles. *Serie de conferencias IOP: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*, 251. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012034>.
- Mari, V., Rossi, M., y Benítez, J. (2024). Water Reabsorption in Baked Goods during Drying Stages: Temperature Effects. *Journal of Food Science and Technology*, 39(2), 215-223.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., y Carr, B. T. (2019). *Técnicas de Evaluación Sensorial*. CRC Press.
- Ministerio de Salud (MINSAL). (2010). *Resolución Ministerial N° 1020-2010-MINSA. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería*. Lima, Perú: MINSAL.
- Salas, M. (2009). Determinación de la vida útil de productos alimenticios. *Journal of Food Quality*, 32(3), 345-356.
- Thompson, T. (2001). Wheat starch, gliadin, and the gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 101(12), 1456-1459. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(01\)00350-1](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(01)00350-1)
- Valentas K.J., Rostein E., Singh R.P. 1997. *Handbook of Food Engineering Practice*. CRC Press. Boca Raton - New York.
- Yilmaz, Y., y Karadeniz, F. (2017). Maillard reaction and caramelization in food products: Mechanisms and impact on product quality. *Food Chemistry*, 225, 263-272.
- Wodecki, M., Zwierz, W., y Figiel, A. (2023). Desarrollos recientes en la hibridación de la técnica de liofilización en la deshidratación de alimentos: una revisión de las cualidades químicas y sensoriales. *Alimentos*, 12(18), 3437 P.

## ARTÍCULO ORIGINAL

### **Depresión y agresividad en estudiantes de los colegios estatales del nivel secundario en Tarapoto, 2024**

#### **Depression and aggression in students of state secondary schools in Tarapoto, 2024**

Maria Arévalo<sup>1</sup> , Olinda Cruz<sup>1</sup> , Estefita Escobar<sup>1</sup>  y Jesenia Huamán<sup>1</sup> 

#### **RESUMEN**

La depresión y la agresividad son problemas de salud mental prevalentes en la adolescencia, dado a que es una etapa de cambios bruscos y de búsqueda de nuevas experiencias que afectan lo emocional y conductual. A nivel mundial, la depresión ha aumentado en un 26% en varones y un 28% en mujeres en el transcurso de un año. En Latinoamérica, un estudio reveló recientemente que 1 de cada 3 estudiantes fueron víctimas de agresión física al menos una vez al año, siendo los varones quienes presentaron una mayor prevalencia (38.6%) que las mujeres (25.9%). Por ello, el propósito fue determinar la relación entre depresión y agresividad en estudiantes de secundaria. Se analizaron 400 datos de estudiantes de secundaria entre 13 y 18 años. Con respecto a los resultados, mostraron una relación directa y significativa entre depresión y agresividad ( $\rho = 0.527^{**}$ ,  $p = 0.00$ ). En conclusión, se demuestra que, a mayor depresión, mayor agresividad, es decir que la depresión se relaciona significativa con la agresividad en los adolescentes.

**Palabras Clave:** depresión, agresión, adolescentes, secundaria

#### **ABSTRACT**

Depression and aggression are mental health problems prevalent in adolescence, given that it is a stage of sudden changes and the search for new experiences that affect the emotional and behavioral. Worldwide, depression has increased by 26% in males and 28% in females over the course of a year. In Latin America, a study recently revealed that 1 in 3 students were victims of physical aggression at least once a year, with males having a higher prevalence (38.6%) than females (25.9%). Therefore, the purpose was to determine the relationship between depression and aggression in high school students. 400 data from high school students between 13 and 18 years old were analyzed. Regarding the results, they showed a direct and significant relationship between depression and aggression ( $\rho = 0.527^{**}$ ,  $p = 0.00$ ). In conclusion, it is shown that the greater the depression, the greater the aggression, that is, depression is significantly related to aggression in adolescents.

**Keywords:** depression, aggression, adolescents, high school

\*Autor de correspondencia

---

<sup>1</sup> Universidad Peruana Unión, Perú. Email. [teresaarevalo@upeu.edu.pe](mailto:teresaarevalo@upeu.edu.pe), [olindacruz@upeu.edu.pe](mailto:olindacruz@upeu.edu.pe), [estefitaescobar@upeu.edu.pe](mailto:estefitaescobar@upeu.edu.pe), [jeseniahuaman@upeu.edu.pe](mailto:jeseniahuaman@upeu.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

El incremento de trastornos mentales en adolescentes es un desafío global que no solo afecta su bienestar actual, sino también va a repercutir en la adultez (Santre, 2022). De tal manera que, esto ha generado múltiples dificultades emocionales y comportamentales (Solmi et al., 2022). En cuanto a la etapa adolescente, es un periodo crucial de cambios que conectan a la niñez y la edad adulta, caracterizada por la búsqueda de desarrollar su identidad y experimentar nuevas experiencias, lo que influye en el moldeamiento de su personalidad (Nebhinani y Jain, 2019). Durante este periodo de transición se generan cambios bruscos físicos y emocionales, en la cual la incidencia de problemas de salud mental se incrementa (Han et al., 2023). En esta etapa aparecen dificultades internas como la depresión y ansiedad que tienden a exteriorizarse en agresión, estos factores son esenciales para evaluar la salud mental (Babicka-Wirkus et al., 2023). A su vez, los adolescentes con síntomas depresivos se relacionan independientemente con rasgos específicos cognitivo-sensoriales, cubiertos por acciones agresivas (Ruchkin et al., 2023). Es decir, que la impulsividad y la desregulación emocional, presentes en la depresión, generan agresión hacia otros (Pinals, 2021). Por lo que, los trastornos afectivos como la ansiedad y depresión se incrementaron en un 26% y 28% respectivamente durante un año (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022). Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2021) reportó que 1 de cada 3 estudiantes fueron víctimas de agresión física al menos una vez al año, asimismo las edades oscilaron entre 13 a 15 años, siendo los varones quienes presentaron una mayor prevalencia (38.6%) que las mujeres (25.9%).

Por otra parte, un estudio realizado en adolescentes de Líbano reveló que el 31.0% presentaba síntomas de depresión moderada, mientras que un 31.7% mostró comportamientos de agresión . Además, en Estados Unidos, se encontró que el 31.2 % de los adolescentes presentaba síntomas depresivos, en tanto, un 29 % mostraba un mayor riesgo de conductas agresivas debido al consumo de refrescos menos de una vez al día . En indonesia, el 55.9 % de los adolescentes mostró agresividad verbal moderada, el 50.4 % experimentó depresión, y el 45.5 % tenía baja autoestima, lo que resalta la importancia de abordar la agresión verbal en este grupo .

Con respecto, la depresión es el estado de ánimo bajo, manifestándose a través de síntomas como la angustia, desinterés, desvalorización de sí mismo, insomnio, inapetencia (Beck, 1979). Además, Razzak et al. (2019) sostienen que existe una mayor prevalencia de depresión relacionada a factores hereditarios. Por consiguiente, la depresión presenta componentes orgánicos, referente a las funciones cerebrales encargados de modular las emociones, el raciocinio y las rutinas diarias (Ettman et al., 2020). Esto produce que la persona exteriorice aspectos tales como llanto frecuente injustificado, disminución de la

vitalidad, agotamiento, dificultad para conciliar el sueño, desorden alimenticio, así como constante irritabilidad (Beyazsacli y Bankoglu, 2020).

En este contexto, la principal causa de depresión en la adolescencia se asocia a la disfunción familiar, así como factores relacionados con los antecedentes personales y familiares acompañado de ideaciones suicidas (Serna-Arbeláez et al., 2020), a su vez, La prevalencia de comportamientos autodestructivos en la adolescencia se relaciona con el consumo de sustancias psicoactivas, que aumenta el riesgo de depresión y ansiedad. Igualmente, los antecedentes familiares de autolesiones y las relaciones parentales conflictivas impactan la salud física y psicológica de los adolescentes (Hernández-Bello et al., 2020)

Por otro lado, la agresividad es la acción destinada a infligir daño físico o emocional hacia otros (Buss, 1961). Sumado a ello, la agresividad es un rasgo de la personalidad dirigida a vivenciar y expresar comportamientos agresivos, ya sea de forma física o verbal mediante la hostilidad, ira e irritabilidad evidenciándose en el comportamiento (Buss y Perry, 1992).

Por otra parte, la agresividad es producto de la relación afectiva distante entre los padres e hijos generando que el adolescente desarrolle problemas de agresividad con sus pares creando un ambiente conflictivo (Silva et al., 2021). De esta manera, los adolescentes agresivos actúan impulsivamente e intimidan a sus pares que consideran sus víctimas, lo que desencadena ira y conduce a episodios de agresión verbal o física (García et al., 2020).

