

PROTOTYPE OF A NUTRITIONAL CONTROL DEVICE BASED ON COMPUTER VISION IN THE CITY OF AREQUIPA

Iván Reaño-Soto, Bach¹, Oscar Flores-Gutiérrez, Mg², Christiam Collado-Oporto, Mg³, Vanessa Retamozo-Güere, Mg⁴,
Norbel Villaverde-Yumbato, Mg⁵, Dely Lazo-Barreda, Mg⁶, Jaime Villegas-Medina, Mg⁷

Universidad Católica de Santa María, Peru,

¹ivan.reano@estudiante.ucsm.edu.pe, ²oflores@ucsm.edu.pe, ³ccollado@ucsm.edu.pe, ⁴vretamozo@ucsm.edu.pe,

⁵nvillaverde@ucsm.edu.pe, ⁶dlazo@ucsm.edu.pe, ⁷jvillegasmedina@ucsm.edu.pe

Abstract – *The Pan American Health Organization reports that in Latin America, more than 28% of the population faces moderate or severe food insecurity, while nearly 58% of adults are overweight or obese. This research presents a proposal for a nutritional control prototype based on computer vision and embedded systems, implemented on a Raspberry Pi platform. The system integrates image capture, food classification algorithms, and weight sensors to estimate nutritional intake in a semi-automated manner, reducing dependence on manual recording of dietary information. The results of the cross-sectional study applied to young people between the ages of 12 and 24 in Arequipa show deficiencies in nutritional culture and food self-control practices, validating the relevance of the proposed device as a potential scalable engineering solution.*

Keywords – *Computer vision, Embedded systems, Nutritional control, Personalized monitoring, Health and wellness.*

Prototipo de un Dispositivo de Control Nutricional Basado en Visión Computacional en la Ciudad de Arequipa

Iván Reaño-Soto, Bach¹, Oscar Flores-Gutiérrez, Mg², Christiam Collado-Oporto, Mg³, Vanessa Retamozo-Güere, Mg⁴, Norbel Villaverde-Yumbato, Mg⁵, Dely Lazo-Barreda, Mg⁶, Jaime Villegas-Medina, Mg⁷

Universidad Católica de Santa María, Perú,

¹ivan.reano@estudiante.ucsm.edu.pe, ²oflores@ucsm.edu.pe, ³ccollado@ucsm.edu.pe, ⁴vretamozo@ucsm.edu.pe,

⁵nvillaverde@ucsm.edu.pe, ⁶dlazo@ucsm.edu.pe, ⁷jvillegasmedina@ucsm.edu.pe

Resumen -- La organización panamericana de salud menciona que, en América Latina, más del 28% de la población enfrenta inseguridad alimentaria moderada o grave, mientras que cerca del 58% de los adultos presenta sobrepeso u obesidad. La presente investigación presenta una propuesta de un prototipo de control nutricional basado en visión computacional y sistemas embebidos, implementado sobre una plataforma Raspberry Pi. El sistema integra captura de imágenes, algoritmos de clasificación de alimentos y sensores de peso para estimar la ingesta nutricional de manera semiautomatizada, reduciendo la dependencia del registro manual de información dietética. Los resultados del estudio transversal aplicado a jóvenes de entre 12 y 24 años en Arequipa evidencian deficiencias en la cultura nutricional y en las prácticas de autocontrol alimentario, validando la pertinencia del dispositivo propuesto como una solución potencial de ingeniería escalable.

Palabras Clave – Visión computacional, Sistemas embebidos, Control nutricional, Seguimiento personalizado, Salud y bienestar.

I. INTRODUCCIÓN

La malnutrición, en todas sus formas: desnutrición, deficiencias de micronutrientes, sobrepeso y obesidad constituye uno de los principales desafíos de salud pública a nivel mundial [1]. En América Latina y el Caribe, esta problemática se ha intensificado debido a cambios en los patrones alimentarios, urbanización acelerada y mayor consumo de alimentos ultra procesados [2].

De acuerdo con el Panorama Regional de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición 2024, el 28.2% de la población latinoamericana experimenta inseguridad alimentaria moderada o grave, lo que equivale a más de 180 millones de personas [3]. Paralelamente, cerca del 58% de los adultos en la región presenta sobrepeso u obesidad, evidenciando una transición nutricional incompleta [4].

