UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
SANTIAGO - CHILE

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA DIETA PROMEDIO CHILENA, OPTIMIZACIÓN A TRAVÉS DE OPTIMEAL Y PROPUESTA DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA SU REDUCCIÓN.

GISELLE IVONNE ROMERO BRAVO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA	:	SR. FRANCISCO DALL'ORSO L.
PROFESOR CORREFERENTE	:	SRA. MARÍA PILAR GÁRATE C.

13 de noviembre de 2017

A mi familia . . .

Especialmente a mis padres, hermano y abuelos. Y a Chile, con la esperanza de un futuro más sustentable.

RESUMEN EJECUTIVO

El sistema alimentario es responsable de una parte no menor de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) y posee impactos ambientales en diversas áreas, tales como la deforestación, el uso excesivo del agua, contaminación, entre otros. Además genera desigualdades dentro de las sociedades y entre ellas, mientras aumentan la obesidad y las enfermedades no transmisibles relacionadas con la dieta, en otros sectores persisten el hambre y la deficiencia de micronutrientes. A medida que la población mundial crece, se vuelve más rica y exige más alimentos que consumen muchos recursos y generan efectos negativos en el planeta, por lo que si no se plantean soluciones efectivas es probable que estos problemas empeoren.

Se necesita un enfoque sistémico que aborde conjuntamente los problemas relacionados con la producción y el consumo. Para lo cual es importante levantar información global y sobretodo local, acerca de los patrones de consumo de alimentos y los impactos ambientales que posee la dieta chilena.

El objetivo general de esta memoria es analizar el impacto ambiental de la dieta de un chileno promedio, mediante la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV), con énfasis en la huella de carbono (HC), agua (HA) y energía (HE) de los principales alimentos que se consumen en la actualidad en Chile, vinculando las soluciones a los roles del mercado, los consumidores y el estado. Los resultados muestran que es sumamente necesario realizar un cambio en el sistema alimentario, que provenga tanto de los consumidores como de los productores y que cuente con la intervención del estado, para generar un entorno alimentario adecuado para los individuos, que promueva decisiones de consumo alimentarias que les permitan mejorar tanto sus niveles de bienestar y de salud como los del medio ambiente y del entorno social.

La metodología utilizada consta de tres pilares: (1) la revisión del marco teórico vinculado a los sistemas alimentarios y su impacto ambiental; (2) la evaluación del impacto de la dieta chilena y su optimización; (3) propuesta de políticas públicas para Chile.

Se optimizó ambientalmente la dieta chilena promedio a través de un software de optimización lineal llamado Optimeal, generando 6 dietas sugeridas en función de perfiles (sexo, edad y nivel de actividad física) y de distintos objetivos de minimización (búsqueda de la dieta saludable y sostenible más cercana, minimización de la HC, y minimización del impacto ambiental general). También se calculó el impacto ambiental de los principales alimentos que componen la dieta chilena a través de tres huellas ambientales; agua, energía y carbono, utilizando datos de consumo de los años 2003 y 2013 para luego realizar una comparación de las mismas.

Se analizó la situación actual del sistema alimentario Chile y el mundo y finalmente se propusieron políticas públicas para reducir el impacto ambiental de la dieta, tales como la aplicación de políticas de precios, impuestos y subsidios, políticas basadas en la información y capacitación, aplicación de diversas tecnologías, reducción del desperdicio de alimentos, entre otras.

Palabras Clave. Análisis de Ciclo de Vida, Sistema alimentario, Optimización Lineal.

Índice de Contenidos

1. Introducción **1**
1.1. Problema de Investigación . . . 2
1.2. Propósito del Estudio . . . 4
1.3. Principal pregunta de investigación y sub-preguntas . . . 4

2. Marco Teórico **5**
2.1. Cambio climático . . . 5
2.1.1. Cambio climático y agricultura . . . 6
2.1.2. Cambio climático en Chile . . . 8
2.2. Situación energética . . . 9
2.2.1. Consumo energético global . . . 9
2.2.2. Evolución energética y proyecciones . . . 11
2.2.3. Situación energética nacional . . . 12
2.3. Metodología de Análisis de Ciclo de Vida . . . 13
2.3.1. Concepto de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) . . . 13
2.3.2. Etapas de desarrollo de un ACV . . . 15
2.3.3. Aplicaciones . . . 18
2.3.4. Metodología ReCiPe . . . 18
2.4. Huella de Carbono . . . 19
2.4.1. Estándares utilizados en la medición de huella de carbono . . . 20
2.4.2. Metodologías de medición de la huella de carbono . . . 20
2.4.2.1. Cálculo de la huella de carbono de un territorio o país . . . 21
2.4.2.2. Huella de carbono de organización . . . 22
2.4.2.3. Huella de carbono personal . . . 23
2.4.3. Herramientas para la medición de la huella de carbono . . . 23
2.4.4. Compensación de las emisiones de GEI . . . 23
2.5. Huella Hídrica . . . 24
2.5.1. Definición . . . 24
2.5.2. Descripción de huella hídrica según ISO 14046 . . . 25
2.5.3. Metodología de cálculo de la Huella Hídrica . . . 26
2.6. Metodología . . . 26
2.6.1. Ecobase Alimentos . . . 26
2.6.2. Recopilación de documentos de ACV . . . 27
2.6.3. Optimeal . . . 27

3. Antecedentes **29**
3.1. Sistema Alimentario . . . 29
3.1.1. Definición de sistema alimentario . . . 29
3.1.2. Sistema alimentario actual . . . 30
3.1.3. Consumo de carne y productos lácteos . . . 32
3.1.4. Factores sociales de la alimentación . . . 35
3.1.4.1. Modelos de comportamiento . . . 35

3.1.5. Obesidad y sobrepeso . . . 37
3.1.6. Alimentos ultra-procesados . . . 39
3.1.7. Desperdicio de alimentos . . . 41
3.2. Otros impactos del sistema alimentario en el medio ambiente . . . 43
3.2.1. Emisiones de GEI . . . 43
3.2.2. Huella hídrica del sistema alimentario . . . 44
3.2.3. Uso de tierra y deforestación . . . 46
3.2.4. Uso de plásticos y otros materiales . . . 48

4. Relación Comida, Salud e Impacto Ambiental 51
4.1. Alimentación y Salud . . . 51
4.2. Impacto Ambiental de la Comida . . . 53
4.3. Dieta Sostenible . . . 55
4.3.1. ¿Qué es una dieta sostenible? . . . 55
4.3.2. Reducir el impacto a través de la dieta . . . 58
4.3.3. Dietas basadas en plantas . . . 59
4.4. Doble Pirámide: Comida saludable para las personas y sostenible para el planeta . . . 61
4.4.1. Análisis del Ciclo de Vida e indicadores ambientales . . . 62

5. Alimentación en Chile 65
5.1. Políticas públicas en alimentación y nutrición . . . 66
5.1.1. Guías alimentarias . . . 67
5.1.2. Encuesta de Consumo Alimentario en Chile (ENCA) . . . 68
5.2. Alimentación en Chile: De la desnutrición a la obesidad . . . 69

6. Aplicación del software Optimeal a la dieta chilena 73
6.1. Qué es Optimeal . . . 73
6.1.1. ¿Cómo funciona? . . . 74
6.2. Dieta chilena en Optimeal . . . 76
6.3. Resultados . . . 77
6.3.1. Caso 1: Hombre 31-50 años, inactivo, minimizando HC mediante el modo dieta más cercana. . . . 77
6.3.2. Caso 2: Mujer 31-50 años, inactiva, minimizando HC mediante el modo dieta más cercana. . . . 79
6.3.3. Caso 3: Hombre 31-50 años, inactivo, minimizando HC. . . . 81
6.3.4. Caso 4: Mujer 31-50 años, inactiva, minimizando HC. . . . 83
6.3.5. Caso 5: Hombre 31-50 años, inactivo, minimizando índice ReCiPe. . . . 85
6.3.6. Caso 6: Mujer 31-50 años, inactiva, minimizando índice ReCiPe. . . . 87
6.4. Conclusiones y Consideraciones sobre el uso de Optimeal . . . 89
6.4.1. Consideraciones . . . 90

7. Análisis de principales alimentos consumidos en Chile 91
7.1. Alimentos disponibles en Ecobase . . . 91
7.1.1. Leche . . . 91
7.1.2. Carne porcina . . . 92
7.1.3. Carne aviar . . . 93
7.1.4. Queso Gouda . . . 93
7.1.5. Manzana . . . 94
7.1.6. Uva de mesa . . . 95
7.1.7. Palta . . . 96
7.1.8. Vino . . . 96
7.2. Alimentos obtenidos de ACV . . . 97
7.2.1. Carne bovina . . . 97
7.2.2. Carne ovina . . . 98
7.2.3. Yogur . . . 98

7.2.4. Mantequilla . . . 99
7.2.5. Huevos . . . 99
7.2.6. Aceite de oliva . . . 100
7.2.7. Azúcar . . . 100
7.2.8. Papa . . . 101
7.2.9. Legumbres . . . 101
7.2.10. Plátanos . . . 102
7.2.11. Pan . . . 103
7.2.12. Arroz . . . 103
7.3. Resultados impacto ambiental 2003-2013 . . . 104

8. Propuestas de Políticas Públicas 107
8.1. Los desafíos de Chile en materia de sustentabilidad alimentaria . . . 107
8.2. Políticas Públicas . . . 107
8.2.1. Ecoetiquetado . . . 108
8.2.2. Información sobre reciclaje de materiales y reducción del uso de plástico . . . 109
8.2.3. Disminución del desperdicio de alimentos . . . 110
8.2.4. Prácticas Agrícolas Sostenibles . . . 111
8.2.5. Identificación y fomento del consumo de Productos estratégicos . . . 111
8.2.6. Nuevas Guías alimentarias . . . 112
8.2.7. Adhesión a la campaña Lunes Sin Carne . . . 113
8.2.8. Restricciones a la Publicidad . . . 113
8.2.9. Políticas de precios . . . 114
8.2.10. Otras propuestas . . . 115

9. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones 117
9.1. Conclusiones . . . 117
9.2. Limitaciones . . . 118
9.3. Recomendaciones . . . 119

Bibliografía 121

A. Anexos 129
A.1. Principales impactos ambientales por tipo de alimento. . . . 129
A.2. Pirámides de los indicadores de impacto ambiental de la BCFN . . . 131
A.3. Resultados Optimeal . . . 132
A.3.1. Caso 1 . . . 132
A.3.2. Caso 2 . . . 132
A.3.3. Caso 3 . . . 133
A.3.4. Caso 4 . . . 134
A.3.5. Caso 5 . . . 135
A.3.6. Caso 6 . . . 136
A.4. Análisis ambiental de algunos alimentos consumidos en Chile . . . 137

Índice de Tablas

3.1. Huella de agua de diversos productos agrícolas. 46

6.1. Escenarios para la optimzación de la dieta chilena en Optimeal. 73
6.2. Principales cambios en la dieta para el Caso 1. 77
6.3. Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 1. 79
6.4. Principales cambios en la dieta para el Caso 2. 80
6.5. Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 2. 80
6.6. Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 3. 82
6.7. Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 3. 82
6.8. Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 4. 84
6.9. Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 4. 84
6.10. Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 5. 86
6.11. Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 5. 86
6.12. Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 6. 88
6.13. Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 6. 88

7.1. Principales huellas ambientales para 1lt de leche. 91
7.2. Principales impactos ambientales de la leche según Ecobase. 92
7.3. Principales huellas ambientales para 1kg de pulpa de cerdo. 92
7.4. Principales impactos de 1kg de pulpa de cerdo según Ecobase. 92
7.5. Principales huellas ambientales para 1kg de carne de pollo. 93
7.6. Principales impactos de 1kg de pulpa de cerdo según Ecobase. 93
7.7. Principales huellas ambientales para 1kg de queso Gouda. 94
7.8. Principales impactos de 1kg de queso Gouda según Ecobase. 94
7.9. Principales huellas ambientales para 1kg de manzana promedio. 94
7.10. Principales impactos de 1kg de manzana promedio según Ecobase. 95
7.11. Principales huellas ambientales para 1kg de uva de mesa. 95
7.12. Principales impactos de 1kg de uva de mesa según Ecobase. 95
7.13. Principales huellas ambientales para 1kg de palta. 96
7.14. Principales impactos de 1kg de palta según Ecobase. 96
7.15. Principales huellas ambientales para 1lt de vino. 96
7.16. Principales impactos de 1lt de vino según Ecobase. 97
7.17. Principales huellas ambientales para 1kg de carne bovina. 97
7.18. Principales huellas ambientales para 1kg de carne ovina. 98
7.19. Principales huellas ambientales para 1kg de yogur. 99
7.20. Principales huellas ambientales para 1kg de mantequilla. 99
7.21. Principales huellas ambientales para 1kg de huevos. 100
7.22. Principales huellas ambientales para 1 lt de aceite de oliva extra virgen. 100
7.23. Principales huellas ambientales para 1kg de azúcar. 101
7.24. Principales huellas ambientales para 1kg de papas. 101
7.25. Principales huellas ambientales para 1kg de legumbres. 102
7.26. Huella de carbono de algunas legumbres. 102

7.27. Principales huellas ambientales para 1kg de plátanos. 102
7.28. Principales huellas ambientales para 1kg de pan. 103
7.29. Principales huellas ambientales para 1kg de arroz. 104
7.30. Huellas ambientales anuales para un chileno promedio correspondientes al consumo de los principales alimentos. 104
7.31. Detalle de las huellas ambientales anuales de los principales alimentos consumidos en Chile. 105

A.1. Resumen de los principales hallazgos de los impactos ambientales por tipo de alimento. . . . 129
A.2. (Continuación) Resumen de los hallazgos principales por tipo de alimento. 130
A.3. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 1. 132
A.4. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 2. 133
A.5. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 3. 133
A.6. Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 3. 133
A.7. Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 3. 134
A.8. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 4. 134
A.9. Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 4. 134
A.10. Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 4. 135
A.11. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 5. 135
A.12. Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 5. 135
A.13. Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 5. 136
A.14. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 6. 136
A.15. Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 6. 136
A.16. Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 6. 137
A.17. Principales impactos ambientales de 1kg de carne bovina. 143
A.18. Principales impactos ambientales de 1kg de carne ovina. 143
A.19. Principales impactos ambientales de 1kg de yogur. 144
A.20. Huellas ambientales de 1kg de yogur. 144
A.21. Impacto medioambiental de los productos de margarina y mantequilla por unidad funcional. 144
A.22. Principales impactos ambientales de 1kg de huevos. 145
A.23. Huellas ambientales de 1kg de huevos. 145
A.24. Impacto medioambiental del aceite de oliva extra virgen por unidad funcional. 145
A.25. Uso de energía fósil y emisiones de GEI de la producción de azúcar. 146
A.26. Principales impactos ambientales de 1kg de papas. 146
A.27. Huella media de carbono para las legumbres y otros tipos de cultivo. 146
A.28. Principales impactos ambientales de 1kg de pan. 147
A.29. Huellas ambientales de 1kg de pan. 147
A.30. Principales impactos ambientales de 1kg de arroz. 147

Índice de Figuras

2.1. Dióxido de carbono atmosférico medio mensual en el Observatorio Mauna Loa, Hawaii . . . 5
2.2. Promedio global de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) 6
2.3. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990 - 2010. . . . 7
2.4. Mapa del consumo total de energía en el mundo (2015) 9
2.5. Suministro total de energía primaria mundial de 1971 a 2014 por combustible. 10
2.6. Consumo final de combustible entre 1973 y 2014 en el mundo. 10
2.7. Proyección consumo de energía mundial. 11
2.8. Matriz Energética secundaria o de consumo final en Chile. 12
2.9. Las etapas principales y las entradas y salidas típicas consideradas en la evaluación del ciclo de vida. 14
2.10. Fases ACV según la norma ISO 14040 15
2.11. Terminología relacionada con el alcance de un ACV 16
2.12. Fases de un proyecto de medición de HC 21
2.13. Tipos de alcance de las emisiones indicados en la norma ISO 14064. 22
2.14. Esquema del enfoque de análisis de ciclo de vida en el cálculo de la huella hídrica. 25

3.1. Relación entre consumo de carne e ingresos per cápita en 2002 32
3.2. Tasas de crecimiento comparativo de la producción de los productos de origen animal y del uso de cereales forrajeros en los países en desarrollo 34
3.3. Factores que influencian el comportamiento en los contextos Individuales, Sociales y Materiales (Modelo ISM). 36
3.4. Modelo Socio-ecológico de las Guías Alimentarias de EE.UU 36
3.5. Porcentaje de prevalencia de la obesidad en Chile de adultos según edad y sexo 2010. 39
3.6. Comida Procesada 40
3.7. Proporción de la producción mundial inicial de algunos alimentos que se pierde o desperdicia. 42

4.1. Doble pirámide propuesta por el Centro Barilla de Alimentación y Nutrición. 61

5.1. Descriptor nutricional “ALTO EN CALORÍAS”. 66
5.2. Guías Alimentarias Chile 68

6.1. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 1. 78
6.2. Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 2. 81
6.3. Contribución de cada grupo de alimento a la HC total para el Caso 3. 83
6.4. Contribución de cada grupo de alimento a la HC total para el Caso 4. 85
6.5. Contribución de cada grupo de alimento al índice ReCiPe para el Caso 5. 87
6.6. Contribución de cada grupo de alimento al índice ReCiPe para el Caso 6. 89

A.1. Pirámide de huella ecológica. 131
A.2. Pirámide de huella carbono. 131
A.3. Pirámide de huella de agua. 132
A.4. Distribución de la huella de carbono de 1lt de leche. 137

A.5. Distribución de la huella de agua de 1lt de leche. 137
A.6. Distribución de la huella energética de 1lt de leche. 138
A.7. Distribución de la huella de carbono de lkg de lomo de cerdo. 138
A.8. Distribución de la huella de agua de 1 lkg de lomo de cerdo. 138
A.9. Distribución de la huella energética de lkg de lomo de cerdo. 138
A.10. Distribución de la huella de carbono de 1kg de pollo. 139
A.11. Distribución de la huella de agua de 1kg de pollo. 139
A.12. Distribución de la huella energética de 1kg de pollo. 139
A.13. Distribución de la huella de carbono de 1kg de queso Gouda. 139
A.14. Distribución de la huella de agua de 1kg de queso Gouda. 140
A.15. Distribución de la huella energética de 1kg de queso Gouda. 140
A.16. Distribución de la huella de carbono de 1kg de manzana. 140
A.17. Distribución de la huella de agua de 1kg de manzana. 140
A.18. Distribución de la huella energética de 1kg de manzana. 141
A.19. Distribución de la huella de carbono de 1kg de uva de mesa. 141
A.20. Distribución de la huella de agua de 1kg de uva de mesa. 141
A.21. Distribución de la huella energética de 1kg de uva de mesa. 141
A.22. Distribución de la huella de carbono de 1kg de palta. 142
A.23. Distribución de la huella de agua de 1kg de palta. 142
A.24. Distribución de la huella energética de 1kg de palta. 142
A.25. Distribución de la huella de carbono de 1lt de vino. 142
A.26. Distribución de la huella de agua de 1 ltde vino. 143
A.27. Distribución de la huella energética de 1lt de vino. 143

1 | Introducción

Es probable que el mundo se caliente más de 3°C por encima del clima preindustrial si no se asumen más compromisos y medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Incluso con los actuales compromisos implementados hay aproximadamente un 20 % de probabilidad de superar los 4°C para el año 2100, generando efectos como el aumento del nivel del mar, sequía, temperaturas extremas, acidificación del océano, entre otros. Ésto genera un riesgo para los sistemas de soporte humanos relacionados con la alimentación, el agua y los ecosistemas, y deja en evidencia la vulnerabilidad no sólo del mundo en desarrollo sino también de los países industrializados (World Bank, 2012).

La principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero es el sector energético, aportando más del 75 % de las emisiones globales [1]. Actualmente la mayoría de los países utilizan los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, principalmente para la energía. Si bien estos recursos son renovables a muy largo plazo, son explotados a tasas que pueden agotarlos en un futuro próximo, convirtiéndolos en recursos no renovables. Además, su producción es perjudicial para el medio ambiente y debe ser considerada crucial para el calentamiento global. Por el contrario, los recursos de energía renovable se renuevan constantemente y tienen menos efectos negativos sobre el medio ambiente que las tecnologías de energía fósil, ya que emiten menos dióxido de carbono, por otra parte, reducen la dependencia de fuentes extranjeras al ser fuentes de energía domésticas y contribuyen al aumento del empleo (Alper y Oguz, 2016).

Sin embargo, el cambio climático es más que sólo combustibles fósiles. Mientras que el sector de la energía domina, datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) indican que la agricultura contribuye notablemente a las emisiones de países como Brasil (44 %), Argentina (32 %) y Australia (29 %). El sector agrícola, al año 2013, representaba un 10,5 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, y el cambio en el uso de suelo y silvicultura un 6,1 % (Friedrich et al., 2015). El cultivo ganadero produce más GEI que las emisiones del sector de transporte por sí solo (Steinfeld et al., 2006). Esto significa que sólo la industria de carne y lácteos produce más emisiones que todos los autos, camiones, trenes, barcos y aviones combinados. Además, las vacas y otros animales domésticos producen una cantidad de metano sustancial en su proceso digestivo, siendo el gas metano 28 veces más nocivo[2] que el CO_2. Esto indica que el sistema de alimentación actual puede ser un factor clave en cuanto al cambio climático y el deterioro de los recursos naturales.

La alimentación es esencial para la vida, y juega un rol relevante en el desarrollo de las economías locales y globales. Además de tener un impacto directo en la salud y bienestar humanos, las elecciones alimentarias también poseen un impacto en el planeta, desde la cantidad de agua que se utiliza para riego, al uso de la tierra, los gases de efecto invernadero generados en el proceso, la deforestación asociada a ciertos cultivos, el uso de pesticidas y fertilizantes, hasta las condiciones laborales de los trabajadores agrícolas, son factores que se deben tener en cuenta a la hora de elegir qué comer si se pretende seguir un estilo de vida sustentable o reducir el impacto ambiental personal.

