

Evaluación del comportamiento de recubrimientos orgánicos anticorrosivos aplicados a superficies de acero de bajo carbono expuestas en atmosfera marina

Evaluation of the behavior of anticorrosive organic coatings applied to low carbon steel surfaces exposed in marine atmosphere

 Julio Eduardo Cabrera Salvatierra¹,  Pablo Aguilar Marín²

¹ Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú

² Universidad Nacional del Santa, Perú

Contacto: ljcabreras@unasam.edu.pe

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de recubrimientos orgánicos anticorrosivos preparados con pigmentos naturales no perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. Para lograr los objetivos propuestos se instaló una estación de ensayo en la atmósfera marina ubicada a aproximadamente 20 m de la orilla del mar, en los que se colocó un conjunto de muestras en forma de placas de acero estructural comercial AISI 1010, cuyas dimensiones fueron 150 mmx100 mmx1mm expuestos a la atmósfera marina del Balneario de Buenos Aires, Distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, Perú. Los recubrimientos aplicados al sustrato de acero que contenía pigmentos anticorrosivos tales como: cromato de zinc comercial, fosfato de zinc comercial, tanato de zinc TZn3 (contiene 38,60 % en peso de zinc) y tanato de zinc TZn4 (contiene 47,13 % en peso de zinc). Finalmente se procedió a evaluar el comportamiento de los recubrimientos a través de diversos parámetros como, el grado de ampollamiento, herrumbre, agrietamiento, entizado y descamación haciendo uso de las normas ISO 4628. Y ASTM D 714. Los resultados muestran que el recubrimiento orgánico utilizado protege de la corrosión en buena medida al área del sustrato de acero. Sin embargo, en las incisiones se observa que la corrosión se incrementa progresivamente a medida que transcurre tiempo. Es decir, el uso de estos recubrimientos orgánicos permitió mitigar la corrosión y de este modo minimizar la contaminación ambiental ayudando a proteger la salud humano.

Palabras clave: Recubrimientos orgánicos, acero de bajo carbono, atmosfera marina.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the performance of organic anti-corrosive coatings prepared with natural pigments that are not harmful to the environment or human health. To achieve the proposed objectives, a test station was installed in the marine atmosphere approximately 20 m from the shoreline. A set of samples in the form of AISI 1010 commercial structural steel plates, measuring 150 mm x 100 mm x 1 mm, were placed in the station and exposed to the marine atmosphere of the Buenos Aires Beach Resort, Víctor Larco Herrera District, Trujillo, Peru. The coatings applied to the steel substrate contained anticorrosive pigments such as: commercial zinc chromate, commercial zinc phosphate, zinc tannate TZn3 (containing 38.60% zinc by weight), and zinc tannate TZn4 (containing 47.13% zinc by weight). Finally, the behavior of the coatings was evaluated using various parameters such as blistering, rust, cracking, chalking, and scaling, according to ISO 4628 and ASTM D 714 standards. The results show that the organic coating used provides significant protection against corrosion to the steel substrate area. However, incisions revealed that corrosion progressively increased over time. Therefore, the use of these organic coatings mitigated corrosion and thus minimized environmental contamination, helping to protect human health.

Keywords: Organic coatings; low-carbon steel; marine atmosphere.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo científico y tecnológico actual, los materiales mayormente utilizados en la ingeniería son los metales y sus aleaciones, destacando entre ellos los aceros. La demanda de estos materiales se debe a sus excelentes propiedades mecánicas y otras propiedades especiales aptas con el avance tecnológico. Sin embargo, uno de los inconvenientes que se observa cuando se utiliza estos materiales en ambientes industriales, marinos y costeros es el deterioro de las propiedades mecánicas del acero, tales como la disminución de su resistencia mecánica y de su tenacidad. En muchos casos el deterioro del metal es tan intenso que puede ocasionar fallas prematuras de los componentes utilizados en diferentes estructuras, ocasionando riesgos en la vida humana, pérdidas económicas y aumento de la contaminación ambiental. Los diversos tipos de degradación ambiental de los metales se describen con diferentes términos tales como corrosión, corrosión a alta temperatura, ataque por metal líquido, daño por hidrógeno y daño por radiación, que a su vez tienen sus clasificaciones más específicas en cada grupo.

Uno de los efectos más importantes que resulta de la interacción entre el medio ambiente y los metales utilizados en estructuras de uso industrial y doméstico es el fenómeno de corrosión. Siendo la más peligrosa aquella que se produce en plantas industriales, tales como centrales eléctricas o plantas de procesamiento químico. Las consecuencias económicas negativas de la corrosión, que incluyen pérdidas directas relacionadas con el remplazo de piezas y equipos, y pérdidas indirectas relacionadas con la paralización de la producción por la detención de maquinarias e instalaciones industriales. Las pérdidas de materiales metálicos corroídos representan un tercio de la producción mundial, por lo que los investigadores en este campo se dedican a encontrar soluciones, ya sea desarrollando materiales con propiedades anticorrosivas o protegiendo los materiales existentes con diversos métodos de protección contra la corrosión (recubrimientos). Se ha comprobado que, al prevenir la corrosión, se puede eliminar aproximadamente el 25 % de los gastos anuales relacionados con ella (El-Meligi, 2010).

La corrosión es un fenómeno natural y espontáneo de destrucción parcial o total de materiales, especialmente metales, como consecuencia de las reacciones químicas, electroquímicas o bioquímicas derivadas de la interacción con el medio ambiente el cual ocasiona el deterioro de sus propiedades (Perez, 2016). Este fenómeno es constante y continuo, a menudo difícil de eliminar por completo. Por ello, la prevención es más óptima y alcanzable que su eliminación completa. Los procesos de corrosión se desarrollan rápidamente tras la ruptura de la capa protectora y se acompañan de diversas reacciones que modifican la composición y las propiedades tanto de la superficie metálica como del

entorno local, los factores más influyentes en el medio corrosivo son la humedad, el pH, la concentración y disponibilidad del oxígeno, la presencia de iones con acción específica, la concentración de iones metálicos, las propiedades conductoras, electro conductoras y la presencia de inhibidores (Cay, et al, 2018). Desde el punto de vista termodinámico, la tendencia de los metales a corroerse se caracteriza mediante la evaluación de la energía libre de Gibbs del proceso, cuya variación proporciona datos sobre la posibilidad e imposibilidad del proceso (Edeleanu &, 1960)

Debido a que el acero es susceptible a la corrosión, para su mejor conservación es necesario utilizar recubrimientos sobre el sustrato metálico. La elección de los medios de protección anticorrosiva se basa tanto en el conocimiento cinético de las reacciones anódicas y catódicas que contribuyen a determinar el comportamiento de metales y aleaciones, como en el conocimiento de los parámetros que influyen en dicho comportamiento. Los procesos de recubrimiento consisten en la deposición sobre las superficies de los materiales de capas protectoras metálicas o no metálicas. Estas capas protectoras pueden ser de materiales inorgánicos (metales, esmaltes y cerámicas) u orgánicos (plásticos, barnices o pinturas), y se obtienen mediante los siguientes métodos: químicos, electroquímicos y termo mecánicos (Sundberg, Karppinen, 2014).