En el Perú, esta situación es aún más crítica: el 51.7% de la población enfrenta inseguridad alimentaria, superando el promedio regional y reflejando profundas desigualdades en el acceso a dietas saludables [5]. Las zonas urbanas concentran

mayores tasas de sobrepeso, asociadas a estilos de vida sedentarios y alimentación de baja calidad nutricional [6].

En la ciudad de Arequipa, más del 43% de la población mayor de 15 años presenta sobrepeso, cifra que supera el promedio nacional y se asocia con una mayor prevalencia de enfermedades crónicas [7], como hipertensión arterial y diabetes mellitus [8]. Este contexto evidencia la necesidad de herramientas tecnológicas que faciliten el control nutricional objetivo y apoyen la toma de decisiones informadas.

El uso de tecnologías emergentes, como el Internet de las Cosas (IoT) [9], la visión computacional [10] y aprendizaje automático [11], ha mostrado un gran potencial para abordar problemas complejos de salud pública. El IoT es una de las tecnologías emergentes más relevantes, con una vigencia entre 5 a 10 años, que mejorará la calidad de vida conectando y comunicando miles de dispositivos que integran sensores y actuadores [12].

En vista a lo expuesto, se propone implementar un dispositivo de control nutricional basado en visión computacional, con un ordenador de bajo consumo como es la placa de Raspberry Pi, y una cámara de alta resolución, con sensores y actuadores que calcularán los valores nutricionales de un plato de comida. Además, se integra la aplicación para el seguimiento nutricional de los usuarios.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de la existencia de información nutricional y aplicaciones móviles orientadas al seguimiento de la dieta, persiste una brecha significativa entre el conocimiento teórico y la práctica cotidiana del autocontrol alimentario. La mayoría de las soluciones actuales depende del registro manual de alimentos, lo que introduce errores, reduce la adherencia y limita la precisión de los datos recolectados.

Informes recientes del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) muestran que la desnutrición crónica y la

anemia infantil han vuelto a incrementarse después de años de reducción significativa en el país [8], siento indispensable que la población peruana necesita tener un mayor control sobre la ingesta alimentaria y control nutricional.

En la ciudad de Arequipa, caracterizada por su variada diversidad culinaria y cultural, enfrenta desafíos particulares en control nutricional. A pesar de ser una región con acceso a recursos, los jóvenes presentan dificultades para identificar porciones adecuadas, interpretar información nutricional y mantener un control sistemático de su alimentación [13]. Esta problemática se ve agravada por la ausencia de dispositivos tecnológicos accesibles que integren medición objetiva y análisis automatizado.

Para realizar un análisis de la problemática se deberá realizar una muestra significativa, para cumplir con la investigación propuesta. Según [14], para calcular el tamaño de la muestra de una población finita se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

p : Proporción (o porcentaje) de individuos que tienen una característica.

q : Proporción (o porcentaje) de individuos que no tienen la característica.

Z^2 : El número de unidades de desviación que indica el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado. (Se utilizará el 90%, siendo el valor de $Z = 1.645$).

N : Tamaño de la población.

d : El error muestral considerado, elevado al cuadrado (Se utilizará el 90% siendo el valor de $d = 0.1$).

n : Tamaño de la muestra de la población.

Considerando que el tamaño de la población está entre 12 y 24 años de edad (N) de la provincia de Arequipa, para el año 2017 según el Instituto Nacional de Estadística e Informática [6], es de 221667 habitantes.

$$n = \frac{221667 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (221667 - 1) + 1.645^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 69 \text{ encuestados}$$

Por consiguiente, para esta investigación se realizó una encuesta a 69 jóvenes de edad entre los 12 y 24 años de la ciudad de Arequipa, para conocer sobre su cultura nutricional.

II. METODOLOGÍA

Para abordar la problemática del control nutricional en la ciudad de Arequipa, se diseñó un estudio transversal utilizando una encuesta estructurada como instrumento principal de recolección de datos. Este enfoque es ideal para capturar una instantánea de las prácticas y percepciones nutricionales, permitiendo identificar patrones significativos dentro de la población estudiada [16]. Los estudios transversales son ampliamente utilizados en la investigación nutricional por su eficiencia y capacidad para proporcionar datos claros y directos sobre las variables de interés en grandes muestras poblacionales.