[1] World Resources Institute (WRI), 2015. Infographic: What Do Your Country's Emissions Look Like?. Obtenido de: http://bit.ly/1LkhdMV

[2] Dado un horizonte de tiempo de 100 años, el gas metano posee un potencial de calentamiento global 28 veces mayor que el dióxido de carbono (IPCC, 2013), que es el gas utilizado como referencia para medir otros gases de efecto invernadero, por lo que su potencial de calentamiento global es igual a 1.

Con respecto a la energía, la producción de comida en la mayoría de los países industrializados es fuertemente dependiente de los combustibles fósiles. Además de las emisiones de GEI que generan los alimentos, estos utilizan una gran cantidad de recursos naturales como la tierra necesaria para cultivar o para el ganado, el agua y la energía. Ésta última es necesaria tanto para la producción de alimentos y agricultura, como para su transporte, procesamiento, venta, almacenamiento y preparación (Cuéllar y Webber, 2010). La energía se utiliza en toda la cadena de suministro de alimentos, desde la fabricación y aplicación de insumos agrícolas, como fertilizantes e irrigación, a través de la producción, procesamiento y envasado de cultivos y ganado; Servicios de distribución, tales como transporte marítimo y almacenamiento en frío. El funcionamiento de los equipos de refrigeración, preparación y eliminación en los establecimientos de venta al por menor de alimentos y de servicios alimenticios, y en las cocinas de cada hogar (Steinhart y Steinhart, 1974).

Tanto en Chile como en el mundo los temas relacionados con la sustentabilidad han tomado cada día más relevancia en el debate público, sin embargo, los esfuerzos se concentran los sectores de transporte y energía, olvidando que cada individuo posee el poder de disminuir su impacto ambiental mediante decisiones de consumo, no sólo en cuanto al sector energético y de transporte, sino que mediante el consumo responsable de productos, particularmente de alimentos, mediante el cual se puede lograr reducir considerablemente el impacto al medio ambiente, debido al uso intensivo de recursos naturales de algunos de estos productos, la degradación de la tierra y del agua, y su aporte al efecto invernadero. Bajo este contexto, existen oportunidades para plantear e implementar soluciones para lograr una forma de alimentación que logre ser sustentable en el ámbito nutricional y ambiental, y que contribuya con el objetivo de asegurar la disponibilidad global de alimentos, tanto para la población actual del planeta como para las futuras generaciones.

1.1. Problema de Investigación

La población mundial crece año a año y con ella la demanda de energía, productos tecnológicos, alimentos, ropa, viviendas, etc., además del uso de mayores recursos como el agua, los combustibles fósiles y la tierra, emitiendo cada vez más toneladas de CO_2 y otros gases que dañan gravemente al planeta. El crecimiento continuo de la población y el consumo significará que la demanda mundial de alimentos aumentará durante al menos otros 40 años. La creciente competencia por la tierra, el agua y la energía, además de la sobrepesca, afectarán la capacidad de producir alimentos, como lo hará también la urgente necesidad de reducir el impacto del sistema alimentario en el medio ambiente (Godfray et al., 2010).

Durante la última década el cambio climático ha pasado a ser prioridad en las agendas de varios países. Ésto quedó demostrado en el Acuerdo de París el año 2015, en el cual 195 naciones se unieron en torno a un objetivo principal: mantener el aumento de la temperatura en este siglo muy por debajo de los 2°C, e impulsar los esfuerzos para limitar este aumento incluso más. Para ésto, las naciones participantes se comprometieron a tomar medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y recuperación de daños. Este acuerdo fue firmado por el gobierno de Chile el año 2016, comprometiéndose (entre otras cosas) a reducir las emisiones de CO_2 por unidad de PIB en un 30 % al año 2030.

Según las Naciones Unidas, la energía es el principal contribuyente al cambio climático, representando alrededor del 60 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.[3] Sin embargo, en un artículo publicado por el Instituto Worldwatch (World Watch, 2009), dos asesores ambientales del Banco Mundial afirman que la ganadería es responsable del 51 % de los cambios climáticos si se suma la pérdida de los sumideros de carbono, la tala de la tierra para alimentar al ganado, la respiración de los animales, la emisión de metano y el procesamiento y transporte de los productos finales. Este valor es bastante mayor al de 18 % de las emisiones globales del ganado afirmadas por la ONU (Steinfeld et al., 2006), que no considera estos factores adicionales. Ésto indica que la forma en que las personas se alimentan podría tener impactos ambientales (y sociales) significativos si se consideran las emisiones y el uso de recursos y de energía que tienen los alimentos a lo largo de todo su ciclo de vida.

[3] Fuente: ONU (2016). Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. Datos y cifras.

Los impactos que tiene el consumo de alimentos provienen desde la cantidad de agua que se utiliza para el riego, al uso de la tierra, los gases de efecto invernadero generados en el proceso, la deforestación asociada a ciertos cultivos, el uso de pesticidas y fertilizantes, hasta el uso de plásticos y envoltorios y la energía necesaria para la producción, transporte y cocción de algunos alimentos.

Uno de los aspectos más importantes de la producción y consumo de alimentos es el consumo de agua, un recurso vital para la vida en el planeta. La huella hídrica de un bien o de un servicio es la cantidad total de agua, externa e interna, que se requiere para producirla. Por ejemplo, para producir 1 kg de chocolate se necesitan en promedio, 24.000 litros de agua, y para producir la misma cantidad de carne de vaca se necesitan 15.500 litros (Hoekstra, 2008). Alrededor del 85 por ciento de la huella hídrica humana está relacionada con el consumo de productos agrícolas, un 10 por ciento con productos industriales y sólo 5 por ciento con el consumo de agua doméstica (Hoekstra, 2010).

Cada día, grandes cantidades de alimentos son producidas, procesadas y transportadas por la industria alimentaria, y finalmente son consumidas por las personas. Estas actividades tienen un impacto directo en la salud humana y el medio ambiente. El sistema alimentario actual ha comenzado a causar tensión en los recursos naturales de la Tierra y es por eso que se necesitan sistemas sostenibles de producción de alimentos (Alsaffar, 2016). Más urbanización e ingresos conducen a un mayor consumo de alimentos procesados[4] y empaquetados, que generalmente son transportados por largas distancias y generan mayores desechos. Además, a medida que las naciones se desarrollan y prosperan, la gente consume más carne y productos lácteos cada año, lo que aumenta el impacto ambiental de su dieta debido a las emisiones de GEI, uso de agua y del suelo que tienen este tipo de alimentos (Steinfeld et al., 2006).

En las últimas décadas, Chile al igual que la mayoría de los países de Latinoamérica y el Caribe, ha experimentado cambios en el patrón alimentario y calidad de la dieta, caracterizados por un aumento en el consumo de alimentos procesados y ultraprocesados con alto contenido de sodio, grasas saturadas y azúcares, y un descenso en el consumo de productos naturales como legumbres, pescados, frutas y verduras (Araneda F. et al., 2016). Ésto podría traer consecuencias no sólo en la salud de los chilenos, sino también en el medio ambiente, puesto que las elecciones de consumo de las personas tienen un impacto considerable en el ecosistema del planeta. Un estilo de vida sustentable debe incluir el consumo responsable, para lo que se requiere información clara y veraz, adaptada a la realidad local. Por esta razón, es necesario analizar el impacto que tiene la dieta promedio de un chileno, y sería interesante evaluar si el cambio en la composición de la dieta chilena en el último tiempo ha sido perjudicial para el medio ambiente y la salud, o son dos aspectos que no tienen ninguna relación.

En cuanto a las medidas de mitigación del impacto ambiental de la dieta, algunas oportunidades de mejora se encuentran en medidas como el desincentivo a los productos intensivos en emisiones de GEI y consumo de recursos, o la mejora de las etapas intensivas en GEI en la cadena de producción de los alimentos. Además de las mejoras tecnológicas se deben cambiar los patrones de consumo y, en particular, alejarse de las dietas ricas en carnes y productos lácteos intensivos en GEI. Esto será necesario no sólo en los países desarrollados, sino también, en el largo plazo, en el mundo en desarrollo. Esta medida, aunque es potencialmente beneficiosa para poblaciones más seguras y seguras de alimentos, plantea preguntas nutricionales potencialmente graves para los más pobres del mundo. Por lo que una prioridad para los tomadores de decisiones es desarrollar políticas que busquen integrar objetivos agrícolas, ambientales y nutricionales (Dorward, 2012).

Es necesario analizar la situación nacional en cuanto a patrones de consumo de alimentos y medir los impactos que estas decisiones generan en el medio ambiente, para poder plantear propuestas de políticas públicas y cambios en el comportamiento personal, que logren disminuir el impacto ambiental de la dieta de los chilenos sin comprometer su salud.

[4] A nivel mundial, las ventas de productos ultraprocesados aumentaron en 43,7 % desde el año 2000 al 2013, según el estudio de la Organización Panamericana de la Salud: Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina (OPS, 2015).

1.2. Propósito del Estudio

El objetivo general de esta investigación es:

"Analizar el impacto ambiental de la dieta de un chileno promedio, mediante la metodología de análisis de ciclo de vida (huella de carbono, agua y energía) de los principales alimentos que éstos consumen en la actualidad."

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- Analizar la evolución en el tipo de productos alimenticios que se consumen en Chile en los últimos años (considerando el aumento del consumo de comida ultra procesada y de productos importados).
- Optimizar ambientalmente la dieta chilena promedio a través del software Optimeal, que indicará los cambios en el consumo de alimentos que resultan en una dieta más sostenible.
- Calcular los impactos ambientales de los principales alimentos de la dieta del chileno/a promedio, mediante bases de datos especializadas, incluyendo la base de datos chilena Ecobase, documentos de análisis de ciclo de vida (ACV) y declaraciones ambientales de productos (EPD).
- Determinar, en base a este análisis, si la situación actual es mejor o peor en cuanto a los los impactos ambientales de estas dietas.
- Proponer políticas públicas (basadas en los resultados obtenidos) para mejorar tanto los hábitos de consumo de alimentos como la producción de los mismos, permitiendo disminuir el impacto ambiental y caminar hacia un sistema alimentario sostenible en Chile.

1.3. Principal pregunta de investigación y sub-preguntas

La principal pregunta de investigación es: ¿Cuál es el impacto ambiental que tiene la dieta de los chilenos?.

Otras preguntas que se desprenden del problema de investigación son las siguientes:

- ¿Cómo ha evolucionado la dieta de los chilenos en los últimos 20 años?
- ¿Cuáles son los efectos que estos cambios tienen en el medio ambiente?
- ¿Cuáles son las principales áreas ambientales en las que impacta la dieta del chileno promedio?
- ¿Es posible disminuir el impacto ambiental personal a través de cambios en la dieta?
- ¿Qué medidas se pueden tomar para reducir el efecto negativo del consumo de alimentos con alta huella ambiental?

2 | Marco Teórico

2.1. Cambio climático

En los últimos decenios, los cambios en el clima han causado impactos en los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos. En muchas regiones, las cambiantes precipitaciones o el derretimiento de nieve y hielo están alterando los sistemas hidrológicos, lo que afecta a los recursos hídricos en términos de cantidad y calidad. Muchas especies han modificado su distribución geográfica, actividades estacionales, pautas migratorias, abundancias e interacciones con otras especies en respuesta al cambio climático en curso. Este también ha afectado negativamente al rendimiento de los cultivos en algunas regiones. Los impactos de los recientes fenómenos extremos relacionados al clima, como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales, ponen de relieve una importante vulnerabilidad de algunos ecosistemas y muchos sistemas humanos a la actual variabilidad climática (IPCC, 2014).

La influencia humana en el sistema climático es clara, y las emisiones antropogénicas recientes de gases de efecto invernadero son las más altas de la historia. El efecto invernadero se produce por el aumento de la concentración de ciertos gases como el dióxido de carbono (CO_2), metano y óxido nitroso en la atmósfera, estos aumentan la capacidad de la atmósfera de retener la radiación solar (al absorber la radiación infrarroja emitida desde la Tierra, evitando que esta salga a través de la atmósfera) provocando un incremento en la temperatura. Algunos de estos gases se producen naturalmente en la atmósfera, mientras que otros son generados por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles.

Un reporte de 1976 de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos reveló por primera vez el aumento observado del CO_2 atmosférico como resultado de la combustión de carbono, petróleo y gas natural. En él se mostraban las mediciones de dióxido de carbono atmosférico medio mensual[5] en el Observatorio Mauna Loa, Hawaii de 1964 a 1971. (Keeling et al., 1976) Estas mediciones continúan en la actualidad, siendo el registro continuo más largo de los niveles de CO_2 en el mundo.

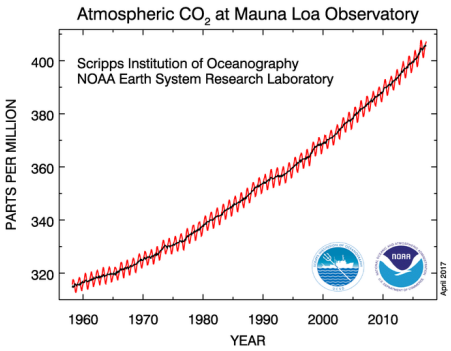


Figura 2.1: Dióxido de carbono atmosférico medio mensual en el Observatorio Mauna Loa, Hawaii.
(Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA))

[5]Los datos de dióxido de carbono (curva roja) son medidos como la fracción molar en aire seco, la curva negra representa los datos corregidos estacionalmente.

Los niveles de concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera han aumentado en el ultimo siglo, principalmente como resultado de las actividades humanas relacionadas con el uso de combustibles fósiles, las actividades agrícolas y la deforestación (IPCC et al., 2013). El aumento del CO_2 atmosférico por encima de los niveles preindustriales fue causado principalmente por la liberación de carbono a la atmósfera causada por la deforestación y otras actividades de cambio de uso de la tierra. Según un informe de Greenpeace (2009), la expansión de la ganadería es la principal causa de la destrucción de la Amazonia brasileña, ya que el 79,5 % de las zonas deforestadas están ocupadas por pastizales destinados al ganado.

Por otra parte, las emisiones de los combustibles fósiles se convirtieron en la fuente dominante de emisiones antropógenas a la atmósfera desde alrededor de 1920, y su participación relativa ha seguido aumentando hasta el presente (Le Quéré et al., 2016). Como se muesta en la siguiente imagen:

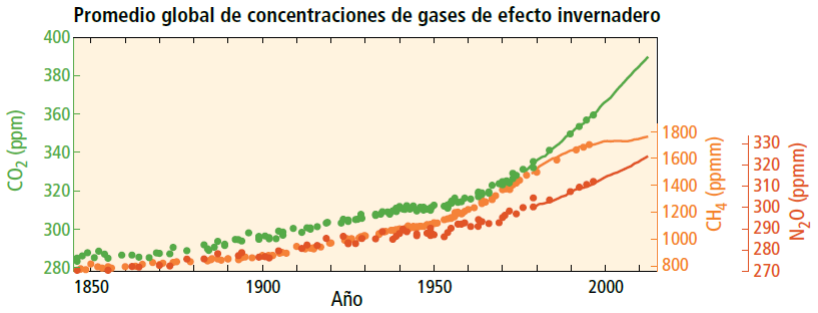


Figura 2.2: Promedio global de concentraciones de gases de efecto invernadero
(Fuente: Cambio climático, Informe de Síntesis IPCC (2014).)

Se pronostica que la temperatura de la superficie seguirá aumentando durante el siglo XXI. Es muy probable que las olas de calor se produzcan más a menudo y duren más y que los eventos de precipitación extrema se vuelvan más intensos (y frecuentes) en muchas regiones. El océano continuará calentándose y acidificándose y el nivel medio global del mar subirá. El cambio climático agravará los riesgos existentes y creará nuevos riesgos para los sistemas naturales y humanos. Los riesgos se distribuyen de forma dispar y son generalmente mayores para las personas y comunidades desfavorecidas de los países sea cual sea el nivel de desarrollo de estos (IPCC, 2014).

La adaptación y la mitigación son estrategias complementarias para enfrentar el cambio climático. Los impactos del cambio climático en el futuro pueden disminuir si se reducen drásticamente las emisiones de GEI en las actividades más críticas como los son la generación de electricidad, el uso del suelo, la industria, la agricultura y el transporte. Algunas de las medidas que se pueden adoptar son la generación limpia de energía, transporte eficiente, producción industrial más sustentable, edificación e iluminación eficiente, captura de metano en el manejo de residuos, mejores prácticas en la agricultura y el uso de la tierra, y finalmente la sensibilización de las personas en temas de eficiencia energética y sustentabilidad.

2.1.1. Cambio climático y agricultura

Las prácticas agrícolas han cambiado drásticamente desde la época de los cazadores y recolectores, que inicialmente estaban relacionados con el cambio de uso de la tierra y los cambios en las prácticas de gestión como el riego y labranza. Con una población cada vez mayor que alimentar, se necesitaban cambios a mayor escala para satisfacer la demanda de alimentos. Durante el siglo XX, la investigación agronómica se centró en la creación de variedades de alto rendimiento y la agricultura se intensificó mediante la mecanización y el uso de agroquímicos como fertilizantes minerales, herbicidas y pesticidas.

La agricultura intensiva se basa en altos insumos externos, particularmente en fertilizantes, pesticidas, herbicidas, riego y combustibles fósiles, aplicando estrategias de manejo que son fáciles de mantener a gran escala. Los costos ambientales y sociales (contaminación, la pérdida de la biodiversidad y los conocimientos

tradicionales) son altos y, potencialmente, pueden poner en peligro la capacidad futura para mantener los niveles requeridos de la producción de alimentos (Garnett, 2012).

La producción agrícola y el clima están íntimamente relacionados: el clima afecta a la producción agrícola y ésta a su vez es afectada por las emisiones del sector agrícola (entre otros). La agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático, especialmente por los cambios en las precipitaciones y la temperatura, y particularmente en el mundo en desarrollo. La agricultura es también un agente importante en cambio climático, siendo responsable de entre un 17 y un 20 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo (Bellarby et al., 2008), considerando todas las emisiones directas e indirectas[6] . Por lo tanto, la forma en que se practica la agricultura podría ofrecer un potencial significativo para mitigar el cambio climático, para la seguridad alimentaria y para mejorar el medio de subsistencia de millones de agricultores en todo el mundo.

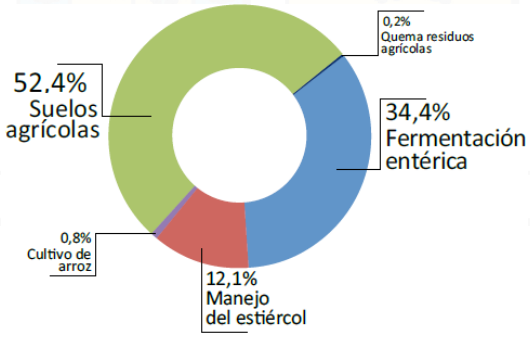


Figura 2.3: Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI por categoría (1990-2010).
(Fuente: INECC (2013))

En Chile el sector Agricultura es el segundo mayor emisor de GEI en el país, representando el 15,1 % de las emisiones totales en 2010. En el mismo año las emisiones representaron un incremento de un 29,1 % desde 1990. Este sector incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias, como la fermentación entérica de los animales, uso de fertilizantes nitrogenados, cultivo del arroz, quema de residuos, etc. (INECC, 2013). Cuya distribución se observa en la Figura 2.3.

Históricamente, la agricultura ha recibido menos atención que otros sectores al abordar el cambio climático debido a las grandes complejidades (y desafíos) que presenta. El papel multifuncional de la agricultura es esencial para la producción de alimentos, la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia rurales y la prestación de servicios ecosistémicos como la biodiversidad y el agua limpia. Esto significa que millones de personas pueden verse afectadas significativamente por los esfuerzos de mitigación (Garnett, 2012).

Algunos han argumentado que como la tierra apta para la conversión a la agricultura está disminuyendo, la intensificación de las tierras agrícolas disponibles actualmente será la única manera de alimentar a los 9 mil millones de personas proyectadas en el planeta para finales de este siglo. Además, la creciente competencia por el acceso a las existencias de combustibles fósiles aumentará la competitividad de los cultivos para la bioenergía y causará un incentivo financiero para aumentar la cantidad de tierra utilizada para fines agrícolas intensivos y, la competencia por la tierra entre la energía y la producción de alimentos (Bellarby et al., 2008).

Con una creciente demanda de alimentos, existe un gran desafío para producir más comida y de manera sostenible. En el pasado, la principal solución a la escasez de alimentos había sido incorporar más tierras a la agricultura y explotar nuevas poblaciones de peces. Algunas nuevas tierras podrían cultivarse, pero la competencia por la tierra de otras actividades humanas hace que sea una solución cada vez más improbable y costosa, sobre todo si se protege la biodiversidad y los bienes públicos proporcionados por los

[6]Se consideran las siguientes fuentes de emisiones de GEI: Metano a partir de la fermentación entérica del ganado, el estiércol, óxido nitroso de los suelos fertilizados, producción de fertilizantes, la quema de biomasa, producción de arroz, maquinaria agrícola, riego y cambio en el uso de suelo.

ecosistemas naturales. En las últimas décadas, las tierras agrícolas anteriormente productivas se han perdido en la urbanización y otros usos humanos, así como en la desertificación, la salinización, la erosión del suelo y otras consecuencias del manejo insostenible de la tierra.

Los riesgos asociados con el cambio climático producirán un impacto adverso en la producción de alimentos, lo cual complica aún más el reto de satisfacer la demanda mundial de alimentos. Por consiguiente, se ha previsto que la dependencia de la importación de alimentos aumentará en muchas regiones del mundo en desarrollo (IPCC, 2014). Una reducción en el rendimiento de los cultivos es inminente debido al creciente riesgo de las sequías y las inundaciones que se originan por el aumento de las temperaturas. Los precios agrícolas también resultarán afectados por la variabilidad del clima y el cambio climático. Un aumento en la temperatura en más de 3º C podría producir un incremento en los precios de hasta el 40 %.

