

NOTA TÉCNICA

Determinación de la ecoeficiencia en desperdicios alimentarios generados a nivel de hogar: Caso piloto en Chile

Determination of eco-efficiency in food waste generated at the household level: Pilot case in Chile

Paola Cáceres¹, Virgilio J. Strasburg², Marion Morales³, Constanza Huentel⁴, Catalina Jara⁵, Yazmín Solís⁶

[Recibido: 26 de noviembre 2020, Aceptado: 08 de mayo 2021, Corregido: 15 de mayo 2021, Publicado: 1 de julio 2021]

Resumen

[Introducción]: El hogar es el eslabón de la cadena alimentaria que más contribuye al desperdicio de alimentos en el mundo. En Chile no existen datos sobre la cantidad y/o composición del desperdicio generado a nivel de hogar, desconociéndose su impacto medioambiental. **[Objetivos]:** Determinar la ecoeficiencia como indicador de impacto ambiental del desperdicio de alimentos, en base al cálculo de su huella hídrica (HH), aporte calórico y costo económico. **[Metodología]:** Estudio piloto descriptivo, realizado en base al desperdicio, obtenido por registro y pesaje diario, de 15 hogares de nivel socioeconómico medio / medio bajo de Santiago, Chile. Los desperdicios fueron categorizados según su origen, en vegetales y animales, y se determinó su huella hídrica, aporte calórico y costo económico, datos utilizados para el cálculo de la eco-eficiencia (EE) según tres ecuaciones diferentes. **[Resultados]:** El total de desperdicios generado fue de 54.7 kg en una semana, siendo los productos vegetales los responsables del 80.9 % del total. El valor calórico fue de 65 028 kcal (1 141 kcal por persona), mientras que el costo económico alcanzó los \$83 444 (US\$ 102.02). La HH fue de 11 2136.66, siendo los productos animales responsables del 67.8 % del total. En los cálculos de EE, los peores resultados se relacionaron con la cantidad de residuos de origen animal. **[Conclusiones]:** Conocer el impacto ambiental del desperdicio de alimentos a nivel de hogar en Chile es un paso fundamental para el desarrollo de políticas públicas o campañas de educación orientadas a promover el consumo sostenible.

Palabras claves: Consumo de alimentos; hogar; huella hídrica; rentabilidad; residuos; sustentabilidad.

- 1 Profesor asistente Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile; paolacaceres@uchile.cl
- 2 Profesor adjunto IV; Departamento de Nutrição, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Cesan/HCPA. Porto Alegre, RS, Brasil; virgilio_nut@ufrgs.br; <http://orcid.org/0000-0001-8536-6092>
- 3 Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile; marion.morales@ug.uchile.cl
- 4 Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile; constanza.huentel@ug.uchile.cl
- 5 Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile; catalinajara@ug.uchile.cl
- 6 Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile; yazminsolis@ug.uchile.cl



Abstract

[Introduction]: The home is the link in the food chain that contributes the most to food waste in the world. In Chile, there are no data on the quantity and / or composition of the waste generated at the household level, and its environmental impact is unknown. **[Objectives]:** Determine eco-efficiency as an indicator of the environmental impact of food waste, based on the calculation of its water footprint (HH), caloric intake and economic cost. **[Methodology]:** Descriptive pilot study, carried out based on waste, obtained by recording and daily weighing, of 15 households of medium / low socio-economic level in Santiago, Chile. The wastes were categorized according to their origin, in vegetables and animals, and their water footprint, caloric intake and economic cost were determined, data used to calculate eco-efficiency (EE) according to three different equations. **[Results]:** The total waste generated was 54.7 kg in one week, with vegetable products responsible for 80.9 % of the total. The caloric value was 65 028 kcal (1 141 kcal per person) while the economic cost reached \$ 83 444 (\$ 102.02 USD). The HH was de 11 2136.66, with animal products responsible for 67.8 % of the total. In EE calculations, the worst results were related to the amount of waste of animal origin. **[Conclusions]:** Knowing the environmental impact of food waste at the household level in Chile is a fundamental step for the development of public policies or educational campaigns aimed at promoting sustainable consumption.

Keywords: Cost effectiveness; food consumption; home; sustainability; waste; water footprint.

1. Introducción

La producción de alimentos, así como su transformación, distribución y consumo, son actividades necesarias para la nutrición humana y el progreso de un país (van der Werf *et al.*, 2014). Sin embargo, en las últimas décadas, la forma de producir los alimentos y tipo y calidad de estos ha causado consecuencias ambientales globales relacionadas con el cambio climático, la escasez y contaminación de los recursos hídricos, la baja en la calidad del suelo y aire, la deforestación y la disminución de la biodiversidad (Willett *et al.*, 2019).

Uno de los aspectos que estaría contribuyendo negativamente en esto, es la generación de desperdicios alimentarios ocurrida a lo largo de toda la cadena productiva (FAO, 2013). Estos desperdicios representan una pérdida de recursos como el agua y la energía necesarios para producirlos, además, si no se eliminan adecuadamente, su descomposición generará emisiones de metano, un potente gas de efecto invernadero (GEI). De hecho, de acuerdo con lo señalado por De Laurentiis *et al.* (2017), el desperdicio de alimentos (DA) es uno de los principales elementos que influyen en la emisión de estos gases. Por otra parte, se debe considerar que las pérdidas no son solo inherentes a los alimentos (cáscaras, hojas y/o semillas), sino que también conllevan la generación de residuos de envases, los cuales pueden ser contaminantes por sí solos (GRAU 2020).