La encuesta tiene como objetivo principal recopilar datos sobre las percepciones y necesidades actuales en cuanto al control nutricional en la ciudad de Arequipa. Esta región, conocida por su rica diversidad culinaria y cultural, enfrenta desafíos significativos en el seguimiento y control adecuado de la ingesta alimentaria. A pesar del acceso directo a una amplia gama de recursos alimenticios, existe una carencia evidente de herramientas efectivas para gestionar y monitorear de manera precisa la nutrición personal. Mediante esta encuesta, se busca entender mejor las prácticas actuales de alimentación, las dificultades percibidas y las expectativas respecto a esta solución innovadora que pueda mejorar la salud nutricional de los habitantes de 12 a 24 años de Arequipa.

Se diseñó una encuesta electrónica utilizando la plataforma Google Forms, la cual constó de preguntas estructuradas divididas en varias secciones:

- Datos demográficos: edad, género, nivel educativo.
- Prácticas alimentarias: patrones de alimentación diaria, consumo de alimentos procesados, hábitos de comida rápida, etc.
- Percepciones sobre control nutricional: conocimiento sobre nutrición, interés en herramientas de seguimiento nutricional, barreras percibidas para una alimentación saludable.
- Expectativas respecto al dispositivo propuesto: opinión sobre la utilidad de un dispositivo de control nutricional basado en visión computacional, preferencias de características y usabilidad.

La encuesta se distribuyó a través de redes sociales y contactos personales, asegurando la participación voluntaria y confidencialidad de los datos recopilados. Se estableció un periodo de recolección de datos de tres semanas para alcanzar el tamaño de muestra calculado.

III. SITUACIÓN ACTUAL

La malnutrición y las enfermedades relacionadas con la dieta continúan siendo un problema global significativo, exacerbado por el consumo elevado de alimentos ultraprocesados y bebidas azucaradas. Este tipo de dieta está

vinculado a un aumento en la prevalencia de enfermedades no transmisibles (ENT) como la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares, lo cual se ha observado en diversas regiones, incluyendo América Latina [17].

Además, la transición nutricional hacia dietas de baja calidad se ha identificado como un factor clave en el aumento de la carga de enfermedad en los países de ingresos bajos y medios. La falta de acceso a alimentos nutritivos y la prevalencia de dietas no óptimas contribuyen significativamente a la mortalidad y morbilidad global [18].

En países como Chile, México, Argentina y Brasil, la prevalencia de sobrepeso y obesidad adulta supera el 60%, posicionándolos entre los más afectados de América Latina [4], [7]. Estas cifras demuestran que la problemática nutricional no está vinculada únicamente al nivel de ingresos, sino a la calidad de los sistemas alimentarios y los hábitos de consumo.

En el Perú, la coexistencia de inseguridad alimentaria y exceso de peso configura un escenario de doble carga nutricional, donde amplios sectores de la población no logran acceder a dietas saludables, pese a una ingesta calórica suficiente [3], [19]. A nivel local, Arequipa refleja estas tendencias regionales y nacionales, con un impacto mayor en poblaciones jóvenes urbanas, lo que refuerza la necesidad de intervenciones tecnológicas adaptadas al contexto específico de la ciudad.

En respuesta a estos desafíos, las tecnologías digitales, incluyendo la inteligencia artificial y la visión computacional, están siendo exploradas como herramientas potenciales para transformar los sistemas alimentarios y mejorar las intervenciones nutricionales [20]. Estas tecnologías pueden ayudar a personalizar la nutrición, adaptando las recomendaciones dietéticas a las necesidades individuales basadas en datos personales y biomarcadores.

IV. PROPUESTA DEL DISPOSITIVO

El dispositivo propuesto integra una cámara digital, una balanza electrónica y una unidad de procesamiento basada en Raspberry Pi. Mediante algoritmos de visión computacional, el sistema permite identificar alimentos, estimar porciones y calcular el aporte nutricional de forma semiautomatizada.

La Fig. 1 presenta la vista general del prototipo del dispositivo de control nutricional propuesto, destacando la disposición física de sus principales módulos. El diseño se organiza en dos niveles: una base inferior que integra la balanza electrónica, los indicadores visuales y los controles de encendido, y una estructura superior que soporta la pantalla LCD táctil y los elementos de identificación del usuario, como el código QR. Esta configuración permite una interacción

intuitiva, donde el usuario coloca el alimento en la base de pesaje mientras visualiza la información y recomendaciones nutricionales en la pantalla superior, facilitando el uso del sistema y mejorando la experiencia de control alimentario.



Fig. 1. Vista general y disposición física de los componentes del prototipo.