La agricultura es sólo una de las etapas de la cadena de producción de los alimentos (ya sea para consumo humano o animal) en las que se producen impactos al medio ambiente. Las actividades de la cadena alimentaria son la fabricación y distribución de insumos (semillas, piensos, fertilizantes, control de plagas), producción agrícola (cultivos, ganadería, pesca, alimentos silvestres), procesamiento primario y secundario, envasado, almacenamiento, transporte y distribución, comercialización y venta al por menor, abastecimiento, manejo doméstico de alimentos y finalmente la eliminación de residuos (Vermeulen et al., 2012). Algunos de estos aspectos se analizarán más adelante.

2.1.2. Cambio climático en Chile

En 2012, los 10 principales emisores de GEI representaron más de dos tercios del total de emisiones globales. Por el contrario, Chile no es un emisor relevante de gases de efecto invernadero, de acuerdo a cifras del World Resources Institute (WRI) las emisiones de Chile representan un 0.21 % de las emisiones globales, siendo la principal fuente el sector energético, responsable del 82.6 % de las emisiones nacionales, seguidas del sector agrícola (13 %), la industria (4,3 %) y por último los desechos (menor al 1 %).[7]

El CO_2 es el principal GEI emitido en Chile. Al año 2006 representaba el 65 % del total de emisiones netas del inventario anual. Por otro lado las capturas de CO_2 que ocurren por procesos fotosintéticos en la naturaleza han disminuido. Estudios desarrollados en Chile en los últimos años, revelan que este es un país altamente vulnerable frente al fenómeno de cambio climático, ya que cuenta con áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosques, susceptibilidad a desastres naturales, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos.

A continuación, se describen los principales impactos del cambio climático en Chile, según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente (2014) :

- **Temperatura:** se proyecta un aumento de temperatura en todo el territorio nacional, con un gradiente de mayor a menor, de norte a sur y de Cordillera a Océano.
- **Precipitaciones:** se proyectan disminuciones de precipitación entre 5 y 15 % entre la cuenca del Río Copiapó y la cuenca del Río Aysen. Para la zona sur, entre la cuenca del río Biobío y el límite sur de la Región de Los Lagos, esta disminución es más robusta.
- **Eventos climáticos extremos:** aumento en la probabilidad de eventos de sequía y de que los períodos cálidos o las olas de calor aumenten en casi todas las zonas continentales.
- **Recursos Hídricos:** estima una reducción de los caudales medios mensuales para las cuencas ubicadas entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos, entre otros sectores.

[7] Fuente: World Resources Institute (WRI) 2015. Global Top 10 Greenhouse Gas Emitters.

2.2. Situación energética

La energía es un factor clave y estratégico para facilitar el bienestar y desarrollo económico de una sociedad. Dado que las actividades relacionadas con la energía tienen impactos ambientales significativos, es indispensable proporcionar un sistema energético que cubra las necesidades de las economías y a la vez preserve el medio ambiente.

El progreso de las economías mundiales y la actividad económica, junto con la necesidad de satisfacer una mayor cantidad de necesidades, han estado ligados a un aumento en la demanda global de energía. Actualmente las tendencias de consumo y producción de energía están cambiando, a causa de factores sociales, políticos y tecnológicos, entre otros. La diversificación de tecnologías y recursos en el sector energético crea muchas oportunidades, pero su complejidad también conduce a mayores desafíos. Es por ésto que se debe tener claro el contexto energético global, en cuanto a consumo, evolución energética y proyecciones.

2.2.1. Consumo energético global

El crecimiento económico mundial, incremento en la capacidad productiva de los países, el crecimiento del sector de transporte y el aumento de la población mundial han determinado un aumento en el consumo y producción energética, que se ha duplicado en los últimos 40 años (Ministerio de Energía, 2015). Si bien esta tendencia existe a nivel global, algunos países como China, Estados Unidos [8], India, Rusia y Japón representan un consumo muy superior al resto del mundo, para graficar esta situación, se presenta en la Figura 2.4 el consumo total de energía por país, donde las áreas más oscuras poseen un consumo más intensivo de energía.

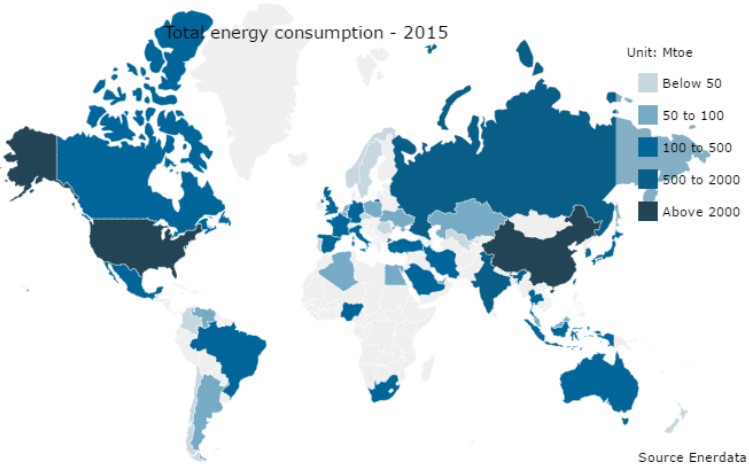


Figura 2.4: Mapa del consumo total de energía
(Fuente: Enerdata. 2015)

Según datos de la Agencia Internacional de Energía, el consumo primario de energía ha aumentado de 6.1001 [Mtoe] en el año 1973 a 13.699 [Mtoe] en el año 2014. En la Figura 2.5 puede apreciarse una fuerte dependencia de combustibles fósiles, que continúa hasta hoy. Cabe destacar que la energía primaria es toda forma de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada, tal como la energía solar, eólica, geotérmica y otras. Si no es utilizable directamente, debe ser transformada en una fuente de energía secundaria como electricidad o calor, generando pérdidas en las etapas de transformación y distribución. Esta es una de las razones de por qué las matrices de energía primaria y secundaria difieren.

[8] Estados Unidos también es uno de los mayores consumidores de petróleo a nivel mundial, junto con China, Japón, India y Rusia y Arabia Saudita.

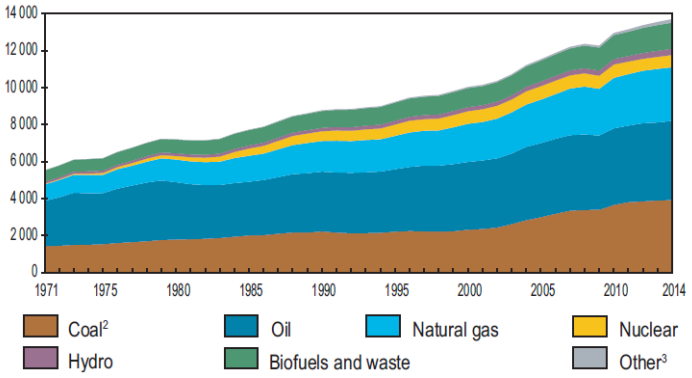


Figura 2.5: Suministro total de energía primaria mundial de 1971 a 2014 por combustible (Mtep)
(Fuente: Agencia Internacional de Energía (IEA). 2016)

En general, las emisiones de CO_2 para el consumo equivalente de energía primaria son aproximadamente un 30 % más altas para el carbón comparado con el petróleo, y un 70 % más altas para el carbón que el gas natural (Le Quéré et al., 2016).

En cuanto a consumo final, existe una clara preponderancia de los combustibles fósiles (particularmente del carbón), y un aumento del consumo de gas natural y las energías renovables durante el último decenio. En la Figura 2.6 se muestra la distribución de este consumo por tipo de combustible en los años 1973 y 2014, en él se observa un aumento en la proporción del consumo de electricidad de un 9.4 % a un 18.1 % de la matriz energética mundial, y un aumento de las energías renovables (catalogado como Otros), que incluye energía geotérmica, solar, eólica, geotérmica, entre otras.

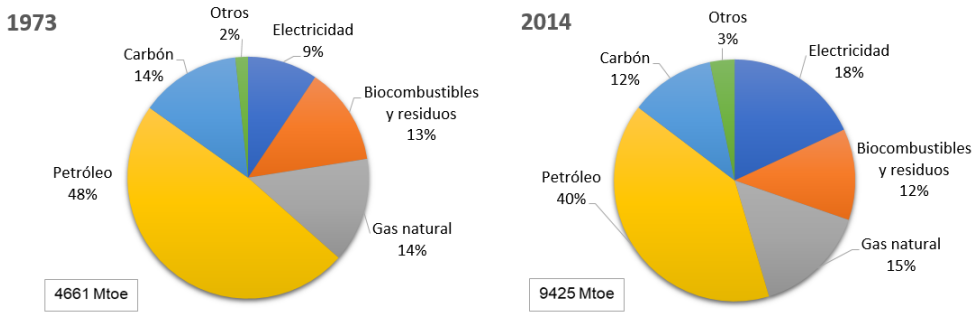


Figura 2.6: Cuotas por combustible de 1973 y 2014 del consumo final total en el mundo.
(Fuente: Agencia Internacional de Energía (IEA). 2016)

El aumento del porcentaje de la electricidad en el consumo energético total, ha propiciado un crecimiento considerable en la generación de energía eléctrica. La generación eléctrica en base a carbón se ha mantenido como la más importante e los últimos años, alcanzando una participación cercana al 40 % en los últimos años. Por otro lado, la generación en base a derivados del petróleo ha tenido una gran baja, representando el 5 % de la matriz en el año 2012 (Ministerio de Energía, 2015).

A pesar de la magnitud de estas cifras, se debe considerar que existen países que todavía no tienen acceso a electricidad. Hoy en día, más de 1.200 millones de personas (1 de cada 5 personas de la población mundial) no tienen acceso a la electricidad, la mayoría se concentra en países de África y Asia. Esta situación obstaculiza el desarrollo económico y social de estas naciones, impidiéndoles realizar tareas que dependen de la energía eléctrica o la iluminación y disminuyen su competitividad. Por otro lado, unos 2,8 millones de personas dependen de la madera, el carbón, el estiércol y el carbón para cocinar y calentar (United Nations, 2015). Bajo estas circunstancias, se hace evidente replantear las estrategias energéticas globales, enfocándose en la energía sostenible, que sea segura, amigable con el medio ambiente, y que esté disponible para todos.

Los países pueden acelerar esta transición hacia un sistema de energía sostenible, confiable y sustentable invirtiendo en recursos de energía renovable, priorizando prácticas eficientes en energía y adoptando tecnologías e infraestructura de energía limpia. La empresas pueden comprometerse a abastecer sus necesidades operacionales de electricidad a partir de fuentes renovables, pedir eficiencia energética a sus proveedores, entre otras medidas.

2.2.2. Evolución energética y proyecciones

En los últimos 15 años se ha producido un cambio sin precedentes en el consumo de recursos energéticos. El inesperado crecimiento en el mercado de las energías renovables, en términos de inversión, nueva capacidad y altas tasas de crecimiento en los países en desarrollo, ha cambiado el panorama para el sector energético. El uso de energías no convencionales ha aumentado, y han habido mejoras en la evolución de la tecnología para todos los tipos de recursos energéticos. Esto ha contribuido a la caída de los precios y el aumento de la disociación entre el crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de los países han logrado una mezcla energética más diversificada con un crecimiento en la participación de las comunidades (World Energy Council, 2016).

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), si las naciones cumplen sus promesas del acuerdo de París, el aumento de la demanda de energía (principalmente de países en desarrollo) será de un 30 % al año 2040 y la demanda de gas natural crecerá un 50 %, superando al carbón en la matriz energética global (OCDE/IEA, 2016).

La necesidad de cambio es sabida, es por esto que el mundo están ocurriendo cambios estructurales fundamentales en el sector de la energía. La motivación, objetivos y prioridades para la implementación de las transiciones energéticas difieren, pero en su mayoría están relacionadas con la sustentabilidad energética. La definición de sustentabilidad energética del Consejo Mundial de la Energía se basa en tres dimensiones fundamentales: la seguridad energética, la equidad energética y la sostenibilidad ambiental, que componene el llamado Trilema Energético, por lo que en cada país el impulsor del cambio será una mezcla distinta de estos aspectos (WEC, 2016).

La tecnología está desempeñando un papel fundamental en los esfuerzos del sector para ser más sostenible desde el punto de vista ambiental, proporcionando nuevos métodos para generar energía a partir de fuentes renovables y nuevas formas de usar la energía de manera más eficiente. Las fuentes renovables ofrecen el potencial de reducir las emisiones y, para algunos países, mejorar la seguridad del suministro reduciendo la dependencia del combustible importado (World Economic Forum, 2015).

El Panorama de la Energía Internacional 2016 (U.S. Energy Information Administration, 2016) proyecta un crecimiento significativo de la demanda mundial de energía durante el período de 2012 a 2040 [9]. El consumo mundial total de energía comercializada aumentará un 48 % de 2012 a 2040. Este aumento se debe principalmente a los países que actualmente están en vías de desarrollo.

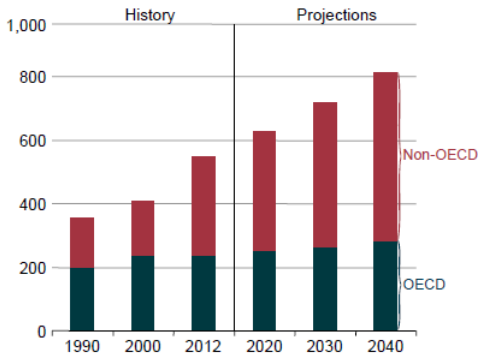


Figura 2.7: Proyección consumo de energía mundial.
(Fuente: U.S. Energy Information Administration (2016)

En cuanto a las energías renovables (no hidroeléctricas), éstas son un componente cada vez mayor de la matriz energética de la OCDE. Actualmente Europa está liderando este despliegue. Según las proyecciones del World Economic Forum, se espera un aumento en todos los tipos de energías renovables no hídricas y una disminución del uso del carbón para generación de energía (World Economic Forum, 2015), en línea con los compromisos adoptados en la COP21.

[9] El caso de referencia de IEO 2016 asume tecnologías y tendencias tecnológicas y demográficas conocidas, refleja los efectos de las políticas actuales y no anticipa nuevas políticas que no han sido anunciadas.

Como los precios del carbón y el petróleo son un riesgo para el fomento de ERNC, es importante que se generen las políticas energéticas adecuadas, y que los responsables de estas políticas incentiven las inversiones que ayuden a minimizar o evitar costos.

2.2.3. Situación energética nacional

El consumo final de energía, en Chile, se descompone en cinco grandes sectores: Comercial, Público, Residencial, Industrial y Minero, y Transporte.

El sector que comprende la industria y la minería, fue el mayor consumidor de energía al año 2014, con, aproximadamente, un 40 % del consumo final del país (el 24 % correspondiente a la industria y el 16 %, a la minería). El sector transporte fue el segundo mayor consumidor de energía, con un 33 % del consumo final total al año 2014. Cerca del 21 % del total del consumo final correspondió al sector Comercial, Público y Residencial. En términos totales, las tres fuentes energéticas que tuvieron mayor participación en el consumo final fueron: derivados del petróleo (56 %) [10], electricidad (22 %) y leña y biomasa (15 %) (Ministerio de Energía, 2015).

En Chile, la participación de la electricidad en la matriz de consumo energético final también ha crecido, pero aún continúa por debajo de los derivados del petróleo. Esta matriz, de consumo final en Chile y el mundo, se muestra a continuación:

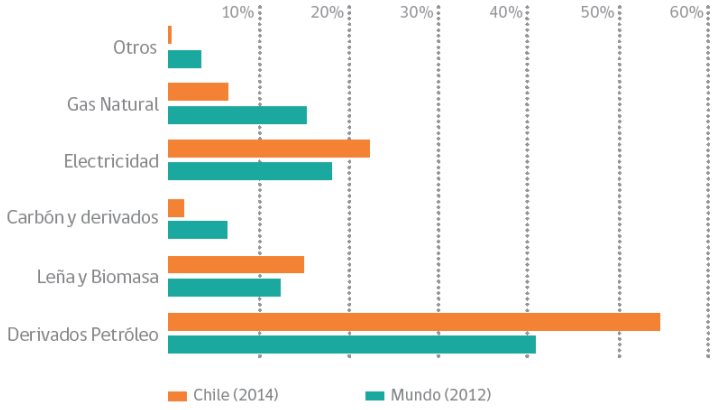


Figura 2.8: Matriz Energética secundaria o de consumo final.
(Fuente: Ministerio de Energía (2015), Política Energética Nacional 2050)

En cuanto a energías renovables, la Ley Nº 20.257 busca incentivar las ERNC en Chile. Esta ley obliga a las empresas generadoras eléctricas, con capacidad instalada superior a 200 [MW], a comercializar un 10 % de energía proveniente de fuentes renovables no convencionales o de centrales hidroeléctricas con potencia inferior a 40.000 [kW], sean propios o contratados a partir del 1 de Enero del año 2010 [11].

En los últimos años se ha producido un gran crecimiento de las energías solar, eólica, biomasa y mini hidráulica. Al año 2005 existían en el país 286 MW de capacidad en dichas fuentes, mientras que en el año 2015 se alcanzó un total de 2.269 MW, siendo esta un 11,41 % de la capacidad eléctrica total en los sistemas eléctricos nacionales, pasando a producir a cerca de un 10 % de la generación eléctrica del país en el mes de septiembre del 2015[12]. Al mismo tiempo, la participación de la capacidad de generación en petróleo diésel también ha aumentado significativamente durante el mismo periodo, producto de la sustitución del gas natural que era importado desde Argentina. Dicha sustitución sumada a la volatilidad de los precios internacionales de combustibles importados, la dificultad para materializar ciertos proyectos de generación y los extensos períodos de sequía que han afectado la generación hidroeléctrica, han elevado los precios de suministro sostenidamente por varios años (Ministerio de Energía, 2015).

[10] Cabe resaltar que Chile, al año 2014, importó aproximadamente el 90 % de sus requerimientos de combustibles fósiles.
[11] Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Ley 20.257
[12] Fuente: Reporte CIFES octubre 2015.

2.3. Metodología de Análisis de Ciclo de Vida

Los productos se crean y utilizan porque satisfacen una necesidad, ya sea real o percibida. Cada producto tiene una "vida", comenzando con el diseño o desarrollo del producto, seguido por la extracción de recursos naurales, la producción, el uso o consumo y, finalmente la reutilización, reciclado o eliminación de residuos. Todos los procesos en la vida de un producto producen impactos ambientales debido al consumo de recursos, emisiones de sustancias al ambiente natural u otros intercambios ambientales perjudiciales para el planeta.

Lograr un desarrollo sostenible requiere métodos y herramientas para ayudar a cuantificar y comparar los impactos ambientales de la provisión de bienes y servicios a la sociedad. Algunas de las principales herramientas disponibles hoy en día para la gestión medioambiental de sistemas de producción son: análisis de riesgo ambiental (RA), estudio del impacto ambiental (EIA), auditoría ambiental, análisis de línea de producto (PLA), análisis de ciclo de vida (LCA), entre otras.

El Análisis del Ciclo de Vida (LCA por sus siglas en inglés) se define como la herramienta adecuada para la recopilación y valoración de las entradas (materia y energía), salidas (productos, emisiones y residuos) e impactos potenciales de un sistema de producción o servicio a lo largo del ciclo de vida (International Standard Organization, 1997). Los documentos marco para la realización de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) son las normas internacionales ISO 14040 (principios y marco de referencia para el ACV) e ISO 14044 (requisitos y directrices para el ACV) (Finkbeiner et al., 2006).

La norma ISO 14040:2006 describe los principios y el marco de referencia del ACV entre los que se encuentran: la definición del objetivo y el alcance, el análisis del inventario del ciclo de vida (ICV), la fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV), el informe y la revisión crítica, limitaciones y la relación entre las fases del ACV. (Esta norma no especifica metodología para las fases individuales de ACV).

La norma ISO 14044:2006 especifica los requisitos y ofrece directrices concretas para la realización de un ACV entre los que se encuentran: la definición del objetivo y el alcance del ACV, el análisis del inventario del ciclo de vida (ICV), la fase de evaluación del impacto de ciclo de vida (EICV), la fase de interpretación del ciclo de vida, el informe final y la revisión crítica.

2.3.1. Concepto de Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

La metodología de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es un enfoque "de la cuna a la tumba" para la evaluación de los productos, procesos, sistemas industriales, y similares. Esto incluye la extracción de materias primas, uso de energía, producción de materiales, fabricación, uso, reciclado, eliminación definitiva, entre otros (Rebitzer et al., 2004). El ACV evalúa todas las etapas de la vida de un producto desde el punto de vista de que son interdependientes, lo que significa que una operación conduce a la siguiente, y permite la estimación de los impactos ambientales acumulativos de todas las etapas del ciclo de vida del producto.

El enfoque de ACV se ha desarrollado a lo largo de décadas, desde el modelo orientado al producto utilizado para evaluar el impacto ambiental hasta un marco más amplio que se elabora a una escala ambiental, económica y social mayor. En la etapa actual, el ACV se está transformando en Análisis de Sostenibilidad del Ciclo de Vida, que vincula las preguntas de sostenibilidad con el conocimiento y la investigación necesarias para abordarlas, evolucionando en un marco de integración transdisciplinario de modelos en lugar de un modelo en sí mismo (Guinée et al., 2011).

El ACV es una poderosa herramienta de gestión ambiental que puede ser de suma utilidad para ayudar en la toma de decisiones por parte de quienes tienen a su cargo los destinos de las empresas, ya sea que se emplee sola o conjuntamente con otras herramientas tales como la evaluación del riesgo y la evaluación del impacto ambiental. El ACV ayuda a los tomadores de decisiones a seleccionar el producto, proceso o tecnología que se traduce en un menor impacto al medio ambiente. Esta información puede ser utilizada en conjunto con otros factores, como los datos de coste y rendimiento para encontrar soluciones óptimas.