Por su parte, la depresión puede asociarse con comportamientos agresivos, aumentando el riesgo suicida, especialmente en los varones, quienes tienen una mayor predisposición a problemas de agresión, convirtiéndose en vínculo relevante (Xuan et al., 2023). A su vez, las investigaciones como Ruchkin et al. (2023) atribuyen que la conducta agresiva y la depresión se relacionan principalmente con problemas comórbidos de salud mental en adolescentes. Sin embargo, la ira sumada a la rumia y la agresión social mostraron correlaciones más directas con la depresión

Además, se ha encontrado que la relación entre la conducta agresiva y la depresión en adolescentes está principalmente relacionada con problemas de salud mental comórbidos. Además, se ha encontrado que la ira, junto con la rumia y la agresión social, muestra correlaciones más directas con la depresión (Ruchkin et al., 2023)

Pon ende, esta investigación contribuye teóricamente a la identificación de los factores que influyen en el desarrollo de la depresión y la agresividad en adolescentes, promoviendo la creación de herramientas innovadoras para abordar estas problemáticas en entornos educativos. El objetivo es determinar la presencia de una correlación significativa entre la depresión y la agresividad, así como con sus variables

específicas (agresión física, agresión verbal, ira y hostilidad) en estudiantes de nivel secundario de la ciudad de Tarapoto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se lleva con un diseño metodológico correlacional simple (DCS) para determinar la relación entre la variable de depresión y agresión, del mismo modo fue de diseño no experimental ya que no se controlaron las variables, y transversal dado que se analizó la correlación de las variables en un momento específico

La muestra de la investigación estuvo compuesta por 400 estudiantes de secundaria de colegios nacionales en Tarapoto, con edades comprendidas entre 13 y 18 años ( $M=14.52$ ;  $DE=1.143$ ). De estos, el 51.3% eran mujeres y el 48.7% eran varones. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que significa que se seleccionaron participantes que estaban disponibles y dispuestos a participar en el estudio. Por otra parte, se incluyó a estudiantes del nivel secundario de los colegios nacionales de la ciudad de Tarapoto que oscilan entre las edades de 13 a 18 años, también a los estudiantes que no son oriundos de la ciudad de Tarapoto pero que estudien en Tarapoto, asimismo, se excluyó a adolescentes que no pertenezcan al nivel secundario, que no se encuentren dentro de las edades oscilantes de 13 y 18 años, así como estudiantes que no estudien en Tarapoto.

**Tabla 1**

*Datos sociodemográficos de los participantes*

Variables	N	%
<i>Sexo</i>		
Mujer	210	52.5
Varón	190	47.5
<i>Edad</i>		
13	79	20
14	135	34
15	108	27
16	60	15
17	12	3
18	6	2
<i>Grado institucional</i>		
1°	39	10
2°	100	25
3°	128	32
4°	98	25
5°	35	9

Se utilizó el instrumento de autoinforme de depresión de Beck II (BDI-II, Beck, A; et al 1996) cuenta con una versión adaptada del BDI- II en el Perú fue aplicado en estudiantes universitarios de Lima



metropolitana (Carranza, 2013), para proporcionar una medición existente y de complejidad en síntomas depresivos en personas de 13 años en adelante. Además, la consistencia interna es satisfactoria, con un coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha = 0.878$ ). Asimismo, se observó que el índice KMO es de 0.929, lo que representa un valor destacado y sugiere que los datos son altamente adecuados para realizar un análisis factorial. Igualmente, los hallazgos alcanzados muestran que el BDI-IIA posee un único factor, que representa el 30.062% de la varianza explicativa. También, el instrumento cuenta con 21 ítems indicadores depresivos presentes durante las últimas dos semanas hasta la fecha de la aplicación. Cada ítem presenta cuatro alternativas diferentes, excepto los ítems dieciséis y dieciocho las cuales presentan 7 categorías. Con respecto a la puntuación de cada pregunta, se puntúa de 0 a 3 puntos según la opción elegida para obtener la calificación final de 0 a 63.

Por otro lado, el Cuestionario de Agresión de Buss y Perry, AQ. Se aplicó la versión adaptada en el Perú la cual fue aplicada en adolescentes desde los 10 y 19 años en los colegios nacionales para evaluar y medir las conductas agresivas en adolescentes (Matalinares et al., 2012). Además, los resultados de validez de constructo demostraron que la identificación de un componente esencial como la agresión, permitió una explicación mejor detallada de la varianza acumulada de 60,8%, demostrando una estructura compuesta de un factor que agrupa a cuatro componentes del test. También, se evidencia la medida de la consistencia interna y homogeneidad según el coeficiente de Alpha es 0,836 pero, se muestra que en las subescalas se obtuvo un menor puntaje de alpha: Agresión Física ( $\alpha=0.68$ ), Agresión Verbal ( $\alpha = 0,56$ ), Ira ( $\alpha = 0,55$ ) y, Hostilidad ( $\alpha = 0,65$ ). Asimismo, el cuestionario de Agresión de Buss y Perry consta de un total de 29 ítems organizados en cuatro dimensiones principales: (9) Agresión Física, (5) Agresión Verbal, (7) Hostilidad e (8) Ira teniendo opciones de respuesta que denotan la escala de medición de 5 puntos, que van desde: (1) Totalmente falso para mí, (2) bastante falso para mí, (3) ni verdadero ni falso para mí, (4) bastante verdadero para mí y (5) completamente verdadero para mí, siendo que a mayor puntaje mayor niveles de agresividad se encontrara.

En cuanto, para la recolección de datos se solicitó en primer lugar la autorización correspondiente a los encargados de los centros educativos del nivel secundario de la ciudad de Tarapoto, requiriendo la colaboración y las disposiciones necesarias para la aplicación de los instrumentos en los respectivos colegios. Posteriormente se les brindó los instrumentos impresos a los participantes que deseen ser parte de la investigación conjuntamente con el consentimiento informado. Para este estudio, las encuestas fueron administradas de forma presencial y colectiva de manera que se recolecta toda la información. Del mismo modo, las preguntas eran de tipo Likert, ya que este tipo de formato permite a los encuestados seleccionar la opción que ellos quieran y obtener resultados más precisos.

Asimismo, para el procesamiento de los datos se empleó el programa Excel con el fin de recodificar las puntuaciones cualitativas a cuantitativas, asimismo se manejó el programa estadístico IBM SPSS versión 29 para obtener los datos estadísticos como, los índices de confiabilidad, datos sociodemográficos, datos descriptivos, pruebas de normalidad y estadísticos de correlación, además se consideró la prueba de Kolmogórov-Smirnov (K-S), esto debido a que la investigación contó con 380 participantes.

Por último, esta investigación cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana Unión (2024-CEB-FCS - UPeU-«N° 147»); Así como también se obtuvo la aprobación del Comité de Ética y el consentimiento informado de los padres para la participación de los alumnos en el llenado de los cuestionarios. El proceso cumplió con el Código de Ética del Psicólogo, asegurando participación voluntaria, anonimato y confidencialidad, sin riesgos para los participantes.

## RESULTADOS

**Tabla 2**

*Prueba de normalidad de ajuste a la curva normal para las variables de estudio*

Variabes	Media	D.E	K-S	P
Depresión	16.92	12.848	0.103	0.000
Agresividad	71.60	18.534	0.084	0.000
Agresión física	19.9025	6.7350	0.084	0.000
Agresión Verbal	11.79	3.980	0.169	0.000
Ira	18.46	5.573	0.089	0.000
hostilidad	21.44	6.959	0.085	0.000

En la tabla 2, según los resultados de la prueba de ajuste de Kolmogórov-Smirnov (K-S), se observaron evidencia que las variables y sus dimensiones presentan una distribución anormal ( $p \leq 0.05$ ). Por lo tanto, se usó la estadística no paramétrica, siendo la más recomendable la prueba de correlación Rho de Spearman.

**Tabla 3**

*Niveles de depresión en estudiantes*

Variables	Mínima		Leve		Moderada		Grave	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Depresión	172	43.0%	76	19.0%	95	23.8%	57	14.3%

La Tabla 3 mostró que el 23,8% de los escolares de las Instituciones Educativas de secundaria, presentaron un nivel moderado de depresión, mientras que un 14,3% se ubican en una categoría grave y el 19,0 % en un nivel leve.

**Tabla 4**
*Niveles de agresividad y sus dimensiones en estudiantes*

Variables	Categoría									
	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Agresión	71	17.8%	87	21.8%	130	32.5%	80	20.0%	32	8.0%
Agresión física	46	11.5%	69	17.3%	171	42.8%	81	20.3%	33	8.3%
Agresión verbal	25	6.3%	146	36.5%	107	26.8%	90	22.5%	32	8.0%
Ira	57	14.3%	129	32.3%	102	25.5%	79	19.8%	33	8.3%
Hostilidad	0	0.0%	174	43.5%	91	22.8%	120	30.0%	15	3.8%

En la Tabla 4, se evidenció que el 42.8% de los estudiantes se encuentra en un nivel medio de agresión física, mientras que el 28.6% está en niveles altos y muy altos. En cuanto a la agresión verbal, el 30.5% se ubica en niveles altos y muy altos, similar a la ira, donde el 28.1% se sitúa en esos niveles. Por otro lado, el 33.8% de los estudiantes muestra niveles altos y muy altos de hostilidad.

**Tabla 5**
*Niveles de depresión y agresión, según sexo de los estudiantes secundarios*

Variables	Categoría	Sexo			
		Masculino		Femenino	
		f	%	f	%
Depresión	Mínima	96	24.0%	76	19.0%
	Leve	43	10.8%	33	8.3%
	Moderada	46	11.5%	49	12.3%
	Grave	25	6.3%	32	8.0%
Agresión	Muy bajo	31	7.8%	40	10.0%
	Bajo	47	11.8%	40	10.0%
	Medio	61	15.3%	69	17.3%
	Alto	35	8.8%	45	11.3%
	Muy alto	16	4.0%	16	4.0%
Agresión física	Muy bajo	23	5.8%	23	5.8%
	Bajo	37	9.3%	32	8.0%
	Medio	89	22.3%	82	20.5%
	Alto	43	10.8%	38	9.5%
	Muy alto	18	4.5%	15	3.8%
Agresión verbal	Muy bajo	13	3.3%	12	3.0%
	Bajo	65	16.3%	81	20.3%
	Medio	51	12.8%	56	14.0%
	Alto	43	10.8%	47	11.8%
	Muy alto	18	4.5%	14	3.5%
Ira	Muy bajo	22	5.5%	35	8.8%
	Bajo	66	16.5%	63	15.8%
	Medio	51	12.8%	51	12.8%
	Alto	32	8.0%	47	11.8%
	Muy alto	19	4.8%	14	3.5%
Hostilidad	Muy bajo	0	0.0%	0	0.0%
	Bajo	88	22.0%	86	21.5%
	Medio	47	11.8%	44	11.0%
	Alto	70	17.5%	50	12.5%
	Muy alto	5	1.3%	10	2.5%

En la tabla 5, las mujeres obtuvieron un 12.3% en depresión, ligeramente más que el 11.5% de los varones, lo que indica mayor prevalencia de depresión en mujeres. En cuanto a la agresión, las mujeres alcanzan un 11.3% en el nivel alto, comparado con el 8.8% de los varones. Además, la dimensión ira y agresión verbal, las mujeres tienen un 11.8%, mientras que los varones tienen un 8.0% en ira y un 10.8% en agresión verbal. Los varones, por otro lado, tienen mayores niveles en agresión física (10.8%) y hostilidad (17.5%) en comparación con las mujeres (9.5% en agresión física y 12.5% en hostilidad).