El desperdicio de alimentos se define como la disminución en cantidad y/o calidad de alimentos aptos para el consumo humano, resultante de las decisiones y acciones que ocurren a nivel de vendedores mayoristas, minoristas, proveedores de servicios alimentarios y consumidores (FAO, 2015). Dentro de estos niveles, los residuos generados por los hogares serían los mayores contribuyentes al desperdicio en el mundo, por lo cual se deduce que también estarían contribuyendo negativamente con el impacto ambiental (Ilakovac *et al.*, 2020).



El DA es un problema en muchos sentidos, pues afecta la economía familiar mientras que se desperdician calorías y nutrientes a un costo medioambiental alto (Thyberg y Tonjes, 2016). Respecto de la economía, el gasto debido a pérdidas y desperdicios se estima en USD \$750 millones al año (FAO, 2013). Frente al tema medioambiental, la gestión adecuada de los residuos es un elemento clave de evaluación de la sostenibilidad, la que, a su vez, “se [...] operacionaliza mediante indicadores o índices que entregan información cuantitativa que permitirá establecer objetivos o metas logradas a través de estrategias a largo plazo [...]” (Feil y Schreiber, 2017). Existen varios indicadores de impacto ambiental cuyos métodos de evaluación generalmente, más no solo, se basan en la cuantificación de sustancias nocivas para el medio ambiente (Cerutti *et al.*, 2016), como, por ejemplo, la huella de carbono (HC) y la huella hídrica (HH).

Otro indicador relacionado a la sostenibilidad es la estimación de la eco-eficiencia (EE), la cual evalúa los impactos económicos y ambientales de los productos de una empresa o institución (Carvalho *et al.*, 2017). El objetivo de EE es crear más con menos impactos, generando calidad de vida y precios que satisfagan las necesidades humanas, reduciendo a la vez, la cantidad e intensidad de los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida del producto (WBCSD, 2000). En este contexto, las posibilidades de investigación son amplias e incluyen el desarrollo interdisciplinario entre áreas de estudio, tales como agronomía, ciencias de la alimentación, nutrición y análisis de sistemas ambientales (van der Werf *et al.*, 2014).

Conocer la realidad de las pérdidas y desperdicios de alimentos es requisito para crear un mundo “Hambre Cero” y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), especialmente el número 12 que apunta a la producción y consumo responsables. Como meta de este objetivo se espera que, de aquí al 2020, reducir a la mitad el DA per cápita a nivel mundial, en la venta al por menor y a nivel de consumidores. Frente a esto, Chile se planteó una meta intermedia de reducción del 17 % a nivel de *retail* y consumidor (Chileagenda 2030, 2017). Sin embargo, para dar cumplimiento a esta meta, es necesario contar con datos basales sobre la cantidad de desperdicios en dichos niveles, que permitan estimar el impacto que estos significan para el ambiente.

El objetivo de este estudio, entonces, es determinar la eco-eficiencia, como un indicador de impacto ambiental, del desperdicio de alimentos a nivel de hogar, en base al cálculo de su huella hídrica (HH), aporte calórico y costo económico; de tal manera, se pretende contribuir con la formación de una línea inicial que permita generar políticas públicas o campañas de educación que promuevan un consumo sostenible en Chile y en otros países a nivel mundial.

2. Metodología

Estudio descriptivo transversal, experimental, tipo piloto, realizado a partir de los desperdicios generados por una muestra de 15 hogares de nivel socioeconómico medio/medio bajo de la Región Metropolitana de Santiago de Chile, escogidos mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Chile



con el número 107-2019 y cada familia firmó consentimiento informado previa participación, resguardándose su confidencialidad mediante un sistema de codificación.

Como criterios de inclusión de los hogares participantes se consideró la definición de hogar del Instituto Nacional de Estadística (INE), entendida como un grupo de personas vinculadas o emparentadas entre sí, que comparten un mismo techo y presupuesto (INE, 2016). Como criterio de exclusión se consideraron hogares que no pertenecieran a la Región Metropolitana. Para determinar el nivel socioeconómico (NSE) se consideró la clasificación socioeconómica de la Asociación Nacional de Avisadores (ANDA) y la Asociación de Investigadores de Mercado (AIM), de acuerdo con el ingreso económico familiar.

2.1 Recolección, cantidad y composición de los desperdicios alimentarios

Durante una semana, el integrante de la familia encargado de la alimentación del hogar realizó un registro y pesaje diario de los alimentos desperdiciados. Para ello, los investigadores aportaron a cada familia una balanza digital de alimentos marca Lacor® con un grado de precisión de $\pm 1g$ y un set de contenedores para depositar los alimentos. Previo al inicio de la intervención, las familias recibieron capacitación sobre qué es considerado desperdicio (incluyendo partes comestibles y potencialmente comestibles). Durante la intervención se realizó un seguimiento telefónico para verificar el procedimiento de registro y pesaje. Además, las familias tomaron fotografías de los desperdicios y las enviaron a los investigadores como medio de verificación.

La cantidad de desperdicios, cuantificada en kilogramos (kg), fue obtenida por la sumatoria de los desperdicios generados por cada hogar. Para determinar la composición, los residuos se categorizaron según su origen, en vegetales y animales. Los productos de origen animal fueron subdivididos en dos subgrupos: a) carnes (vacuno, pollo, pescado, cerdo y sus derivados) y huevos; b) leche y sus derivados. Los productos de origen vegetal fueron subdivididos en: a) panes, pastas y harinas; b) granos; c) frutas; hortalizas; e industrializados. Por conveniencia, la suma cuantitativa mínima del 85 % de los productos utilizados entre cada grupo se utilizó como criterio de selección (Strasburg y Jahno, 2017). Por lo tanto, no se contaron los artículos con menos de 75 gramos de desperdicio semanal (considerando las 15 familias). Del total de la muestra de 80 ítems, 19 fueron excluidos.