El ACV identifica la transferencia de impactos ambientales entre las diferentes etapas del ciclo de vida y también entre un método y otro (por ejemplo: un nuevo proceso puede disminuir las emisiones de CO_2, pero generar más aguas residuales, etc.). El siguiente diagrama ilustra las principales etapas del ciclo de vida a ser considerados en el ACV:

Figura 2.9: Principales etapas y las entradas y salidas típicas consideradas en la evaluación del ciclo de vida.
(Fuente: Universidad PennState)

Como se puede ver en el diagrama anterior, cualquier producto o tecnología requerirían de entrada de algunas materias primas y energía en todas las etapas: desde la adquisición hasta la fabricación, operación, y finalmente la eliminación. Todas las etapas del ciclo de vida mencionados pueden producir emisiones a la atmósfera, a base de agua y residuos sólidos, simplemente porque la eficiencia del uso del material y la conversión de la energía nunca es 100 %. Hay pérdidas y subproductos, que a veces pueden ser altamente indeseables.

Los estudios de ACV se componen de cuatro fases (International Standard Organization, 1997), estas son:

1. **Definición de objetivos y alcance**: Define el objetivo y el uso previsto del estudio, así como el alcance de acuerdo con los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del ciclo de vida, la calidad exigida a los datos, y los parámetros tecnológicos y de evaluación.

2. **Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)**: Es la fase del ACV en la que se recogen los datos correspondientes a las entradas y salidas para todos los procesos del sistema de producto.

3. **Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida (EICV)**: Es la fase del ACV en la que el inventario de entradas y salidas es traspasado a indicadores de potenciales impactos ambientales al medio ambiente, a la salud humana y a la disponibilidad de recursos naturales.

4. **Interpretación de datos**: Es la fase del ACV en la que los resultados del ICV y el EICV son interpretados de acuerdo al objetivo y alcance marcados inicialmente. En esta fase se realiza un análisis de los resultados y se marcan las conclusiones.

Limitaciones de la metodología de ACV

• La minuciosidad y exactitud del ACV dependerá de la disponibilidad de datos. La recopilación de datos puede ser problemática, por lo tanto es importante una clara comprensión de la incertidumbre y suposiciones.

• El ACV clásico no determinará qué producto, proceso o tecnología es el más rentable o de mejor desempeño, por lo que necesita ser combinado con análisis de costos, evaluación técnica, y las métricas sociales para el análisis integral de la sostenibilidad.

• A diferencia de la evaluación de riesgos tradicional, el ACV no necesariamente intenta cuantificar los impactos reales específicos. Mientras, trata de establecer un vínculo entre un sistema y los impactos potenciales. Los modelos de ACV son adecuados para las comparaciones relativas, pero puede no ser suficiente para las predicciones absolutas de riesgos.

• Incluso para sistemas relativamente pequeños, el ACV es una tarea integral que requiere el conocimiento interdisciplinario en las áreas técnicas y económicas. Por lo tanto, los proyectos de ACV se suelen asignar a los equipos de expertos y rara vez pueden ser realizadas por una sola persona con suficiente precisión.

2.3.2. Etapas de desarrollo de un ACV

La metodología considera una serie de fases de trabajo interrelacionadas, que siguen una secuencia más o menos definida, aunque en ocasiones es posible realizar un estudio no tan ambicioso obviando alguna fase, existiendo tres tipos de ACV: el ACV conceptual (estudio cualitativo), ACV simplificado (análisis selectivo, centrándose en las etapas más importantes) y ACV completo (análisis en detalle).

Las fases activas o dinámicas, en las que se recopilan y evalúan los datos, son la segunda y la tercera. Las fases primera y cuarta pueden considerarse como fases estáticas.

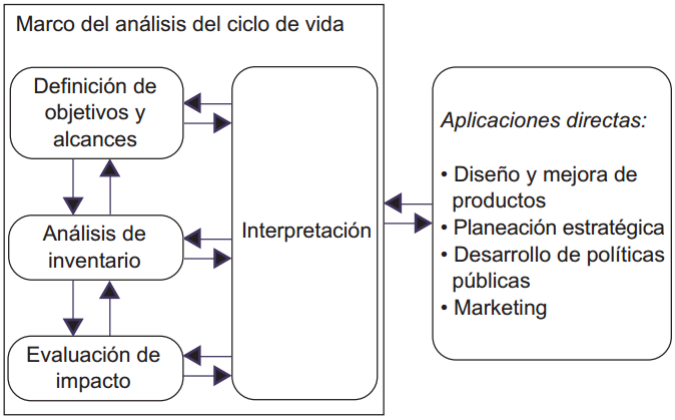


Figura 2.10: Marco del ACV y sus fases según la norma ISO 14040.
(Fuente: ISO 14040)

El ACV puede realizarse para un producto delimitando el alcance "desde la cuna a la puerta" o "desde la cuna a la tumba". En el primer caso se considera desde el procesamiento de materias primas hasta la salida del producto en la puerta de la fábrica, y el segundo caso incluye además las etapas de distribución, uso/consumo de productos y la disposición final de residuos. En rigor, el ACV debe incluir todas las etapas del ciclo de vida, sin embargo en algunos casos, cuando los objetivos del estudio lo justifican, es válido realizar un análisis hasta obtener el producto terminado en la fábrica.

Etapa 1: Definición de objetivos y alcance

Esta fase debe contener elementos como la definición de la unidad funcional, definición de los límites del sistema, la calidad de los datos, y una revisión crítica del proceso.

La definición del objetivo determina el nivel de profundidad del estudio y los requerimientos del informe final, debe incluir el uso que se dará a los resultados obtenidos, así como también las personas responsables de tal información. Quienes lleven a cabo el estudio deben comprender el propósito del mismo, con el objeto de tomar las decisiones correctas durante su desarrollo (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2002).

Alcance

La definición del alcance del ACV establece los límites de la evaluación, es decir, cuál es el sistema a estudiar y qué método de evaluación se utilizará. El alcance debe quedar suficientemente bien definido, para así asegurar que la profundidad y nivel de detalle del estudio sean compatibles con el objetivo fijado anteriormente. Debido a la naturaleza iterativa del ACV, éste estudio puede necesitar ser revisado y modificado mientras el estudio está en desarrollo.

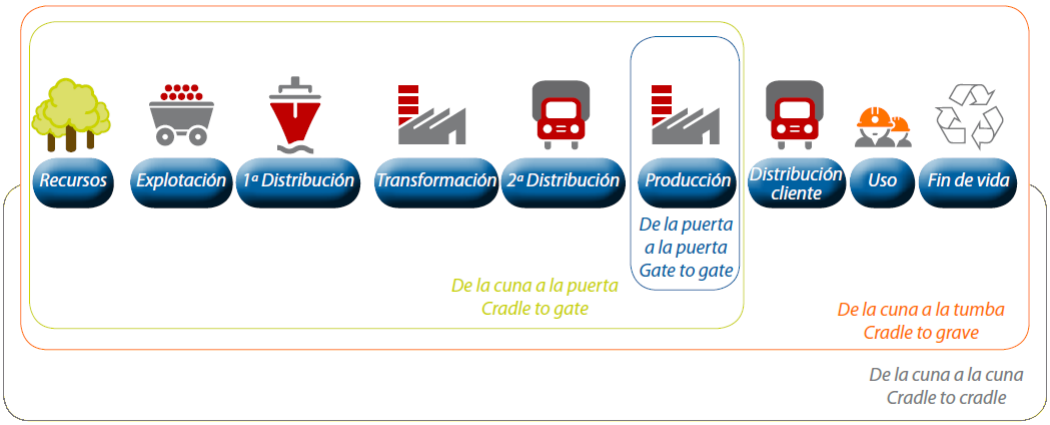


Figura 2.11: Terminología relacionada con el alcance de un ACV.
(Fuente: Departamento de Medio Ambiente Gobierno Vasco (2009))

Cuando el alcance del sistema se limita a las entradas/salidas desde que se obtienen las materias primas hasta que el producto se pone en el mercado (a la salida de la planta de fabricación/montaje), se le denomina como "de la cuna a la puerta". Y cuando solo se tienen en cuenta las entradas/salidas del sistema productivo (procesos de fabricación), se le llama "de la puerta a la puerta".

Un nuevo enfoque, basado en tener en cuenta que las corrientes de salida del fin de vida del sistema pueden ser valoradas como materias primas y/o entradas al mismo sistema o a otro (economía circular), está teniendo un importante reconocimiento en los últimos años. A este tipo de enfoque en ACV se le denomina como "de la cuna a la cuna".

Unidad Funcional

La unidad funcional es el elemento clave del ACV y ha de ser definido claramente. Es la medida de la función del sistema estudiado y da una referencia de cuáles son las entradas y salidas relacionadas. Esto permite la comparación de dos sistemas diferentes. La definición de la unidad funcional puede ser difícil, debe ser precisa y suficientemente comparable para ser utilizada como referencia. La unidad funcional utilizada en el caso de un proyecto ha de ser determinada mediante la elaboración de los datos y estudios recogidos. Pueden existir restricciones respecto a la profundidad del estudio, las fuentes y calidad de los datos se determinan durante el proceso de estudio.

Límites o Frontera del sistema

Determinan qué unidades de procesos se incluirán en el estudio de ACV. Definirlos es una elección en parte subjetiva, que se hace a lo largo de la definición del alcance a la hora de definir los límites. Se pueden considerar los siguientes límites:

- Límites entre el sistema tecnológico y naturaleza.
- Área geográfica.
- Horizonte de tiempo.
- Límites entre el actual ciclo de vida y los ciclos de vida de otros sistemas técnicos relacionados.

Requisitos de calidad de los datos

La validez de los resultados de los estudios de ACV depende mucho de la calidad de los datos requeridos. Es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros: Cobertura de tiempo, cobertura geográfica, cobertura tecnológica, precisión, representatividad de los datos, consistencia y reproducibilidad de los métodos utilizados para obtener los datos, certeza de la información y datos faltantes.

Etapa 2: Análisis de Inventario del Ciclo de Vida (ICV)

El análisis del inventario es el elemento del ACV que se preocupa por la colección de los datos y los procedimientos de cálculos para cuantificar las entradas y salidas relevantes del sistema de producción en estudio (International Standard Organization, 1997).

En esta segunda fase se deben ejecutar los siguientes pasos:

- Establecer el diagrama de flujo del proceso
- Recolección de los datos
- Perfeccionar o depurar los límites del sistema
- Procesamiento de datos
- Interpretación

Etapa 3: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV)

La Evaluación de Impactos del Ciclo de Vida (EICV) tiene como propósito evaluar los resultados del inventario del ciclo de vida (ICV) de un sistema de producto o servicio, para comprender mejor los impactos ambientales asociados (Instituto Nacional de Normalización (INN), 2003). Esta fase modela determinados temas ambientales, llamados categorías de impactos, y usa indicadores de categoría para condensar y explicar los resultados del ICV. Los indicadores de categoría pretenden reflejar las emisiones agregadas o el uso del recurso para cada categoría de impacto, representan impactos ambientales potenciales.

Esta fase incluye los siguientes elementos de estudio:

1. **Definición de las categorías:** en la mayoría de los estudios de ACV se seleccionan categorías de impacto, indicadores de categoría o modelos de caracterización existentes, aunque en algunos casos no son suficientes y se procede a definir otros nuevos.
2. **Clasificación:** en esta etapa se asignan los resultados del ICV a categorías de impacto.
3. **Caracterización:** cálculo de los resultados del indicador por categoría. Se convierten los resultados del ICV a unidades comunes y se agregan los resultados obtenidos dentro de la categoría de impacto. Esta conversión usa factores de caracterización. El resultado del cálculo es un resultado indicador numérico.
4. **Valoración o Normalización:** la finalidad de esta etapa es comprender la magnitud relativa de cada resultado del indicador del sistema producto (o servicio) bajo estudio. Es un elemento opcional que consiste en el calculo de la magnitud de los resultados del indicador en relación con información de referencia.

Otros elementos opcionales son la agrupación y ponderación. La agrupación consiste en asignar categorías de impacto en uno o más grupos, puede involucrar el orden o clasificación por importancia. La ponderación es el proceso de convertir los resultados del indicador de diferentes categorías de impacto mediante la utilización de factores numéricos basados en elecciones de valor.

Algunos ejemplos de Categorías de Impactos Ambientales asociados al Ciclo de Vida de productos y servicios son los siguientes:

- Impactos sobre los recursos renovables
- Impactos sobre los recursos no-renovables
- Potencial de calentamiento global (huella de carbono)
- Potencial de deterioro de la capa de ozono
- Potencial de acidificación

- Potencial de creación foto-química de ozono
- Uso de energía
- Uso de agua (huella hídrica)
- Toxicidad (humana, terrestre, acuática)

Etapa 4: Interpretación de datos

La Interpretación es la combinación de los resultados del análisis de inventario y de la evaluación de impacto, en la cual se proporcionan resultados coherentes con el objetivo y el alcance definidos. A veces, puede implicar un proceso iterativo de revisión y actualización del alcance, así como de la naturaleza y la calidad de los datos recopilados para que sean coherentes con el objetivo y el alcance.

El análisis puede incluir medidas cualitativas y cuantitativas de mejoras, como cambios en el producto, en el proceso, en el diseño, sustitución de materias primas, gestión de residuos, etc. De igual forma, puede ir asociada con las herramientas de prevención de la contaminación industrial, tales como minimización de residuos, o rediseño de productos.

Esta etapa contiene los siguientes elementos:

- Identificación de los problemas ambientales significativos
- Evaluación
- Conclusiones y recomendaciones

La interpretación del ciclo de vida se puede producir en cada etapa de una ACV.

2.3.3. Aplicaciones

El ACV se utiliza como herramienta para los sistemas de *ecoetiquetado*[13], ya que abarca el ciclo completo de la vida del producto, pudiendo así evaluar todos los impactos ambientales que causa el producto mediante la identificación y cuantificación de la energía y materiales utilizados, como también de los desechos que dañan el medio ambiente. A su vez, este análisis identifica y evalúa las oportunidades que existen para mejorar los procesos.

En Europa y Norteamérica han surgido muchos sistemas de *ecoetiquetado*, cada uno con sus propios distintivos y categorías, pero igualmente reconocidos. Estos sellos proporcionan una gran ventaja competitiva en el mercado internacional para aquellos productos que estén acogidos a algún sello. Es un hecho que aquellos países que han logrado reducir sus índices de contaminación, a costa de cambios en los procesos de diseño de sus productos, no aceptarán el ingreso de productos que no sean eficientes ambientalmente y menos aquellos que durante su etapa de producción causen daños ecológicos.

En Chile, la utilización efectiva y sistemática de el ACV no se ha llevado a cabo, sólo se han detectado algunos desarrollos en empresas multinacionales, por lo que aún el sector productivo nacional mantiene una mentalidad pasiva al respecto, al no visualizar los efectos positivos de ésta herramienta (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2002).

2.3.4. Metodología ReCiPe

ReCiPe es un método para la evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV) en un ACV. La EICV traduce las emisiones y las extracciones de recursos en un número limitado de puntajes de impacto ambiental mediante los denominados factores de caracterización.

[13] La ecoetiquetas son declaraciones relacionadas con el desempeño ambiental de un producto, basadas en los impactos ambientales potenciales en su ciclo de vida, que en ocasiones se representan mediante símbolos. La Norma aplicable para este tipo de etiquetas es la ISO 14024.

Hay dos formas principales para obtener los factores de caracterización; a nivel de punto medio (*midpoint*) y a nivel de punto final (*endpoint*). ReCiPe calcula 18 indicadores de punto medio y 3 indicadores de punto final.

Los indicadores de punto medio o categorías de impacto ambiental incluidas son las siguientes:

- Destrucción capa ozono
- Toxicidad humana
- Radiación
- Smog fotoquímico
- Formación particulados
- Cambio Climático
- Ocupación suelo urbano
- Transformación suelo natural
- Ecotoxicidad marina
- Eutrofización marina
- Eutrofización agua dulce
- Ecotoxicidad agua dulce
- Uso de agua
- Ocupación suelo rural
- Acidificación al suelo
- Uso de recursos naturales
- Uso de combustibles fósiles
- Ecotoxicidad al suelo

Cada método (punto medio, punto final) contiene factores de acuerdo con las tres perspectivas culturales. Estas perspectivas representan un conjunto de opciones sobre cuestiones como el tiempo o las expectativas de que una gestión adecuada o un desarrollo tecnológico futuro puede evitar daños futuros.

- Individualista: a corto plazo, el optimismo de que la tecnología puede evitar muchos problemas en el futuro.
- Jerarquista: modelo de consenso, como se encuentra a menudo en modelos científicos, a menudo se considera que es el modelo por defecto.
- Igualitario: a largo plazo basado en el principio de pensamiento preventivo.

Los indicadores de punto medio se centran en problemas ambientales únicos, por ejemplo, el cambio climático o la acidificación. Los indicadores de punto final muestran el impacto ambiental en tres niveles de agregación más altos, siendo:

1. El efecto sobre la salud humana (HH), unidad: año.
2. La biodiversidad del ecosistema, (ED), unidad: año.
3. La disponibilidad de recursos (RA), unidad: $.

La conversión de los puntos medios a los puntos finales simplifica la interpretación de los resultados del EICV. Sin embargo, con cada paso de agregación aumenta la incertidumbre en los resultados.

Algunas de las ventajas del marco ReCiPe en relación con otros enfoques incluyen ser el conjunto más amplio de categorías de impacto de punto medio, que utiliza mecanismos de impacto que tienen alcance global. Y a diferencia de otros enfoques (Eco-Indicador 99, Método EPS, LIME e Impacto 2002+), no incluye los impactos potenciales de futuras extracciones en la evaluación de impacto, pero asume que dichos impactos se han incluido en el análisis de inventario.

ReCiPe se desarrolló para combinar las ventajas de los métodos CML2001 y Eco-Indicator99. La ventaja del método CML es su solidez científica. Con ello, se obtiene un modelo para medir el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, acidificación, eutrofización, uso del suelo y agotamiento de recursos naturales, de los cuales se obtiene un "puntaje" total.

La unidad de ReCiPe son los "puntos". Un "punto" es la carga ambiental total expresada como un puntaje único (la definición es diferente para los diversos métodos de evaluación de impacto que usan un puntaje único). En ese puntaje, se combinan la caracterización, la evaluación del daño, la normalización y la ponderación [14].

2.4. Huella de Carbono

El concepto de Huella de Carbono (HC) surge del concepto de Huella Ecológica[15], de la cual se podría decir que es un subconjunto. La HC mide la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto

[14] Cómo se calcula el puntaje único se explica en detalle en la documentación disponible en http://www.lcia-recipe.net.

[15] La huella ecológica (del inglés *ecological footprint*) es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos.

directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto (Departamento de Medio Ambiente Gobierno Vasco, 2009).

El concepto de HC va más allá de la medición única del CO_2 emitido, ya que se tienen en cuenta todos los GEI que contribuyen al calentamiento global, para después convertir los resultados individuales de cada gas a equivalentes de CO_2. Por ello el término correcto sería HC equivalente o emisiones de CO_2 equivalentes, aunque en la práctica y por comodidad se utiliza simplemente el término huella de carbono.

El impacto ambiental es medido llevando a cabo un inventario de emisiones de GEI o un ACV según el tipo de huella, siguiendo normativas internacionales reconocidas, tales como ISO 14064, PAS 2050 o GHG Protocol[16], entre otras.

La HC se puede ver como una versión simplificada de un ACV en el que, en lugar de considerar varias categorías de impacto ambiental al mismo tiempo, se considera únicamente una de ellas, la relativa a Calentamiento Global. Esta visión ambiental que tiene en cuenta solamente una categoría de impacto puede ocasionar problemas de interpretación de los resultados obtenidos, al haber omitido el resto de impactos ambientales. Es decir, el sistema analizado puede no tener una problemática ambiental especial en cuanto a emisiones de GEI, pero si en otra categoría de impacto ambiental, por lo que en algunos casos es recomendable complementar el uso de la HC con otro tipo de herramientas con visión global, como el ACV.

La importancia que en la actualidad está cobrando la problemática ambiental asociada al calentamiento global, ha llevado a diferentes organizaciones a desarrollar estrategias, exigencias y en ocasiones legislaciones específicas de reducción de GEI. Para poder certificar el cumplimiento de dichas exigencias, se han desarrollado bases de datos y metodologías específicas para la medición de las emisiones de GEI y el cálculo de la HC, con lo que poco a poco han ido surgiendo herramientas específicas para su cálculo.

2.4.1. Estándares utilizados en la medición de huella de carbono

Los estándares internacionales se pueden agrupar dependiendo si la certificación corresponde a una organización o a un producto[17]:

Huella de carbono de una organización: Se analizan las emisiones de GEI de una organización a lo largo de un año o periodo determinado, generando un inventario de las mismas. Los estándares más utilizados son: GHG Protocol e ISO 14064-1.

Huella de carbono de productos o servicios: Se analizan todas las emisiones de GEI realizadas durante el Ciclo de Vida del producto o servicio analizado. Los estándares más utilizados son: PAS 2050:2011, ISO/TS 14067:2013, con el apoyo de ISO 14040 e ISO 14044 para la elaboración del ACV.

2.4.2. Metodologías de medición de la huella de carbono

La mayoría de los proyectos de medición de HC de un producto o sistema tienen como objetivo el cálculo de las emisiones de GEI, pero gran parte de ellos también establecen medidas de reducción o compensación de dichas emisiones (Departamento de Medio Ambiente Gobierno Vasco, 2009).

Los pasos habituales en proyectos de medición de la HC se ilustran en la siguiente figura:

1. **Medición de las emisiones de GEI** [CO_2eq]: Se requiere un inventario de las emisiones de GEI o una evaluación de dichas emisiones. Para la medición de la HC en relación a las emisiones estimadas para una actividad en concreto, se siguen metodologías diferentes las cuales se han simplificado en herramientas como las calculadoras de huella de carbono.
2. **Limitación y reducción de las emisiones de GEI:** Mediante la implementación de tecnologías menos contaminantes u otras estrategias de reducción de emisiones.

[16]GHG Protocol o Protocolo de Gases de Efecto Invernadero es un estándar internacionalmente aceptado para la contabilidad corporativa de emisiones de dióxido de carbono y otros cinco contaminantes causantes del calentamiento global.
[17]El marco normativo chileno se encuentra disponible en http://www.achm.cl.