**Tabla 6**

*Niveles de depresión y agresión según el grado de estudio*

Variables	Categorías	Grado de estudios									
		Primer año		Segundo año		Tercer año		Cuarto año		Quinto año	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Depresión	Mínima	20	5.0%	51	12.8%	51	12.8%	36	9.0%	14	3.5%
	Leve	5	1.3%	12	3.0%	27	6.8%	25	6.3%	7	1.8%
	Moderada	9	2.3%	22	5.5%	32	8.0%	23	5.8%	9	2.3%
	Grave	5	1.3%	15	3.8%	18	4.5%	14	3.5%	5	1.3%
Agresión	Muy bajo	10	2.5%	17	4.3%	24	6.0%	15	3.8%	5	1.3%
	Bajo	2	0.5%	21	5.3%	26	6.5%	27	6.8%	11	2.8%
	Medio	14	3.5%	33	8.3%	43	10.8%	28	7.0%	12	3.0%
	Alto	11	2.8%	22	5.5%	25	6.3%	18	4.5%	4	1.0%
	Muy alto	2	0.5%	7	1.8%	10	2.5%	10	2.5%	3	0.8%
Agresión física	Muy bajo	6	1.5%	14	3.5%	15	3.8%	8	2.0%	3	0.8%
	Bajo	3	0.8%	15	3.8%	23	5.8%	20	5.0%	8	2.0%
	Medio	20	5.0%	47	11.8%	53	13.3%	37	9.3%	14	3.5%
	Alto	7	1.8%	18	4.5%	26	6.5%	23	5.8%	7	1.8%
	Muy alto	3	0.8%	6	1.5%	11	2.8%	10	2.5%	3	0.8%
Agresión verbal	Muy bajo	0	0.0%	11	2.8%	8	2.0%	3	0.8%	3	0.8%
	Bajo	13	3.3%	31	7.8%	49	12.3%	39	9.8%	14	3.5%
	Medio	14	3.5%	23	5.8%	33	8.3%	29	7.3%	8	2.0%
	Alto	9	2.3%	24	6.0%	29	7.3%	21	5.3%	7	1.8%
	Muy alto	3	0.8%	11	2.8%	9	2.3%	6	1.5%	3	0.8%
Ira	Muy bajo	7	1.8%	11	2.8%	19	4.8%	16	4.0%	4	1.0%
	Bajo	9	2.3%	30	7.5%	43	10.8%	34	8.5%	13	3.3%
	Medio	10	2.5%	23	5.8%	33	8.3%	25	6.3%	11	2.8%
	Alto	9	2.3%	26	6.5%	24	6.0%	15	3.8%	5	1.3%
	Muy alto	4	1.0%	10	2.5%	9	2.3%	8	2.0%	2	0.5%
Hostilidad	Muy bajo	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	Bajo	19	4.8%	47	11.8%	54	13.5%	39	9.8%	15	3.8%
	Medio	7	1.8%	21	5.3%	30	7.5%	25	6.3%	8	2.0%
	Alto	13	3.3%	28	7.0%	39	9.8%	30	7.5%	10	2.5%
	Muy alto	0	0.0%	4	1.0%	5	1.3%	4	1.0%	2	0.5%

La Tabla 6 mostró que el 5.8% de los estudiantes de cuarto año se ubicaron en la categoría de depresión moderada. Por otro lado, los escolares de tercer año presentaron niveles altos de agresión en general, con un 6.3% en agresión física, 6.5% en agresión verbal, 7.3% en hostilidad y 9.8% en la categoría de agresión general. Estos resultados sugieren que, en esta etapa escolar, los estudiantes de tercer año

presentan una mayor prevalencia de agresión en comparación con los otros grados. Además, se observó que los alumnos de segundo año obtuvieron un puntaje alto en la dimensión de ira, con un 6.5%.

**Tabla 7**

*Confiabilidad del instrumento depresión*

Elementos	Alpha de Cronbach	N° de Ítems
Depresión	0.934	21

En la tabla 7, se muestra la fiabilidad de la variable depresión consiguiendo un alfa de 0,934 por lo tanto se afirma que la consistencia interna de dicho instrumento es lo adecuadamente admisible como para poder emplear y obtener datos confiables.

**Tabla 8**

*Confiabilidad del instrumento agresividad*

Elementos	Alpha de Cronbach	N° de Ítems
Agresividad	0.874	29

En la Tabla 8, con lo que respecta a la confiabilidad de la escala de agresividad obtuvo un coeficiente de Alpha de Cronbach de 0.874 que indica respectivamente una alta fiabilidad y una buena consistencia interna.

**Tabla 9**

*Confiabilidad de las Dimensiones de Agresividad*

Elementos	Alpha de Cronbach	N° de Ítems
Dimensiones de agresividad	0.787	4

En la tabla 9, la escala de agresividad dividida por las dimensiones agresión física, agresión verbal, ira y hostilidad; obtiene un coeficiente de Alpha de Cronbach de 0.787 respectivamente lo que indica una alta fiabilidad y una muy buena consistencia interna.

**Tabla 10**

*Coefficientes de relación entre agresividad y depresión*

<i>Agresividad y sus dimensiones</i>	<i>Depresión</i>	
	<i>Rho</i>	<i>p</i>
<i>Agresividad</i>	<i>.527**</i>	<i>0.000</i>
<i>Agresión física</i>	<i>.287**</i>	<i>0.000</i>
<i>Agresión Verbal</i>	<i>.405**</i>	<i>0.000</i>
<i>Hostilidad</i>	<i>.575**</i>	<i>0.000</i>
<i>Ira</i>	<i>.342**</i>	<i>0.000</i>

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

En cuanto a la tabla 10, el coeficiente de correlación Rho de Spearman indican la existencia de una relación significativa entre la depresión y la hostilidad, esto sugiere que a medida que aumentan los niveles de depresión aumentan los niveles de hostilidad entre los participantes y es directa, lo que significa que ambas variables se relacionan en la misma dirección ( $\rho = .575^{**}$ ,  $p = 0.00$ ). Se considera que existe correlación entre la depresión y con las diferentes dimensiones presentadas.

## DISCUSIÓN

La investigación realizada tuvo como objetivo determinar existencia en la relación significativa entre la depresión y la agresividad en escolares del nivel secundario de la ciudad de Tarapoto, se obtuvo como resultado una correlación existente y significativa entre la depresión y la agresión ( $\rho = .527^{**}$ ;  $p < 0.00$ ), por lo tanto, la depresión estaría estrechamente vinculada con aspectos relacionados a la agresión. Resultados semejantes evidenciaron Zhang, C. et al. (2023) donde encontraron fuertes correlaciones entre la depresión y la agresión evaluadas al inicio y a los 6 meses de seguimiento ( $\rho = 0,55-0,62$ ,  $P < 0,00$ ), lo que sugiere una asociación positiva entre depresión y agresividad. Asimismo, Zhang, L. et al. (2021) reportaron que la depresión se relaciona directa y significativa con la agresión ( $\rho = 0,32^{**}$ ;  $p < .01$ ). En cuanto a la correlación entre la depresión y dimensiones de la agresión, se indica una existencia de relación positiva entre depresión y agresión física ( $\rho = 0,287^{**}$ ;  $p = 0.00$ ), asimismo, Haddad et al. (2021) encontraron la existencia de correlación entre la depresión y la agresión física ( $R = 0,308^{***}$ ;  $p < 0,001$ ), de igual manera, Xuan et al. (2023) evidenciaron una correlación entre la depresión y agresión física ( $\rho = ,308$ ;  $p < 0,01$ ), es decir que las diversas dificultades que experimentan los estudiantes pueden provocar una percepción negativa de sí mismo y su entorno causando el aumento de la depresión y la agresividad física.

Por otro lado, se encontró relación positiva entre la depresión y la de agresión verbal ( $\rho = 0,405^{**}$ ;  $p = 0.00$ ), también Xuan et al. (2023) evidenciaron una relación significativa entre depresión y la de agresión verbal ( $\rho = ,227$ ;  $p < 0,01$ ), además, Rizanaj (2021) reportó la relación significativa entre la depresión y la de agresión verbal ( $\rho = .165$ ;  $p = 0.044$ ) la cual está al nivel de confianza del 5%, por lo tanto, la depresión trae una consecuencia significativa que afecta el aumento de la agresión verbal en los adolescente.

En consecuencia, la agresión física y verbal pueden ser factores desencadenantes a padecer depresión y otras enfermedades de salud mental, que podrían llevar al suicidio (Azúa et al., 2020).

