

# Estimación del costo mínimo de una dieta suficiente en energía, una dieta adecuada en nutrientes y una dieta saludable en Medellín.

Universidad EAFIT, Universidad Renmigton y Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Respuestas a preguntas realizadas mediante correo electronico el pasado lunes 11 de marzo

---

## 1. Grupos de alimentos

Los grupos  $G_l$  y los subgrupos  $g_{l,m_l}$  de alimentos se construyen tomando como referencia los grupos de GABAS. Se optó por crear subgrupos para garantizar la diversidad tanto inter como intragrupal en la dieta saludable (CoRD). Por ejemplo, sin subagrupaciones, el modelo seleccionaría en la categoría de Frutas y verduras únicamente Verduras debido a su alto aporte en intercambios. Al incluir subgrupos, se permite ajustar la cantidad de frutas y verduras que el modelo debe seleccionar.

### 1.1. ¿Existe algún criterio de inclusión de alimentos? ¿Se tiene en cuenta los valores netos de total de toneladas en los centros de abasto (llegada-salida) o el total?

Se incluyen los alimentos disponibles **mensualmente**, eliminando aquellos con flujo de carga por debajo de un percentil determinado (generalmente el 25 %). Esto se realiza con base en los datos de abastecimiento de SIPSA, el cual registra la cantidad en kg de **llegada** del alimento al mercado mayorista.

## 2. ¿Existe algún estándar para los nombres de los alimentos? Existen múltiples variedades de un mismo cultivo. En esos casos ¿cuál fue la decisión?

Para realizar el *merge* entre los datos de alimentos disponibles en SIPSA con la tabla de composición nutricional, se realizó un proceso de asignación de códigos de la TCAC-2018 a cada uno de los alimentos registrados en SIPSA durante septiembre de 2022 en la ciudad de Cali. Los criterios utilizados para esta asignación fueron los siguientes:

- Asignación directa: Cuando el nombre del alimento en SIPSA coincide exactamente con el nombre en la TCAC-2018, se asigna el código correspondiente de manera directa.
- Variedad del alimento: Si el nombre del alimento en SIPSA no coincide con ningún nombre en la TCAC-2018, se verifica si existe una variedad del mismo alimento en la base de datos de la TCAC-2018. En este caso, se le asigna el código correspondiente.
- Composición nutricional: Cuando los dos criterios anteriores no son suficientes para asignar el código de manera precisa, se lleva a cabo una validación dentro de los alimentos del mismo grupo según la clasificación de GABAS. Se busca un alimento que se aproxime en composición nutricional, especialmente en los nutrientes más relevantes según el tipo de alimento.

## 3. ¿Qué es Serving y Serving\_g?

- Serving (s): Se refiere a la cantidad en gramos de porción comestible de cada alimento. Es importante destacar que el paquete estima los precios según una porción estándar de 100 gramos para todos los alimentos. Este enfoque se implementa con el objetivo de armonizar la información de precios y la composición nutricional de los alimentos.
- Serving\_g: Esta hace referencia a la cantidad en gramos de una porción de intercambio del alimento. Un intercambio representa la cantidad de alimento que pertenece a un grupo específico, el cual se ha definido considerando un aporte similar de energía.

## 4. ¿Qué es Precio<sub>g</sub> y Precio<sub>s</sub>?

**Precio<sub>g</sub>**: Es el precio minorista expresado en términos de  $s$  gramos (Serving) en porción comestible del alimento. A partir de los precios mayoristas SIPSA, el precio minorista estimado esta dado por la siguiente igualdad:

$$M_l^* = \frac{\mathbf{Pm}_l - \mathbf{PM}_l}{\mathbf{PM}_l}$$

Donde:

- **Pm<sub>l</sub>**: Vector de precios minoristas por 100 gr de los alimentos asociados al grupo SIPSA  $l$ .
- **PM<sub>l</sub>**: Vector de precios mayoristas por 100 gr de los alimentos asociados al grupo SIPSA  $l$ .
- $M_l^*$ : Escalar entre 0 y 1 que indica el margen de comercialización asociado al grupo SIPSA  $l$ . Los márgenes de comercialización se suponen constantes en todos los alimentos pertenecientes al grupo  $l$ .

Entonces, el vector de precios minoristas de los alimentos asociados al grupo  $l$  está dado por:

$$\mathbf{Pm}_l = \mathbf{PM}_l(M_l^* + 1)$$

Para calcular los precios minoristas de los ocho grupos de alimentos en SIPSA, la librería emplea los siguientes márgenes de comercialización predeterminados: carnes (4.93 %), frutas (32.15 %), granos y cereales (21.77 %), lácteos y huevos (26.23 %), pescados (17.15 %), procesados (6.88 %), tubérculos, raíces y plátanos (76.38 %), y verduras y hortalizas (54.10 %). Estos márgenes se determinaron como el promedio de los márgenes de comercialización basados en los precios minoristas proporcionados por el mercado "Mercar" durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 2022 en Cali.

Es importante mencionar que la estimación de precios se realiza antes de homologar los grupos SIPSA a los definidos por GABAS. Además, la librería permite cambiar los márgenes mediante un parámetro de la función.

**Precio<sub>s</sub>**: Es el precio por intercambio después del ajuste en términos de porción comestible. Es decir, la formula es la siguiente:

$$Precio_s = Serving_g \left( \frac{Precio_g}{Serving} \right)$$

Por ejemplo, el paquete establece una porción estándar de 100 gramos en porción comestible, entonces la formula es:

$$Precio_s = Serving_g \left( \frac{Precio_{100g}}{100} \right)$$

## 5. ¿Cuáles son los $Nut_1, \dots, Nut_k$ ¿Existe algún protocolo de transcripción e imputación de datos de nutrientes de las tablas de composición de alimentos?