El proceso de recubrimiento con capas protectoras inorgánicas se basa en la deposición de capas de compuestos inorgánicos, química o electroquímicamente, mediante la conversión de la capa metálica superficial en productos metálicos poco solubles (óxidos, fosfatos, cromatos, nitruros) o la deposición de masas a base de silicatos o el recubrimiento con materiales cerámicos. La calidad de los recubrimientos depende de la preparación de la superficie y los parámetros de trabajo (Benmaleck, Dunlop, 1995). Las capas inorgánicas se pueden depositar mediante conversión química o electroquímica. Las capas de conversión resultan de la reacción entre un reactivo y la superficie metálica, formando una película de compuestos que se adhiere a la superficie, lo que garantiza un aumento de la resistencia a la corrosión y al desgaste, un bajo coeficiente de fricción, aislamiento térmico y eléctrico, reducción de la deformación plástica en frío o puede tener una función decorativa (Malucelli, 2016). Mediante conversión química, la superficie metálica reacciona con una solución acuosa, dando como resultado una película de productos de corrosión adherentes y relativamente compactos, que aísla la superficie del ambiente corrosivo (Brown & et al, 1993). Los procesos de conversión química son: fosfatado, cromatización, sulfuración y nebulización.

El control de la corrosión en metales es de importancia técnica, económica, ambiental y estética. El uso de recubrimientos es una de las mejores opciones para proteger metales y aleaciones contra la corrosión. La toxicidad ambiental de los inhibidores de corrosión orgánicos ha impulsado la búsqueda de inhibidores ecológicos, ya que

son biodegradables y no contienen metales pesados ni otros compuestos tóxicos. Además de ser respetuosos con el medio ambiente y ecológicamente aceptables, los productos vegetales son económicos, fácilmente disponibles y renovables (Vieira & et al, 2025). Resultan de interés las investigaciones sobre la capacidad inhibidora de la corrosión de los taninos, alcaloides, aminoácidos orgánicos y colorantes orgánicos de origen vegetal. En los últimos años, los recubrimientos sol-gel dopados con inhibidores se muestran muy prometedores. Si bien se ha dedicado una cantidad considerable de investigación a la inhibición de la corrosión mediante extractos vegetales, aún son escasos los informes sobre los mecanismos detallados del proceso de adsorción y la identificación del ingrediente activos (Amtha & Bharathi, 20011).

La utilización de recubrimientos orgánicos empleados ampliamente en el sector industrial incrementa la resistencia a la corrosión de los materiales metálicos que se encuentran sometidos a ambientes agresivos como las atmósferas marinas. En la actualidad la investigación en este campo busca recubrimientos con versatilidad, alta eficiencia, bajo costo y de bajo impacto ambiental. Los recubrimientos orgánicos se encuentran constituidos por solventes, resinas, pigmentos y aditivos. Los principales mecanismos de protección que estos tipos de recubrimiento utilizan son: efecto de barrera (agua, oxígeno e iones), alta resistencia dieléctrica (inhibición de reacciones anódicas y catódicas), pasivación del metal con pigmentos solubles y, en casos especiales, por protección catódica con pigmentos. Su desempeño, en general, está fuertemente influenciado por la naturaleza del vehículo utilizado, tipo de metal que se va a proteger, ambiente donde se va a usar, espesor y condiciones de aplicación (Martin & Angeles, 2006). Lamentablemente, algunos aspectos de la protección contra la corrosión siguen sin resolverse.

Tablo 01

Composición química del acero de bajo carbono AISI 1010.

Elemento	Fe	C	S	Mn	Cu	Cr	Ni
Contenido(%)	9,595	0,054	0,011	0,20	0,02	0,01	011

Para proteger al acero de la corrosión se utilizó diferentes tipos de recubrimientos orgánicos que contenían pinturas a las que se añadió pigmentos orgánicos anticorrosivos tales como cromato de zinc comercial, fosfato de zinc comercial, tanato de zinc TZn3 con 30,60% de peso de zinc, tanato de zinc TZn4 con 47,13% de peso de Zinc. Los pigmentos tanato de Zinc fueron sintetizados a partir de una fuente de taninos hidrolizables ZnO.

Metodología

En este trabajo utilizó la siguiente secuencia:

Debido a la ubicación cercana al mar del Balneario de Buenos Aires, en Trujillo, Perú, su clima marino, con altas concentraciones de salinidad, humedad en la atmósfera y variaciones térmicas, se presentan condiciones que favorecen la corrosión del acero de bajo carbono AISI 1010, afectando maquinarias, redes eléctricas, obras civiles y vehículos tanto privados como de transporte público. Este fenómeno impacta negativamente en la economía local, limitando la inversión y la instalación de nuevos emprendimientos en el distrito.

Esta situación motivó la ejecución del presente trabajo de investigación el cual tuvo como objetivo fundamental evaluar la eficiencia de diversos recubrimientos anticorrosivos fabricados con pigmentos naturales, como el fosfato de zinc y el cromato, este último obtenido a partir de extractos naturales. Así mismo se analizó la resistencia a la corrosión del acero AISI 1010 en las condiciones ambientales del Balneario de Buenos Aires, distrito de Trujillo, Perú. Después de la evaluación de la corrosión en las probes de acero con recubrimiento orgánico se observó que el uso de dicho recubrimiento ayudo a minimizar la corrosión. Así mismo el uso de los recubrimientos orgánicos anticorrosivos ha permitido mitigar la corrosión en el acero y minimizar la contaminación ambiental protegiendo la salud humana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material

En el presente estudio se utilizó como material base un acero de bajo carbono de nomenclatura AISI 1010 en forma de placas, cuya composición química se muestra en la Tabla 01.

1. Estación de ensayo

La fabricación de la estación de ensayo se hizo de acuerdo a la norma ISO 8565 (2012) para ello se utilizó madera mohena la misma que fue pintada con pintura vencenamel color gris claro, como se muestra en la figura 1.

2. Preparación de probetas

Del acero AISI 1010 se preparan sesenta (60) probetas de dimensiones 150mm x 100mm x 1 mm fabricadas de acuerdo a la norma ISO 9226 (2012). Las probetas primeramente fueron arenadas bajo la norma ASTM D 4940 (2010). La rugosidad obtenida fue de 2,3 mils.