Con respecto a la depresión y la sub escala ira, se encontró que existe una correlación significativa en el análisis de correlación ( $\rho = ,575^{**}$ ;  $p = 0.00$ ), al igual que Xuan et al. (2023) demostraron la relación significativa entre la depresión e ira ( $\rho = 0,284$ ;  $p < 0,01$ ), además, Rizanaj (2021) contrastó la relación

entre la depresión y la subescala de ira obteniendo una correlación altamente positiva ( $Rho = .386$ ;  $p = .000$ ) al nivel de confianza del 1%, es decir que la depresión afecta negativamente aumento de presencia de ira en los estudiantes, en consecuencia el adolescente manifestará temporalmente sentimiento de inseguridad acompañado de irritabilidad o enfado como consecuencia de ello se acompañara a una serie de eventos que percibe de forma negativa afectando así su círculo social, familiar y Laboral/educativo (Spielberger et al.,1985).

Por último, en relación de depresión y la dimensión de hostilidad se encontró una relación significativa ( $Rho = 0,342^{**}$ ;  $p = 0.00$ ), asimismo, Xuan et al. (2023) encontraron relación significativa alta entre depresión y hostilidad ( $Rho=0,277$ ;  $p < 0,01$ ), además, Rizanaj (2021) comprobó la existencia de una relación positiva entre la depresión y la hostilidad ( $Rho = .176$ ;  $p = .033$ ) que al nivel de confianza del 5% por lo que a mayor depresión existente mayor será la hostilidad del adolescente, en otras palabras, la hostilidad implica cierta desconfianza que involucra sentimientos negativos hacia los su entorno (Buss y Perry 1992). Además, la hostilidad y la agresión son dificultades muy comunes en personas con depresión (Gasse et al., 2020).

## CONCLUSIONES

La investigación señala una relación positiva presente dentro de la depresión y la agresividad, junto con sus respectivas dimensiones, en adolescentes de nivel secundario en colegios de la ciudad de Tarapoto. Con los resultados obtenidos, se concluye que la depresión y la agresividad pueden tener una relación directa, es decir, que la depresión influye en la aparición de comportamientos agresivos.

Es importante monitorear la agresión y los síntomas depresivos de manera simultánea y continua para prevenir problemas posteriores. Además, reconocer los factores influyentes de manera individual, social y contextual que puedan determinar esta relación, con la finalidad de generar e implementar estrategias y programas de promoción, prevención e intervención, tanto individuales como grupales, en las instituciones educativas. Estos programas deben abordar la salud mental de manera holística, adaptada a la realidad teniendo en cuenta las necesidades primordiales de los adolescentes involucrados.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ato, M., López, J. J., y Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Azúa Fuentes, E., Rojas Carvallo, P., y Ruiz Poblete, S. (2020). Acoso escolar (bullying) como factor de riesgo de depresión y suicidio. *Revista Chilena de Pediatría*, 91(3), 432. <https://doi.org/10.32641/rchped.v91i3.1230>
- Babicka-Wirkus, A., Kozłowski, P., Wirkus, Ł., y Stasiak, K. (2023). Internalizing and Externalizing Disorder Levels among Adolescents: Data from Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2752. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032752>
- Beck, A. T. (1979). *Cognitive therapy and the emotional disorders*. Penguin Books

- Beyazsacli, M., y Bankoglu, T. (2020). Examination of the Depression Prevalence in a Turkish Sample. *Propósitos y Representaciones*, 8(3), 1–14. [Http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v8n3/2310-4635-pyr-8-03-e582.pdf](http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v8n3/2310-4635-pyr-8-03-e582.pdf)
- Buss, A. (1961). *The psychology of aggression*. Wiley
- Buss, A. H. y Perry, M. (1992). The aggression questionnaire. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(3), 452-459. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.63.3.452>
- García, E., Cruzata-Martínez, A., Bellido García, R. S., y Rejas Borjas, L. G. (2020). Disminución de la agresividad en estudiantes de primaria: El programa “Fortaleciéndome”. *Propósitos Y Representaciones*, 8(2), e559. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n2.559>
- Gasse, A., Kim, W. S., y Gagnon, J. (2020). Association between depression and hostile attribution bias in hostile and non-hostile individuals: An ERP study. *Journal of Affective Disorders*, 276, 1077–1083. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.06.025>
- Haddad, C., Malaeb, D., Sacre, H., Bou Khalil, J., Khansa, W., Al Hajj, R., Kheir, N., Saade, S., Obeid, S., y Hallit, S. (2021). Association of problematic internet use with depression, impulsivity, anger, aggression, and social anxiety: Results of a national study among Lebanese adolescents. *Pediatric investigation*, 5(4), 255–264. <https://doi.org/10.1002/ped4.12299>
- Hernández-Bello, L., Hueso-Montoro, C., Gómez-Urquiza, J. L., y Cogollo-Milanés, Z. (2020). Prevalencia y factores asociados a la ideación e intento de suicidio en adolescentes: revisión sistemática. *Revista española de salud pública*, 94, e202009094. [Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32909551](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32909551).
- Liu, B.-P., Jia, C.-X., y Li, S.-X. (2022). Soft drink consumption and depressive symptoms among the adolescents of United States: The mediating role of aggressive behaviors. *Journal of Affective Disorders*, 315, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.07.031>
- Matalinares Calvet, M., Yaringaño L., J., Uceda E., J., Fernández A., E., Huari T., Y., y Campos G., A. (2012). Estudio psicométrico de la versión española del cuestionario de agresión de Buss y Perry. *Revista De Investigación En Psicología*, 15(1), 147–161. <https://doi.org/10.15381/rinvp.v15i1.3674>
- Nebhinani, N., y Jain, S. (2019). Adolescent mental health: Issues, challenges, and solutions. *Annals of Indian Psychiatry*, 3(1), 4. [https://doi.org/10.4103/aip.aip\\_24\\_19](https://doi.org/10.4103/aip.aip_24_19)
- Organización Mundial de la Salud (2022). *Salud mental y COVID-19: datos iniciales sobre las repercusiones de la pandemia*. [https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Sci\\_Brief-Mental\\_health-2022.1](https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Sci_Brief-Mental_health-2022.1)
- Pinals, D. A. (2021). Violence Risk Assessment in Clinical Settings: Enduring Challenges and Evolving Lessons. *Harvard Review of Psychiatry*, 29(1), 90-93. <https://doi.org/10.1097/HRP.0000000000000279>
- Rahayu, N. A., y Hamid, A. Y. S. (2021). Relationship of verbal aggressiveness with self-esteem and depression in verbally aggressive adolescents at public middle school. *Enfermería Clínica*, 31, S281–S285. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.09.016>
- Razzak, H. A., Harbi, A., y Ahli, S. (2019). Depression: Prevalence and Associated Risk Factors in the United Arab Emirates. *Oman medical journal*, 34(4), 274–282. <https://doi.org/10.5001/omj.2019.56>
- Rizanaj, N. (2021). Impact Analysis of the Subscale of Aggression in Depression and Anxiety, Among Adolescents Aged 16-18 Years- Case Study: High Secondary School “Luciano Motroni” Prizren. *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.26417/798bru21f>
- Ruchkin, V., Sticklely, A., Koposov, R., Sukhodolsky, D. G., y Isaksson, J. (2023). Depressive symptoms and anger and aggression in Russian adolescents. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 17(1), 130. <https://doi.org/10.1186/s13034-023-00677-w>
- Santre, S. (2022). Mental Health Promotion in Adolescents. *Journal of Indian Association for Child and Adolescent Mental Health*, 18(2), 122–127. <https://doi.org/10.1177/09731342221120709>
- Serna-Arbeláez, D., Terán Cortés, C., Vanegas Villegas, A., Medina Pérez, Ó., Blandón Cuesta, O., y Cardona Duque, D. (2020). Depresión y funcionamiento familiar en adolescentes de un municipio de Quindío,




- Colombia. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(5), e3153. <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3153>
- Sfeir, E., Geara, C., Hallit, S., y Obeid, S. (2020). Alexithymia, aggressive behavior and depression among Lebanese adolescents: A cross-sectional study. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 14(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s13034-020-00338-2>
- Silva Fernández, C. S., Barchelot Aceros, L. J., y Galván Patrignani, G. D. (2021). Caracterización de la conducta agresiva y de variables psicosociales en una muestra de adolescentes de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, *Psicogente*, 24(46), 1–22. <https://doi.org/10.17081/psico.24.46.4498>
- Spielberger, C., Johnson, E., Russell, S., Crane, R., Jacobs, G. y Worden, T. (1985). The experience and expression of anger: Construction and validation of an anger expression scale. In M. Chesney y R. Rosenman (Eds.). *Anger and hostility in cardiovascular and behavioral disorders* (pp. 5-30). Hemisphere: McGraw-Hill
- Solmi, M., Radua, J., Olivola, M., Croce, E., Soardo, L., Salazar de Pablo, G., Il Shin, J., Kirkbride, J. B., Jones, P., Kim, J. H., Kim, J. Y., Carvalho, A. F., Seeman, M. V., Correll, C. U., y Fusar-Poli, P. (2022). Age at onset of mental disorders worldwide: large-scale meta-analysis of 192 epidemiological studies. *Molecular Psychiatry*, 27(1), 281-295. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01161-7>
- UNESCO. (2021). *Más allá de los números poner fin a la violencia y el acoso en el ámbito escolar*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378398.locale=es>
- Xuan, L., Hua, S., Lin, L., y Jianli, Y. (2023). Gender differences in the predictive effect of depression and aggression on suicide risk among first-year college students. *Journal of Affective Disorders*, 327, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.01.123>
- Zhang, L., Chen, M., Yao, B., y Zhang, Y. (2021). Aggression and Non-Suicidal Self-Injury among Depressed Youths: The Mediating Effect of Resilience. *Iranian Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.18502/ijph.v50i2.5342>
- Zhang, C., Zhang, Q., Zhuang, H., y Xu, W. (2023). The reciprocal relationship between depression, social anxiety and aggression in Chinese adolescents: The moderating effects of family functioning. *Journal of Affective Disorders*, 329, 379–384. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.02.134>