2.2 Evaluación del costo calórico y económico

Para determinar el aporte energético de los desperdicios, se consultó la base de datos del *Department of Agriculture of the United States* (USDA). El valor energético de los alimentos se expresó en kilocalorías (kcal). Para el caso de las preparaciones, estas se desglosaron en ingredientes de acuerdo con las recetas estandarizadas propuestas para preparaciones típicas chilenas (Urteaga y Mateluna, 2003).



Los precios de cada alimento corresponden al promedio de los precios de octubre del 2019, entregados por organismos estatales de Chile (ODEPA, 2020). A partir de estos datos se obtuvo el costo total de los desperdicios en pesos chilenos y dólares (USD).

2.3 Evaluación de la huella hídrica

Para Huella Hídrica (HH) se consideró la definición de Yu *et al.* (2010), donde HH es el volumen de agua directa e indirecta utilizada en los procesos de producción para el consumo de un bien o servicio a lo largo de la cadena de producción. Para calcular la HH, se utilizaron como referencia los datos de los estudios de Hoekstra (2010), para productos de origen animal, y Mekonnen y Hoekstra (2011), para productos de origen vegetal. Para los alimentos que no tienen valores de HH disponibles en la literatura, se decidió utilizar valores de alimentos del mismo grupo o ingredientes. Este mismo protocolo se ha aplicado en otros estudios (Strasburg y Jahno, 2015; Strasburg y Jahno, 2017; Hatjiathanassiadou *et al.*, 2019).

2.4 Cálculos de eco-eficiencia

Para evaluar EE, se utilizaron los cálculos propuestos por Strasburg y Jahno (2017), según las Ecuaciones 1, 2 y 3.

$$EE1 = (\text{kcal}) / (\text{HH}) \quad (\text{E. 1})$$

$$EE 2 = (\$) / (\text{HH}) \quad (\text{E. 2})$$

$$EE 3 = (\text{kcal} \times \$) / (\text{HH} \times \text{kg}) \quad (\text{E. 3})$$

Donde:

kcal = Kilocalorías

HH = huella hídrica

kg = Kilogramos

\$ = valor financiero

Estos cálculos se utilizaron para evaluar comparativamente los grupos de alimentos (animales y vegetales) y también los impactos de cada familia.

2.5 Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva para mostrar las variables de estudio, como los totales cuantitativos, los valores porcentuales y los promedios, los cuales fueron calculados con el software Microsoft® Excel 2010. Para evaluar las variables del valor del producto o servicio y la influencia ambiental por familia, los cálculos se realizaron en términos de media (desviación estándar) y mediana (cuartil 1 - cuartil 3), en el cual cuartil3 - cuartil1 es el rango intercuartil. Los grupos



de alimentos (animales versus vegetales) se compararon mediante la prueba de Wilcoxon para muestras emparejadas con significancia <0.05 p valor. Para realizar las pruebas estadísticas se utilizó el software R 4.0.0^{*} (R Core Team, 2020).

3. Resultados

3.1 Cantidad, composición y costo de los desperdicios

Los hogares participantes pertenecían a comunas urbanas del área centro, norte y sur de la Región Metropolitana. El promedio de integrantes del grupo familiar fue de 3.8 y el encargado de la alimentación en el 100 % de los casos fue de sexo femenino con una media de edad de 41.9 años (DS 15.75). La recolección de desperdicios fue realizada en el mes de octubre de 2019.

Cuadro 1. Cantidad, composición, aporte calórico y costo monetario de los desperdicios de 15 familias, Chile, 2019.

Table 1. Quantity, composition, caloric intake and monetary cost of waste of 15 families, Chile, 2019.

| | Total | Total/Hogar | Total per cápita |
|----------------|--------|-------------|------------------|
| Energía (kcal) | 65 028 | 4 335 | 1 141 |
| Cantidad (kg) | 54.7 | 3.6 | 0.95 |
| Origen animal | 10.3 | 0.68 | 0.18 |
| Origen vegetal | 43.8 | 2.9 | 0.77 |
| Costo (\$USD) | 102.02 | 6.80 | 1.78 |

kcal: kilocalorías; kg: kilogramos; US\$: costo en dólares americanos

La valoración monetaria de los alimentos desperdiciados alcanzó los \$83 444 (\$ 102.02 USD), lo que, proyectado a un año, equivaldría a un gasto promedio por familia de \$289 273 (\$ 353.67 USD), que para el caso de Chile corresponde al 90 % de un sueldo mínimo mensual. Cabe destacar en el aspecto financiero que los productos animales, a pesar de representar menos del 20% del total de desperdicios, impactan con casi la mitad del valor total (47.1 %) (**Cuadro 2**).

3.2 Huella hídrica

La HH total de los desperdicios mostró un mayor impacto proveniente de los residuos de origen animal desperdiciados por las familias, pese a que estos fueron menores en cantidad.

Los resultados de los **Cuadros 2, 3 y Figura 1** resaltan especialmente la desproporción existente entre las variables estudiadas para los desperdicios, según sean de origen animal (20 productos) o vegetal (41 productos). El **Cuadro 2** muestra las diferencias en la contribución porcentual de los distintos tipos de residuos, separados según su origen, a las diferentes variables



estudiadas, mientras que el **Cuadro 3** muestra el impacto por familia de acuerdo con la distribución de desperdicios según origen.

Cuadro 2. Contribución porcentual de las variables cantidad, aporte calórico, costo y huella hídrica de los alimentos desperdiciados, según origen y tipo de alimentos. Chile, 2019.