Posteriormente fueron desengrasadas con acetona industrial, después fue aplicado el recubrimiento anticorrosivo orgánico utilizando una brocha. Las probetas recubiertas se dejaron secar por 10 días a temperatura ambiente.

Antes de ser colocadas las muestras en el bastidor se procedió a medir el espesor de los recubrimientos obteniendo espesores en un rango de 0,9 mils a 1,7 mils para los imprimantes (base) utilizados entre 2,8 mils y 3,4 mils para los sistemas (base más acabado).

Una vez seco el recubrimiento a 20 probetas con recubrimiento base y 20 con recubrimiento base y acabado se les realizó una incisión de 75 mm de longitud y 0,5 mm de espesor que atravesó todo el recubrimiento.

En la Tabla 02. se muestran los espesores alcanzados para los imprimantes y sistemas completos.

Tabla 02

Espesores de los recubrimientos utilizados.

Imprimante o Sistema	Espesor promedio de película seca (mils)	
	Imprimante	Sistema
Cromato de Zinc	1,4	-
Fosfatos de Zinc	1,5	-
Tanato de Zinc TZn3	1,5	-
Tanato de Zinc TZn4	1,7	-
Cromato de Zinc	0,9	2,8
Fosfatos de Zinc	1,2	3,4
Tanato de Zinc TZn3	1,2	3,3
Tanato de Zinc TZn4	1,4	3,1

Las probetas recubiertas fueron colocadas en el bastidor con el tablero orientado 45° con vista al mar y aproximadamente a 25 m de la orilla del mar como se muestra en la figura 1a y distribuidas como se muestra en la figura 1b.

Figura 1

(a) Vista del bastidor ubicado con el tablero con vista al mar, (b) ubicación de las probetas expuestas al medio ambiente del Balneario de Buenos Aires, Distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, Perú.



(a)



(b)

Técnica de Recolección y Análisis de la información

Para el análisis del comportamiento de los recubrimientos anticorrosivos se hizo una observación visual y se tomó fotografías de cada una de las probetas, a los 3, 6, 9 y 12 meses, respectivamente. El grado de ampollamiento se determinó de acuerdo a la norma ISO 4628-2 (2005) y ASTM D 714 (2017). El grado de oxidación se determinó con la norma ISO 4628-3 (2005). El grado de agrietamiento se analizó de acuerdo a la norma ISO 4628 - 4 (2005). El grado de entizado se evaluó de acuerdo a la norma ISO 4628 - 6 (2007). El grado de descamación se evaluó con la ISO 4628-5 2005

Tabla 03

Probetas codificadas sobre el bastidor para su exposición a la atmósfera del Distrito de Víctor Larco Herrera.

Probetas	Base con incisión	Con acabado y con incisión	Con acabado. No tiene incisión
Muestra N° 1	B - 1	A - 33	A - 28
Muestra N° 2	B - 10	A - 30	A - 26
Muestra N° 3	B - 10	A - 40	A - 30
Muestra N° 4	B - 12	A - 30	A - 39
Muestra N° 5	B - 13	A - 25	A - 26
Muestra N° 6	B - 3	A - 38	A - 30
Muestra N° 7	B - 9	A - 29	A - 23
Muestra N° 8	B - 19	A - 37	A - 28
Muestra N° 9	B - 16	A - 28	A - 37
Muestra N° 10	B - 18	A - 39	A - 29
Muestra N° 11	B - 16	A - 31	A - 22
Muestra N° 12	B - 3	A - 33	A - 32
Muestra N° 13	B - 11	A - 23	A - 30
Muestra N° 14	B - 3	A - 31	A - 35
Muestra N° 15	B - 10	A - 30	A - 31
Muestra N° 16	B - 20	A - 30	A - 34
Muestra N° 17	B - 9	A - 27	A - 21
Muestra N° 18	B - 7	A - 22	A - 29
Muestra N° 19	B - 16	A - 34	A - 32
Muestra N° 20	B - 19	A - 21	A - 34

Para la exposición al medio atmosférico se utilizaron 60 probetas con recubrimientos, de las cuales 20 fueron aplicadas una base e incisión, 20 con base con acabado más incisión y 20 con base y acabados sin incisión de acuerdo a

lo establecido en la Tabla 03 y la ubicación como se muestra en la figura 2, cuya codificación se indica. La distribución de las probetas se realizó en la forma siguiente

Figura 2

Bastidor con las probetas codificadas expuestas al medio ambiente del Balneario de Buenos Aires, Distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, Perú.



Grado de ampollamiento

La evaluación del grado de ampollamiento en los recubrimientos orgánicos anticorrosivos aplicados sobre superficies de acero de bajo carbono AISI 1010, se hizo alrededor de la zona de incisión según la norma ISO 4628-2 (2004) y en toda la superficie del recubrimiento se utilizó las normas ISO 4628-2 (2005) y ASTM D 714 (2017). El ampollamiento fue evaluado por comparación de las ampollas en la incisión y en la superficie con recubrimiento con las imágenes fotográficas que muestran la norma.

En cuanto al tamaño tenemos una escala que va del 10 al 0. El número 10 representa que no hay ampollamiento, mientras que el número 8 representa que el tamaño de la ampolla es más pequeño que lo que ojo humano puede percibir, mientras que los números 6, 4, y 2 representan tamaños mayores.

Según la norma ASTM D 714, clasifica el grado de ampollamiento en función del tamaño y de la densidad de las ampollas. Para el tamaño de las ampollas tiene seis escalas (10,8,6,4,2,0) donde la escala 10 significa que no existe ampollamiento, las escalas 8,6,4,2 indican tamaños crecientes de ampollas y el cero (0) nos indica un ampollamiento muy severo. De acuerdo a la densidad de las ampollas esta norma lo clasifica en poco(F), medio(M), medio denso (MD) y denso (D).

Grado de oxidación

La evaluación del grado de oxidación sobre las muestras del acero de bajo carbono AISI 1010 con recubrimiento orgánico se realizó utilizando la norma ISO 4628-3 (2005) basada en estándares visuales primero en las zonas cercanas a la incisión y posteriormente se procedió a evaluar el grado de oxidación en la superficie sobre la cual se depositó el recubrimiento orgánico. La magnitud

del grado de oxidación se expresó de acuerdo al porcentaje (%) del área de oxidación. Esta norma se aplicó haciendo una comparación visual de las fotografías estandarizadas en la norma con las fotografías que muestran el grado de oxidación del trabajo de investigación. Para determinar el grado de oxidación se usa un índice R_i seguida de un número entero que va desde 0 hasta 5. En donde el número 0 indica que el porcentaje de oxidación es 0% mientras que el número 5 indica que el grado de oxidación es del 40% a 50% del área afectada.