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

### **Reducción de costos logísticos en una empresa agroexportadora de conchas de abanico**

#### **Reduction of logistics costs in a scallop agro-exporting company**

André Rodríguez<sup>1</sup>, Jhonsson Quevedo<sup>1</sup>\* y Rubén Garcilazo<sup>2</sup>

#### **RESUMEN**

En este estudio se buscó disminuir los costos asociados a la distribución en una empresa de acuicultura, los cuales, tras una evaluación inicial, se revelaron como excesivamente altos y con una distribución estadística descontrolada. El enfoque inicial se centró en los costos de distribución por cada servicio prestado, utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) como herramienta principal de mejora. Esta técnica ayudó a desglosar los efectos y síntomas hasta identificar las causas fundamentales de los problemas, lo que facilitó sugerir e implementar mejoras como la estandarización del proceso de gestión de pedidos, la optimización de los canales de comunicación, innovadoras estrategias de reclutamiento y formaciones teóricas y prácticas. Estas acciones mejoraron significativamente el ambiente laboral, implicando a un equipo más dedicado y con procesos claramente establecidos y alineados con las necesidades de la empresa. En cuanto a los costos de distribución, se logró reducir el promedio de S/.8 819 soles a S/.8 042 soles, además de conseguir una variabilidad estadística más reducida y ordenada.

**Palabras clave:** DMAIC; distribución; estandarización; costos; acuicultura.

#### **ABSTRACT**

In this study, the aim was to reduce the distribution costs in an aquaculture company, which, after an initial assessment, were found to be excessively high with an uncontrolled statistical distribution. The initial approach focused on distribution costs per service provided, employing the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve y Control) methodology as the primary improvement tool. This technique aided in breaking down effects and symptoms to identify the root causes of the issues, enabling the suggestion and implementation of improvements such as standardization of the order handling process, enhancement of communication channels, innovative recruitment strategies, and theoretical and practical training. These measures significantly improved the work environment, involving a more committed team and processes that were clearly established and aligned with the company's needs. Regarding distribution costs, there was a reduction from an average of 8 819 soles to 8 042 soles, along with achieving a more reduced and orderly statistical variability.

**Keywords:** DMAIC; distribution; standardization; costs; aquaculture.

\* Autor para correspondencia

1 Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Email: [arodriguezl@unc.edu.pe](mailto:arodriguezl@unc.edu.pe), [jquevedol@unc.edu.pe](mailto:jquevedol@unc.edu.pe)

2 Universidad Privada del Norte, Perú. Email: [rgarcilazo2711@gmail.com](mailto:rgarcilazo2711@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de la acuicultura, específicamente en las plantas exportadoras de conchas de abanico, el modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) se ha aplicado con éxito para mejorar la eficiencia operativa y cumplir con las estrictas normativas internacionales. (Gómez y Herrera, 2021; Van Riel et al., 2023). En este complejo escenario, la búsqueda de estrategias que permitan optimizar los costos sin sacrificar la calidad del producto se ha vuelto una prioridad (Hala et al., 2024). Entre las diversas herramientas disponibles para la gestión de la calidad y la mejora de procesos, la metodología DMAIC se destaca por su enfoque sistemático y su probada eficacia en la identificación y solución de problemas operacionales (Desai y Pandit, 2023; Levenant et al., 2024).

La metodología DMAIC, un acrónimo que representa las fases de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, se origina en el marco del Six Sigma como un enfoque estructurado para la mejora continua (Widodo y Sodiantono, 2022; Karwande et al., 2023). Al proporcionar una secuencia clara de pasos a seguir, DMAIC facilita la detección y corrección de ineficiencias en los procesos, lo que resulta en una optimización significativa de los recursos y una reducción de costos (Rathore y Patidar, 2021; Sadikin, 2023).

Frente a este contexto, el presente estudio se propone abordar la implementación de la metodología DMAIC en el marco específico de una empresa dedicada a la exportación de productos acuícolas. La finalidad es desentrañar las posibilidades que esta metodología ofrece para la mejora de la eficiencia operacional y la reducción de costos de distribución, esenciales para fortalecer la posición competitiva de la empresa en el mercado internacional. Este enfoque no solo aspira a llenar el vacío identificado en la literatura sino también a ofrecer insights valiosos y aplicables que otras organizaciones del sector puedan adoptar en sus propios desafíos operativos y logísticos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tendrá su clasificación del tipo aplicada y preexperimental, con una temporalidad transversal y de carácter deductivo-inductivo. El detalle del proceso se puede apreciar en la Figura 1:

**Figura 1**

*Esquema metodológico utilizado para la investigación*



Inicialmente, se determinaron los objetivos que condujeron a la mejora, tales como: describir la situación actual de la empresa, identificar los costos de distribución y describir la aplicación de la metodología DMAIC en los procesos de la empresa. Durante el diagnóstico, se determinarán las condiciones del proceso, seguido de una medición detallada de los costos actuales de distribución. Para esta medición, se

utilizaron instrumentos como las hojas de recolección de datos y la observación directa de las operaciones logísticas, lo que permitió obtener información precisa sobre las áreas con mayores ineficiencias. Estos datos fueron la base para iniciar la metodología DMAIC, donde en la fase de definir, mediante un análisis exhaustivo, se identifican las principales ineficiencias utilizando herramientas como diagramas de flujo y análisis FODA, y se planteó el problema principal a mejorar (Trimarjoko et al., 2020). A partir de esta definición, se recolectaron los datos necesarios para las fases de análisis e implementación de mejoras, empleando gráficos de control, diagramas de Pareto y análisis de capacidad de proceso para interpretar los resultados estadísticos obtenidos. Estos métodos permitieron visualizar las variaciones y determinar la estabilidad del proceso, lo que facilitó la identificación de las áreas críticas a mejorar. Las mejoras se implementaron de manera controlada, siguiendo un plan de acción específico, y finalmente, se desarrolló un sistema de monitoreo basado en indicadores clave de desempeño (KPI) como el tiempo de entrega y los costos asociados al transporte. Este sistema permitió asegurar la continuidad y efectividad de las emprendidas, garantizando así la reducción de costos y la mejora de la eficiencia.

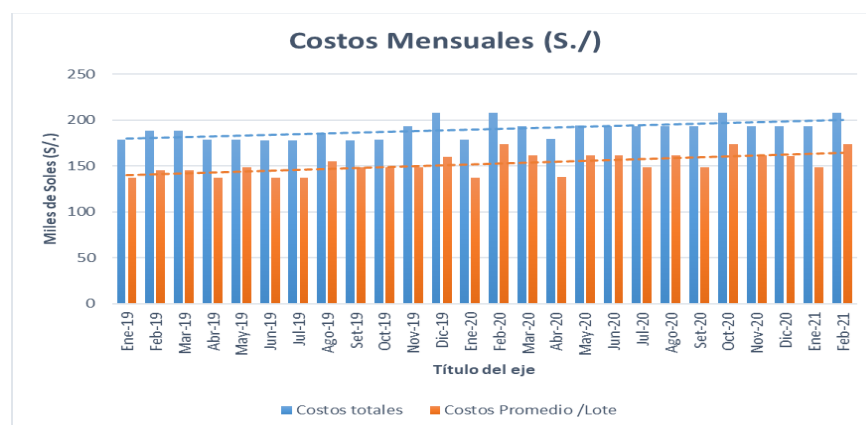
## RESULTADOS

### Diagnóstico

La empresa objeto de estudio en el sector de la acuicultura ha enfrentado desafíos significativos en la gestión de sus costos de distribución. Estos costos, que representan una parte sustancial de los gastos totales, han mostrado una tendencia al alza (Figura 2), afectando directamente la rentabilidad de la organización.

**Figura 2**

*Costos mensuales (S./) de los últimos meses.*



### Definición del problema

La empresa enfrenta un desafío crítico: sus elevados costos de distribución limitan su competitividad en el mercado global. Este estudio se enfoca en la problemática de la reducción de costos de distribución, vital para mejorar la rentabilidad y responder a las dinámicas del mercado.

Del mismo modo, como actividades adicionales de la fase de definición se logró establecer el grupo encargado que colaborará a lo largo del proyecto, así como la programación y extensión de cada etapa de este. Asimismo, se identificaron las acciones relacionadas con la distribución del producto final, especificando los principales participantes en este proceso. Por último, se clarificaron las demandas en cuanto a los envíos solicitados por los clientes.