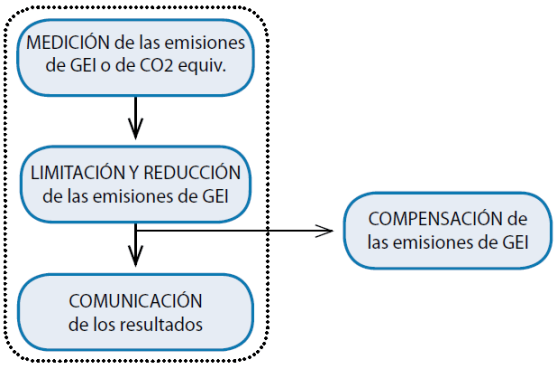


Figura 2.12: Fases de un proyecto de medición de HC
(Fuente: Departamento de Medio Ambiente Gobierno Vasco (2009))

3. **Compensación de las emisiones de GEI:** Para neutralizar el impacto generado. El concepto se centra en la participación en proyectos de compensación de emisiones para compensar las emisiones de GEI que se generen en el sistema analizado.

4. **Comunicación de los resultados:** tanto interna como externamente. Por un lado para motivar la concienciación medioambiental de los trabajadores, y por el otro para la mejora de la imagen corporativa.

La huella de carbono puede ser abordada dependiendo del enfoque o alcance específico. Para cada uno de estos enfoques existen diferentes protocolos o metodologías reconocidas internacionalmente.

2.4.2.1. Cálculo de la huella de carbono de un territorio o país

Este método corresponde a un enfoque territorial, evalúa las emisiones de GEI de un área específica cuyos límites establecidos corresponden a los geográficos o político-administrativos. Se debe determinar un territorio acotado como una comuna, una región u otro y cuantificar sus emisiones. Representa un buen ejercicio para determinar el impacto global del cambio climático en un área y posteriormente implementar planes de mitigación a escala más efectiva (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

Esta metodología se usa también para la elaboración de inventarios nacionales de emisiones de GEI de un determinado territorio o país. Lo más común es llevar a cabo este cálculo a través de una metodología conocida como análisis Input-Output (AIO). El AIO fue desarrollado en los años 30 con el objetivo de proporcionar un soporte empírico para el estudio de las relaciones existentes entre los diferentes componentes (actividades económicas) de una economía, sobre la base de la teoría del equilibrio general (Wiedmann, 2010).

Este análisis tiene su base en el uso tablas Input-Output, que es un conjunto de ecuaciones que describe el flujo de bienes y servicios entre los diferentes sectores de una economía en un período determinado. En las columnas de las tablas input-output se anotan las entradas de un sector procedentes del resto de sectores y de él mismo y en las filas se muestran las salidas de un sector hacia el resto de sectores y hacia él mismo.

El análisis Input-Output ambiental ha tenido continuidad desde su formulación y se ha extendido a nuevas áreas de investigación como el de la HC. De esta forma, gracias al AIO, es posible vincular la demanda final de bienes y servicios con las emisiones, directas e indirectas, asociadas a su producción, independientemente del país donde ésta se localice. A través de ello se puede cuantificar en qué medida una determinada actividad económica demanda en su proceso productivo *inputs* procedentes de otras actividades económicas y, en consecuencia, en qué medida un incremento de la demanda final de un bien o servicio supone una demanda indirecta de otros bienes y servicios utilizados como *inputs* intermedios en la producción de dicho producto (Departamento de Medio Ambiente Gobierno Vasco, 2009).

2.4.2.2. Huella de carbono de organización

El Inventario de GEI de una organización, también denominado Huella de Carbono de Organización, es un informe donde se indican las emisiones de GEI realizadas por la organización objeto de estudio durante un periodo determinado, generalmente un año natural. Este inventario se realiza siguiendo estándares internacionales, principalmente GHG Protocol o la norma ISO 14064-1. La norma ISO 14064-1:2006 realiza un desglose de tres tipos de emisiones:

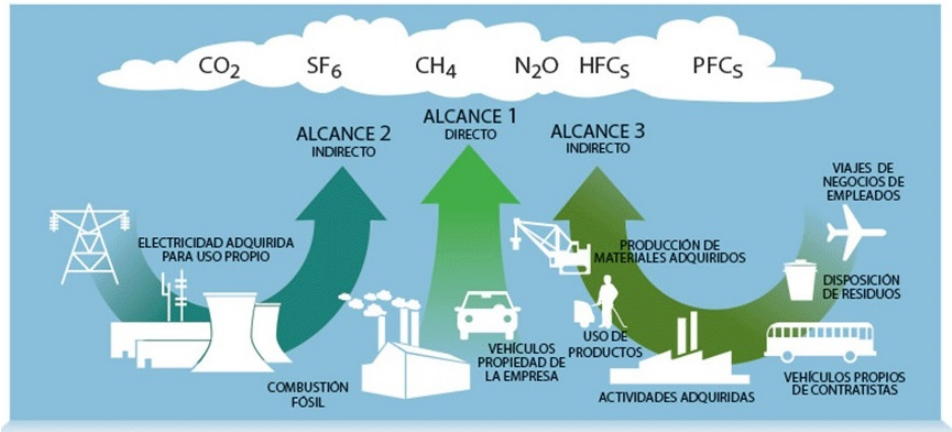


Figura 2.13: Tipos de alcance de las emisiones indicados en la norma ISO 14064.
(Fuente: Federación Española de Pavimentos de Madera)

Emisiones de Alcance 1 (Emisiones Directas): Son los gases de efecto invernadero emitidos de forma directa por la organización, por ejemplo por el uso de combustibles fósiles en maquinaria o vehículos propiedad de la organización, por pérdidas de gases refrigerantes, o por reacciones químicas durante los procesos productivos de la organización.

Emisiones de Alcance 2 (Emisiones Indirectas por Energía): Corresponden a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de electricidad y/o vapor generados por terceros. Dependen tanto de la cantidad de energía requerida por la organización como del "mix energético" de la red que provee a la organización.

Emisiones de Alcance 3 (Otras Emisiones Indirectas): Son atribuibles a los productos y servicios adquiridos por la organización, que a su vez habrán generado emisiones previamente para ser producidos. Son las más difíciles de contabilizar debido a la gran cantidad de productos y servicios utilizados por las organizaciones y a la dificultad en conocer los emisiones de estos productos o servicios si no son aportadas por el propio productor.

Dentro del Inventario de Emisiones de una organización también se deben contabilizar las absorciones de CO_2. Para poder ser contabilizadas, estas absorciones deben ser debidas directamente a la actividad de la organización, y se contabilizan por separado, no "restan" emisiones. La compensación de emisiones no es una absorción de CO_2, por tanto no se deben contabilizar dentro de un inventario, aunque la organización sí puede informar de sus compensaciones si las ha realizado.

Los Inventarios de Emisiones de GEI deben contener como mínimo las emisiones de Alcance 1 y Alcance 2, y pueden ser verificadas por una entidad de verificación acreditada. Además, éstos se referirán siempre a un "año base", indicando el aumento o reducción de emisiones del año del informe comparado con el año base. Si la organización realiza un inventario por primera vez, ese será su año base.

2.4.2.3. Huella de carbono personal

Evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero directas e indirectas de una persona en un período de tiempo determinado. Puede usarse como un indicador de la incidencia de las acciones personales al fenómeno del cambio climático. Para su determinación es necesario conocer los hábitos de consumo de una persona y en base al resultado modificar las principales fuentes de emisión sin alterar el desarrollo de su diario vivir.

La Oficina de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) ha elaborado una calculadora de huella de carbono ciudadana[18] que consiste en una herramienta interactiva para que cualquier ciudadano pueda calcular rápidamente su huella de carbono, cuantificando el impacto de sus actividades, consumos y hábitos. Finalizado el cálculo, la herramienta entrega una identificación de las principales fuentes de emisiones, junto con recomendaciones y consejos para la reducción de emisiones y la eficiencia en el uso de recursos (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

También existen metodologías enfocadas en eventos, servicios o productos (similar a un ACV, pero considerando la categoría de emisiones de GEI), y otras con enfoque específico por industria o sector productivo específico.

2.4.3. Herramientas para la medición de la huella de carbono

La herramientas para medición de la HC se pueden clasificar dependiendo del foco de emisiones sobre el cual se centran. Éstas pueden ser orientadas a:

- Organizaciones: considerando las emisiones derivadas de la actividad propia de la organización.
- Proyectos: considerando las emisiones derivadas de los proyectos acometidos por las organizaciones o por los usuarios finales. Estos proyectos pueden contemplar también aquellos que permiten reducir las emisiones GEI.
- Actividades: considerando las emisiones derivadas de las acciones realizadas por el usuario final.
- Producto: considerando las emisiones debidas a todo el ciclo de vida del mismo. Las herramientas pueden contener datos de múltiples sectores o ser específicas para la aplicación concreta en un sector.

En ocasiones se crean herramientas para su aplicación específica a una legislación o normativa. Otras veces, el objetivo de la herramienta es sensibilizar sobre la problemática del cambio climático a la población y acercar a las personas que carecen de conocimientos técnicos las metodologías o los medios para calcular su huella de carbono, con la posibilidad de compensar dicha huella a través de algunas herramientas (Departamento de Medio Ambiente Gobierno Vasco, 2009).

Por estas razones, las herramientas de medición de HC pueden tener un enfoque de su aplicación genérico, sectorial, o consistir en herramientas on-line sencillas e intuitivas de utilizar.

2.4.4. Compensación de las emisiones de GEI

El objetivo de la compensación de las emisiones de GEI es neutralizar el impacto generado por el sistema analizado. El concepto se centra en la participación en proyectos de compensación de emisiones (PCE). Los PCE han de contribuir a la reducción de GEI en la atmósfera mediante una de estas vías:

1. Evitando la emisión de CO_2 (u otros GEI) a la atmósfera por medio de proyectos de ahorro, eficiencia energética, sustitución de combustibles fósiles por energías renovables, entre otros.
2. Captando CO_2 de la atmósfera mediante proyectos de captación de CO_2, por ejemplo a través de reforestación o de desarrollo de nuevas tecnologías.

[18] Disponible en http://www.mma.gob.cl/quieromejorarmihuella/

Las entidades que se dedican a gestionar los PCE suelen ser organizaciones sin ánimo de lucro o no gubernamentales, que se dedican a ofrecer estos sistemas de compensación.

2.5. Huella Hídrica

La creciente demanda de agua que se requiere para producir los bienes y servicios que se consumen diariamente ha provocado situaciones de estrés hídrico[19] en numerosos lugares, ya sea por una limitada disponibilidad natural del recurso, por una demanda intensiva o por una mezcla de ambas.

El uso de agua dulce por actividades humanas, frecuentemente lleva a disminuir la disponibilidad del recurso (en una zona determinada) o a contaminar cuerpos de agua que reciben descargas. En el primer caso se habla de usos consuntivos de agua, los cuales se refieren a los usos de agua dulce en donde no hay devolución del agua extraída a la cuenca de origen y por lo tanto deja de estar disponible para otros usos. El agua es consumida al ser evaporada, evapotranspirada, incorporada en productos, trasvasijada de cuenca o vertida al mar (Hoekstra et al., 2011). El segundo caso se refiere a usos que degradan la calidad del agua, referidos a la emisión de contaminantes al ambiente que producen contaminación en los cuerpos receptores. Ambos usos de agua se deben tener en cuenta a la hora de analizar la sostenibilidad del recurso hídrico.

La consideración del consumo de agua es crucial en los estudios de evaluación del ciclo de vida (ACV) de productos (o servicios) que necesitan mucha agua para su producción, como por ejemplo los productos agrícolas (Pfister et al., 2009). Además, es necesario que la evaluación sea regionalizada, ya que los impactos del uso del agua varían mucho en función de la ubicación o localidad.

Dentro del ACV, la huella hídrica se define como un subconjunto específico de indicadores que abordan el consumo y la contaminación del agua y los relacionan a potenciales impactos. Los principios, requisitos y directrices para realizar una evaluación de huella hídrica se presentan en la norma ISO 14046. La huella hídrica es una de las herramientas que ayuda a evaluar los riesgos asociados al uso del agua y, a partir de estos, desarrollar estrategias que permitan mitigarlos (Fundación Chile (FCH), 2016).

2.5.1. Definición

La huella hídrica es un indicador del uso de agua dulce que no sólo se refiere al uso directo del agua de un consumidor o productor, sino también al uso indirecto del agua. La huella hídrica puede considerarse como un indicador integral de la apropiación de recursos de agua dulce, junto a la medida tradicional y restringida de extracción de agua. La huella hídrica de un producto es el volumen de agua dulce utilizado para producir el producto, medido a lo largo de toda la cadena de suministro. Es un indicador multidimensional que muestra los volúmenes de consumo de agua por fuente y los volúmenes contaminados por tipo de contaminación; Todos los componentes de una huella total de agua se especifican geográficamente y temporalmente (Hoekstra et al., 2011).

Por ejemplo, la huella de agua promedio de una taza de café negro es de 140 litros: Esto incluye el agua utilizada para cultivar la planta de café, cosechar, refinar, transportar y envasar los granos de café, vender el café y preparar la taza final (Chapagain y Hoekstra, 2007).

Esta métrica no sólo muestra los lugares donde y cuando se produce el uso real del agua, sino que también distingue la fuente del agua:

• La *huella de agua azul* se refiere al volumen de agua superficial y agua subterránea consumida durante los procesos de producción (es decir, evaporada o incorporada al producto).

[19] El estrés hídrico se refiere a la falta de capacidad para satisfacer la demanda humana y ecológica de agua. Considera varios aspectos físicos y químicos relacionados con los recursos hídricos, incluyendo la escasez de agua, la calidad del agua, caudales ecológicos y la accesibilidad del agua. Fuente: Global Compact, 2014 "The CEO Water Mandate, Driving Harmonization of Water Stress, Scarcity, and Risk Terminology" Discussion Paper.

• La *huella de agua verde* se refiere al volumen de agua de lluvia consumida (es decir, evaporada o incorporada al producto).

• La *huella de agua gris* se refiere al volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes. Se calcula como el volumen de agua que se requiere para mantener la calidad del agua de acuerdo a las normas acordadas de calidad del agua.

La huella de agua indirecta de un consumidor es generalmente mucho más grande que la directa. Un consumidor tiene básicamente dos opciones para reducir su huella de agua indirecta. Una opción es cambiar el patrón de consumo sustituyendo un producto de consumo específico que tiene una huella de agua grande por otro tipo de producto que tiene una huella de agua más pequeña. Por ejemplo: comer menos carne o convertirse en vegetariano, beber agua pura en lugar de café, o usar menos algodón y más ropa de fibra artificial. Este enfoque tiene limitaciones, porque muchas personas no cambiarían fácilmente hábitos como el comer carne, beber café o usar ropa de algodón.

Una segunda opción es seleccionar el producto (por ejemplo: café) que tenga una huella de agua relativamente baja o que tenga su huella en un área sin escasez de agua. Sin embargo, ésto requiere que los consumidores tengan la información adecuada para hacer esa elección. Dado que esta información generalmente no se encuentra fácilmente disponible, una cosa importante que los consumidores pueden hacer hoy en día es pedir transparencia sobre el producto a las empresas, junto con la adecuada regulación del gobierno. Cuando la información sobre los impactos de un determinado artículo sobre el sistema de agua está disponible, los consumidores pueden tomar decisiones conscientes sobre lo que compran (Hoekstra et al., 2011).

2.5.2. Descripción de huella hídrica según ISO 14046

Figura 2.14: Esquema del enfoque de análisis de ciclo de vida en el cálculo de la huella hídrica (Fuente:Fundación Chile (FCH) (2016))

La norma ISO 14046 de huella hídrica, aprobada en julio de 2014, tiene un enfoque metodológico basado en el ACV de un producto, proceso u organización, el cual considera los usos directos e indirectos de agua en la cadena de valor correspondiente y los correlaciona a potenciales impactos. El análisis de huella hídrica clasifica las materias primas, energías y emisiones relacionadas con los recursos hídricos para el sistema definido. De acuerdo con la norma, debe incluir tanto aspectos cualitativos como cuantitativos y asimismo la base de datos utilizada debe ser transparente. Por otro lado, la huella hídrica no puede representarse solamente en términos de volúmenes de agua consumida y contaminada, una evaluación de impactos relacionados a los recursos hídricos también debe ser considerada (ISO 14046). En la Figura 2.14 se muestra un esquema simplificado del enfoque de análisis de ciclo de vida para la evaluación de huella hídrica.

Cada etapa del ciclo de vida tiene sus usos directos e indirectos de agua. Por ejemplo, en el caso de la industria, los usos directos consideran el agua directamente utilizada por la industria para su operación y los usos indirectos toman en cuenta los usos de agua requeridos para la producción de las materias primas, la electricidad y cualquier otro flujo de materia y energía que la industria utilice en su operación. Estos usos

de agua generan una huella hídrica directa e indirecta, sumadas, constituyen la huella hídrica de la etapa en cuestión, la que además se transforma en parte de la huella hídrica indirecta de las etapas sucesivas. La huella hídrica total se obtiene de la sumatoria de todas las huellas hídricas de las etapas del ciclo de vida.

A partir del análisis de huella hídrica se pueden identificar y cuantificar los puntos clave en el uso de agua, conocidos como *hotspots*, lo que permite priorizar medidas de reducción de consumo y contaminación de agua directas, por ejemplo en áreas específicas de una industria, o indirectas, por ejemplo a partir de la cadena de suministros y las energías usadas. Para que el análisis permita tomar decisiones con una confianza razonable es importante que la evaluación sea transparente y que se haya utilizado toda la información necesaria.

2.5.3. Metodología de cálculo de la Huella Hídrica

La metodología de cálculo de la huella hídrica consiste en las mismas cuatro etapas del ACV (ver Figura 2.10): objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impactos e interpretación de los resultados según objetivos establecidos (Fundación Chile (FCH), 2016), ya que la huella hídrica es una versión simplificada de un ACV en el que, en lugar de considerar varias categorías de impacto ambiental, se considera únicamente el consumo y contaminación del agua.

2.6. Metodología

2.6.1. Ecobase Alimentos

El proyecto Ecobase es una calculadora y base de datos ambiental que permite medir la sustentabilidad de los productos, aportando a la competitividad y al desarrollo económico y social de la industria alimentaria en Chile. Es la primera calculadora ambiental del país, realizada por Fundación Chile con el apoyo de Corfo y la Universidad de La Frontera, junto con la Ecobase Construcción.

Esta calculadora permite conocer la huella ambiental del producto evaluando 16 categorías de impacto distintas a lo largo de la cadena de valor. Además, la herramienta hace posible comparar el producto contra una línea base nacional.

Los productos que tiene la Ecobase Alimentos incluyen: manzana, uva de mesa, arándano, palta, ciruela, chorito, salmón, pollo, cerdo, vino, queso gouda, leche en polvo, frambuesa congelada, manzana deshidratada, jugo de manzana y durazno en conserva.

Las categorías de impacto evaluadas son 16: Huella de carbono, huella hídrica consuntiva, deterioro capa de ozono, acidificación terrestre, eutroficación agua dulce, eutroficación marina, toxicidad humana-cáncer, toxicidad humana- no-cáncer, ecotoxicidad, formación de smog fotoquimico, formación de material particulado, ocupación de suelo agrícola, ocupación de suelo urbano, transformación de suelos, agotamiento de minerales y agotamiento de combustibles fósiles.

Cada Inventario de Ciclo de Vida (ICV) incluido en Ecobase contempla desde el suministro de materias primas hasta el producto terminado y en la puerta de embarque, es decir desde la "cuna a la puerta" ("*cradle to gate*" en inglés).

La unidad funcional (UF) es una unidad de referencia del rendimiento cuantificado del producto bajo estudio. El principal propósito de la UF es proporcionar una referencia para las entradas y salidas del proceso unitario. Esta referencia permite comparar los resultados de diferentes ACV para productos en la misma categoría. Por otro lado, existe un flujo de referencia, que corresponde a la "medida de las salidas de los procesos, en un sistema del producto determinado, requerida para cumplir la función expresada mediante la unidad funcional" (Fundación Chile, 2015).

En Ecobase se usa como flujo de referencia másica 1 kg de producto, a excepción de los casos de jugo de manzana y vino, donde será 1L de producto (empacado en puerto de embarque).

Resultados en Ecopuntos: Los ecopuntos permiten llevar varias categorías de impacto ambiental, con distintas unidades de medidas, a una sola. 100 ecopuntos representan el impacto diario de un chileno. Además de llevar todos los impactos a una única unidad de medida, y dado que no todos los impactos tienen una misma relevancia en cada sociedad, se multiplican los impactos totales por un factor de ponderación para estar alineado con la visión de la sociedad chilena.

2.6.2. Recopilación de documentos de ACV

Para los alimentos que no están disponibles en Ecobase, se utilizaron distintos documentos de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de productos alimenticios, junto con algunas Declaraciones Ambientales de Productos (EPD).

Un EPD (Environmental Product Declaration) es un documento certificado, que comunica una información transparente y comparable sobre el impacto ambiental del ciclo de vida de un producto, basados en la norma ISO 14025 y EN 15804.

2.6.3. Optimeal

Optimeal es un software para la optimización de dietas que utiliza programación lineal. Posee una base de datos de impacto ambiental y otra de contenido nutricional de 207 alimentos, con esta información crea distintas dietas(que cumplan los requerimientos nutritivos) y selecciona la mejor opción en función de minimizar el impacto ambiental y/o el precio de la comida, entre otras opciones.

Fue desarrollado junto al Centro de nutrición de Holanda (Voedingscentrum), de donde se obtuvieron las pautas dietéticas. Su objetivo es obtener la solución más cercana a la dieta actual que cumpla con todos los requisitos ambientales y nutricionales.

Funciona con restricciones (inferior y superior) sobre Nutrientes (macro / micronutrientes), Comidas (frutas, verduras, etc.), Indicadores ambientales (GEI, LO, FEU, ReCiPe, etc.) y Precio. Una descripción más detallada se muestra en la sección 6.1.