Grado de agrietamiento

La evaluación del grado de agrietamiento alrededor de la zona de incisión y en el área de la muestra con recubrimiento orgánico se realizó de acuerdo a lo establecido en la norma ISO 4628-4 (2005), la misma que considera una escala del cero (0) al cinco (5) categorizando las grietas según su tamaño, donde el cero (0) nos indica que el tamaño de la grieta es no visible y el cinco (5) indica que el tamaño de las grietas es grande cuya anchura es mayor de 1 mm. La que considera 6 categorías según su tamaño y densidad.

Grado de entizado

El grado de entizado se hizo sobre toda la superficie de la probeta utilizando la norma ISO 4628-6 (2007) ésta norma utiliza cinta adhesiva transparente debajo brillo la cual se adhiere sobre la superficie recubierta con pintura, luego se retira la cinta y se evalúa sobre un sustrato blanco y se compara bajo luz difusa para darle una clasificación de 0 a 5 según esta norma.

Grado de descamación

Esta evaluación se realizó mediante el uso de la norma ISO 4628-5 (2005), el grado de descamación se establece de acuerdo a la cantidad, tamaño y profundidad del área afectada, la clasificación de la descamación es de seis (6) categorías que van del cero (0) al cinco (5) donde el cero (0) indica 0% del área descamada y el cinco (5) indica que el área descamada es de 15%. Así mismo el tamaño de la escama tiene seis (6) categorías que van desde cero (0) indica que el tamaño de la escama es no visible cuando se realiza a una magnificación $\times 10$ y el cinco (5) indica que el tamaño de la escama es mayor que 30 mm.

RESULTADOS

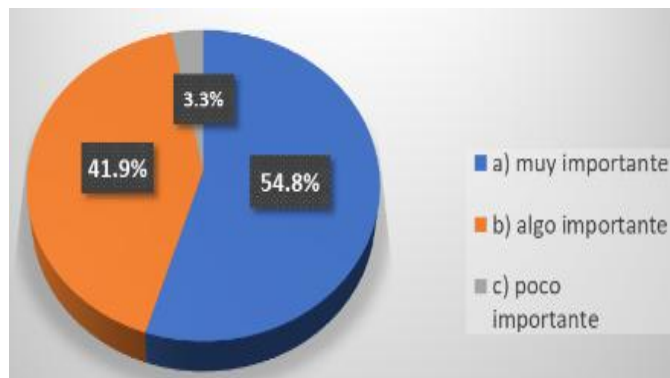
Diagnóstico situacional

Con el propósito de conocer el contexto actual de los hábitos alimentarios y el nivel de conocimiento sobre nutrición saludable en los estudiantes de la Institución Educativa C.E.I. “Alfonso Ugarte y Vernal”, se aplicó una encuesta diagnóstica inicial y final (pre y post intervención) a una muestra de 53 estudiantes de 4.º y 5.º grado de educación secundaria, de un total de 117 alumnos matriculados en el año 2024. La encuesta tuvo como finalidad identificar los cambios en la percepción, actitud y conocimiento de los

adolescentes antes y después de la actividad educativa orientada a la promoción de una alimentación saludable y a la reflexión sobre los efectos de los alimentos procesados en la salud.

Figura 1

Percepción inicial sobre la importancia de la alimentación saludable en el rendimiento académico



Los resultados iniciales (Figura 1) evidencian que el 41,9 % de los estudiantes percibe la alimentación saludable como “algo relevante” para su rendimiento académico, mientras que el 54,8 % la considera “extremadamente relevante”. Solo un pequeño grupo (3,3 %) indicó una valoración baja o nula sobre su influencia. Estos datos reflejan que, en la fase previa a la intervención, la mayoría de los alumnos ya reconocía una relación entre la nutrición equilibrada y el desempeño escolar, aunque sin una comprensión profunda de sus implicancias fisiológicas y cognitivas.

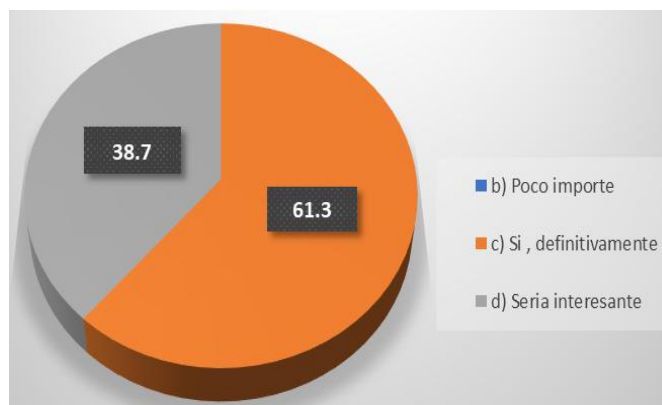
Figura 2

Percepción inicial sobre el impacto de la mala alimentación en la salud futura



Figura 3

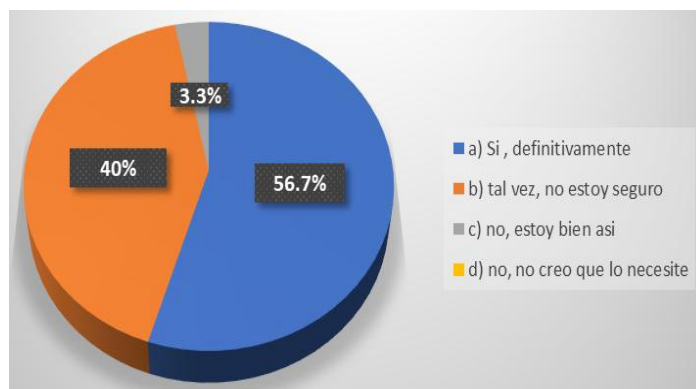
Percepción posterior sobre la importancia de la alimentación saludable en el rendimiento académico



Tras la intervención educativa, los resultados de la Figura 3 muestran una mejora perceptible en la valoración del tema: el 38,7 % de los estudiantes consideró que la alimentación saludable es “definitivamente relevante” para su rendimiento académico, mientras que el 61,3 % la calificó como “muy interesante e importante”. En comparación con la encuesta inicial, se observa un incremento en el nivel de convencimiento y motivación, indicando que los mensajes de sensibilización promovieron un cambio actitudinal hacia la práctica de hábitos alimentarios equilibrados.