Desde una perspectiva técnica, la arquitectura es modular y escalable, permitiendo la incorporación de modelos de aprendizaje automático más robustos, ampliación de bases de datos nutricionales y sincronización con aplicaciones móviles para la visualización de resultados.

Ahondando en detalles técnicos, el dispositivo involucra la balanza para que al recibir peso se encenderá el dispositivo, en la parte superior habrá una cámara que capturaré las porciones y a través de “machine learning” se obtendrá el tipo de alimento y sus valores nutricionales, los cuales serán almacenados en una base de datos personalizada y ayudará con otorgar las cantidades de calidad nutricional y en función a estos datos, se recomendará añadir o disminuir porciones, contribuyendo con los objetivos alimenticios, todo esto a través de una aplicación junto a una cuenta del usuario y sus metas nutricionales. Contribuyendo con algunas necesidades de las personas que tienen el deber de cuidar su alimentación por salud o por ser deportistas.

A continuación, se detallan los componentes clave del dispositivo y su funcionalidad:

- a) **Balanza con sensor de peso:** Permite la medición precisa de la masa de los alimentos colocados sobre el

platillo metálico, proporcionando datos exactos para la evaluación nutricional.

- c) **Código QR:** Proporciona un identificador único para iniciar sesión en la aplicación asociada al dispositivo, permitiendo la personalización y gestión de datos.
- d) **Cámara:** Captura imágenes de los alimentos para su reconocimiento mediante software integrado, facilitando el análisis nutricional basado en la imagen [10].

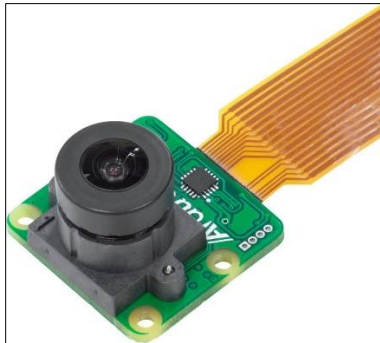


Fig. 2. Cámara de la Raspberry Pi

- f) **Interruptor y LED:** El interruptor enciende o apaga el dispositivo, mientras que el LED indica visualmente su estado respectivo, proporcionando retroalimentación al usuario.
- g) **Disipador de calor:** Controla la temperatura generada por la placa electrónica, asegurando un funcionamiento estable y prolongando la vida útil del dispositivo.

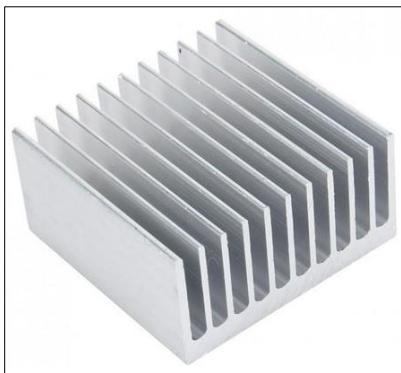


Fig. 3. Disipador de calor

- i) **Display 1602:** Muestra claramente la masa medida por la balanza para una fácil lectura por parte del usuario, se integra con el módulo I2C, para el fácil funcionamiento del Display.



Fig. 4. Display 1602 con I2C

- j) **LED SMD:** Proporciona iluminación automática para la cámara al detectar peso sobre la balanza, mejorando la calidad de las imágenes capturadas.



Fig. 5. LED SMD

- k) **Transmisor de celda de carga Módulo HX711:** Convierte los datos de peso de la balanza en señales digitales para su procesamiento por la placa electrónica.

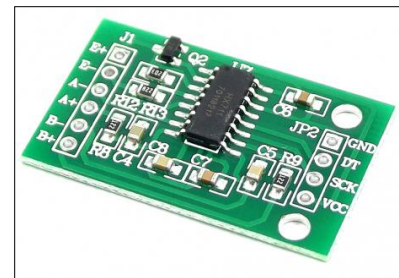


Fig. 6. Transmisor de celda de carga Módulo HX711

- l) **Pantalla LCD táctil:** Situada en el soporte de cabecera, permite una interacción intuitiva con el dispositivo, mostrando información detallada y facilitando la configuración y visualización de datos.



Fig. 7. Pantalla LCD táctil

m) **Placa electrónica:** Actúa como el núcleo de procesamiento del dispositivo, ejecutando el software necesario para el reconocimiento de imágenes y la gestión de datos [10].