## Medición de las variables del problema

### Priorización de causas

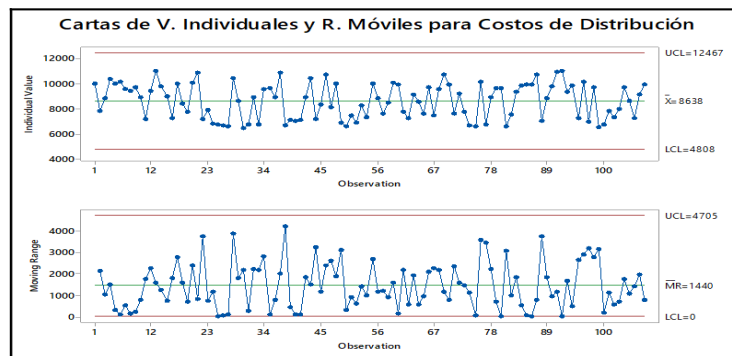
Durante esta etapa, se recopiló información sobre los gastos asociados a la producción y transporte de lotes hacia la cámara de terceros para todos los productos fabricados en los primeros meses del año. Utilizando el diagrama de Pareto y aplicando el principio del 80/20, se identificó que la actividad que generaba los mayores costos era la distribución. El análisis realizado permitió desglosar los costos involucrados, tales como cría, transporte, procesamiento, suministros, materiales, mano de obra y distribución de cada lote producido. Como resultado, se calcularon que los costos promedio de distribución, valuados en 84,361 soles por lote, representaban aproximadamente el 80% de los costos más significativos. Así, se comenzó que la reducción de los costos de distribución sería el objetivo principal de este trabajo de investigación, dado su impacto predominante.

### Análisis estadístico

Utilizando herramientas como las cartas de control individuales y evaluando la capacidad del proceso, se medirá el rendimiento del proceso tomando como referencia los costos asociados. Para ello, se utilizaron datos de costos de envío correspondientes a los lotes producidos y exportados entre los meses de febrero y abril de 2021.

**Figura 3**

*Gráficos de control estadístico para costos de distribución.*



La Carta de variables individuales y Rangos móviles aplicada a los costos de distribución revela una variabilidad significativa. La media de costos registrada fue de 8 638 soles, con una fluctuación que va de 4 808 a 12 467 soles. La ausencia de valores fuera de los límites control indica que no hay causas

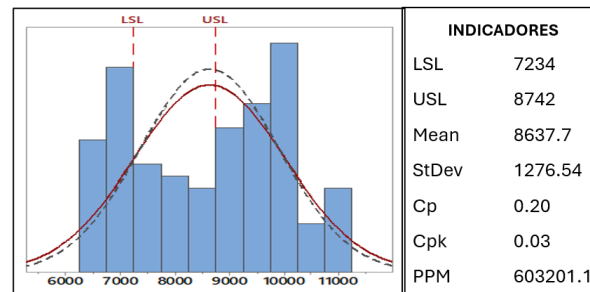
asignables extremas que distorsionen el proceso. Sin embargo, las oscilaciones y tendencias observadas sugieren inestabilidades en el proceso, potencialmente atribuibles a factores gestionables. Estos hallazgos, obtenidos mediante un análisis estadístico en Minitab, enfatizan la importancia de investigar más profundamente las causas subyacentes de estas variaciones para mejorar la eficiencia del proceso de distribución. Del mismo modo, este primer análisis estadístico nos revela la presencia de puntos de mejora del proceso de distribución.

### Capacidad del proceso

La evaluación de la capacidad del proceso, a través de índices como Cp (Capacidad potencial del proceso), Cpk (Capacidad real del proceso) y PPM (Número de partes no conformes en el proceso), permite cuantificar el grado de cumplimiento y desviación con respecto a las especificaciones establecidas.

**Figura 4**

*Análisis de capacidad del proceso de distribución.*

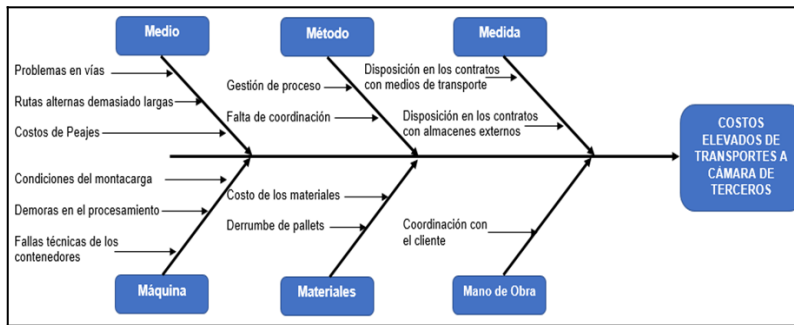


Los resultados revelan que el proceso actual requiere modificaciones significativas y urgentes, con un valor de Cp de 0.2 indicando una inadecuada capacidad de trabajo. Aunque el Cpk muestra que el proceso no está muy alejado del centro estadístico, su valor de 0.03 señala la necesidad de mejoras. Además, el alto valor de PPM, con 603 201 errores por cada millón de oportunidades, equivalente a un nivel sigma de 1.23, destaca la urgencia y la oportunidad de mejora para que la empresa pueda tener un mayor control sobre sus costos de distribución.

Previamente al análisis de causas, se determinó el costo de distribución que genera mayor efecto en la totalidad de los costos. Para tal fin se realizó un nuevo análisis de Pareto, determinándose que los costos de transporte a cámara de terceros y los remuestreos eran los gastos más elevados. A esto se aplicó un análisis de búsqueda de causas con la herramienta de Diagrama de Ishikawa. El análisis de la primera causa se aprecia en la siguiente figura.

**Figura 5**

Diagrama de Ishikawa para costos elevados por transporte a cámara de terceros



**Análisis de causas raíz**

El análisis de causas indicó ineficiencias en el embalaje y en la coordinación entre la empresa y los clientes surgen como preocupaciones metodológicas críticas. Cuestiones contractuales con transportistas y almacenistas externos, condiciones de equipos de manejo de carga, y la gestión de los materiales indican áreas potenciales de mejora en los aspectos de medición, maquinaria y materiales. Finalmente, la comunicación deficitaria en la mano de obra sugiere desafíos en la interacción con los clientes.

Luego, la Matriz Causa-Efecto se empleó para cuantificar el impacto de diversas causas en los elevados costos de distribución, evaluando efectos, frecuencia y detectabilidad.

**Tabla 1**

Matriz de ponderación causa efecto para costos elevados de transporte a cámara de terceros

Causa raíz	Ponderación	Repetibilidad	Detección	Impacto
Rutas alternas demasiado largas	6	2	2	24
Demoras en el procesamiento	6	7	9	378
Modo de Gestión del proceso	7	10	7	490
Disposiciones en los contratos	8	5	9	360
Confusión en las órdenes de entrega	8	10	6	480

La gestión ineficiente de los procesos de distribución y la coordinación deficiente con clientes emergieron como las influencias más significativas. Un análisis más minucioso se llevó a cabo mediante la técnica de los cinco porqués, profundizando en la raíz del problema.

**Tabla 2**

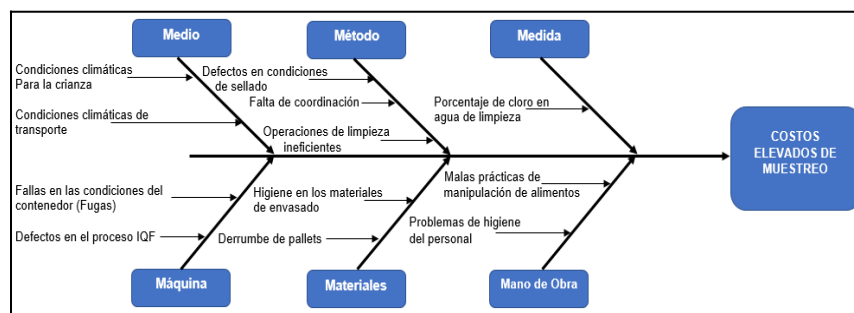
Análisis de los cinco porqués de los costos elevados a cámara de terceros

Problema	Costos elevados de transporte en cámara de terceros	
¿Por qué?	Deficiencias en el modo de gestionar los procesos	Confusión en las órdenes de entrega
¿Por qué?	Existen descoordinaciones entre los que participan en el proceso	Falta de coordinación con el cliente
¿Por qué?	No se ha identificado con precisión quién es el responsable de cada actividad	Deficiencias en los canales de comunicación
¿Por qué?	Existen distintas actividades que no se han mapeado	El software/aplicación utilizada no permite llevar un registro adecuado
¿Por qué?	No se ha estandarizado todos los procesos en la liberación del producto	Dificultad para enviar archivos en distintos formatos y de las horas de sus envíos

Para la segunda causa seleccionada, costos elevados de muestreo, se inició de la misma forma con el diagrama de Ishikawa.

**Figura 6**

*Diagrama de Ishikawa para costos elevados de muestreos*



En el grupo Medio, se identificó que las condiciones climáticas y de crianza podrían afectar la calidad microbiológica del producto final. Respecto al grupo Método, se encontró que la metodología de secado no era adecuada, y la falta de coordinación y eficiencia en las operaciones de limpieza también contribuían al problema. En cuanto al grupo Medida, se sugirió que las soluciones desinfectantes podrían no estar bien preparadas. En el grupo Maquinaria, se notó que fallas en los contenedores y maquinarias IQF podrían comprometer la seguridad alimentaria de las conchas de abanico. En el grupo Materiales, se planteó que la higiene de los envases y los incidentes con los pallets durante el proceso y almacenamiento podrían tener un impacto. Finalmente, en el análisis del grupo Mano de obra, se observó que problemas de higiene y prácticas de manufactura deficientes podrían ser causas. Para priorizar las causas más importantes, se decidirá utilizar la matriz de causa-efecto.