Figura 4

Percepción posterior sobre los efectos de la mala alimentación en la salud futura



Finalmente, los resultados de la Figura 4 reflejan que el 56,7 % de los estudiantes aún manifestó cierta inseguridad respecto a cómo una mala alimentación puede afectar su salud futura, aunque se evidencia una tendencia positiva hacia una mayor reflexión crítica sobre las consecuencias de los malos hábitos alimentarios. El restante 43,3 % reconoció de manera contundente que la mala alimentación constituye un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes, la hipertensión o la anemia.

Los resultados del diagnóstico situacional muestran que los estudiantes poseen nociones generales adecuadas sobre la alimentación saludable, pero presentan brechas de conocimiento respecto a la identificación de alimentos

procesados, la lectura de etiquetas nutricionales y la frecuencia de consumo recomendada.

El análisis comparativo entre las encuestas de entrada y salida permitió constatar un avance significativo en la percepción y en la disposición hacia la adopción de hábitos saludables, aunque persisten áreas de mejora relacionadas con la aplicación práctica de dichos conocimientos en la vida cotidiana. La evidencia empírica obtenida respalda la efectividad de la intervención educativa en la sensibilización sobre la importancia de la nutrición en el desempeño académico y en la prevención de enfermedades futuras, especialmente en contextos escolares rurales y urbano-andinos como el de Pampas–Huancavelica.

Aplicación de la herramienta FODA

Como parte del proceso analítico, se aplicó la herramienta FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) con el propósito de identificar los factores internos y externos que influyen en la adopción de prácticas de alimentación saludable en los estudiantes de la Institución Educativa “Alfonso Ugarte y Vernal”. El análisis se sustentó en la información obtenida a través de encuestas, observaciones directas y revisión documental institucional, lo que permitió caracterizar el contexto alimentario escolar y detectar los elementos clave que condicionan tanto la promoción como la sostenibilidad de hábitos saludables.

Esta herramienta posibilitó establecer una visión integral del entorno educativo, considerando aspectos institucionales, comunitarios y socioeconómicos que inciden directamente en la conducta alimentaria de los adolescentes.

Tabla 2

Factores internos identificados en la Institución Educativa “Alfonso Ugarte y Vernal”

Fortalezas	Debilidades
1. Creciente conciencia entre los estudiantes sobre la importancia de mantener una alimentación saludable.	1. Escasa disponibilidad de alimentos saludables en la comunidad local.
2. Posibilidad de integrar contenidos sobre educación alimentaria y nutrición dentro del currículo escolar.	2. Insuficiente formación en temas nutricionales por parte de docentes, padres y estudiantes.
3. Existencia de productos agroecológicos locales (frutas, hortalizas y tubérculos) que pueden incorporarse en la alimentación escolar.	3. Persistencia de patrones alimentarios poco saludables y consumo frecuente de comida procesada.
4. Apoyo institucional del director y compromiso de algunos docentes en fomentar estilos de vida saludables.	4. Limitaciones económicas en muchas familias que restringen la adquisición de alimentos nutritivos.

Nota. La tabla muestra los principales factores internos que influyen en la implementación de prácticas alimentarias saludables dentro de la institución educativa.

Tabla 3

Factores externos identificados en la Institución Educativa “Alfonso Ugarte y Vernal”

Amenazas	Oportunidades
1. Presencia de quioscos y comercios informales cercanos a la escuela que ofrecen productos ultraprocesados y bebidas azucaradas.	1. Existencia de programas gubernamentales y de ONG que promueven y financian mejoras en la calidad alimentaria escolar.
2. Escasa difusión de información sobre nutrición equilibrada y alimentación saludable en la comunidad.	2. Posibilidad de establecer alianzas con redes de salud y programas de capacitación nutricional.
3. Elevado costo de los alimentos saludables en el mercado local, lo que limita su consumo.	3. Implementación potencial de huertos escolares para garantizar el acceso a alimentos frescos y naturales.
4. Influencia de la publicidad de productos industrializados que incentiva el consumo de alimentos poco saludables.	4. Oportunidad de fortalecer la motivación estudiantil a través de talleres de cocina saludable y actividades prácticas.

Nota. La tabla presenta los factores externos que inciden en las decisiones alimentarias de los estudiantes y en el entorno institucional.

A partir del cruce de los factores internos y externos (Tablas 2 y 3), se formularon estrategias prioritarias orientadas al fortalecimiento de las prácticas alimentarias saludables dentro del entorno educativo. Estas estrategias se agrupan según su correspondencia entre fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, y se enfocan en acciones realistas, sostenibles y de impacto directo en la comunidad escolar: (D2; O2 y O4): Establecer alianzas estratégicas con programas de salud y nutrición (MINSA, Qali Warma, ONGs) para desarrollar sesiones de

capacitación y promoción sobre alimentación saludable; (D1; O3): Implementar huertos escolares ecológicos que permitan el autoabastecimiento de frutas y hortalizas, involucrando a los estudiantes y contando con la asesoría de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la UNAT; (F1; O2 y O4): Aprovechar la creciente conciencia estudiantil sobre la buena alimentación para incorporar talleres de cocina saludable, integrando contenidos nutricionales en áreas curriculares; (D3; A1 y A4): Organizar campañas publicitarias, ferias y concursos de

alimentación saludable para contrarrestar la influencia del marketing de comida chatarra y motivar cambios conductuales positivos; (F4; A1): Promover la creación de normativas internas escolares que regulen la venta y distribución de productos en quioscos, priorizando alimentos naturales y nutritivos; (F3; O3): Potenciar el uso de recursos agrícolas locales en la preparación de loncheras escolares, favoreciendo la economía local y la educación ambiental; (D2 y D4; A2): Desarrollar charlas informativas y talleres formativos en coordinación con las autoridades locales de salud para reducir la desinformación sobre nutrición equilibrada; (F2 y F4; O1 y O2): Fomentar colaboraciones interinstitucionales con entidades públicas y privadas interesadas en la salud infantil, aprovechando el compromiso del personal docente existente.

Estas acciones sintetizan los principales resultados del análisis FODA, permitiendo identificar los puntos críticos y las oportunidades de intervención para fortalecer la educación nutricional y mejorar los hábitos alimentarios de los estudiantes.

Determinación de objetivos estratégicos

A partir del diagnóstico situacional y del análisis FODA, se procedió a la formulación de objetivos estratégicos, orientados a fortalecer los hábitos alimentarios saludables en los estudiantes de cuarto y quinto grado de secundaria de la Institución Educativa “Alfonso Ugarte y Vernal”, ubicada en Pampas, provincia de Tayacaja, región Huancavelica.