Fig. 8. Placa electrónica

V. PRESUPUESTO

La implementación requiere una planificación financiera meticulosa. Para el dispositivo de control nutricional basado en visión computacional propuesto, se ha desarrollado un presupuesto detallado que asegura la adquisición de componentes de calidad a precios accesibles, permitiendo así maximizar el valor del proyecto dentro de los límites de un costo razonable.

A continuación, se muestra la tabla con el costo estimado por cada componente:

TABLA I.
COSTOS DEL PRESUPUESTO

Componente	Cantidad	Precio (\$/)	Total (\$/)
Balanza con sensor de peso	1	30.00	30.00
Cable de alimentación mallado	1	10.00	10.00
Cámara	1	54.50	54.00
Código QR	1	2.00	2.00
Disipador de calor	1	15.00	15.00
Pantalla 7 segmentos con 4 dígitos	1	15.00	15.00
Gomas antideslizantes	1	5.00	5.00
Interruptor	1	3.00	3.00
LED	2	1.00	2.00
LED SMD	2	1.50	3.00
Transmisor de celda de carga	1	20.00	20.00
Pantalla LCD táctil	1	50.00	50.00
Perno	4	1.00	4.00
Pilares de soporte	4	2.00	8.00
Placa electrónica	1	100.00	100.00
Platillo	1	15.00	15.00
Soporte de base	1	10.00	10.00
Soporte de cabecera	1	15.00	15.00
Soporte de cámara	1	5.00	5.00
Transformador eléctrico	1	30.00	30.00
Total PEN S/.			396.00
Total USD \$			104.00

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La encuesta aplicada en la ciudad de Arequipa ha revelado una serie de desafíos nutricionales significativos que afectan a la población, particularmente a los jóvenes. Los datos obtenidos han proporcionado una visión detallada del perfil demográfico y los hábitos alimenticios de los encuestados, destacando áreas críticas que requieren atención.

- Edad: El 59% de los encuestados son menores de 18 años, mientras que el 41% tiene entre 18 y 25 años, lo que indica una población joven predominantemente estudiantil. (Ver Fig. 9)
- Ocupación: Una mayoría abrumadora (78%) son estudiantes, seguidos por empleados (15%), lo que subraya la influencia de los hábitos alimenticios juveniles en los resultados. (Ver Fig. 10)



Fig. 9. Edad de los encuestados.



Fig. 10. Ocupación de los encuestados.

En cuanto a las dificultades para seguir una dieta equilibrada (Ver Fig. 11), los resultados fueron:

- A veces: 38% de los encuestados indicaron que a veces tienen dificultades.

- A menudo: 27% mencionaron tener dificultades a menudo.
- Rara vez: Un 19% de los encuestados indicaron tener dificultades rara vez.



Fig. 11. Dificultades para seguir una dieta equilibrada.

Los principales problemas identificados nutricionales en Arequipa (Ver Fig. 12):

- Consumo elevado de alimentos procesados: 53.6% de los encuestados señalaron esto como un problema significativo.
- Hábitos alimenticios poco saludables: El 46.4% de los participantes destacó esta preocupación.
- Poco conocimiento sobre nutrición: Este problema fue mencionado por el 49.3% de los encuestados.
- Dietas desequilibradas: Un 47.8% de los participantes indicaron que este es un problema importante.
- Precios elevados de alimentos saludables: Un 37.7% de los encuestados mencionaron este aspecto como una barrera para una buena nutrición.