**Tabla 3**

*Matriz de ponderación causa efecto para costos elevados de muestreo*

Causa raíz	Ponderación	Repetibilidad	Detección	Impacto
Defectos en las condiciones de secado	3	2	2	12
Condiciones climáticas adversas	6	7	9	378
Operaciones de limpieza ineficientes	3	7	2	42
Malas prácticas de manipulación de alimentos	8	8	7	448
Malas condiciones de los contenedores de transporte	7	10	7	490

De entre las diversas causas identificadas, se han seleccionado cinco principales que tienen un impacto significativo en el problema: defectos en las condiciones de secado, condiciones climáticas adversas, operaciones de limpieza ineficientes, malas prácticas de manipulación de alimentos y malas condiciones de los contenedores de transporte. Utilizando la matriz causa-efecto y aplicando criterios de priorización, se determinaron las causas que se investigarán más a fondo utilizando la herramienta de los 5 porqués. Es así que se destacaron las causas de malas prácticas de manipulación de alimentos y malas condiciones de los contenedores de transporte debido a su mayor impacto ponderado (Tabla 4).



**Tabla 4***Análisis de los cinco porqués de los costos elevados de muestreo*

<b>Problema</b>	<b>Costos elevados de muestreo</b>	<b>Costos elevados de muestreo</b>
¿Por qué?	Malas prácticas de manipulación de alimentos	Malas condiciones de los contenedores de transporte
¿Por qué?	En circunstancias los operarios evaden algunas actividades de higiene	No se detectan defectos al momento de inspeccionar el contenedor
¿Por qué?	Consideran que algunas son exageradas e innecesarias	Los defectos son muy difíciles de distinguir
¿Por qué?	Desconocimiento de la importancia de cada actividad del proceso de higiene	El ambiente es muy oscuro en algunas partes del contenedor
¿Por qué?	Muchos operarios nuevos en cada inicio de temporada	No se cuenta con las herramientas de inspección adecuadas

Tras un análisis detallado de la primera causa seleccionada, se determinó que, debido a la naturaleza estacional de la producción, muchos operarios contratados temporalmente son nuevos y requieren un tiempo de entrenamiento para adaptarse a las medidas higiénicas de la planta y realizar su trabajo correctamente. Además, en el segundo análisis de la causa raíz, se encontró que la falta de herramientas de inspección adecuadas dificulta una evaluación adecuada de los contenedores de carga.

### **Búsqueda e implementación de mejoras**

En la fase de selección de soluciones del proceso DMAIC, se evaluaron opciones para abordar las causas raíz identificadas, priorizando la efectividad, facilidad de implementación y costo. Para la falta de estandarización en distribución, se recomendó reestructurar los procesos usando BPMN para definir responsabilidades y mejorar el flujo de trabajo. Durante el análisis de costos, se recopiló información sobre los gastos asociados a la producción y el transporte de lotes hacia la cámara de terceros para todos los productos fabricados en los primeros meses del año. A través del diagrama de Pareto y aplicando el principio del 80/20, se identificó que los costos de distribución representaban una parte significativa de los gastos operacionales. El análisis detallado permitió desglosar los costos relacionados con cría, transporte, procesamiento, suministros, materiales, mano de obra y distribución. Como resultado, se determinaron que los costos de distribución, valuados en 84,361 soles por lote, representaban aproximadamente el 80% de los costos más significativos, lo que llevó a centrar los esfuerzos de mejora en esta área.

Respecto a los problemas de comunicación, se implementó y se añadió en los procesos de la empresa una plataforma ágil de intercambio de información. Además, se propuso una planificación proactiva del personal y capacitación teórica-práctica. La fase de implementación incluyó mejoras estandarizadas en distribución, planificación, logística y almacenamiento, optimizando actividades clave para reducir costos y aumentar la eficiencia. Con respecto a las mejoras en tecnología de comunicación, se implementó el software Microsoft Teams como la nueva columna vertebral de la comunicación interna y

externa, lo que revolucionó la manera en que se intercambiaba la información dentro de la empresa. Finalmente, en las capacitaciones se introdujeron cambios en el procedimiento de requerimiento de personal, ampliando los plazos para una capacitación exhaustiva. Las sesiones de formación teórico-prácticas sobre buenas prácticas de fabricación y protocolos operacionales estandarizados se complementan con simulaciones higiénico-sanitarias para inculcar las prácticas correctas de manera efectiva y duradera.

### Verificación y estandarización de mejoras

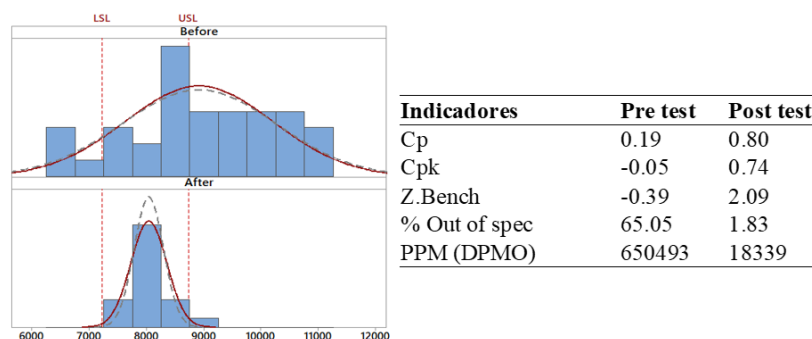
En esta etapa, nos enfocamos en verificar la efectividad de las medidas implementadas en la fase anterior. Empezamos evaluando la capacidad del proceso y determinando si hubo una mejora positiva o negativa. Además, realizamos un análisis del rendimiento del proceso utilizando cartas de control estadístico. Una vez confirmada la mejora, implementamos procesos para mantener estas medidas en el tiempo y asegurar su continuidad.

### Comparación de capacidad pre y post test

El primer paso implica verificar si el proceso está cumpliendo en mayor medida con las especificaciones.

**Figura 8**

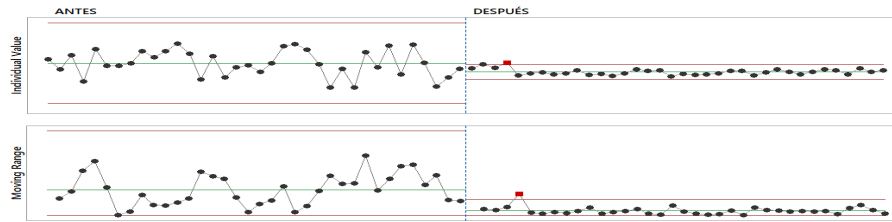
*Comparación gráfica de la capacidad pre y post test*



Los índices de capacidad del proceso muestran mejoras cuantitativas significativas. El índice Cp aumentó de 0.19 a 0.80 y el índice Cpk aumentó de 0.05 a 0.79, indicando una mejora sustancial en la capacidad del proceso para cumplir con los requisitos. Esto se refleja en el índice "Out of spec", que muestra que los costos están más alineados con las especificaciones. Además, el valor de PPMO ha disminuido, lo que indica una reducción en los errores del proceso. La comparación visual entre la capacidad del proceso antes y después de la implementación de la metodología muestra claramente una reducción en la variabilidad de los costos, lo que demuestra una mejor adaptación a las especificaciones de la empresa. De la misma manera se realizó la comparativa del desempeño del proceso antes y después de desarrollar la metodología DMAIC haciendo uso de las gráficas de control.

**Figura 9**

*Gráfico de control pre y post test*



Se aprecia una marcada reducción en la dispersión de los datos en ambos gráficos, lo que indica que el nuevo proceso es considerablemente menos variable en términos de los costos asociados con la distribución.

Una vez confirmada la mejora en la capacidad y desempeño del proceso, la fase de control resalta la importancia de establecer medidas para mantener estas mejoras a largo plazo. Por ello, se ha desarrollado un plan de control de mejoras que incluye puntos clave para asegurar la sostenibilidad de los avances logrados.

La investigación implementó mejoras en tres áreas clave. Primero, se definió el proceso de atención y llenado de pedidos, asignando responsables y diagramando en Bizagi Modeler para evitar omisiones. Segundo, se estableció un nuevo medio de comunicación, asegurando grabaciones y accesibilidad para reducir errores en el envío de archivos. Finalmente, se capacitó al personal en procesos clave, programando fechas en calendarios digitales para evitar olvidos.

**Contraste estadístico**

En esta etapa se hará uso de la estadística descriptiva e inferencial para determinar si existe una disminución real en los costos de distribución de la empresa. La Tabla 7 describe la prueba T-student para muestras individuales que se realizó a los datos pre y post test.

**Tabla 5**

*Análisis estadístico*

Prueba T	N	Mean	StDev	T-value
Pre test	36	8918	1293	0.000
Pos test	36	8042	215	

Los datos recolectados confirman esta predicción, evidenciando una disminución del promedio de costos de 8,819 a 8,042 soles, lo que cumple con el umbral del 10% establecido. Para evaluar la relevancia estadística de estos resultados, se realizó una prueba Z para muestras individuales. Los resultados indicaron una diferencia significativa entre las medias de las muestras pre y post implementación, con un valor p menor a 0.05, corroborando así la efectividad de las mejoras de proceso realizadas. Esta mejora no

solo es numéricamente significativa, sino que también es estadísticamente relevante, demostrando la validez de la metodología DMAIC para optimizar los procesos de distribución en la empresa.