Para garantizar la coherencia y la viabilidad de las metas planteadas, se aplicó la metodología SMART, reconocida en la gestión educativa y sanitaria por permitir establecer objetivos específicos (Specific), medibles (Measurable), alcanzables (Attainable), relevantes (Relevant) y temporales (Time-based).

Esta herramienta permitió traducir los hallazgos del análisis FODA en acciones concretas y cuantificables, facilitando la priorización de estrategias y la programación de actividades orientadas al corto y mediano plazo. La definición de cada objetivo se sustentó en la identificación de necesidades institucionales, disponibilidad de recursos, nivel de sensibilización de los actores educativos y posibilidades de articulación con instituciones públicas y privadas.

Tabla 4

Metodología SMART aplicada a la mejora de la alimentación escolar

Specific	Measurable	Attainable	Relevant	Time-based
Analizar los factores que influyen en la adopción de una dieta saludable.	Alcanzar una cobertura del 80 % de los estudiantes.	Ejecutar talleres mensuales de nutrición con participación de especialistas.	Promover hábitos alimenticios saludables en los estudiantes.	3 meses
Establecer un plan institucional de dieta saludable.	Reducir de 40 % a 30 % la proporción de loncheras no saludables.	Fomentar iniciativas de sensibilización y brindar ejemplos prácticos de loncheras nutritivas.	Disminuir la incidencia de enfermedades relacionadas con una alimentación inadecuada.	2 meses
Potenciar la enseñanza sobre alimentación saludable en el ámbito escolar.	Generar al menos 3 alianzas con proveedores locales.	Organizar ferias de alimentos saludables y establecer convenios de descuento con productores.	Facilitar el acceso a alimentos frescos y nutritivos a precios accesibles.	1 mes
Disminuir la ingesta de alimentos ultraprocesados y bebidas azucaradas.	Lograr que el 90 % de los estudiantes participe en actividades de sensibilización.	Implementar campañas informativas y colocar estaciones de agua en la institución.	Mejorar el rendimiento físico y cognitivo mediante una adecuada hidratación.	4 meses

Nota. La tabla presenta los objetivos estratégicos definidos bajo la metodología SMART, orientados a la mejora de la alimentación saludable en los estudiantes de cuarto y quinto grado de secundaria de la Institución Educativa “Alfonso Ugarte y Vernal”.

El empleo de esta metodología permitió estructurar un plan de mejora progresivo, adaptable a las condiciones reales de la institución y al contexto socioeconómico de la comunidad educativa. Con ello se buscó establecer metas alcanzables y verificables que sirvan como punto de partida para intervenciones sostenibles en el tiempo.

Tabla 4
Plan de mejora en los objetivos estratégicos de la Institución Educativa “Alfonso Ugarte y Vernal”

Objetivo	Estrategia	Acción	Indicador	Meta	Mín.	Máx.	Ópt.
Analizar los elementos que influyen en la dieta saludable.	Aplicar encuestas diagnósticas.	Identificar los hábitos alimentarios actuales.	Número de encuestas aplicadas.	Incorporar especialistas en nutrición.	1 %	2 %	4 %
Establecer un plan de dieta saludable.	Desarrollar talleres y charlas educativas.	Realizar sesiones participativas sobre alimentación balanceada.	Nivel de participación estudiantil.	Incrementar el número de capacitaciones.	2 %	4 %	6 %
Potenciar la enseñanza sobre alimentación.	Evaluar periódicamente el menú escolar.	Analizar los patrones de consumo mensuales.	Informes de evaluación del menú.	Comprender las tendencias alimentarias estudiantiles.	2 %	3 %	5 %
Disminuir la ingesta de alimentos no saludables.	Ofrecer alternativas nutritivas en el quiosco escolar.	Sustituir productos procesados por alimentos frescos.	Frecuencia de alimentos saludables ofertados.	Reducir la prevalencia de consumo de comida ultraprocesada.	1 %	3 %	6 %

Nota. El plan de mejora resume los indicadores e intervalos de cumplimiento para cada objetivo estratégico, lo que permitirá monitorear y evaluar el progreso de las acciones implementadas en la población estudiantil durante el periodo 2024 – 2025.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología SMART evidencian que la planificación estructurada permite alinear las acciones de mejora con los recursos disponibles y las capacidades institucionales. Se logró determinar metas realistas y medibles enfocadas en incrementar la educación nutricional, reducir el consumo de alimentos ultraprocesados y fortalecer la oferta de productos saludables dentro del entorno escolar. Asimismo, el diseño de indicadores cuantitativos y cualitativos contribuirá a evaluar el impacto de las estrategias a corto y mediano plazo, asegurando la sostenibilidad de los avances en la promoción de la alimentación saludable.

DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran avances significativos en el nivel de conocimiento y percepción de los estudiantes respecto a la alimentación saludable, luego de la aplicación de estrategias de sensibilización y capacitación. En línea con los hallazgos de Robledo de Dios et al. (2025), comprender el impacto que una dieta equilibrada tiene sobre la salud y el bienestar general es un paso esencial hacia la formación de hábitos alimentarios sostenibles. En este estudio, la mitad de los encuestados (50 %) reconoció los efectos negativos de una dieta poco saludable a largo plazo, lo que evidencia una mayor conciencia sobre la relación entre alimentación y salud, resultado congruente con intervenciones escolares previas desarrolladas en Latinoamérica (Vega-Salas et al., 2023).

Aun así, persisten brechas importantes entre el conocimiento y la práctica alimentaria real. Aunque el 38,7 % de los estudiantes asoció la alimentación saludable con un mejor rendimiento académico, un 56,7

% manifestó inseguridad sobre el impacto de una dieta deficiente. Este hallazgo refleja lo señalado por Dubuc et al. (2020), quienes sostienen que la falta de educación nutricional formal limita la comprensión del vínculo entre alimentación y desempeño cognitivo. De igual manera, la exposición constante a publicidad de alimentos procesados, identificada como una amenaza en el análisis FODA, influye de manera negativa en las decisiones de compra y preferencia de los adolescentes, tal como confirman Binns et al. (2018) y Ugaz et al. (2024), quienes documentan cómo las campañas comerciales dirigidas a jóvenes reducen la efectividad de las intervenciones educativas.

El análisis FODA permitió visualizar los factores estructurales que afectan las decisiones alimentarias dentro del entorno educativo. Entre las fortalezas, se destaca la conciencia creciente de los estudiantes y el compromiso de algunos docentes; mientras que las debilidades más marcadas incluyen la escasa formación en nutrición, la limitada oferta de alimentos saludables y las restricciones económicas familiares. Estos resultados son consistentes con los estudios de Pasmans et al. (2022) y Westbury et al. (2021), quienes identifican que los contextos escolares rurales o de bajos recursos presentan carencias similares que restringen la adopción de hábitos alimentarios adecuados.