Ventajas y Limitaciones

La ventajas de este programa son varias; tiene incorporadas las bases de datos de los productos con información de su impacto ambiental y con información nutricional completa de cada uno, genera automáticamente las restricciones de nutrientes al ingresar un perfil (sexo, edad y nivel de actividad física), posee varios objetivos de optimización y permite eliminar alimentos o fijar cantidades máximas o mínimas para la dieta resultante.

La principal limitación que posee el software es el tipo de productos que contiene y su cantidad, ya que a pesar de tener 207 alimentos, estos no alcanzan a describir la variedad de dietas existentes. Además, son representativos de la dieta en Países Bajos, lo que hace difícil ingresar una dieta muy diferente. Incluso hay grupos de alimentos, como por ejemplo las legumbres, que sólo contienen 3 productos, restringiendo las opciones para formular una dieta óptima.

A pesar de esto, el programa fue útil para generar una primera orientación sobre qué productos deben disminuir en consumo o dejar de consumirse en la dieta chilena y cuáles deben aumentar o comenzar a consumirse, cumpliendo los requerimientos nutricionales.

3 | Antecedentes

3.1. Sistema Alimentario

3.1.1. Definición de sistema alimentario

Los sistemas alimentarios se pueden conceptualizar de muchas maneras. En el nivel más básico, el sistema alimentario puede ser considerado como el conjunto de procesos que ocurren entre el campo y el plato. A veces se muestra como una secuencia lineal, mientras que en muchos otros casos el sistema alimentario se considera al menos parcialmente cíclico. Este conjunto de procesos parte con la producción agrícola y ganadera, sigue con el procesamiento, la distribución, el comercio de los alimentos, y finaliza con los desechos orgánicos e inorgánicos que son producidos.

La producción de alimentos tiene impactos en el ambiente social y en el medio-ambiente. Este último se ve afectado por el uso de agua y suelo, y a mayor escala, existe un impacto en la atmósfera y el clima. Por el lado del abastecimiento, están las etapas de procesamiento de los productos, embalaje y transporte, en cada uno de las cuales se utilizan recursos y se emiten, directa o indirectamente, gases de efecto invernadero. Los productos finales deben ser accesibles y asequibles para que el cliente final realice una elección en base a su salud, bienestar y nutrición.

Los sistemas alimentarios se pueden entender en muchas escalas espacio-temporales, pero a cualquier escala, los sistemas alimentarios son dinámicos. La dinámica del sistema alimentario abarca las interacciones sociales, económicas y biofísicas a través de múltiples dimensiones (Food Climate Research Network (FCRN), 2017).

- El flujo físico de bienes desde la agricultura hasta el consumo y eliminación de desechos.
- Las fuerzas sociales, económicas, políticas, ambientales, culturales y de otra índole que influyen y modelan este flujo.
- Las consecuencias sociales, económicas, políticas, ambientales, culturales y de otro tipo que resultan de este flujo de bienes.
- Las interacciones entre las consecuencias y los impulsores, es decir, la forma en que las interacciones dinámicas del sistema alimentario pueden dar forma a su dirección futura.

Las cadenas de suministro se refieren a los procesos (producción, procesamiento, distribución, venta minorista) que pueden estar involucrados antes de que los alimentos lleguen a los consumidores, éstas operan tanto a nivel global como local y en diversas escalas. Otro término que se utiliza con frecuencia es la «cadena de valor», que tiene en cuenta no sólo el flujo de productos, sino también los actores implicados en cada etapa y el valor (financiero, de reputación u otro) que estos actores añaden, por ejemplo, al procesamiento o a la distribución del bien final.

Las etapas de la cadena de producción de alimentos pueden clasificarse como sigue:

1. La **producción** de alimentos depende de la producción agrícola, incluidos los cultivos, el ganado y las pesquerías y sus relaciones con el clima y el cambio ambiental.

2. El **procesamiento** de los productos básicos agrícolas transforma estos productos en alimentos más fácilmente digeribles y comestibles.
3. El **envasado** de alimentos lo protege durante el transporte, prolonga su vida útil y reduce las posibilidades de contaminación del alimento.
4. El **almacenamiento** se refiere a mantener los alimentos en un lugar por un determinado período de tiempo y puede ocurrir en cada paso del sistema alimentario.
5. La **venta al por mayor** se refiere a la compra y reventa de productos agrícolas y alimentos a granel, para ser vendidos por otros.
6. La **venta al por menor** describe a agentes económicos, desde vendedores ambulantes y mercados abiertos hasta supermercados y restaurantes, vendiendo una gama de alimentos procesados y preparados a los consumidores.
7. El **comercio** se refiere a intercambios económicos de alimentos u otros materiales para pagos o ingresos de exportación; Puede ocurrir en todas las actividades del sistema alimentario.
8. El **transporte** describe el movimiento de alimentos hacia y entre los mercados, y desde los mercados a las comunidades y hogares.
9. El **consumo** es cuando los individuos (consumidores finales) ingieren la comida en su vida cotidiana.
10. El **desecho** hace referencia a los alimentos estropeados, no comestibles o excedentes, el desecho de envoltorios y recipientes, al desecho de los alimentos en un vertedero o en una instalación centralizada de desechos y al eventual compostaje de los alimentos.

Cabe resaltar que durante las transformaciones, transacciones e interacciones producidas en el sistema alimentario, puede identificarse una serie de actividades interrelacionadas, a las cuales se va añadiendo o disminuyendo valor sucesivamente, desde la gestión de los recursos naturales y la biodiversidad hasta la gestión de las pérdidas y desperdicios de alimentos.

Los sistemas alimentarios abarcan el conjunto de actividades y actores, así como los factores ambientales, socioeconómicos y de gobernanza y los factores que influyen en estas actividades y actores. Existen lazos de retroalimentación entre los factores socioeconómicos (como el cambio de población), los factores ambientales globales (como los cambios en la fertilidad del suelo), la gobernanza (reglamentaciones, normas) y los resultados de los sistemas alimentarios, todo lo cual repercute en la seguridad alimentaria. El estatus de seguridad alimentaria de una determinada población a su vez actuará como un conductor, influyendo, por ejemplo, en nuevos acuerdos de gobernanza, nuevas actividades de producción de alimentos, etc.

En realidad, no existe un “sistema alimentario” único, sino más bien múltiples sistemas alimentarios que funcionan a diferentes escalas espaciales o sociales, que interactúan entre sí en distintos grados.

3.1.2. Sistema alimentario actual

Actualmente, una nueva serie de factores está redefiniendo de forma acelerada la situación alimentaria mundial. El crecimiento del ingreso, el cambio climático, los altos precios de la energía, la globalización y la urbanización están transformando el consumo, la producción y los mercados de alimentos. Asimismo, la influencia del sector privado en el sistema alimentario mundial, especialmente la incidencia de los comerciantes minoristas de alimentos, también está aumentando rápidamente.

En todo el mundo, se están produciendo grandes cambios en los patrones dietarios, incluso en el consumo de alimentos básicos de dietas que son más diversas. Estos cambios en el consumo de alimentos a nivel mundial y regional han tenido consecuencias considerables para la salud. Las poblaciones de los países con un rápido desarrollo están experimentando también una transición nutricional. La naturaleza diversa de esta transición puede ser el resultado de diferencias en los factores sociodemográficos y otras características de los consumidores. Las políticas de liberalización comercial de las últimas décadas, la urbanización y la comercialización de la industria alimentaria, entre otras cosas, tienen implicancias para la

salud en virtud de ser un factor que facilita la "transición nutricional" asociada al aumento de las tasas de obesidad y enfermedades crónicas, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Es por esto que las futuras políticas alimentarias deben tener en cuenta tanto los sectores agrícola como sanitario, permitiendo así el desarrollo de políticas coherentes y sostenibles que en última instancia beneficiarán a la agricultura, la salud humana y el medio ambiente (Kearney, 2010).

Basta con conocer algunas cifras para darse cuenta de que los sistemas de alimentación actuales presentan grandes deficiencias: Más de una de cada siete personas todavía no tiene acceso a suficiente proteína y energía en su dieta, y aún más sufren de alguna forma de malnutrición de micronutrientes (Godfray et al., 2010), casi mil millones de personas duermen con hambre todas las noches y, al mismo tiempo, el mundo produce suficiente comida para alimentar a los más de siete mil millones de personas que hay en todo el mundo[20]. Cerca de mil millones de personas padecen obesidad o sobrepeso y por primera vez en la historia hay más personas obesas que desnutridas[21], finalmente, un impactante 30 % de la comida mundial se desperdicia, lo que representa alrededor de 1300 millones de toneladas al año (FAO, 2012a), lo que se denomina como *food waste*.

El problema actual no consiste en producir más comida, sino en producirla donde más se necesita, respetando a la naturaleza. El sistema de agricultura industrial vigente no consigue hacerlo. Mientras tanto, el planeta sufre considerablemente.

Se están sobre-explotando los recursos y reduciendo la fertilidad de la tierra, la biodiversidad y la calidad del agua Las sustancias tóxicas se están acumulando. Los niveles de desperdicios están aumentando; todo esto ocurre en el contexto del cambio climático y aumenta la presión en los recursos que están desapareciendo de la Tierra. La agricultura usa al menos un 40 % de la tierra arable disponible y entre un 70 y 90 % del agua disponible, generando entre un 20 y un 30 % de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global (Vermeulen et al., 2012).

El sistema agrario actual depende del uso de grandes cantidades de sustancias químicas, así como de combustibles fósiles; es controlado por unas cuantas compañías, las cuales se concentran en pocas áreas del planeta, principalmente en países ricos e industrializados. Se basa principalmente en algunos cultivos clave, lo que socava la base para los alimentos sustentables y sistemas ecológicos de los que depende la vida humana. Este sistema de agricultura contamina y daña el agua, la tierra y el aire. Contribuye en gran medida al cambio climático y pone en riesgo la biodiversidad y el bienestar de agricultores y consumidores.

Los problemas ambientales más comunes en la industria alimentaria están relacionados con la pérdida de procesamiento de alimentos, desperdicio de alimentos y envasado; eficiencia energética; transporte de alimentos, consumo de agua y gestión de residuos (Alsaffar, 2016). Aunque parezca ser un problema global, relacionado con las industrias y políticas públicas, es también un problema local de demanda y de patrones de consumo, y por lo tanto las personas tienen el poder de revertir la situación de deterioro del medio ambiente al cambiar sus decisiones por aquellas que consideren el impacto ambiental y social que generan.

El sistema de alimentación está vinculado a algunos de los desafíos más apremiantes de la actualidad. Genera alrededor del 30 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) que cambian el clima, es el principal motor de la deforestación y la pérdida de biodiversidad y un gran usuario y contaminador de los cada vez más escasos recursos hídricos. Por otro lado, la sobrepesca ha llevado al colapso de importantes reservas de peces y amenaza la estabilidad de los ecosistemas marinos (Tara Garnett et al., 2015).

No hay una solución sencilla para alimentar de manera sostenible a 9 mil millones de personas, especialmente porque muchas van mejorando cada vez su situación económica y convergen en los patrones de consumo de los países ricos (Godfray et al., 2010). Para que una política de consumo logre reducir efectivamente el impacto ambiental de la sociedad, se necesita que las personas posean una visión de la "carga ambiental" asociada a los procuctos que consumen (Vringer et al., 2010). Esto requiere información ambiental cuantitativa detallada sobre muchos productos de consumo. Teniendo esta información, las personas podrían mejorar sus patrones de consumo en base a las elecciones de productos con un menor impacto ambiental.

[20] Según datos de las Naciones Unidas, la población mundial se estima a la fecha en 7.000 millones, y aumentará en mil millones en los próximos 12 años. Para el año 2050, se estima que la población mundial será de 9.600 millones.

[21] Fuente: BBC, 2016. More obese people in the world than underweight, says study. Obtenido de: http://bbc.in/1SCStSk

3.1.3. Consumo de carne y productos lácteos

En los últimos 150 años, el incremento de los ingresos y los avances en la agricultura han permitido a los países desarrollados enriquecer y diversificar la dieta. Actualmente los países en desarrollo están avanzando en este mismo proceso. La transición nutricional está caracterizada por el paso acelerado de situaciones de desnutrición ampliamente extendidas a dietas más ricas y variadas, (compuestas por una mayor cantidad de alimentos elaborados y de origen animal, un contenido más elevado de azúcares y grasas), y con frecuencia, también a la hipernutrición.

Actualmente, la población de los países en desarrollo consume en promedio un tercio de la carne y un cuarto de los productos lácteos per cápita en comparación con el norte más rico, sin embargo, ésta situación está cambiando rápidamente. La cantidad de carne consumida en los países en desarrollo ha crecido tres veces más que en los países desarrollados. Esta revolución ganadera es impulsada principalmente por la demanda.

Las personas que solían tener menores recursos, en todo el mundo, están consumiendo más productos animales a medida que sus ingresos aumentan por encima del nivel de pobreza y se urbanizan (Whaley et al., 2003). Existe una alta elasticidad-ingreso de la demanda de carne y otros productos de origen animal (Steinfeld et al., 2006) , lo cual significa que en la medida en que el ingreso aumente, aumentará también con gran rapidez el gasto en esta clase de productos (ver Figura 3.1).

Se estima que la producción mundial de carne aumentará más del doble, de 229 millones de toneladas en 2001 a 465 millones de toneladas en 2050, mientras que la producción de leche pasará de 580 a 1043 millones de toneladas (Steinfeld et al., 2006).

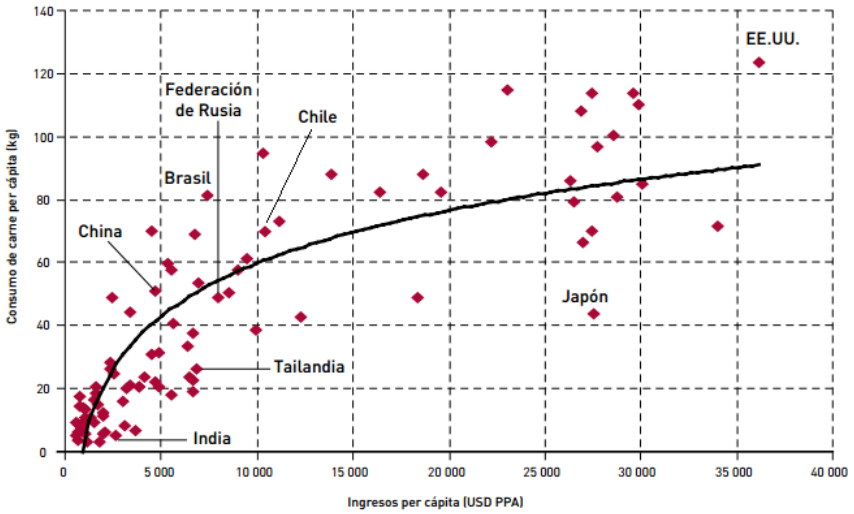


Figura 3.1: Relación entre consumo de carne e ingresos per cápita en 2002.
(Fuente: Reporte FAO, La larga sombra del ganado Steinfeld et al. (2006). Dato de Chile: Banco Mundial y ODEPA (2011).)

El cambio estructural en las dietas de miles de millones de personas es una fuerza primordial que los gobiernos no pueden revertir fácilmente. Los ingresos y la nutrición de millones de personas en los países en desarrollo están mejorando. Sin embargo, en muchos casos, estos cambios en la dieta también crean graves problemas ambientales y de salud que requieren una participación política activa para prevenir consecuencias irreversibles.

En términos de nutrición, los productos alimenticios de origen animal contribuyeron globalmente a la dieta en 2003 con un promedio del 17 % de la ingestión de energía y un 33 % de la ingestión de proteínas. Hay fuertes diferencias entre los países y los grupos de países, con un consumo de carne que va desde los 5 kg por persona al año en la India a los 123 kg en los Estados Unidos. Debido a que en los países en desarrollo la ingestión de alimentos de origen animal aún es baja, se espera que la proporción de productos de origen

animal en la "dieta global media" continúe en aumento hasta alcanzar los promedios de los países de la OCDE, con cerca del 30 % de la ingestión de energía en la dieta y del 50 % de la ingestión proteica (Steinfeld et al., 2006).

En cuanto a salud y de seguridad alimentaria, los productos pecuarios son una categoría más susceptible a los patógenos que otros productos alimenticios ya que pueden transmitir enfermedades de los animales a los humanos (zoonosis). La presencia entre los segmentos más ricos de la población mundial de un elevado número de enfermedades no transmisibles se asocia a la elevada ingestión de alimentos de origen animal, especialmente grasas animales y carnes rojas.

El sector pecuario es un elemento muy importante de estrés para muchos ecosistemas y para la totalidad del planeta. A nivel global es una de las mayores fuentes de gases de efecto invernadero y uno de los causantes principales de la pérdida de biodiversidad, mientras que en los países desarrollados y emergentes es quizá la principal fuente de contaminación del agua (Steinfeld et al., 2006).

En términos numéricos simples, en realidad el ganado resta más valor del suministro total de alimentos del que proporciona. El ganado consume hoy más proteína comestible para los humanos de la que produce. De hecho el ganado consume 77 millones de toneladas de proteínas contenidas en los piensos[22], que potencialmente podrían utilizarse para la nutrición humana, mientras que los productos que suministran los animales solo contienen 58 millones de toneladas de proteínas (Steinfeld et al., 2006). Sin embargo, la simple comparación no pone de relieve el hecho de que las proteínas de origen animal tienen valores nutritivos más altos que las contenidas en los piensos suministrados a los animales.

Recursos para la producción animal

Las diferentes especies de ganado tienen la capacidad de utilizar una amplia variedad de material vegetal. Usualmente el alimento de los animales se clasifica en forrajes fibrosos como la hierba de los pastizales y los residuos de cultivos, y alimentos concentrados, como los granos y las semillas oleaginosas. Los residuos domésticos y los subproductos agroindustriales representan también una gran proporción de los recursos alimenticios para el ganado.

Los pastizales ocupan actualmente cerca del 40 % de la superficie total de las tierras del mundo. Sin embargo, la fragmentación de las tierras de pastoreo está aumentando y cediendo superficie a los cultivos y a las áreas urbanas. La expansión agrícola, la urbanización, el desarrollo industrial, el sobrepastoreo y los incendios son los principales factores que conducen a la reducción y degradación de los pastizales destinados tradicionalmente a la producción ganadera extensiva. Las repercusiones ecológicas de esta conversión sobre los ecosistemas, la estructura del suelo y los recursos hídricos pueden ser de gran envergadura.

En respuesta a la creciente demanda, la producción de carnes y productos lácteos ha debido intensificarse, logrando producir una mayor cantidad de alimentos con una superficie agrícola cada vez menor. El uso de piensos provenientes del cultivo de alimentos básicos como los cereales y las leguminosas también se ha incrementado rápidamente durante las últimas décadas, como lo muestra la Figura 3.2. En ella se observa también un alto incremento en la producción de carne de cerdo y aves de corral, que evidencia la creciente tendencia de las personas a preferir las carnes blancas.

En los países en desarrollo el incremento en la producción de carne estuvo acompañado de un aumento en el uso de los cereales para piensos durante todo el período. Sin embargo, ésta demanda muestra una reciente tendencia a la estabilización, mientras que la producción total de carne ha continuado creciendo debido, probablemente, a los sistemas de producción de monogástricos[23] altamente intensivos que predominan en países en desarrollo como el Brasil, China y Tailandia.

Por otro lado, el ganado es la mayor fuente de contaminación del agua en el sector agrícola, y un gran usuario de agua de riego finita. Gran parte del aumento previsto del agua de riego en los próximos años

[22] El pienso compuesto es un alimento elaborado para animales que, según la normativa legal europea, es: «Cualquier sustancia o producto, incluido los aditivos, destinado a la alimentación por vía oral de los animales, tanto si ha sido transformado entera o parcialmente como si no».

[23] Monogástrico, Mono(un), gástrico(digestión); son los animales que presentan un estómago simple, con una capacidad de almacenamiento media, así pues como la del ser humano.

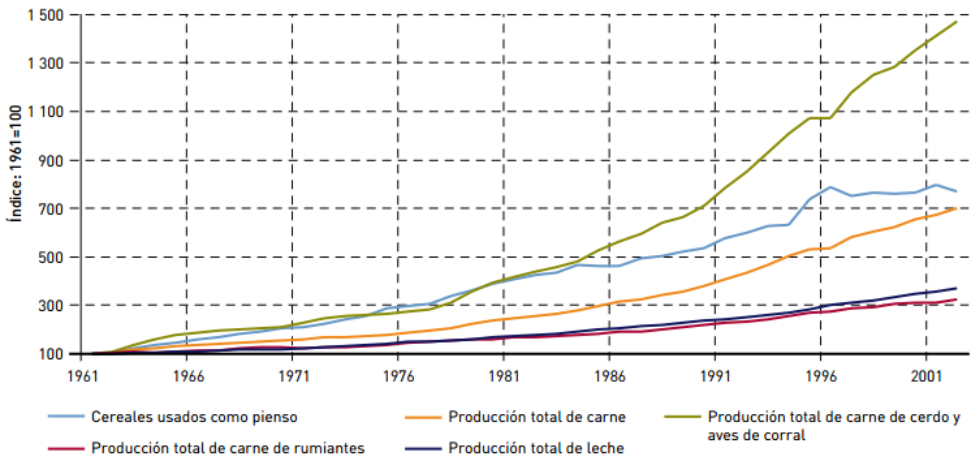


Figura 3.2: Tasas de crecimiento comparativo de la producción de los productos de origen animal y del uso de cereales forrajeros en los países en desarrollo.
(Fuente: Reporte FAO, La larga sombra del ganado Steinfeld et al. (2006))

será atribuible al aumento de la producción de piensos para satisfacer la creciente demanda de productos pecuarios (Garnett, 2013).