Table 2. Percentage contribution of the variable's quantity, caloric intake, cost and water footprint of wasted food, according to origin and type of food. Chile, 2019.

| Grupo de Alimentos | Kg | Kg % | HH | HH% | kcal | kcal% | \$ Chile | \$ Chile% |
|----------------------|---------------|------------|-------------------|------------|---------------|------------|------------------|------------|
| Carne y huevos | 6 995 | 12.90 | 68 124.57 | 60.75 | 13 402 | 21.49 | 30 263 | 38.23 |
| Leche y Derivados | 3 353 | 6.18 | 7 948.80 | 7.09 | 3 616 | 5.80 | 7 016 | 8.86 |
| Panes, Harina | 10 003 | 18.44 | 13 991.49 | 12.48 | 22 665 | 36.35 | 13 203 | 16.68 |
| Granos | 2 561 | 4.72 | 9 395.69 | 8.38 | 3 397 | 5.45 | 3 245 | 4.10 |
| Frutas | 6 860 | 12.65 | 4 498.10 | 4.01 | 3 443 | 5.52 | 6 039 | 7.63 |
| Verduras | 23 136 | 42.66 | 5 516.10 | 4.92 | 10 146 | 16.27 | 17 513 | 22.13 |
| Industrializados | 1 329 | 2.45 | 2 661.93 | 2.37 | 5 690 | 9.12 | 1875.7 | 2.37 |
| Total general | 54 237 | 100 | 112 136.66 | 100 | 62 359 | 100 | 79 154.70 | 100 |

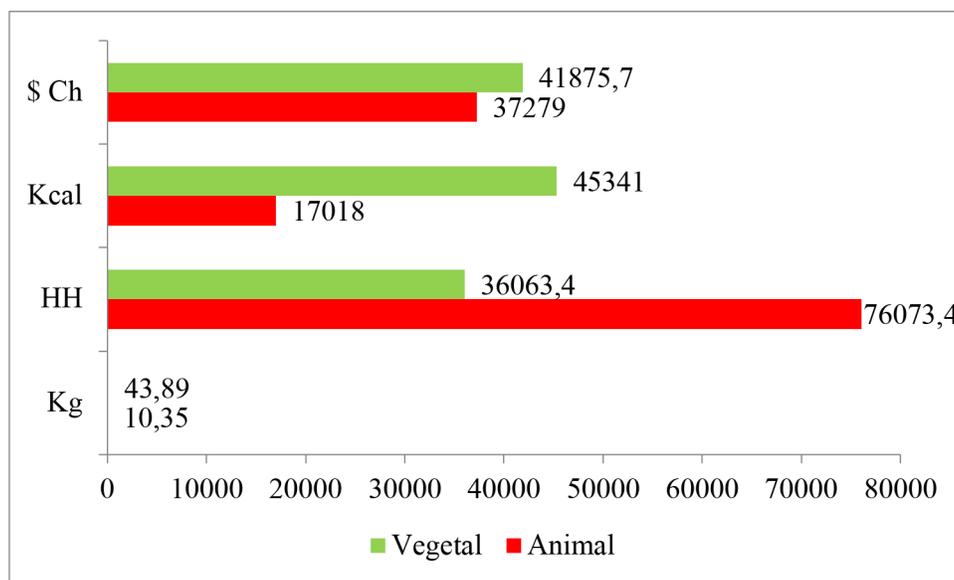


Figura 1. Evaluación general de residuos totales de 15 familias en Chile.

Figure 1. General evaluation of total waste of 15 families in Chile.



Cuadro 3. Impacto por hogar del desperdicio de alimentos separados por origen. Chile, 2019.
Table 3. Impact per household of food waste separated by origin. Chile, 2019.

| Hogar | Kg | | HH | | Kcal | | \$ Ch | |
|-------|------|------|----------|---------|-------|-------|-----------|----------|
| | O.A. | O.V. | O.A. | O.V. | O.A. | O.V. | O.A. | O.V. |
| 1 | 2.77 | 5.29 | 28 486.7 | 6 147.5 | 4 206 | 5 477 | 10 158.00 | 4 336.70 |
| 2 | 0.13 | 1.32 | 541.4 | 761.1 | 425 | 1 123 | 215.00 | 1 102.00 |
| 3 | 0.15 | 2.28 | 2 030.0 | 1 162.2 | 197 | 1 922 | 736.00 | 3 056.00 |
| 4 | 0.09 | 1.01 | 831.4 | 1 127.5 | 208 | 1 535 | 373.00 | 1 109.00 |
| 5 | 0 | 0.04 | 0.0 | 55.9 | 0 | 102 | 0.00 | 60.00 |
| 6 | 0.55 | 1.80 | 3 767.2 | 2 465.4 | 1 807 | 2 435 | 3 830.00 | 2 228.00 |
| 7 | 0.48 | 1.22 | 2 449.6 | 2 253.1 | 360 | 3 498 | 1 734.00 | 1 216.00 |
| 8 | 0.86 | 5.24 | 2 878.3 | 4 438.4 | 911 | 4 429 | 1 290.00 | 4 582.00 |
| 9 | 0.12 | 1.75 | 225.5 | 754.1 | 136 | 1 093 | 214.00 | 2 816.00 |
| 10 | 0 | 1.88 | 0.0 | 1 922.5 | 0 | 2 884 | 0.00 | 1 836.00 |
| 11 | 1.83 | 3.87 | 11 682.4 | 2 043.2 | 2 419 | 2 980 | 5 109.00 | 4 742.00 |
| 12 | 1.24 | 7.99 | 13 298.1 | 5 295.4 | 2 337 | 7 109 | 4 512.00 | 6 053.00 |
| 13 | 0.20 | 4.40 | 2 808.2 | 1 938.0 | 355 | 2 571 | 1 148.00 | 3 173.00 |
| 14 | 1.30 | 4.86 | 6 454.6 | 3 957.8 | 3 211 | 6 925 | 6 869.00 | 4 403.00 |
| 15 | 0.62 | 0.95 | 620.0 | 1 741.3 | 446 | 1 258 | 1 091.00 | 1 163.00 |

OA= origen animal; OV= origen vegetal. Kg: Kilogramos; HH: huella hídrica; kcal: kilocalorías; \$ Ch: pesos chilenos.