Por otro lado, el componente de amenazas externas revela cómo la cercanía de quioscos informales, la publicidad de alimentos ultraprocesados y los precios elevados de los productos naturales siguen siendo barreras determinantes para la mejora de la dieta escolar. La evidencia de Medeiros et al. (2022) muestra que, en escuelas peruanas y bolivianas, la falta de regulación en los entornos alimentarios aumenta el consumo de bebidas azucaradas hasta en un 35 %, reforzando la necesidad de políticas integrales de control. En contraste, las oportunidades identificadas, como la colaboración con programas gubernamentales, la creación



de huertos escolares y la participación de instituciones académicas (por ejemplo, la UNAT), se alinean con las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2024), que promueve estrategias comunitarias participativas para garantizar la sostenibilidad de la alimentación saludable.

La aplicación de la metodología SMART demostró ser una herramienta eficaz para transformar el diagnóstico situacional en objetivos estratégicos operativos. Las metas establecidas, talleres de nutrición, ferias alimentarias, análisis del menú escolar y sustitución de productos ultraprocesados, responden a criterios de especificidad y viabilidad, garantizando la continuidad de las acciones en el tiempo. Según Till et al. (2022), la planificación basada en objetivos SMART permite a las instituciones educativas medir con precisión el impacto de las intervenciones y ajustar los programas según los avances obtenidos. En este sentido, el plan diseñado para la I.E. “Alfonso Ugarte y Vernal” constituye una propuesta de gestión escolar replicable en otras instituciones de la región andina, donde las limitaciones socioeconómicas condicionan las decisiones alimentarias cotidianas.

Los resultados también destacan que las acciones prácticas y participativas, como los talleres de cocina saludable, la instalación de estaciones de agua y la evaluación continua del menú escolar, fortalecen la autonomía alimentaria y la motivación estudiantil. Este enfoque coincide con las conclusiones de Leis et al. (2019) y Zou et al. (2023), quienes demostraron que los programas educativos con componentes experienciales tienen un efecto más duradero en el cambio de conducta que las intervenciones informativas tradicionales. Asimismo, la literatura más reciente enfatiza que los programas de alimentación escolar son más exitosos cuando integran un enfoque de aprendizaje activo, acompañamiento familiar y articulación con servicios de salud (Choi et al., 2020; Ugaz et al., 2024).

La evidencia encontrada en este estudio confirma que la educación nutricional requiere un enfoque intersectorial e interdisciplinario, donde las escuelas actúen como agentes de transformación social. La participación del personal docente, el liderazgo directivo y el apoyo de las autoridades locales son factores determinantes para mantener la coherencia entre las políticas institucionales y los hábitos promovidos. En esta línea, Samad et al. (2024) destacan que el fortalecimiento de capacidades pedagógicas en temas de salud alimentaria potencia la eficacia de las estrategias escolares y amplifica su impacto comunitario.

Finalmente, los resultados de la presente investigación se articulan con las tendencias internacionales que señalan que una alimentación saludable en edad escolar no solo mejora el bienestar físico, sino que también incrementa la atención, la memoria y la motivación académica (Dubuc

et al., 2020). Por tanto, los resultados obtenidos respaldan la necesidad de consolidar una política educativa integral, donde la formación en nutrición sea un eje transversal en el currículo, y la comunidad educativa participe activamente en la construcción de entornos escolares saludables, sostenibles y culturalmente pertinentes. Asimismo, promover la participación conjunta de docentes, padres de familia y entidades públicas permitirá fortalecer la sostenibilidad de estas acciones y garantizar su impacto a largo plazo.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió plantear y ejecutar estrategias educativas y nutricionales orientadas a fortalecer los hábitos alimentarios saludables en los estudiantes de cuarto y quinto grado de secundaria de la Institución Educativa “Alfonso Ugarte y Vernal”. A través de la implementación de talleres, encuestas diagnósticas y análisis participativos, los estudiantes demostraron una mayor comprensión sobre la importancia de mantener una dieta balanceada, reconociendo la relación directa entre la alimentación, la salud y el rendimiento académico.

Asimismo, la aplicación de herramientas estratégicas como la matriz FODA, la metodología SMART y el Plan de Mejora permitió sistematizar los factores internos y externos que condicionan la conducta alimentaria y transformarlos en objetivos claros, medibles y alcanzables. Estas herramientas no solo facilitaron la planificación de acciones concretas, sino que también promovieron la participación activa de docentes, directivos y estudiantes, fortaleciendo el compromiso institucional hacia la promoción de entornos escolares saludables.

Los resultados obtenidos evidencian que la educación nutricional práctica y contextualizada genera cambios positivos en la percepción estudiantil, especialmente cuando se incorporan estrategias participativas como huertos escolares, ferias de alimentación saludable y campañas de sensibilización. Dichas acciones contribuyen al desarrollo de competencias alimentarias, fomentan la autonomía y consolidan una cultura de bienestar integral dentro del ámbito educativo.

En síntesis, las estrategias aplicadas permitieron vincular el aprendizaje con la práctica cotidiana, promoviendo un cambio de actitud hacia la selección responsable de alimentos. Los estudiantes mostraron una disposición creciente a modificar sus hábitos alimenticios, comprendiendo los beneficios de consumir productos locales, naturales y nutritivos. Este avance refleja el potencial de las escuelas para actuar como agentes de cambio en la salud pública, alineándose con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) sobre la necesidad de integrar la nutrición en la educación formal.