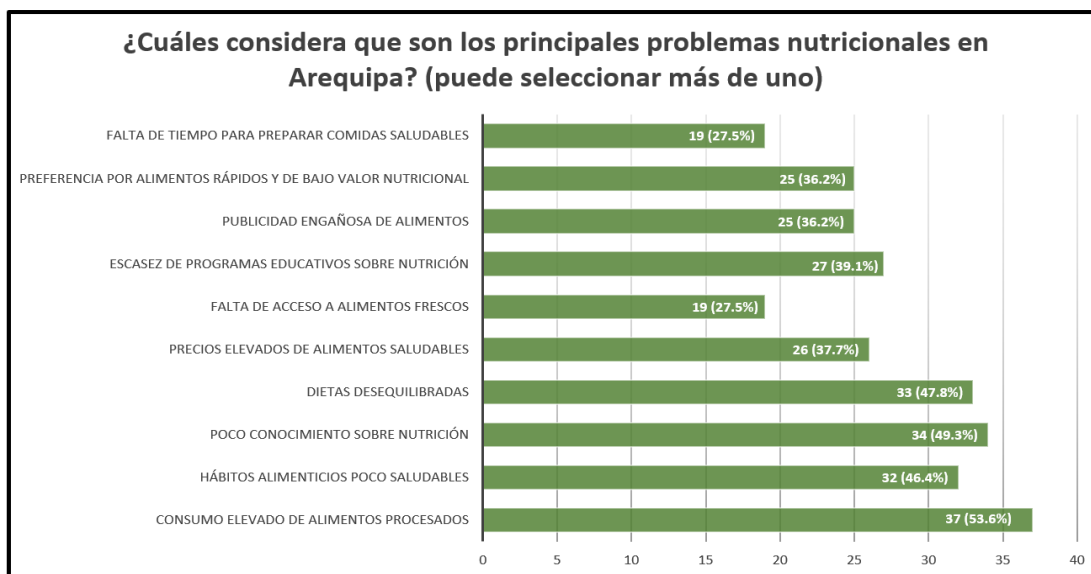


Fig. 12. Principales problemas nutricionales en Arequipa.

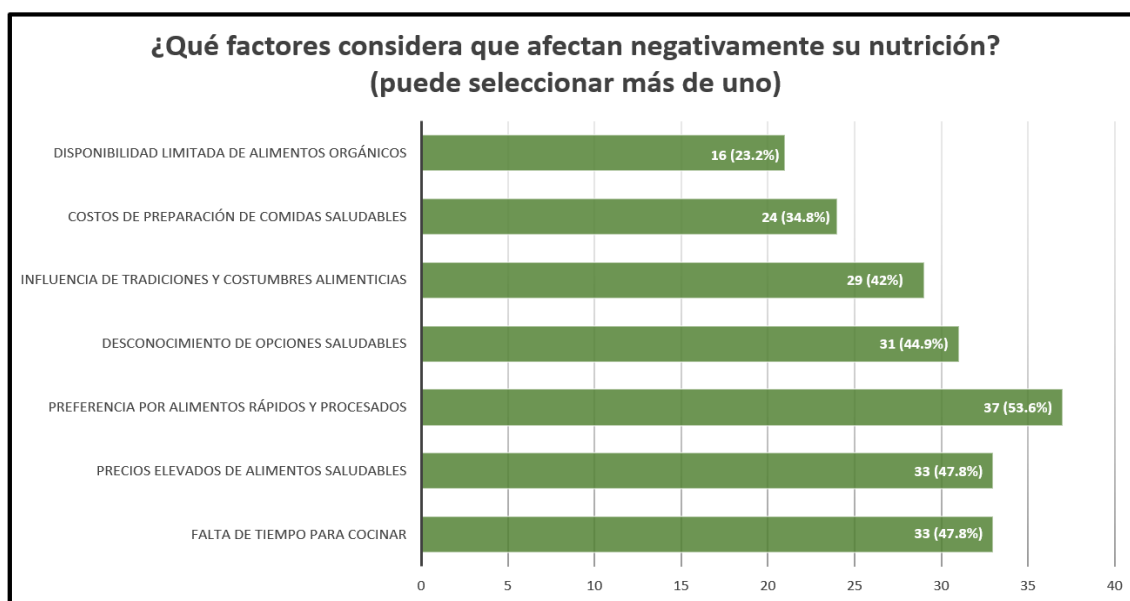


Fig. 13. Factores que afectan negativamente la nutrición.

Entre los factores que afectan negativamente la nutrición (Ver Fig. 13), se encontraron los siguientes:

- Preferencia por alimentos rápidos y procesados: 53.6% de los encuestados mencionaron este factor.
- Desconocimiento de opciones saludables: Este factor fue señalado por el 44.9% de los participantes.
- Precios elevados de alimentos saludables: Un 47.8% de los encuestados identificaron esto como un problema significativo.
- Falta de tiempo para cocinar: Este factor fue mencionado por el 47.8% de los encuestados.

Los resultados evidencian que más del 60% de los encuestados presenta dificultades para mantener una dieta equilibrada y reconoce limitaciones en el control de su ingesta diaria. Se identifican como principales problemas el consumo elevado de alimentos procesados y el bajo conocimiento sobre opciones saludables, seguidos por dietas desequilibradas y el alto costo de los alimentos saludables.