Cabe destacar que, de las 15 familias consideradas en el presente estudio, cinco de ellas fueron responsables del 65% del desperdicio total. El número de personas de estas familias fue de 22, equivalente al 38.6 % de la población de estudio. Tres de estas mismas familias (15 personas) contribuyeron negativamente al 59.7 % de la HH total. Estos valores estaban directamente relacionados con la cantidad de productos animales desperdiciados.

Pese a que la HH de los productos de origen animal fue más alta que la de los de origen vegetal, la diferencia del promedio de las familias no fue significativa ($p = 0.331$), pero si hubo diferencias significativas en la cantidad de residuos generados por las familias según origen (en kg), detectándose una cantidad más alta para los residuos de origen vegetal tanto en kg como en kcal (**Cuadro 4**).



Cuadro 4. Diferencias entre parámetros de impacto ambiental de los residuos de origen animal y vegetal generados por los 15 hogares. Chile, 2019.

Table 4. Differences between environmental impact parameters of waste of animal and plant origin generated by 15 households. Chile, 2019.

| | Animal (N=15) | Vegetal (N=15) | P |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|----------|
| Kg | | | < 0.001 |
| Promedio (DP) | 0.69 (0.80) | 2.93 (2.22) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 0.48 (0.13 - 1.05) | 1.88 (1.27 - 4.63) | |
| HH | | | 0.331 |
| Promedio (DP) | 5 070 (7 670) | 2 400 (1 770) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 2 450 (581 - 5 110) | 1940 (1 140 - 3 210) | |
| kcal | | | <0.001 |
| Promedio (DP) | 1 130 (1 330) | 3 020 (2 120) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 425 (203 - 2 070) | 2 570 (1 400 - 3 960) | |
| \$ Ch | | | 0.330 |
| Promedio (DP) | 2 490 (3 010) | 2 790 (1 740) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 1 150 (294 - 4 170) | 2 820 (1 190 - 4 370) | |
| Kcal/ HH | | | < 0.001 |
| Promedio (DP) | 0.30 (0.25) | 1.35 (0.32) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 0.21 (0.14 - 0.49) | 1.45 (1.16 - 1.53) | |
| \$ Ch/ HH | | | 0.010 |
| Promedio (DP) | 0.58 (0.46) | 1.39 (0.87) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 0.44 (0.36 - 0.83) | 1.07 (0.93 - 1.54) | |
| Kcal/ Kg | | | 0.421 |
| Promedio (DP) | 1 510 (992) | 1 260 (646) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 1 320 (908 - 2080) | 1 040 (844 - 1470) | |
| \$ Ch/ Kg | | | 0.003 |
| Promedio (DP) | 3 140 (2 030) | 1 070 (262) | |
| Mediana (Q1 - Q3) | 3 640 (1 690 - 4 420) | 1 000 (856 - 1 230) | |

3.3 Eco-eficiencia

El Cuadro 5 muestra las tres modalidades de evaluación de EE. El rendimiento de cada familia se calculó evaluando por separado los alimentos de origen animal y vegetal y el total general. En esta última evaluación se puede identificar que las familias que tuvieron los peores resultados en relación con los productos de origen animal también tuvieron un peor desempeño a nivel general.



Cuadro 5. Resultados de las tres evaluaciones de la ecoeficiencia por hogar. Chile, 2019.
Table 5. Results of the three eco-efficiency evaluations by households. Chile, 2019.

| Familia | Origen Animal | | | Origen Vegetal | | | Total General | | |
|---------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------|--------------------------|
| | E1 | E2 | E3 | E1 | E2 | E3 | E1 | E2 | E3 |
| | (kcal) (HH) | (\$) (HH) | (kcal x \$) (HH x kg) | (kcal) (HH) | (\$) (HH) | (kcal x \$) (HH x kg) | (kcal) (HH) | (\$) (HH) | (kcal x \$) (HH x kg) |
| 1 | 0.148 | 0.357 | 541.64 | 0.891 | 0.705 | 730.93 | 0.280 | 0.419 | 503.09 |
| 2 | 0.785 | 0.397 | 1 268.99 | 1.475 | 1.448 | 1 234.59 | 1.188 | 1.011 | 1 079.45 |
| 3 | 0.097 | 0.363 | 463.80 | 1.654 | 2.629 | 2 213.64 | 0.664 | 1.188 | 1 032.88 |
| 4 | 0.250 | 0.449 | 1 014.32 | 1.361 | 0.984 | 1 496.41 | 0.890 | 0.757 | 1 197.72 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 1.825 | 1.073 | 2 546.07 | 1.825 | 1.073 | 2 546.07 |
| 6 | 0.480 | 1.017 | 3 322.10 | 0.988 | 0.904 | 1 221.83 | 0.681 | 0.972 | 1 751.56 |
| 7 | 0.147 | 0.708 | 534.24 | 1.553 | 0.540 | 1 553.83 | 0.820 | 0.627 | 1 430.34 |
| 8 | 0.317 | 0.448 | 475.31 | 0.998 | 1.032 | 873.08 | 0.730 | 0.803 | 703.02 |
| 9 | 0.603 | 0.949 | 1 093.92 | 1.449 | 3.734 | 2 330.94 | 1.,255 | 3.093 | 2 033.97 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 1.500 | 0.955 | 1 467.33 | 1.500 | 0.955 | 1 467.33 |
| 11 | 0.207 | 0.437 | 577.45 | 1.459 | 2.321 | 1 784.70 | 0.393 | 0.718 | 678.94 |
| 12 | 0.176 | 0.339 | 641.02 | 1.342 | 1.143 | 1 017.55 | 0.508 | 0.568 | 581.95 |
| 13 | 0.126 | 0.409 | 711.40 | 1.327 | 1.637 | 957.13 | 0.616 | 0.910 | 578.85 |
| 14 | 0.497 | 1.064 | 2 628.58 | 1.750 | 1.112 | 1 584.21 | 0.973 | 1.083 | 1 780.43 |
| 15 | 0.719 | 1.760 | 1 265.83 | 0.722 | 0.668 | 886.31 | 0.722 | 0.955 | 1 037.36 |

Información destacada por los autores.