Finalmente, los resultados en la investigación destacan la importancia de mantener programas continuos de educación alimentaria, articulados con instituciones de salud, gobiernos locales y universidades, a fin de asegurar la sostenibilidad de las intervenciones y su impacto a largo plazo. En consecuencia, esta investigación no solo aporta evidencia empírica sobre la eficacia de las estrategias de promoción nutricional, sino que también constituye una base metodológica para futuras investigaciones e intervenciones escolares en otras regiones del país, contribuyendo al desarrollo de comunidades educativas más saludables, resilientes y conscientes de su alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Aslanyan, L y Demirchyan, A. (2024). Barriers to healthy eating practices among school-aged children in Armenia: A qualitative study. *Appetite*.2024. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107649>
- Binns, C. W., Lee, M. K., & Lee, A. H. (2018). Problems and prospects: public health regulation of dietary supplements. *Annual review of public health*, 39(1), 403–420. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-013638>
- Choi, Y., Kang, S., Kim, J. S., Kwon, I., & Lee, M. (2020). School health needs assessment in Chanchamayo, Peru: a health promoting school project. *Frontiers in Public Health*, 8, 333. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00333>
- Cueto, S., & Chinen, M. (2008). Educational impact of a school breakfast programme in rural Peru. *International Journal of Educational Development*, 28(2), 132–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2007.02.007>
- Dubuc, M. M., Aubertin-Leheudre, M., & Karelis, A. D. (2020). Lifestyle habits predict academic performance in high school students: The adolescent student academic performance longitudinal study (ASAP). *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 243. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010243>
- Francke, P. A., & Acosta, G. (2021). Impacto del programa de alimentación escolar Qali Warma sobre la anemia y la desnutrición crónica infantil. *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 48(88). <https://doi.org/10.21678/apuntes.88.1228>
- Harris & Brownell, K. D. (2018). Energy drinks: An emerging public health challenge. *Health Affairs*, 37(4), 1040–1047. <https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hlthaff.27.4.104>
- Instituto Nacional de Salud. (INS) (2025). El 70 % de adultos peruanos entre 30 y 59 años tiene obesidad y sobrepeso [Nota de prensa]. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/ins/noticias/1120243-el-70-de-adultos-peruanos-entre-30-y-59-anos-tiene-obesidad-y-sobrepeso>
- Leis, R., de Lamas, C., de Castro, M. J., Picáns, R., Gil-Campos, M., & Couce, M. L. (2019). Effects of nutritional education interventions on metabolic risk in children and adolescents: a systematic review of controlled trials. *Nutrients*, 12(1), 31. <https://doi.org/10.3390/nu12010031>
- Medeiros, G. C. B. S. D., Azevedo, K. P. M. D., Garcia, D., Oliveira Segundo, V. H., Mata, Á. N. D. S., Fernandes, A. K. P., ... & Piuvezam, G. (2022). Effect of school-based food and nutrition education interventions on the food consumption of adolescents: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10522. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710522>
- Ministerio de Salud. (2025, 14 de marzo). Regreso a clases con sabor y salud: Minsa impulsa loncheras nutritivas y económicas [Nota de prensa]. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/112636-8-regreso-a-clases-con-sabor-y-salud-minsa-impulsa-loncheras-nutritivas-y-economicas> Gobierno del Perú
- Organization Panamericana de la Salud (OPS). (2024). Entornos alimentarios saludables en las escuelas de América Latina y el Caribe: Informe regional. <https://redraes.org/wp-content/uploads/2025/01/cd3877es.pdf>
- Palascha, A., & Chang, B. P. (2024). Which messages about healthy and sustainable eating resonate best with consumers with low socio-economic status. *Appetite*. 198. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107350>
- Pasmans, K., Meex, R. C., van Loon, L. J., & Blaak, E. E. (2022). Nutritional strategies to attenuate postprandial glycemic response. *Obesity Reviews*, 23(9), e13486. <https://doi.org/10.1111/obr.13486>
- Rivera Santisteban, G. (2020). La alimentación Saludable como prevención de desarrollo de enfermedades en jóvenes estudiantes del 4º año de secundaria de un colegio público en la Región Callao. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/10429>
- Robledo de Dios, T., Rollán Gordo, A., & Peña Rey, I. (2025). Estudio cualitativo sobre las percepciones en alimentación, prácticas alimentarias y hábitos de vida

- saludables en población adolescente. *Revista española de salud pública*, 97, e202305037. <https://www.scielosp.org/article/resp/2023.v97/e202305037/es/>
- Ruiz, E. M. (2018). Relación entre contenido calórico y estructura de loncheras escolares de dos instituciones educativas de Lima-Perú [Artículo]. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(4), 495-503. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13360
- Samad, N., Wilson, J., Cross, R., & Maden, M. (2024). School-based healthy eating interventions for adolescents aged 10–19 years: An umbrella review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 21, 103. <https://doi.org/10.1186/s12966-024-01668-6>
- Sánchez, E. E. D. L. C. (2020). Referentes conceptuales para el abordaje de la salud y la educación alimentaria y nutricional en la escuela. *Revista de Comunicación y Salud*, 10(1), 1-17. [https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10\(1\).1-17](https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10(1).1-17)
- Santos, M. P., Turner, B., & Chaparro, M. P. (2021). The double burden of malnutrition in Peru: An update with a focus on social inequities. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 113(4), 865-873. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa387>
- Sullivan, G. M., & Artino Jr., A. R. (2013). Analyzing and interpreting data from Likert-type scales. *Journal of Graduate Medical Education*, 5(4), 541–542. <https://doi.org/10.4300/JGME-5-4-18>
- Till, M., Abu-Omar, K., Ferschl, S., Abel, T., Pfeifer, K., & Gelius, P. (2022). Implementing the capability approach in health promotion projects: Recommendations for implementation based on empirical evidence. *Evaluation and Program Planning*, 95, 102149. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2022.102149>
- Ugaz, M. E., Meyer, C. L., Jackson-Morris, A. M., Wu, D., Jimenez, M. M., Rojas-Dávila, C., Zegarra Zamalloa, C. O., Ludwig-Borycz, E. F., Williams, D., & Jewell, J. (2024). The case for investment in nutritional interventions to prevent and reduce childhood and adolescent overweight and obesity in Peru: A modelling study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 21, 127. <https://doi.org/10.1186/s12966-024-01677-5>
- Vega-Salas, M. J., Murray, C., Nunes, R., Hidalgo-Arestegui, A., Curi-Quinto, K., Penny, M. E., ... & Vimalaswaran, K. S. (2023). School environments and obesity: a systematic review of interventions and policies among school-age students in Latin America and the Caribbean. *International Journal of*
- Obesity*, 47(1), 5-16. <https://doi.org/10.1038/s41366-022-01226-9>
- Von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *PLOS Medicine*, 4(10), e296. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040296>
- Wang, D., Shinde, S., Young, T., & Fawzi, W. W. (2021). Impacts of school feeding on educational and health outcomes of school-age children and adolescents in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Global Health*, 11, 04051. <https://doi.org/10.7189/jogh.11.04051>
- Westbury, S., Ghosh, I., Jones, H., Mensah, D., Steele, S., & Tang, M. Y. (2021). The influence of the urban food environment on diet, nutrition and health outcomes in low- and middle-income countries: A systematic review. *BMJ Global Health*, 6(10), e006358. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-006358>
- Zou, Q., Su, C., Du, W., Wang, H., Zhang, B., Luo, S., ... & Chen, Y. (2023). Longitudinal association between physical activity, blood lipids, and risk of dyslipidemia among Chinese adults: findings from the China health and nutrition surveys in 2009 and 2015. *Nutrients*, 15(2), 341. <https://doi.org/10.3390/nu15020341>