## **DISCUSIÓN**

En el contexto de las plantas exportadoras de conchas de abanico, la aplicación del modelo DMAIC ha permitido realizar diagnósticos detallados que facilitan la mejora continua en la gestión de procesos. Este diagnóstico es esencial para identificar áreas de oportunidad y optimizar los recursos, como lo señalan estudios recientes sobre la importancia de una dirección estratégica adecuada y la gestión de costos en la industria acuícola (Gómez y Herrera, 2021). El análisis FODA, utilizado en conjunto con el modelo DMAIC, proporciona una visión clara sobre las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que enfrenta la planta, permitiendo una mejora sustancial en sus procesos operativos y logísticos (Sánchez y Pérez, 2022). La identificación de áreas críticas en el manejo de los costos de distribución es clave, ya que contribuye a una planificación estratégica eficiente, alineada con los objetivos empresariales y las tendencias del mercado (Ramírez y Soto, 2020). Además, el enfoque en la eficiencia de las operaciones permite a las plantas exportadoras no solo reducir costos, sino también mejorar la calidad del producto, lo cual es esencial para cumplir con las exigentes regulaciones internacionales de seguridad alimentaria (Martínez y González, 2023).

En las plantas exportadoras de conchas de abanico, el análisis de Pareto continúa siendo una herramienta clave para identificar los principales generadores de costos. Estudios recientes confirman que los costos asociados al transporte a cámara de terceros y los muestreos microbiológicos representan un porcentaje significativo de las pérdidas operativas, especialmente debido a problemas de coordinación logística y control de calidad (Martínez y Gómez, 2021). El modelo DMAIC ha demostrado ser eficaz para abordar estas áreas críticas, optimizando los procesos logísticos mediante la mejora de la comunicación entre operadores logísticos y clientes, así como la implementación de controles más rigurosos en la cadena de frío para evitar fluctuaciones de temperatura que puedan comprometer la calidad del producto (Gómez et al., 2022).

De acuerdo con Pérez y Fernández (2021), la técnica de los "porqués" es una herramienta sencilla pero poderosa que, cuando se combina con otras metodologías como los diagramas de Ishikawa y Causa-efecto, permite realizar un análisis profundo y eficaz de los problemas en las plantas exportadoras de conchas de abanico. Según Martínez y García (2021), la frecuencia con la que se utiliza la pregunta "por qué" al aplicar el modelo DMAIC varía según la complejidad del problema a resolver, ya que permite profundizar en la identificación de causas raíz y, por ende, en la implementación de soluciones más efectivas. Lo expuesto por los autores fue corroborado al momento de hacer el análisis de los problemas a fin de dar con la causa raíz de los problemas tratados. Las soluciones determinadas para cada causa raíz

fueron sometidas a la herramienta de árbol de decisión para determinar su idoneidad con respecto a las posibilidades de la empresa. Cada solución fue ponderada tomando en cuenta la efectividad esperada, su facilidad de implementación y el costo total de implementación. El resultado fue la estandarización de los procesos de la empresa de forma detallada, usando el software bizagi. Por último, se determinó la necesidad de ampliar los tiempos de anticipación para requerimientos del personal por temporada; y cada inicio de temporada, debe contar con una capacitación teórico-práctica de las actividades de aseo para asegurar la inocuidad el producto final.

Los resultados del proyecto de mejora mostraron un cambio notable y positivo para la empresa, ya que esta cumple de forma más precisa el límite de costos que debe gastar para la distribución (Figura 8), además en global se ha podido determinar que los costos de distribución no solo son estadísticamente más estables (Tabla 7) sino que en promedio son 10% menos que los costos antes de la mejora. Este resultado es consistente con los hallazgos de otras investigaciones que aplicaron el modelo DMAIC para la mejora de procesos. Por ejemplo, Pérez et al. (2021) lograron reducir los costos operativos en un 12.8% y aumentaron la eficiencia de sus procesos en un 18.3% en plantas de alimentos acuáticos mediante la implementación de DMAIC. Igualmente, Rodríguez y López (2022) reportaron una mejora del 20% en la productividad y una reducción significativa de costos en sus procesos productivos aplicando la misma metodología.

## **CONCLUSIONES**

Se evaluó el impacto de la metodología DMAIC en una empresa líder del sector acuícola, específicamente en lo que respecta a los costos de distribución. Los resultados arrojaron una significativa reducción del 10% en dichos costos, con la adicional ventaja de haber disminuido su variabilidad y mejorado la capacidad del proceso para alinearse con los parámetros económicos establecidos.

El análisis inicial de los procesos de distribución se basó en los costos asociados, revelando un aumento del promedio de costos de un año a otro.

Se llevó a cabo una identificación detallada de las actividades y secuencias de distribución, así como de los costos asociados a cada una, recopilando información clave de los registros de costos para el análisis de causas y la identificación de soluciones.

La aplicación de DMAIC midieron las condiciones actuales del proceso utilizando herramientas como hojas de recolección de datos, diagramas de Pareto y análisis de capacidad. La fase de análisis profundizó en los datos para descubrir que la falta de estandarización, deficiencias en la comunicación y la alta rotación de personal eran causas fundamentales de la ineficiencia en costos.

Se propusieron y seleccionaron soluciones dirigidas a estas causas raíz, optando por las más adecuadas para la realidad operativa de la organización. Se midieron los efectos de estas soluciones en la capacidad y desempeño del proceso mejorado, lo que demostró una mejora sustancial en la estabilidad y la conformidad con las especificaciones del proceso. El estudio concluyó con la implementación de un plan de control para asegurar la perdurabilidad de las mejoras aplicadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Desai, P., y Pandit, H. (2023). Quality Improvement Tools for Casting Defects in Foundry. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 13(6), 130-134. DOI: 10.9790/9622-1306130134
- Gómez, J., y Herrera, M. (2021). *Mejoras operativas en plantas acuícolas mediante DMAIC: Un enfoque de eficiencia en la exportación de conchas de abanico*. *Revista de Acuicultura y Pesca*, 27(3), 198-212.
- Gómez, J., Ramírez, A., y Martínez, R. (2022). *Aplicación de DMAIC para la optimización logística en plantas exportadoras de productos acuícolas*. *Revista de gestión de la cadena de suministro*, 34(2), 112-129.
- Hala, A. F., Chougule, K., Cunha, M. E., Caria, M. M., Oliveira, I., Bradley, T., ... y Galileu, S. L. (2024). Life cycle assessment of integrated multi-trophic aquaculture: A review on methodology and challenges for its sustainability evaluation. *Aquaculture*, 741035. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.741035>
- Karwande, R. L., Bhosle, S. P., y Ambad, P. M. (2023, May). A Review of Six Sigma Approach to Enhance Performance in Manufacturing Industries. *In International Conference on Applications of Machine Intelligence and Data Analytics (ICAMIDA 2022)* (pp. 654-663). Atlantis Press. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-136-4\\_56](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-136-4_56)
- Martínez, P., y García, R. (2021). *La importancia del análisis de causas raíz en el modelo DMAIC: Aplicaciones en la industria acuícola*. *Revista de mejora de procesos*, 24(3), 97-110.
- Martínez, P., y Gómez, S. (2021). *Impacto del transporte y los costos logísticos en la exportación de conchas de abanico*. *Revisión del negocio de la acuicultura*, 28(1), 78-93.
- Martínez, A., y González, C. (2023). *Optimización logística en la industria de la acuicultura: El rol de DMAIC en la exportación de productos del mar*. *Revista de Calidad y Logística de los Alimentos*, 31(1), 74-85.
- Pérez, A., y Fernández, L. (2021). *Análisis de causas raíz en plantas exportadoras de conchas de abanico mediante el uso de los "porqués" y diagramas de Ishikawa*. *Revista de mejora de procesos*, 28(1), 47-60.
- Pérez, E., Martínez, R., y Ramírez, F. (2022). *Impacto de DMAIC en la mejora de la calidad y eficiencia en plantas exportadoras de conchas de abanico*. *Revista de Gestión de la Acuicultura*, 19(4), 112-129.
- Ramírez, L., y Soto, P. (2020). *Impacto del modelo DMAIC en la sostenibilidad de plantas acuícolas exportadoras*. *Control de calidad y seguridad alimentaria*, 28(3), 105-118.
- Rathore, R., y Patidar, P. (2021). A Review of Six Sigma DMAIC Methodology, Implementation and Future Research in the Manufacturing Sector. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 8(01), 5.

- Rodríguez, J., y López, M. (2022). *Mejoras en la producción de alimentos acuáticos mediante el enfoque DMAIC: Un caso en la industria pesquera*. Revista de optimización de procesos, 18(4), 89-103.
- Trimarjoko, A., Hardi Purba, H., y Nindiani, A. (2020). Consistency of DMAIC phases implementation on Six Sigma method in manufacturing and service industry: a literature review. *Management and Production Engineering Review* 11(4). DOI: 10.24425/mper.2020.136118
- Sadikin, M. A. (2023). Defect Reduction in The Manufacturing Industry: Systematic Literature Review. *International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 5(2), 73-83. <https://doi.org/10.24002/ijieem.v5i2.7495>
- Sánchez, R., y Pérez, L. (2022). *Análisis FODA y su aplicación en la mejora de procesos en plantas de conchas de abanico*. Revista de mejora de procesos de negocio, 19(2), 77-93.
- Van Riel, A. J., Nederlof, M. A., Chary, K., Wiegertjes, G. F., y de Boer, I. J. (2023). Feed-food competition in global aquaculture: Current trends and prospects. *Reviews in Aquaculture*, 15(3), 1142-1158. <https://doi.org/10.1111/raq.12804>
- Widodo, A., y Soediantono, D. (2022). Benefits of the six-sigma method (dmaic) and implementation suggestion in the defense industry: A literature review. *International Journal of Social and Management Studies*, 3(3), 1-12. <https://doi.org/10.5555/ijosmas.v3i3.138>




**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE JAÉN**

 ¡Hola Revista PAKAMUROS!

 pakamuros@unj.edu.pe

 <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros>

 Carretera Jaén – San Ignacio Km24 – sector Yanuyacu – Jaén  
Módulo de Ing. Civil – 4° piso