4. Discusión

Existen varios estudios que evalúan la cantidad, composición y/o impacto del desperdicio a nivel de hogares alrededor del mundo, lugar donde ocurriría mayormente el DA, alcanzando, para el caso de la Unión Europea, el 53 % del total de desperdicios de alimentos (90 millones de toneladas aproximadamente) (Ilakovac *et al.*, 2020). Sin embargo, en Chile no existen estudios que hayan evaluado cantidad y/o composición de los desperdicios a nivel de hogar, por lo que se ha imposibilitado determinar su impacto a nivel medioambiental.

Nuestro estudio se realizó en zona urbana, donde estudios muestran que es mayor el desperdicio (van der Werf *et al.*, 2018), específicamente durante la estación de primavera-verano, cuando el consumo de frutas y verduras aumenta, incrementando también los desperdicios. Con respecto a la definición de desperdicios, para este estudio se consideró las partes comestibles y potencialmente comestibles de los alimentos (cáscaras, tallos, hojas, piel, grasa, etc.), dejando por fuera lo que no se considera comestible. Por otra parte, se pesquisarón todos los



desperdicios generados por los hogares, independientemente de su destino. Es así como se incluyeron aquellos cuyo destino son los compostadores de traspatio, la alimentación de mascotas y/o la eliminación por el desagüe.

En cuanto a la metodología empleada, existe una alta variabilidad en los estudios, especialmente en lo referido a la forma de recolección de la información. De hecho, según un metaanálisis publicado por *Xue et al. (2017)*, más de la mitad de los artículos publicados sobre DA a lo largo de la cadena, se basó en datos secundarios, mientras que solo alrededor del 20 % utilizaron observaciones directas.

También es posible apreciar diferencias en el número de hogares evaluados, dependiendo del método de recolección de datos y de la facilidad de acceso a los hogares. En Chile no existe, como sí sucede en otros países, un sistema municipal /estatal de recolección por separado de desperdicios orgánicos o de alimentos, lo que dificulta poder recabar masivamente esta información. Por otro lado, el método directo también reduce el acceso a los hogares, pues requiere más recursos y resulta más invasivo para los hogares participantes. Una fortaleza de nuestro estudio es que la cantidad y composición de los desperdicios fue evaluada por método directo, a través del pesaje y clasificación de los desechos; no obstante, como debilidad, se señala que el número de hogares fue bajo. Esto responde a que este estudio se diseñó como un piloto, debido a que es la primera vez que se recolecta información de este tipo en Chile y el uso de la información tuvo como propósito probar, de forma piloto, una manera de evaluar su impacto medioambiental.

Respecto del costo calórico de los desperdicios, en nuestro estudio, estos alcanzaron un costo de 4 335 kcal por hogar, valor mayor a lo mostrado por *von Massow et al. (2019)* quienes determinaron que, por cada hogar, se pierden 3.366 calorías a la semana. Por otra parte, *Chalak et al. (2019)* determinaron valores promedio, por persona al día, de 451.2 kcal, valor mayor que lo encontrado en este estudio (163 kcal/persona/día).

El costo económico de los desperdicios es un problema importante, tanto para países en vías de desarrollo como desarrollados (*Thyberg y Tonjes, 2016*). Los desperdicios generados en una semana en nuestro estudio equivalen a un costo de US\$ 6.80 por hogar, lo cual estaría por debajo de lo presentado por *von Massow et al. (2019)* de US \$18.01 semanal por hogar de desperdicio evitable.

En relación con las diferencias encontradas en el origen de los residuos, nuestros resultados coinciden con lo mostrado por *Aschemann-Witzel et al., (2019)* para Uruguay, donde las sobras de frutas y verduras frescas eran la categoría que los consumidores más recuerdan desperdiciar, lo cual coincide también con lo reportado para Ontario (Canadá), donde el principal grupo desperdiciado fue frutas y verduras, seguido por productos de panadería (*von Massow et al., 2019*). Las frutas y verduras frescas contribuyen con casi el 50 % del desperdicio de alimentos generado por hogares holandeses (*van Dooren et al., 2019*), mientras que, para Hong Kong, representarían hasta el 70 %; 50 % de frutas, 20 % de verduras (*Zan et al., 2018*). En Suiza por otro lado, el pan es el alimento sólido más desperdiciado (22 %), seguido por los productos lácteos (17 %), las verduras (14 %), las frutas (12 %) y la carne (*van Dooren et al., 2019*).



Se aprecia que los productos de origen animal desperdiciados por las familias son menos en cantidad (kg), sin embargo, tuvieron el mayor impacto en relación con la HH (67.8 %). Esto coincide con lo reportado por [Hatjiathanassiadou et al. \(2019\)](#), quienes evaluaron dos tipos de menú ofrecidos en un restaurante universitario, identificando que la HH del menú que ofrecía productos de origen animal (especialmente carne roja) fue 2.47 veces mayor en comparación con la opción vegetariana. [Strasburg y Jahno \(2015\)](#), por su parte, quienes evaluaron la HH del menú mensual de un restaurante universitario en el sur de Brasil, evidenciaron de igual forma que la HH de productos de origen animal era de 77.9 %, pese a que estos insumos representaban solo el 34.5 % de la cantidad total de desperdicios. En un estudio que evaluó la HH de los insumos del menú anual de un hospital del sur de Brasil, los productos animales fueron responsables del 64.2 % de la HH, identificándose el mayor impacto en la temporada de invierno ([Strasburg et al., 2021](#)).