En este contexto, los datos no solo permiten describir la problemática, sino también identificar la interacción entre factores conductuales y estructurales que influyen en la alimentación de la población joven. En particular, la combinación entre el consumo elevado de alimentos procesados, la falta de tiempo para preparar comidas saludables y el limitado conocimiento nutricional evidencia un entorno donde las decisiones alimentarias están condicionadas principalmente por la disponibilidad y la conveniencia, más que por criterios de calidad nutricional.

Estos hallazgos indican una necesidad crítica de intervenciones educativas y políticas que promuevan hábitos

alimenticios más saludables y accesibles. En términos de implicaciones, los resultados sugieren que las estrategias tradicionales basadas únicamente en educación nutricional podrían no ser suficientes para generar cambios sostenibles en los hábitos alimentarios. En este sentido, resulta necesario incorporar herramientas tecnológicas que apoyen la toma de decisiones en tiempo real y reduzcan la carga cognitiva asociada al control manual de la alimentación.

La preferencia por alimentos rápidos y procesados, junto con la falta de tiempo para cocinar, sugiere que muchos residentes de Arequipa priorizan la conveniencia en sus elecciones alimenticias, lo que frecuentemente deriva en opciones menos saludables. Este comportamiento puede estar influenciado por factores socioeconómicos y culturales que favorecen la rapidez y la economía sobre la calidad nutricional.

La predominancia de estudiantes en la muestra influye en los resultados, ya que este grupo demográfico presenta hábitos alimenticios específicos y limitaciones económicas que condicionan sus elecciones nutricionales. Asimismo, más del 70% de los encuestados manifestó interés en utilizar una herramienta tecnológica que automatice el registro de alimentos y reduzca la carga cognitiva asociada al seguimiento manual.

Estos hallazgos son consistentes con las tendencias observadas a nivel regional [4], [7], [17] y nacional [13], y respaldan la necesidad de soluciones basadas en tecnologías inteligentes aplicadas al ámbito nutricional.

En este contexto, el dispositivo propuesto en la presente investigación responde directamente a las necesidades identificadas, al integrar tecnologías de visión computacional y

sensores que permiten automatizar el registro y análisis de la ingesta alimentaria. De esta manera, se reduce la dependencia del ingreso manual de datos y se mejora la precisión del control nutricional, contribuyendo a una toma de decisiones más informada por parte del usuario.

VII. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El análisis realizado confirma que la problemática nutricional en América Latina, el Perú y la ciudad de Arequipa requiere soluciones tecnológicas que superen las limitaciones del registro manual de datos dietéticos, por lo que se ha logrado identificar y cuantificar problemas críticos de nutrición en la población juvenil arequipeña, destacando el elevado consumo de alimentos procesados y un conocimiento nutricional deficiente como factores predominantes, resaltando la necesidad de aplicar soluciones dirigidas a reeducar y facilitar mejores decisiones alimenticias entre los jóvenes.

La propuesta de investigación de control nutricional basado en visión computacional en este estudio constituye una solución de ingeniería viable y alineada con las tendencias actuales de sistemas inteligentes aplicados a la salud. Su implementación puede contribuir a mejorar el autocontrol alimentario, fortalecer la toma de decisiones informadas y apoyar estrategias de prevención en salud pública.

Para nuevos contextos, se plantea la validación del sistema en entornos clínicos y educativos, así como la incorporación de modelos de aprendizaje automático de mayor precisión.

RECONOCIMIENTO

Expresar nuestro sincero agradecimiento a la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales, en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Santa María, por proporcionarnos los conocimientos fundamentales que han sido de gran ayuda en la elaboración de este documento científico.