Los principales impactos ambientales de ganado y los productos lácteos según el reporte de Steinfeld et al. (2006) son:

- Los rebaños provocan al mismo tiempo daños en el suelo a gran escala, con cerca del 20 % de los pastizales degradados a causa del sobrepastoreo, la compactación y la erosión. Esta cifra es aún mayor en las tierras áridas, en donde unas políticas erróneas y una gestión ganadera inadecuada han contribuido al avance de la desertificación.
- La actividad ganadera figura entre los sectores más perjudiciales para los cada día más escasos recursos hídricos, contribuyendo entre otros aspectos a la contaminación del agua, la eutrofización (proliferación de biomasa vegetal debido a la excesiva presencia de nutrientes [24]) y la destrucción de los arrecifes de coral. Los principales agentes contaminantes son los desechos animales, los antibióticos y las hormonas, los productos químicos utilizados para teñir las pieles, los fertilizantes y pesticidas que se usan para fumigar los cultivos forrajeros.
- El sobrepastoreo afecta al ciclo del agua, e impide que se renueven los recursos hídricos tanto de superficie como subterráneos. La producción de forraje obliga a desviar importantes cantidades de agua. Se considera que la ganadería es la principal fuente terrestre de contaminación de fósforo y nitrógeno en el Mar del Sur de China, contribuyendo a la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas marinos.
- Los animales para la producción de carne y leche suponen ya el 20 % de toda la biomasa animal terrestre. La presencia de ganado en grandes extensiones de tierra y la demanda de cultivos forrajeros también contribuyen a la pérdida de biodiversidad. En la lista de 24 tipos de ecosistemas importantes, los estudios indican que hay 15 que se encuentran amenazados por esta causa.
- Si se incluyen las emisiones por el uso de la tierra y el cambio del uso de la tierra, el sector ganadero es responsable del 9 % del CO_2 procedente de la actividades humana, pero produce un porcentaje mucho más elevado de los gases de efecto invernadero más perjudiciales. El ganado es responsable del 65 % de todas las emisiones relacionadas con el hombre de óxido nitroso, un gas de efecto invernadero con 296 veces el potencial de calentamiento global del CO_2 y que permanece en la atmósfera durante 150 años. (La mayor parte de este gas procede del estiércol).

[24] En un medio eutrofizado se produce la proliferación de especies como algas y otras plantas verdes que cubren la superficie. Esto trae como consecuencia un elevado consumo de oxígeno y su reducción en el medio acuático, así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de la superficie. Estos dos fenómenos producen una disminución de la capacidad autodepuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos.

- Contaminación del agua: apenas cuantificable, pero sustancial en la producción de piensos, producción animal y niveles de procesamiento. (El sector ganadero representa el 8 % del consumo entrópico de agua, 90 % de los cuales para la producción de piensos.)

3.1.4. Factores sociales de la alimentación

Los determinantes sociales se definen como las condiciones sociales en las cuales las personas desarrollan su vida y que, por distintos mecanismos, impactan en su salud (Ministerio de Salud de Chile, 2011) . La conducta alimentaria se define como el comportamiento normal relacionado con: los hábitos de alimentación, la selección de alimentos que se ingieren, las preparaciones culinarias y las cantidades ingeridas de ellos.

En los seres humanos los modos de alimentarse, preferencias y rechazos hacia determinados alimentos están fuertemente condicionados por el aprendizaje y las experiencias vividas en la infancia. Las personas incorporan la mayoría de los hábitos y prácticas alimentarias de una comunidad a muy temprana edad. Por otra parte, la madre tiene un rol fundamental en la educación y transmisión de pautas alimentarias al hijo (Osorio E. et al., 2002).

Otro componente importante de incorporación de nuevas prácticas alimentarias es la industria de alimentos. A través de la publicidad han ido participando en forma creciente en el establecimiento de formas de alimentación, las que persistirán a través de toda la vida.

Las personas y las familias pueden tomar decisiones basadas en su entorno o comunidad. Por ejemplo, una persona puede elegir no caminar o andar en bicicleta a la tienda o trabajar debido a la falta de aceras o senderos seguros para bicicletas. La comunidad, el hogar, el cuidado de niños, la escuela, el cuidado de la salud y los lugares de trabajo pueden influir en los comportamientos diarios de las personas. Por lo tanto, es importante crear entornos en estos lugares que facilitan la participación en actividades físicas y una dieta saludable.

El grado de desarrollo de cada país y la situación socio-económica de las personas también influyen en su modo de alimentarse. El aumento de las desigualdades sociales entre regiones, países y estratos tiene su expresión en las condiciones de salud. Por ejemplo, la expectativa de vida al nacer en Sierra Leona es de 34 años, y en Japón es de 81,9; la probabilidad de que una persona muera entre las edades de 15 y 60 años es de 8,3 % en Suecia, 46,4 % en Rusia y 90,2 % en Lesotho, y la expectativa de vida en los países desarrollados varía entre cinco y diez años dependiendo de las diferencias en salario, educación y condiciones de trabajo (Stella, 2011).

3.1.4.1. Modelos de comportamiento

Caracterizar las prácticas de consumo, entender qué influye en esas prácticas y cómo difieren entre las poblaciones, e investigar cómo podrían cambiar las prácticas de consumo es un gran desafío que abarca diversas disciplinas como la sociología, la psicología, la economía y el marketing. También hay una vasta literatura dirigida por organizaciones gubernamentales y de interés público, centrándose en comportamientos con implicaciones para la salud, la sociedad y el medio ambiente.

Éstas investigaciones tienen por objeto comprender las motivaciones y actitudes que sustentan las prácticas indeseables, a fin de desplazarlas en direcciones positivas. También hay un trabajo impulsado por el comercio: aquí las percepciones sobre los comportamientos, las motivaciones, los hábitos y las prácticas de las personas son esenciales para el desarrollo de estrategias efectivas de ventas y marketing.

Los enfoques adoptados y las conclusiones obtenidas a menudo reflejan no sólo las visiones disciplinarias o sectoriales, sino también las ideologías, en lo que respecta, por ejemplo, al equilibrio entre la responsabilidad personal y colectiva, el papel del Estado o la importancia de las influencias “racionales”, influencias “irracionales”, habituales o sociopolíticamente determinadas (Tara Garnett et al., 2015).

Modelo ISM

La herramienta ISM (Individual, Social, Material) desarrollada por Darnton y Evans (2013), es un intento para aprovechar e integrar las múltiples perspectivas que influyen en el comportamiento de las personas. Ésta traza las influencias individuales (I) sobre el consumo (por ejemplo, valores, habilidades, emociones), las influencias sociales (S) (por ejemplo, las instituciones, las normas, las redes) y las influencias materiales (M), tales como las normas y reglamentos, la infraestructura física, las tecnologías y los horarios y horarios del día en una sociedad determinada. Como muestra la Figura 3.3.

Figura 3.3: Factores del Modelo ISM.
(Fuente: Darnton y Evans (2013))

El modelo ISM parte de una comprensión del comportamiento individual, pero lo sitúa dentro de sus contextos sociales y materiales, ilustrando cómo la acción en múltiples niveles e involucrando múltiples actores es necesaria para un cambio inclusivo y duradero.

Este modelo se presenta como una herramienta para ayudar a lograr el cambio social, que se basa en múltiples teorías y disciplinas. Es una herramienta práctica, desarrollada meramente como un correctivo a las tendencias de algunos políticos y facultativos de alcanzar modelos únicos de disciplinas únicas cuando se enfrentan a problemas complejos.

Existen varios modelos del comportamiento de las personas en cuanto a su salud. El gobierno de Estados Unidos propone, en su Guía Alimentaria, un modelo socio-ecológico para las decisiones de alimentación y actividad física.

Modelo Socio-ecológico

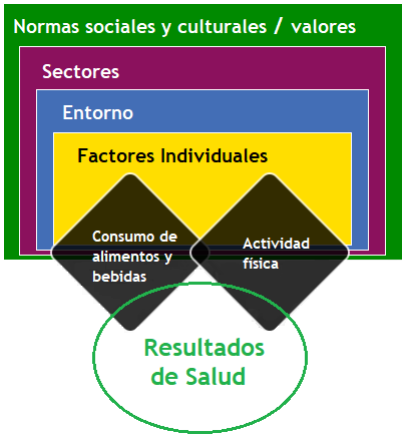


Figura 3.4: Modelo Socio-ecológico.
(Fuente: U.S. Department of Health and Human Services y U.S. Department of Agriculture (2015))

El modelo socio-ecológico puede ayudar a los profesionales de la salud a comprender cómo las capas de influencia se cruzan para dar forma a la elección de alimentos y la actividad física de una persona. El modelo muestra cómo los diversos factores que influyen en la alimentación y la ingesta de bebidas, los patrones de actividad física, y en última instancia los resultados de salud (U.S. Department of Health and Human Services y U.S. Department of Agriculture, 2015).

1. Las normas sociales y culturales y los valores: Las normas sociales y culturales son reglas que rigen los pensamientos, creencias y comportamientos. Son supuestos compartidos de conductas apropiadas, basado en los valores de una sociedad, y se reflejan en todo, desde las leyes hasta las expectativas personales. Con respecto a la nutrición y la actividad física, los ejemplos de normas incluyen preferencias por ciertos tipos de alimentos, las actitudes sobre rangos aceptables de peso corporal, y los valores asignados a la actividad física y la salud. Dado que las normas y valores son predominantes dentro de una comunidad o entorno, cambiarlas puede ser difícil. Sin embargo, los cambios en los sectores y ambientes pueden tener un efecto poderoso sobre las normas y los valores sociales y culturales con el tiempo y pueden alinearse con las directrices dietéticas.

2. Sectores: Se refiere a los sistemas (por ejemplo, gobiernos, educación, salud y transporte), las organizaciones (por ejemplo, la salud pública, la comunidad y promoción), y las empresas e industrias

(por ejemplo, la planificación y el desarrollo, la agricultura, la alimentación y bebidas, comercio minorista, entretenimiento, marketing y medios de comunicación). Estos sectores tienen un papel importante en ayudar a las personas tomar decisiones saludables, ya sea porque influyen en el grado en que las personas tengan acceso a la comida saludable y oportunidades para ser físicamente activas, o que influyen en las normas y valores sociales. Las influencias positivas sobre las normas y los valores sociales pueden ocurrir a través de estrategias eficaces de promoción de la salud y de marketing.

3. Entorno: Los individuos toman decisiones en una variedad de entornos, tanto en casa como fuera de casa. Lejos de casa ajustes incluyen programas de cuidado y educación (por ejemplo, cuidado de niños, preescolar), escuelas, lugares de trabajo, centros comunitarios, y establecimientos al por menor y venta de alimentos. Estos ajustes organizacionales determinan qué alimentos se ofrecen y cuáles son las oportunidades para la actividad física que se proporcionan. Las estrategias que se implementen en estos ambientes pueden influir en las decisiones individuales y tienen un amplio potencial de impacto a nivel de la población si se integran con las estrategias de múltiples sectores. Juntos, los sectores y los ambientes pueden influir en las normas y los valores sociales.

4. Factores individuales: Los factores individuales son aquellos que son únicos para el individuo, tales como la edad, el sexo, el nivel socioeconómico, la raza u origen étnico, la presencia de una discapacidad, así como otras influencias como la salud física, el conocimiento y las habilidades y preferencias personales. La educación es una importante herramienta para mejorar la alimentación y las opciones de actividad física individuales, ésta puede ser entregada por una amplia variedad de profesionales del área, trabajando en equipos multidisciplinarios y entregando recursos basados en revisiones sistemáticas de la evidencia científica, proporcionando la base para la nutrición y el desarrollo de programas y materiales que pueden ayudar a las personas a mejorar su conocimiento, actitudes y motivación para comenzar a tomar decisiones saludables.

Todas las opciones de alimentos y bebidas son parte del patrón de alimentación de un individuo. Los profesionales pueden trabajar con personas en una variedad de configuraciones para adaptarse a sus opciones para desarrollar un patrón de alimentación saludable adaptada para dar cabida a la salud física, preferencias culturales, étnicas, tradicionales, y personales, así como los presupuestos de alimentos personales y otros problemas de accesibilidad. Los patrones de alimentación adaptados a la persona son más propensos a ser motivadores, aceptados y mantenidos en el tiempo, lo cual tiene el potencial de conducir a cambios significativos en la ingesta alimentaria y, por consiguiente, la mejora de la salud.

3.1.5. Obesidad y sobrepeso

En el proceso evolutivo de las sociedades, la forma de vida adquiere una serie de modificaciones; consecuencia del crecimiento sostenido de la población, la industrialización y las migraciones desde el campo a la ciudad. Así mismo, estas adaptaciones provocan problemáticas de alta complejidad tales como la vida sedentaria y la obesidad, cuyo manejo requiere ser abordado sistémicamente. La transición nutricional de la cual se ha hablado anteriormente, va acompañada de una reducción de la actividad física y es una de las causas del rápido aumento del sobrepeso y la obesidad.

A nivel mundial, el número de personas con sobrepeso (aproximadamente 1000 millones) ha superado el número de personas desnutridas (aproximadamente 800 millones). Una parte significativa del aumento de la obesidad se registra en los países en desarrollo. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que en el mundo en desarrollo hay 300 millones de personas adultas obesas y 115 millones de personas que sufren trastornos y enfermedades asociados a la obesidad. Como consecuencia de la rapidez de la transición nutricional, se está produciendo un aumento de las enfermedades crónicas asociadas a la dieta, tales como las cardiopatías, diabetes, hipertensión y ciertos tipos de cáncer. En muchos países en desarrollo las enfermedades crónicas asociadas a la dieta se han convertido en una prioridad de las políticas para la agricultura y la alimentación y se están promoviendo los hábitos de alimentación más saludables, el ejercicio físico y programas escolares de nutrición (Steinfeld et al., 2006).

Los términos sobrepeso y obesidad se utilizan a menudo indistintamente, a pesar de que no son idénticos. El sobrepeso se define como un aumento de peso (no necesariamente exceso de grasa) para una

cierta altura, mientras que la obesidad indica un exceso de masa grasa (Kain et al., 2002). La herramienta comúnmente utilizada para la detección del sobrepeso u obesidad es el índice de masa corporal (IMC) [25]. Un IMC alto puede ser un indicador de grasa corporal alta, un IMC de 25 a 30 cae dentro del rango de sobrepeso y mayor a 30 en el rango de obesidad.

La obesidad puede ser definida como el resultado de consumir más calorías de las que el cuerpo quema, pero es un problema mucho más complicado. La ganancia de peso es consecuencia de complejos cambios en el ambiente, donde la comida está disponible rápidamente, y las oportunidades para realizar actividad física disminuyen. La obesidad el resultado de una combinación de causas y factores sociales, económicos y culturales, incluyendo factores individuales como el comportamiento y la genética. Los comportamientos pueden incluir patrones dietéticos, actividad física, inactividad, uso de medicamentos y otras exposiciones. Otros factores relacionados incluyen el ambiente de comida y actividad física, la educación y habilidades, y la comercialización y promoción de alimentos.

Muchas tendencias que trascienden las fronteras nacionales explican el dramático incremento de la obesidad en el mundo entero. La expansión de la industrialización ha aumentado la disponibilidad de alimentos procesados altos en grasas, carbohidratos y azúcar, también ha reducido la necesidad de labores manuales en la agricultura y la producción industrial. Al mismo tiempo, la urbanización ha llevado al incremento relativo de las ocupaciones sedentarias y el aumento del estándar de vida ha mejorado el acceso al transporte motorizado y otros dispositivos que facilitan el trabajo. Como resultado, la gente consume mayores cantidades de alimentos altamente energéticos y gastan menos calorías en su vida diaria, lo que lleva a un incremento a nivel mundial de la masa corporal (Economist y Unit, 2013).

Un factor que contribuye con la obesidad y el sobrepeso es que la manera en que las personas se alimentan ha cambiado en los últimos 50 años, en los países desarrollados las personas están consumiendo más comida procesada y saliendo a comer cada vez más. La comida ofrecida en restaurantes, negocios y máquinas expendedoras son generalmente más altas en azúcar, calorías y grasas que las comidas tradicionalmente preparadas en el hogar (Kain et al., 2002). La sociedad está rodeada de comida y es bombardeada constantemente con publicidad y ofertas. Además, las porciones consumidas son mayores y con más calorías que nunca antes.

Más de uno de cada dos adultos y casi uno de cada seis niños tienen sobrepeso u obesidad en los países de la OCDE (OECD, 2017).En Estados Unidos más de un tercio (36.5 %) de los adultos sufre de obesidad [26], y en Chile el 25,1 % de la población total es obesa (30,7 % mujeres y 19,2 % hombres). La obesidad es una preocupación seria porque está asociada con peores resultados en salud mental, reducción de la calidad de vida y es una de las principales causas de muerte (evitables) en el mundo. Además, los costos médicos para las personas obesas tienden a ser más altos que las de peso normal (Finkelstein et al., 2009).

A continuación, se muestra un gráfico de la prevalencia de obesidad en adultos en Chile, por género y rango de edad. En ella se observa que las mujeres chilenas tienen una tendencia mucho mayor al sobrepeso que los hombres, en todos los rangos de edad.

A pesar de estas cifras, las encuestas muestran que la población no está consciente de su situación de salud. De acuerdo a los datos declarados el estudio de Fundación Chile : Chile Saludable Volumen 5, el promedio del IMC de los chilenos es 28, lo que se enmarca evidentemente en el rango de sobrepeso. Sin embargo, los chilenos tienen una percepción alterada de esta realidad, pues sólo un 37 % se percibe a sí mismo con sobrepeso. Si se analiza al grupo de personas que sí se declaran con sobrepeso, un 43 % de ellas siente que lleva una vida muy saludable. Estos datos levantan una alarma importante, ya que los chilenos no están dimensionando los riesgos del sobrepeso y la obesidad, por tanto, no están haciendo nada para cambiar esta situación. Esto representa un importante desafío para la sociedad, respecto de la educación y políticas públicas en materia de vida saludable y enfermedades relacionadas con los estilos de vida.

Por otro lado, existe una contradicción entre los chilenos en cuanto al sedentarismo. El 60 % presenta gran interés por el bienestar, la vida sana y el ejercicio, considerando, dentro sus parámetros, que lleva una vida muy saludable. Sin embargo, el 61 % de los chilenos no practica ningún deporte o actividad física

[25] El IMC es el peso de una persona en kilogramos dividido por el cuadrado de altura en metros.
[26] Fuente: Centers for Disease Control and Prevention `https://www.cdc.gov/obesity/data/adult.html`

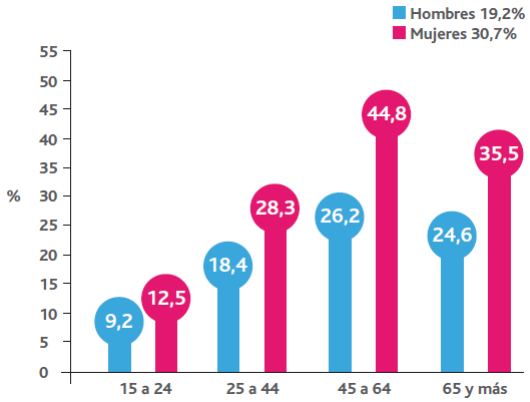


Figura 3.5: Porcentaje de prevalencia de la obesidad en Chile de adultos según edad y sexo 2010.
(Fuente: Encuesta Nacional de Salud MINSAL, 2010)

regularmente (Fundación Chile, 2016). La falta de tiempo es la causa principal del sedentarismo. El 50 % de los chilenos siente que no hace deporte, porque no tiene tiempo y un 29 % simplemente no tiene ningún incentivo para ejercitarse. Sin embargo, existe un gran potencial para aumentar los niveles de actividad física en Chile, dado que un 71 % de los chilenos sí tiene la motivación, y con las oportunidades necesarias, un grupo importante de chilenos podría salir de esta inercia sedentaria.

Si bien Chile ha dedicado esfuerzos para atacar el problema de la obesidad con diversos programas de promoción de la salud (Ministerio de Salud de Chile, 2011), estos no han sido suficientes para alcanzar las metas propuestas. La meta para el año 2010 contempló reducir la prevalencia de obesidad en escolares de primero básico de 16 % a 12 % sin embargo, las últimas cifras de ese año muestran que la prevalencia es de un 23,2 % (Fundación Chile et al., 2012).

Los cambios necesarios para revertir la epidemia de la obesidad van a requerir de la intervención integrada de múltiples actores a diferentes niveles; que incorpore cambios de comportamiento a nivel individual; intervenciones en el ambiente cercano de los individuos como colegios, hogares, y lugares de trabajo; hasta cambios sistemáticos en los sectores productivos como los servicios de alimentación, la agricultura, los sistemas de transporte, los sistemas educacionales y la planificación urbana.

3.1.6. Alimentos ultra-procesados

La relación entre el sistema mundial de alimentos y el rápido aumento mundial de la obesidad y enfermedades relacionadas aún no se conoce bien. Actualmente, los productos ultraprocesados dominan el suministro de alimentos en los países de ingresos altos, y su consumo está aumentando rápidamente en los países de ingresos medios. El ultraprocesamiento es un tipo de proceso que crea productos alimenticios atractivos e hiperadaptables, que son generalmente densos en energía, grasos, azucarados o salados y generalmente obesogénicos [27].

La principal causa que está configurando el sistema alimentario mundial es la fabricación transnacional de alimentos, el comercio al por menor y las corporaciones de servicios de comida rápida, cuyos negocios se basan en productos ultraprocesados altamente rentables y altamente promocionados, muchos en forma de *snacks*[28] (Monteiro et al., 2013).

Prácticamente todos los alimentos que se consumen en la actualidad se procesan de alguna manera. Si el procesamiento se define como el conjunto de métodos para hacer los alimentos crudos más comestibles y agradables, o para preservarlos para el consumo posterior, entonces se han procesado los alimentos a lo

[27] Un ambiente obesogénico se puede definir como "la suma de las influencias que el entorno, las oportunidades o las condiciones de vida tienen en la promoción de la obesidad de los individuos o de las poblaciones"[

[28] Golosinas, refrigerios o bocadillos procesados, ya sean dulces o salados.

largo de toda historia de la humanidad. El procesamiento de alimentos ha desempeñado un papel central en la evolución y la adaptación humanas, por su contribución para asegurar suministros adecuados de alimentos nutritivos y, por consiguiente, el desarrollo de las sociedades y civilizaciones, la protección de la salud y el bienestar, y el logro del bienestar social y emocional al compartir las comidas.

