

# Optimización ambiental de las dietas peruanas utilizando programación lineal y métodos de ciclo de vida

Gustavo Martín Larrea Gallegos<sup>1</sup>, Ian Vázquez Rowe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú (glarrea@puccp.pe)

## Introducción y objetivo

El consumo de alimentos en el Perú representa alrededor del 50% de la canasta de gasto familiar dentro del hogar. Consecuentemente, la dieta es responsable de gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera cada ciudadano peruano. En un estudio posterior (Vázquez-Rowe et al., 2017) se analizaron las emisiones de GEI para las ciudades más importantes del Perú. Sin embargo, se identificaron importantes deficiencias en las distintas dietas.

El objetivo de este estudio fue optimizar, en términos de emisiones de GEI, las canastas alimentarias nacionales a fin de tener nuevas alternativas de dieta económica, nutricional y ambientalmente factibles.

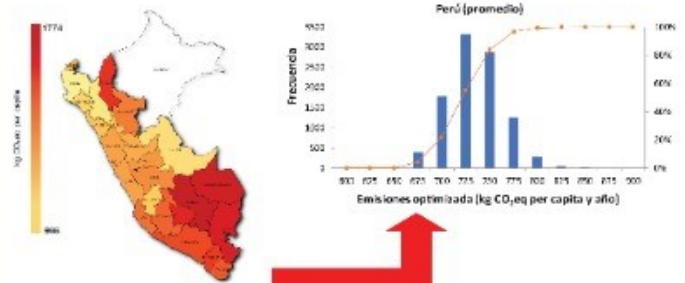


Figura 1. Emisiones de GEI promedio de dietas peruanas (izquierda) y dieta peruana promedio optimizada.

## Materiales y métodos

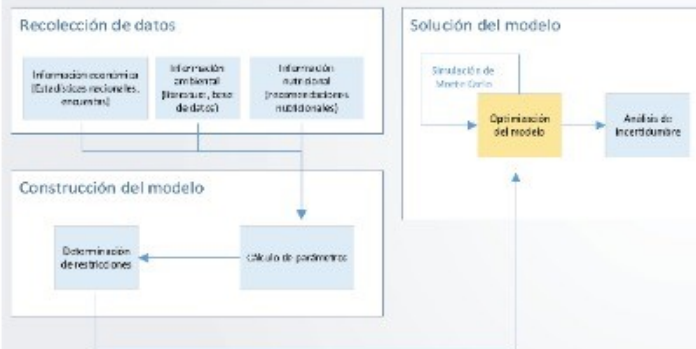


Figura 2. Flujo metodológico de la optimización de dietas

La metodología se dividió en tres etapas fundamentales: la recolección de datos, la construcción del modelo y la solución del modelo.

- Los datos utilizados correspondieron a información económica y estadística de productos, información nutricional, e información ambiental de cada alimento. Esta información fue integrada en una base de datos en la que cada dieta fue caracterizada tomando estos tres aspectos.

- El modelo fue planteado como un modelo de programación lineal en el que una función objetivo fue minimizada tomando una serie de restricciones. Estas restricciones fueron establecidas a partir de la información económica disponible y recomendaciones de consumos mínimos de alimentos sugeridos por el gobierno. Finalmente, el modelo minimizaría una función que corresponde a la huella de carbono de cada dieta:

$$\min \sum_{i=1}^{66} x_i * E_i \quad x_i: \text{Cantidad de producto } i \\ E_i: \text{Emisión de producto } i$$

- Se realizó la optimización del modelo para los datos de cada ciudad. Adicionalmente, se realizó una simulación de Monte Carlo para analizar la incertidumbre que podría generar la variabilidad de la información ambiental utilizada.

## Resultados

El análisis se dividió en 2 escenarios: el escenario S1, que utiliza las restricciones propuestas en el modelo original, y el escenario S2, que incluye la inercia de consumo de la población.



Figura 3. Emisiones actuales y optimizadas en tres ciudades del Perú

Independientemente del escenario tomado, la optimización permite obtener dietas con una reducción de hasta 30% de emisiones de GEI. En ciudades como Lima y Arequipa, esta reducción implica un aumento del costo de la canasta de hasta 12%. En el caso de Cusco, la reducción ocurre también el precio de la canasta (i.e., -9%).

En el caso específico de Cusco, la reducción en emisiones y costo ocurre debido a que esta ciudad presenta un alto consumo de carne roja. En el caso de ciudades como Lima y el promedio peruano, el costo de la canasta se incrementa debido a que actualmente existe una deficiencia de ingesta calórica y de consumo mínimo de vegetales y frutas. En todos los casos, una disminución de impactos implica una disminución de consumo de carnes rojas.

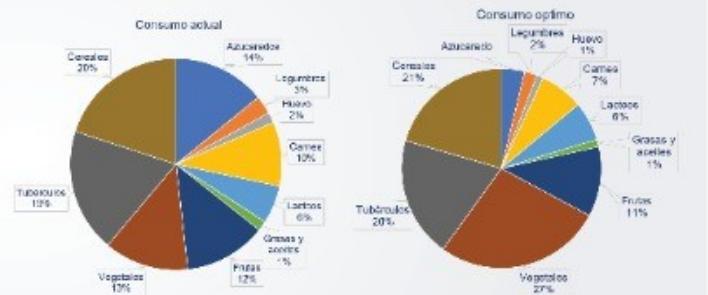


Figura 4. Comparación de estructura de dietas actual (izquierda) y optimizada para la ciudad de Cusco

## Conclusiones

- Los resultados constituyen un importante marco para la comprensión de la situación actual del grado de sostenibilidad ambiental de la dieta peruana promedio.

- Solamente en la ciudad de Lima, es posible obtener una mitigación de hasta 2.57 Mt de CO<sub>2</sub>e por año si los ciudadanos, en promedio, tienden a alimentarse siguiendo la estructura de la dieta óptima.

- Futuros trabajos deberían enfocarse más en la optimización de residuos de alimentos y desperdicios, así como en entender mejor las implicancias de los micronutrientes en la optimización de dietas en el Perú.

## Referencias y agradecimientos

- Vázquez-Rowe, I., Larrea-Gallegos, G., Vilanueva-Rey, P., Gilardino, A., 2017. Climate change mitigation opportunities based on carbon footprint estimates of dietary patterns in

Los autores desean agradecer a la Dirección General de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú por brindar apoyo en el financiamiento.

Se agradece también a la Dr. Isabel Quipe, Jair Santillán, Alessandro Gilardino, Jonathan Rojas y Diego Echeagaray por su valioso apoyo en el desarrollo del proyecto.

Los autores agradecen al CONVENIO DE GESTIÓN N° 232-2016 FONDECYT por el soporte brindado en la investigación