Las codificaciones  $Nut_k$  hacen referencias a los macro y micronutrientes

- Los Macronutrientes abarcan proteínas, lípidos y carbohidratos.
- Por su parte, la selección de micronutrientes se basa en las siguientes condiciones: 1) Presencia en la TCAC 2018. 2) Que se encuentre reportado por lo menos en 50 % de los alimentos de la TCAC 2018. 3) Que se encuentre reportado por lo menos en 80 % de los alimentos disponibles localmente para el cálculo del costo de las dietas y 4) que sea un nutriente sin prevalencias de deficiencia a nivel nacional. Así, Los micronutrientes seleccionados son: **calcio, zinc, hierro, magnesio, fósforo, vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina, folato, vitamina B12 y vitamina A**.

Si se encuentra información faltante para un nutriente, el proceso de homologación e imputación de información nutricional se lleva a cabo de la siguiente manera:

Los criterios considerados para la homologación son:

- Diferentes variedades o clases de un mismo alimento.
- Contenido de grasa (en el caso de las carnes y los pescados), por ser un factor que influye sobre su composición química.
- Métodos de cocción (alimentos crudos).
- Nivel de maduración (frutas y verduras).

Previo al proceso de imputación de la información nutricional, se siguen los siguientes criterios para establecer las fuentes de composición nutricional pertinentes: 1) Proximidad geográfica . 2) Presencia de los nutrientes faltantes en la TCAC y 3) Año de publicación inferior a 10 años. Así, se realiza la imputación de datos partir de los siguientes métodos:

- Imputación de datos por similitud a partir de la base de datos conformada con las mejores fuentes de información.
- Préstamo de datos: cuando el alimento buscado se encuentra disponible en sólo una de las fuentes de información consultadas.

## 6. Metodología de los modelos:

### 6.1. Costo mínimo de una dieta suficiente en energía (CoCA)

La estimación del CoCA estimado corresponde a la solución de un modelo de programación lineal sujeto a una restricción lineal de igualdad que representa el Requerimiento de Energía Estimado (EER) y a otra restricción de no-negatividad para la cantidad en gramos del alimento. Es decir, dado un grupo demográfico  $i \in \{1, \dots, N\}$ , el CoCA viene dada por

$$CoCA^{(i)} = \min_{x_1^{(i)}, \dots, x_J^{(i)}} \sum_{j=1}^J p_j x_j^{(i)}$$

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^J e_j x_j^{(i)} = EER^{(i)}$$

$$\forall_{j \in \{1, \dots, J\}} : x_j^{(i)} \geq 0$$

Donde  $EER^{(i)}$  es el EER para un individuo en el  $i$ -ésimo grupo demográfico. La cantidad en gramos del alimento  $j \in \{1, \dots, J\}$  para un individuo en el  $i$ -ésimo grupo demográfico es expresada como  $x_j^{(i)}$ . El precio minorista y el contenido energético del  $j$ -ésimo alimento son, respectivamente, expresados como  $p_j \in \mathbb{R}^{++}$  y  $e_j \in \mathbb{R}^{++}$ . La solución óptima del modelo de programación lineal proporciona una dieta conformada por el alimento cuyo precio por kilocaloría es mínimo.

### 6.2. Costo mínimo de una dieta adecuada en nutrientes (CoNA)

La estimación del CoNA corresponde a la solución de un modelo de programación lineal con tres tipos de restricciones lineales: (1) el requerimiento diario de energía estimado, (2) los niveles mínimos y máximos de ingesta para cada nutriente y (3) una restricción de no-negatividad sobre la cantidad de cada alimento. Así, para un grupo demográfico  $i \in \{1, \dots, N\}$ , el CoNA está determinado por la solución al siguiente modelo de programación lineal:

$$CoNA^{(i)} = \min_{x_1^{(i)}, \dots, x_J^{(i)}} \sum_{j=1}^J p_j x_j^{(i)}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^J e_j x_j^{(i)} = EER^{(i)}$$

$$\forall_{k \in \{1, \dots, K\}} : L_k^{(i)} \leq \sum_{j=1}^J a_{jk} x_j^{(i)}$$

$$\forall_{j \in \{1, \dots, J\}} : x_j^{(i)} \geq 0$$

Donde  $L_k^{(i)} \in \mathbb{R}^{++}$  y  $U_k^{(i)} \in \mathbb{R}^{++}$  expresan, respectivamente, los límites inferiores y superiores de ingesta del nutriente  $k \in \{1, \dots, K\}$  para un individuo en el grupo  $i \in \{1, \dots, N\}$ . El contenido del k-ésimo nutriente en el alimento  $j \in \{1, \dots, J\}$  es expresado como  $a_{jk} \in \mathbb{R}^+$ .

### 6.3. Costo mínimo de una dieta recomendada (CoRD)

El CoRD se determina mediante el conjunto de alimentos que, al menor costo, cumple con las recomendaciones por grupos de alimentos especificadas en las GABAS. A diferencia del CoNA, el CoRD no establece un modelo de programación lineal, sino más bien una solución de sistema de ecuaciones lineales. Este sistema está conformado por una matriz de coeficientes asociada a la cantidad de alimentos a seleccionar y los intercambios en gramos por grupo y alimento. Las igualdades están determinadas por los intercambios requeridos según el grupo demográfico, el grupo GABAS y el sexo.