REFERENCIAS

- [1] Organización Panamericana de la Salud, "Enfermedades no transmisibles - OPS/OMS," [En línea]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>. [Accedido: 18-Jun-2024].
- [2] C. Zancheta, M. F. Grilo, S. Ayala, A. C. Duran, D. Canella, M. Mora, V. Abril-Ulloa, L. Tolentino-Mayo, M. Reyes, and C. Corvalán, "Food additives in Latin America: a descriptive analysis of the packaged food supply in five countries," *Glob. Health*, vol. 21, no. 1, Art. no. 62, 2025, doi: 10.1186/s12992-025-01130-7.
- [3] FAO, OPS, UNICEF y PMA, Panorama regional de la seguridad alimentaria y la nutrición 2024, FAO, Santiago, 2025.
- [4] Organización Panamericana de la Salud (OPS), Obesidad y sobrepeso en las Américas, Informe regional, 2024.
- [5] Organización Panamericana de la Salud, "Consumo de productos ultraprocesados y procesados con exceso de nutrientes asociados con enfermedades crónicas no transmisibles y la alimentación insalubre en las Américas," [En línea]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55547>. [Accedido: 18-noviembre-2025].
- [6] S. Tovar-Ramírez, B. Gonzales-Asencio, D. Alcántara-Villanueva, E. Cabello-Morales, A. Alarcón-Tenorio, and F. Llanos-Zavalaga, "Maternal perception of their child's nutritional status and the actual nutritional status of children under 3 years of age in an urban district of Lima [Percepción materna del estado nutricional de su niño y el estado nutricional real de niños menores a 3 años en un distrito urbano de Lima]," *Rev. Méd. Herediana*, vol. 36, no. 3, pp. 184–192, 2025, doi: 10.20453/rmh.v36i3.5680.
- [7] Organización Mundial de la Salud (OMS), World Obesity Report, 2024.
- [8] Infobae, "Desnutrición crónica en Perú volvió a incrementarse luego de 12 años, según INEI," [En línea]. Disponible en: <https://www.infobae.com>. [Accedido: 18 octubre 2025].
- [9] J. Esquicha-Tejada, A. Cornejo-Paredes, C. Cuya-Zevallos, E. Portilla-Vilca, J. Angulo-Osorio, A. Montesinos-Murillo, and C. Sapaico-del-Castillo, "Cultivating Creativity: A Journey in the Fundamentals of Information Technology Infrastructure Course," in Proc. 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0, San Jose, Costa Rica, Jul. 17-19, 2024. doi: 10.18687/LACCEI2024.1.1.1000.
- [10] J. Alpaca Rendón, J. Esquicha Tejada, and K. Rosas Paredes, "Hospitalized patients caring system using Raspberry Pi with megapixel camera and OpenCV [Sistema de atención a pacientes hospitalizados utilizando Raspberry Pi con Cámara Megapixel y OpenCV]," Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2017-July, DOI: 10.18687/LACCEI2017.1.1.223.
- [11] A. Apaza-Pinto, J. Esquicha-Tejada, P. Lopez-Casaperaalta, and J. SullaTorres, "Supervised Machine Learning Techniques for the Prediction of the State of Charge of Batteries in Photovoltaic Systems in the Mining Sector," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 134307-134317, 2022, DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3225406.
- [12] L. Belli et al., "IoT-enabled smart sustainable cities: Challenges and approaches," *Smart Cities*, vol. 3, no. 3, pp. 1039–1071, 2020, doi: 10.3390/smartcities3030052.
- [13] C. T. Del Carpio, N. M. Torres, M. Dextre, H. Y. Rodríguez, O. Rivera-Lozada, and M. Lozada-Urbano, "Quality assessment of nutrition information published weekly in the surrounding of four hospitals in Lima, Peru," *Afr. J. Food, Agric., Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 7, pp. 20871–20882, 2022.
- [14] P. López-Roldán, S. Fachelli "Metodología de la Investigación Social Cuantitativa". Universitat Autònoma de Barcelona. 2015.
- [15] Página Oficial de INEI. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/arequipa-albergaa-1-millon-301-mil-habitantes-a-los-476-anos-de-sucreacion-politica-9246/>. Revisado el 24 de febrero del 2020.
- [16] ATLAS.ti, "Estudio transversal en investigación: Ejemplos y diseño," ATLAS.ti, 2024. [Online]. Available: <https://atlasti.com/es/research-hub/estudio-transversal-investigacion>. [Accessed: 30-Jun-2024].
- [17] E. Graber, "Latest Digital Technologies Fuel New Discoveries in Nutrition," *nutrition.org*, 25 Apr. 2022. [Online]. Available: <https://www.nutrition.org/publications/news/latest-digital-technologies-fuel-new-discoveries-in-nutrition>. [Accessed: 30-Jun-2024].
- [18] "Ten Key Health and Nutrition Trends for 2024," KHNI, kerry.com, 2024. [Online]. Available: <https://khni.kerry.com/news/blog/health-and-nutrition-trends-2024/>. [Accessed: 30-Jun-2024].
- [19] FAO, Estado de la seguridad alimentaria en el Perú, 2024.
- [20] K. B. Chhetri, "Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Food Quality Control and Safety Assessment," *Food Eng. Rev.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–21, 2024, doi: 10.1007/s12393-023-09363-1.