[Aleksandrowicz et al. \(2016\)](#) mostraron en su estudio que, cuanto menor es la cantidad de alimentos de origen animal en la dieta, menor es el impacto en relación con las emisiones de GEI, el uso de la tierra y la demanda de energía. [Bengtsson et al. \(2019\)](#) también destacan el uso extensivo de la tierra y la demanda de energía, la pérdida de biodiversidad, el excedente de nitrógeno, el uso del agua y la huella de carbono como algunos de los impactos negativos del consumo de alimentos de origen animal, avalando el hecho de que estos alimentos causan mucho más impacto en el ambiente que la producción de alimentos de origen vegetal.

Frente a esto, [Hölker et al. \(2019\)](#) sugieren una reducción significativa en el consumo de alimentos de origen animal, no solo por razones ambientales, sino también por salud humana y bienestar animal. [Willet et al. \(2019\)](#) proponen que esta reducción debiese ser del 50-75 % del consumo actual de los países desarrollados. En el estudio de [Ercin y Hoekstra \(2014\)](#) sobre la proyección de escenarios futuros para la Tierra en 2050, los autores sugieren que, para reducir la HH a niveles considerados sostenibles, es necesario realizar cambios en los patrones de consumo, incluidos los alimentos. También en relación con el sistema actual de producción de alimentos, si no hay cambios para el año 2050, habrá una serie de problemas para el planeta relacionados con el aumento de las emisiones de GEI, el uso de tierras agrícolas y el uso de agua dulce ([Steffen et al., 2015](#); [Willett et al., 2019](#)).

Nuestros resultados en cuanto a EE se corroboran con otros hallazgos, aunque se debe hacer hincapié en que hay pocos estudios que aplican el concepto de EE en el contexto del consumo de alimentos. [Strasburg y Jahno \(2017\)](#) propusieron los cálculos de EE aplicables a esta modalidad para los insumos utilizados en cinco restaurantes universitarios brasileños, identificando que el mejor desempeño de EE, en relación con los impactos ambientales de los restaurantes, se relacionó especialmente con el menor uso de productos de origen animal (carne de res) y la generación de residuos vegetales. Relacionado con el tema del consumo, [Ribeiro et al. \(2021\)](#) realizó la evaluación de EE con la emisión de gases de efecto invernadero de las dietas enterales proporcionadas a los pacientes hospitalarios. Los autores encontraron una relación inversa de EE según la distancia en kilómetros desde el origen del producto utilizado.



5. Conclusiones

El desperdicio generado por las familias chilenas participantes fue avaluado como de alto costo, en energía y valor monetario, con un impacto medioambiental significativo determinado por los valores de HH y EE. Los residuos desperdiciados por los hogares fueron mayormente de origen vegetal, especialmente frutas y verduras; sin embargo, los desperdicios de origen animal, a pesar de representar menos del 20 % del total, provocan un impacto alto en la huella hídrica y repercuten en una menor EE para las familias. Las evaluaciones, tanto de la HH como de la ecoeficiencia, permiten estimar el impacto medioambiental de los residuos domiciliarios, lo que puede ser aplicable a otros países y situaciones. Se espera que la información obtenida en este trabajo sirva de base para promover un consumo más sostenible, el cual incluye una disminución de los productos de origen animal, tanto en consumo como desperdicios. Los datos aquí mostrados son un ejemplo de lo que sucede en una muestra de hogares en Chile, sin ser extrapolables a nivel regional ni nacional, no obstante, contribuyen a construir una línea base que apoye campañas de comunicación y/o políticas orientadas a la sustentabilidad, especialmente aquellas enfocadas a la reducción del desperdicio por parte de los hogares, tema de interés para autoridades nacionales y a nivel mundial.

6. Ética y conflicto de intereses

Las personas autoras declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

7. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Escuela de Nutrición y Dietética de la U. de Chile que facilitó los implementos para el desarrollo del trabajo. Además, a los revisores anónimos de la revista por sus aportes, los cuales enriquecieron el presente documento.

8. Referencias

- Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E. J. M., Smith, P., Haines, A. (2016). The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 11(11): e0165797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>
- Aschemann-Witzel, J., Giménez, A., Ares, G., 2019. Household food waste in an emerging country and the reasons why: Consumer's own accounts and how it differs for target groups. *Resources, Conservation and Recycling*. 145, 332-338. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.001>



- Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'Connor, T., *et al.* (2019). Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*, 10(2), 1-10. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>
- Carvalho, H., Cruz-Machado, V., Govindan, K., Azevedo, S. G. (2017). Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. *Resour Conserv Recycling*, 120, 75-87. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.025>
- Cerutti, A. K., Contu, S., Ardente, F., Donno, D., Beccaro, G. L. (2016). Carbon footprint in green public procurement: Policy evaluation from a case study in the food sector. *Food Policy*, 58, 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.12.001>
- Chalak, A., Abiad, M.G., Diab, M., Nasreddine, L. (2019). The Determinants of Household Food Waste Generation and its Associated Caloric and Nutrient Losses: The Case of Lebanon. *PLoS ONE*, 14(12): e0225789. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225789>
- Chileagenda 2030. (2017) [website]. Informe de diagnóstico e implementación de la agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible en Chile. 2017. http://www.chileagenda2030.gob.cl/storage/docs/Diagnostico-Inicial_2.0_Agenda2030-ODS_2017.pdf
- De Laurentiis, V., Hunt, D. V. L., Rogers, C. D. F. (2017). The little book of low carbon eating in the city. Lancaster: Lancaster University. <http://www.energy.soton.ac.uk/files/2017/12/little-book-of-low-carbon-eating-in-the-city.pdf>
- Ercin, A.E., Hoekstra, A.Y. (2014). Water footprint scenarios for 2050: A global analysis. *Environment International*, 64, 71-82. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.11.019>
- FAO. Food and Agriculture Organization. (2013). Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources, Summary Report. Rome. <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>
- FAO. (2015). Food loss and waste facts. <http://www.fao.org/savefood/recursos/infografia/es/>
- Feil, A.A., Schreiber, D. (2017). Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: Desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. *Cad. EBAPE BR*, 15, 667–681. <https://doi.org/10.1590/1679-395157473>
- GRAU. (2020). Green Restaurants Association University. Green Restaurant Certification Standards. <http://www.dinegreen.com/restaurants/standards.asp>
- Hatjiathanassiadou, M., de Souza, S. R. G., Nogueira, J. P., Oliveira, L. M., Strasburg, V. J., Rolim, P. M., Seabra, L. M. J. (2019). Environmental Impacts of University Restaurant Menus: A Case Study in Brazil. *Sustainability*, 11, 1157. <https://doi.org/10.3390/su11195157>
- Hoekstra A. (2010). The water footprint: Water in the supply chain. *Environmentalist*. 1, 2.



- Hölker, S., von Meyer-Höfer, M., Spiller, A. (2019). Animal Ethics and Eating Animals: Consumer Segmentation Based on Domain-Specific Values. *Sustainability*, 11, 3907. <https://doi.org/10.3390/su11143907>
- Ilakovac, B., Voca, N., Pezo, L., Cerjak, M. (2020). Quantification and determination of household food waste and its relation to sociodemographic characteristics in Croatia. *Waste Manag*, 102, 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.042>
- INE. Instituto Nacional de Estadísticas. (2016). Jefatura de hogar: usos del concepto, historia, críticas y expresión en los indicadores. departamento de estudios sociales subdirección técnica instituto nacional de estadísticas. https://historico-amu.ine.cl/genero/files/estadisticas/pdf/documentos/jefatura_hogar.pdf
- Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 15, 1577–1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>
- ODEPA. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (2020). www.odepa.gob.cl/precios/consumidor
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Ribeiro, K. R., Rolim, P. M., Seabra, L. M. J., Strasburg, V. J. (2021). Evaluation of the eco-efficiency of greenhouse gases generation in the provision of complementary meals in a public hospital. *Research, Society and Development*, 10(4), e10110413995. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13995>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., et al. (2015). Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Strasburg, V. J.; Jahno, V. D. (2015). Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. *Am. Agua Interdiscip. J. Appl. Sci*, 10, 903–914. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1664>
- Strasburg, V. J., Jahno, V. D. (2017). Application of eco-efficiency in the assessment of raw materials consumed by university restaurants in Brazil: A case study. *J. Clean. Prod*, 161, 178-187. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.089>
- Strasburg, V. J., Fontoura, L. F., Bennedetti, L. V., Camargo, E. P. L., de Souza, B. J., Seabra, L. M. J. (2021). Environmental impacts of the water footprint and waste generation from inputs used in the meals of workers in a Brazilian public hospital. *Research, Society and Development*, 10(3), e22510313129. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13129>



- Thyberg, K. I., Tonjes, D. J. (2016). Drivers of food waste and their implications for sustainable policy development. *Resour Conserv Recycl*, 106, 110–123. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.016>
- Urteaga, C., Mateluna, A. (2003). Valor Nutricional de preparaciones culinarias en Chile. Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Depto de Nutrición. Santiago, Chile
- van der Werf, H. M. G., Garnett, T., Corson, M. S., Hayashi, K., *et al.* (2014). Towards eco-efficient agriculture and food systems: theory, praxis and future challenges. *J. Clean. Prod*, 73, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.017>
- van der Werf, P., Seabrook, J. A., Gilliland, J. A. (2018). The quantity of food waste in the garbage stream of southern Ontario, Canada households. *PLoS ONE*, 13(6), e0198470. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198470>
- van Dooren, C., Janmaat, O., Snoek, J., Schrijnen. M. (2019). Measuring food waste in Dutch households: A synthesis of three studies. *Waste Manag*, 94, 153-164. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.025>
- von Massow. M., Parizeau, K., Gallant, M., Wickson, M., Haines, J., Ma, D.W.L., Wallace, A., Carroll, N., Duncan, A.M. (2019). Valuing the Multiple Impacts of Household Food Waste. *Frontier in Nutrition*, 6(143). <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00143>
- WBCSD. World Business Council for Sustainable Development. (2000). Eco-efficiency: Creating More Value with Less Impact. Geneva: WBCSD.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., *et al.* (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*, 393, 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Xue, L., Liu, G., Parfitt, J., Liu, X., Van Herpen, E., Stenmarck, Å., *et al.* (2017). Missing Food, Missing Data? A critical review of global food losses and food waste data. *Environ Sci Technol*, 51, 6618–33. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00401>
- Yu, Y., Hubacek, K., Feng, K., Guan, D. (2010). Assessing regional and global water footprints for the UK. *Ecological Economics*, 69, 1140-1147. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.12.008>
- Zan, F., Dai, J., Hong, Y., Wong, M., Jiang, F., Chen, G. (2018). The characteristics of household food waste in Hong Kong and their implications for sewage quality and energy recovery. *Waste Management*, 74, 63-73. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.05>