A partir de la industrialización, en particular en la segunda mitad del siglo pasado, el procesamiento de alimentos se ha desarrollado a gran velocidad y se ha transformado profundamente, gracias a la ciencia de los alimentos y otros tipos de tecnología. Dicha transformación obliga a un examen riguroso del efecto que tienen todas las formas de procesamiento de alimentos sobre los sistemas y suministros de alimentos; los hábitos y patrones de alimentación; y la nutrición, la salud y el bienestar.

No es que los alimentos sean saludables o no sencillamente por el hecho de estar "procesados", muchos tipos de procesamiento son indispensables, beneficiosos o inocuos. En cambio, otros son perjudiciales, tanto para la salud humana como de otras maneras. Una comprensión cabal de la importancia del procesamiento de los alimentos depende y puede derivarse de una clasificación de los suministros de alimentos y patrones de alimentación que distinga los tipos y los usos del procesamiento.

El sistema NOVA (Moubarac et al., 2014) agrupa los alimentos según la naturaleza, la finalidad y el grado de procesamiento. Comprende cuatro grupos que se mencionan a continuación:

1. Alimentos sin procesar o mínimamente procesados
2. Ingredientes culinarios procesados
3. Alimentos procesados
4. Productos ultraprocesados

Los productos ultraprocesados son formulaciones industriales elaboradas a partir de sustancias derivadas de los alimentos o sintetizadas de otras fuentes orgánicas. En sus formas actuales, son inventos de la ciencia y la tecnología de los alimentos industriales modernas. La mayoría de estos productos contienen pocos alimentos enteros o ninguno. Vienen listos para consumirse o para calentar y, por lo tanto, requieren poca o ninguna preparación culinaria (OPS y OMS, 2015).

Figura 3.6: Comida Procesada
(Fuente: Blog TDC Nutrición)

Algunas sustancias empleadas para elaborar los productos ultraprocesados, como grasas, aceites, almidones y azúcar, derivan directamente de alimentos. Otras se obtienen mediante el procesamiento adicional de ciertos componentes alimentarios, como la hidrogenación de los aceites (que genera grasas trans tóxicas), la hidrólisis de las proteínas y la "purificación" de los almidones. Numéricamente, la gran mayoría de los ingredientes en la mayor parte de los productos ultraprocesados son aditivos (aglutinantes, cohesionantes, colorantes, edulcorantes, emulsificantes, espesantes, espumantes, estabilizadores, "mejoradores" sensoriales como aromatizantes y saborizantes, conservadores, saborizantes y solventes). A los productos ultraprocesados a menudo se les da mayor volumen con aire o agua. Se les puede agregar micronutrientes sintéticos para "fortificarlos".

Algunos ejemplos de productos ultraprocesados son las papas fritas en paquete y muchos otros tipos de productos grasos, snacks empaquetados, helados, chocolates y caramelos, cereales endulzados para el desayuno; barras "energizantes", bebidas azucaradas, y un largo etcétera.

Estos alimentos son problemáticos para la salud humana por distintas razones: tienen una calidad nutricional muy mala y, por lo común, son extremadamente sabrosos, a veces hasta casi adictivos; imitan los alimentos y se los ve erróneamente como saludables; fomentan el consumo de snacks; se anuncian y comercializan de manera agresiva; y son cultural, social, económica y ambientalmente destructivos.

El aumento de la producción y el consumo de productos ultraprocesados también puede tener impactos sociales, culturales y ambientales negativos. A medida que aumenta la intensidad del procesamiento de alimentos, típicamente también lo hace el requerimiento de insumos de energía, directamente en el proceso

mismo e indirectamente en envasado y transporte. Además, el reemplazo de las comidas preparadas en casa con platos listos para calentar y servir, bocadillos y refrescos dan como resultado el debilitamiento de las culturas alimentarias tradicionales, la pérdida de la diversidad culinaria y el deterioro de la vida familiar, entre otros efectos adversos (Moubarac et al., 2013).

En América Latina, la mayoría de los productos ultraprocesados se venden cada vez más en las tiendas pequeñas de barrio o menudeo, los supermercados convencionales y los llamados hipermercados (combinaciones de tienda de departamentos con supermercado). El mercado de varios de los principales productos ultraprocesados es oligopolístico y a menudo está dominado por grandes empresas multinacionales. Perú y Brasil son los países con la tasa de crecimiento más rápida en ventas de productos ultraprocesados y son los primeros consumidores de comida rápida en América Latina (OPS y OMS, 2015).

Las ventas de productos ultraprocesados aumentan con la urbanización y cuando los gobiernos nacionales abren sus países a la inversión extranjera y eliminan la regulación de los mercados (desregulación). Si bien el volumen de las ventas se mantiene más elevado en los países de ingresos altos, la tasa de crecimiento entre el 2000 y el 2013 fue más rápida en los países de menores ingresos. Por último, las ventas de productos ultraprocesados se relacionan con el aumento de peso y la obesidad.

3.1.7. Desperdicio de alimentos

Las pérdidas y desperdicios de alimentos se entienden como la disminución de la masa de alimentos para el consumo humano en cualquier punto de la cadena productiva. Las pérdidas suceden principalmente durante la producción, poscosecha, almacenamiento y transporte, mientras que los desperdicios ocurren durante la distribución y consumo, en relación directa con el comportamiento de vendedores mayoristas y minoristas, servicios de venta de comida y consumidores que deciden desechar los alimentos que aún tienen valor.

El último informe del IPCC (Victor et al., 2014) estimaba que las emisiones totales de gases de efecto invernadero eran iguales a 49,5 gigatoneladas de CO_2. De eso, la agricultura, la silvicultura y otros usos productivos de la tierra representan alrededor del 25 %. Los desechos de alimentos son alrededor del 9 %, pero ese valor no corresponde a una sola fuente, más bien una mezcla de emisiones vinculadas a la industria (la producción de fertilizantes), el transporte (desplazamiento de alimentos alrededor), los edificios (para almacenar alimentos), la energía (para refrigerar) y la agricultura contribuyen un poco al total de residuos de alimentos.

Cada año, alrededor de un tercio de todos los alimentos producidos para el consumo humano son perdidos o desperdiciados (FAO, 2013)[29]. Los alimentos que se pierden después de la cosecha, y los alimentos que se desperdician a lo largo de la cadena de distribución y consumo (es decir, el despilfarro de alimentos) dan origen a un doble impacto ambiental adverso que se traduce en una presión indebida sobre los recursos naturales y los servicios ecosistémicos y ocasiona contaminación por el efecto de los descartes alimentarios. El desperdicio de alimentos, entonces, representa una oportunidad tanto para mejorar la seguridad alimentaria mundialcomo para mitigar los impactos ambientales causados por la agricultura.

El 54 % de desperdicio de alimentos en el mundo se produce en las etapas iniciales de la producción, manipulación y almacenamiento post-cosecha. El desperdicio de alimentos por segmento se distribuye como sigue: 28 % en consumo, 28 % en producción, 22 % en manejo y almacenamiento, 17 % en mercado y distribución, 6 % durante el procesamiento.

El desperdicio de alimentos ocupa alrededor del 30 % de la superficie agrícola mundial. Su huella hídrica azul[30] anual es equivalente a 3 veces el volumen del lago de Ginebra. Con estas cifras, una reducción del desperdicio de alimentos a nivel mundial, regional y nacional, tendría un efecto positivo sustancial en los recursos naturales y sociales .

[29] Es decir, unas 1300 millones de toneladas al año aproximadamente.

[30] La Huella hídrica azul del desperdicio alimentario es el consumo total de agua superficial y subterránea para la producción de alimentos. Se expresa en m^3.

Además de los impactos ambientales, las consecuencias económicas directas del desperdicio de alimentos (sin contar pescado y marisco) alcanzan la cantidad de 750000 millones de dólares EEUU anuales (FAO, 2013).

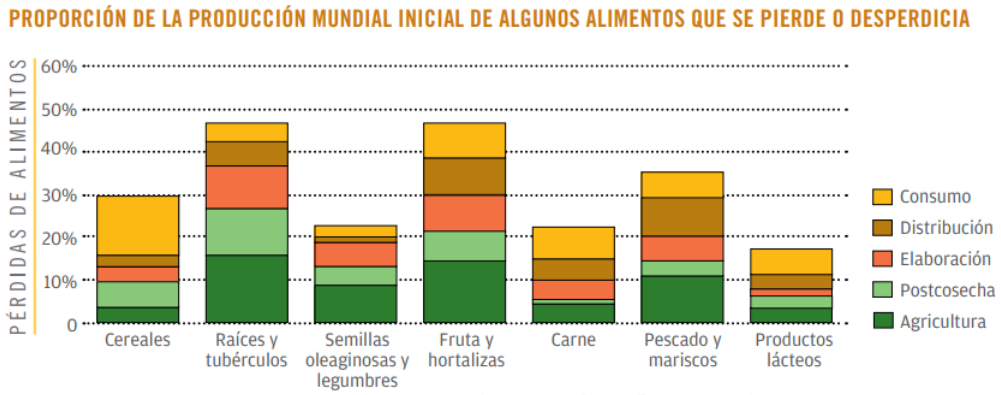


Figura 3.7: Proporción de la producción mundial inicial de algunos alimentos que se pierde o desperdicia.
(Fuente: FAO (2013))

Las pérdidas y desperdicios de alimentos impactan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, reducen la disponibilidad local y mundial de comida, generan pérdidas de ingresos para los productores, aumentan los precios para los consumidores e impactan de manera negativa en su nutrición y salud, y afectan al medio ambiente debido a la utilización no sostenible de los recursos naturales (FAO, 2014).

La generación de residuos urbanos per cápita en Chile está en aumento y en su mayoría se desecha en vertederos, con una tasa de reciclaje bajísima en comparación con los países OCDE[31]. El segundo Boletín de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos de la FAO FAO (2015) indica que en uno de los principales molinos industriales de Chile se pierden 140 toneladas de arroz por año, equivalentes a 9.000 porciones semanales, debido a un deficiente manejo en los diversos procesos de selección y almacenaje con grandes impactos económicos. En el caso de la cosecha de lechugas, el estudio indica que a partir del seguimiento a diez agricultores de la región Metropolitana, se pierden más de 16 mil cultivos por hectárea.

Una estimación cuantitativa de las pérdidas de alimento en la cadena de valor en tres pesquerías artesanales de la región de Valparaíso, muestra que para el caso de la merluza se pierde más de la mitad de la masa total capturada (53 %) y en el caso de la jibia, se estiman más de 24 mil toneladas perdidas por año (44 %).

Las pérdidas y desperdicios de alimentos, son un problema a nivel global que impactan directamente en los sistemas alimentarios. La reducción de estas pérdidas, es clave para erradicar el hambre y mejorar el sistema alimentario y nutricional. La FAO estima que el 6 % de las pérdidas mundiales de alimentos se dan en América Latina y el Caribe, lo que bastaría para alimentar a casi diez veces el total de personas que sufren hambre en la región.

En Chile, estas pérdidas son un síntoma de una serie de otras falencias en el sistema alimentario nacional, principalmente la falta de coordinación en políticas y programas que permitan construir un sistema alimentario más saludable, eficiente e inclusivo. Reducir las toneladas de pérdidas y desperdicios de alimentos que se generan en la cadena alimentaria de Chile, es un paso clave para avanzar a un sistema alimentario nacional más sostenible y eficiente.

Soluciones

Según la FAO (2014), la estrategia para la reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos debiera basarse en tres pilares fundamentales:

[31] Fuente: OCDE (2015), "Municipal waste", OECD Environment Statistics (base de datos).

1. Tecnología, innovación y capacitación para la recopilación de datos, implementación de buenas prácticas e inversiones en materia de infraestructura y capital para mejorar la eficiencia de los sistemas alimentarios.
2. Gobernanza para el establecimiento de marcos normativos, inversión, incentivos y alianzas estratégicas.
3. Información y comunicación a través de campañas de sensibilización a cada uno de los actores de la cadena alimentaria.

3.2. Otros impactos del sistema alimentario en el medio ambiente

Como se ha visto en secciones anteriores, la forma de alimentarse y las decisiones de consumo que eligen las personas impactan al planeta de diferentes maneras, tales como la emisión de GEI (responsables del calentamiento global), el uso y contaminación del agua, uso de energía, contaminación de los suelos, entre otros.

Los alimentos y las bebidas causan entre el 20 y el 30 % de los diversos impactos ambientales del consumo privado. Estos valores incluyen toda la cadena de producción y distribución de alimentos "de la granja a la mesa". Dentro del área de consumo de la alimentación, la carne y los productos cárnicos son los que tienen mayor impacto, seguidos por los productos lácteos (Tukker, 2006).

Algunas de las fuentes de contaminación de la industria alimentaria son (Hamerschlag y Venkat, 2011):

- Ganado y cultivos (emisiones de los animales, degradación de la tierra, deforestación, producción de alimentos para el ganado, uso de agua y energía).
- Transporte y distribución de alimentos (combustible utilizado y emisiones del sistema de transporte elegido).
- Cambio de uso de la tierra (acidificación, degradación)
- Uso de fertilizantes y químicos (eutrofización, pérdida de biodiversidad, efectos en la salud humana).
- Desperdicio de alimentos (emisiones de GEI de los residuos de alimentos en vertederos).
- Refrigeración y preparación de los alimentos (uso de energía).

3.2.1. Emisiones de GEI

El calentamiento antropogénico se debe principalmente a las emisiones de GEI, como el CO_2, el metano y el óxido nitroso, siendo la agricultura el principal contribuyente de los 2 últimos gases. Otras partes del sistema alimentario contribuyen a las emisiones de CO_2 que emanan del uso de combustibles fósiles en el transporte, procesamiento, venta al por menor, almacenamiento y preparación (Carlsson-Kanyama y González, 2009).

Las estimaciones indican que el sistema alimentario en su conjunto contribuye entre un 15 y un 28 % a las emisiones globales de GEI en los países desarrollados, con todas las etapas de la cadena de suministro, desde la producción agrícola hasta el procesamiento, la distribución y el comercio minorista representando una parte (Garnett, 2013).

La producción agrícola es la principal contribución a los impactos globales, que representan casi la mitad de las emisiones de GEI relacionadas con los alimentos en los países desarrollados y más (en términos relativos) en las regiones en desarrollo donde las cadenas de suministro poscosecha están menos desarrolladas. Si bien los impactos directos de la agricultura (a partir de las emisiones de CH4 y N2O) contribuyen alrededor del 10-12 % de las emisiones globales, también hay impactos indirectos a considerar. La deforestación inducida por la agricultura provoca la liberación de CO2 a la atmósfera, y teniendo esto en cuenta añade un 6-17 % más a la parte agrícola de la carga. Una vez que se suman todos los impactos directos e indirectos, se calcula que la contribución de la agricultura al total de emisiones globales representa hasta el 30 %.

Según un informe publicado por la FAO, el sector ganadero genera más emisiones de gases de efecto invernadero, medido en equivalente de CO_2 (18 %) que el transporte. También es una fuente importante de degradación de la tierra y el agua (Steinfeld et al., 2006).

En Chile la huella de carbono era de 75.501.420 [tCO_2e] en el año 2000 y en 2013 pasó a 109.908.770 [tCO_2e][32] aumentando en más de un 45 %, uno de los aumentos más altos de GEI en la OCDE. Por otra parte, la cuota doméstica de la huella de GEI chilena representa un 73 %, siendo el principal emisor el sector de transporte(27 %) seguido de la comida(26 %) y los servicios(12 %) (Hertwich y Peters, 2009).

Un estudio de las emisiones de los principales GEI en la producción y consumo de alimentos (CO_2, metano y óxido nitroso) de Carlsson-Kanyama y González (2009) concluyó que para los alimentos a base de plantas (con la excepción del arroz), las emisiones de CO_2 suelen ser la contribución dominante y con el óxido nitroso presente en porcentajes pequeños. Para los alimentos a base de animales y el arroz, los gases que no son CO_2 contribuyen significativamente. Además, los alimentos vegetales a base de hortalizas, cereales y leguminosas presentan las emisiones de GEI más bajas con la excepción de las transportadas por aviones. Los productos de origen animal, incluyendo los productos lácteos, están asociados con mayores emisiones de GEI que los productos vegetales, y las emisiones más altas se producen en las carnes de los rumiantes. La carne de gallina y los huevos son productos cárnicos más amigables con el medioambiente.

Existen varias herramientas online para calcular la huella de carbono de diversos productos utilizando la metodología de ACV. Como ejemplos se pueden mencionar la calculadora de huella de carbono de los alimentos de CleanMetrics Corp, que utiliza mayormente datos de EE.UU. y Canadá, The Food Carbon Footprint Calculator para Reino Unido, entre otras.

3.2.2. Huella hídrica del sistema alimentario

El agua es un elemento de la naturaleza vital, indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que hacen posible la vida en el planeta. La sociedad recurre al agua para generar y mantener el crecimiento económico y la prosperidad, a través de actividades tales como la agricultura, la pesca comercial, la producción de energía, la industria, el transporte y el turismo.

En el contexto actual, la escasez de agua dulce se percibe cada vez más como un riesgo sistémico global. Dos tercios de la población mundial (4 mil millones de personas) viven bajo condiciones de escasez de agua severa por lo menos 1 mes del año. Casi la mitad de esas personas viven en la India y China. Medio billón de personas en el mundo se enfrentan a una severa escasez de agua durante todo el año. La reducción de la amenaza que plantea la escasez de agua en la biodiversidad y el bienestar humano será clave para poner límites al consumo de agua por cuenca hidrográfica, aumentar la eficiencia del uso del agua y compartir mejor los limitados recursos de agua dulce (Mekonnen y Hoekstra, 2016).

La producción primaria de alimentos requiere grandes cantidades de agua. Más de dos tercios de toda la extracción de agua dulce en todo el mundo (y hasta el 90 % en algunos países) va hacia la producción de alimentos (Tukker, 2006). Según un informe reciente de la ONU[33] el mundo sólo tendrá el 60 % del agua que necesita para 2030 si no se realizan cambios significativos en las políticas mundiales.

Cada persona requiere entre 2 y 5 litros diarios para beber, pero para producir los alimentos que necesita diariamente, se deben emplear entre 3.000 y 5.000 litros de agua. No es de extrañar entonces, que la agricultura sea el mayor consumidor de agua. En el mundo, la agricultura emplea alrededor del 70 % del agua que se extrae de las diversas fuentes (Fundación Chile, 2017). Las actividades agrícolas son responsables de mucha contaminación del agua, relacionada particularmente con la contaminación por agroquímicos, nutrientes y microbios peligrosos (patógenos) (Tukker, 2006).

Debido al crecimiento geográfico y el incremento de la población urbana, el futuro del uso agrícola del agua presenta retos mayores. Para 2050, la demanda de alimentos se duplicará. En plazo tan breve como 2030, se requiere incrementar la producción de alimentos en un 50 %. Se estima que para ese año, casi 55 %

[32]Fuente: OCDE (2016), "Greenhouse gas emissions by source", OECD Environment Statistics (base de datos).

[33]Fuente: WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO.

de la población del mundo dependerá de importaciones de alimentos como resultado de la escasez de agua en sus países[34], todo ello en un ambiente de mayor volatilidad de los precios.

Si no se hacen cambios sustanciales en la agricultura, la demanda de agua para el uso agrícola aumentará entre un 70 y un 90 % para el año 2050 [35]. Las soluciones consisten principalmente en incrementar la productividad del agua (es decir la producción en toneladas por unidad de agua empleada), sin embargo, se requieren políticas y estímulos específicos ya que no es un proceso tan automático. De lo contrario, algunas regiones experimentarán mayor escasez de alimentos.

En América Latina y el Caribe (ALC), los productos prioritarios relacionados con la escasez de agua azul identificados según un estudio de Mekonnen et al. (2015) fueron el trigo, los cultivos forrajeros y la caña de azúcar. El sector doméstico es prioritario en relación con la contaminación del agua por nitrógeno. El promedio de la HC por consumidor en ALC es 28 % mayor que el promedio global y varía mucho. Sin embargo, el consumo de agua en la producción de cultivos podría reducirse en un 37 % y la contaminación del agua relacionada con el nitrógeno en un 44 % si las huellas de agua se redujeran a ciertos niveles de referencia especificados.

El estudio muestra que la HC total de la producción nacional en la región fue 1162 mil millones m^3/año en el período 1996-2005. La producción de cultivos aportó el 71 %, seguida por el pastoreo (23 %). Cinco cultivos-maíz, soja, caña de azúcar, cultivos forrajeros y café- representan el 61 % del total de la HC de la producción agrícola. Alrededor del 21 % de la HC en la región está relacionada con la producción para la exportación. Alrededor del 78 % de la exportación virtual total de agua se relaciona con la exportación de soja, café, algodón, productos ganaderos y caña de azúcar, y la mayor parte se destinó a la UE (36 %), Estados Unidos (22 %) y China (8 %).

Una cantidad importante del agua extraída para la agricultura se pierde en pérdidas de conducción o parcelarias. La eficiencia del uso del agua en la agricultura en el mundo es aún muy baja (generalmente menor al 50 %), por lo que una de las prioridades para una buena gestión del agua, es la modernización de los sistemas de riego, tanto en las redes de conducción y distribución como en el uso parcelario (Fundación Chile, 2017). En Chile, la agricultura emplea el 77.8 % del uso consuntivo[36] de agua, con una eficiencia promedio de entre 45 y 60 % en las regiones norte y centro, donde se registra la mayor escasez.

Sumando las comidas y bebidas ingeridas y las distintas actividades realizadas cada día, el consumo diario de agua de un chileno promedio asciende a 125-200 litros. Esta cifra se eleva hasta más de 600 litros en el sector oriente de la capital, donde el consumo per cápita es más alto [37].

La huella hídrica per cápita del sector agrícola nacional equivale a 572,8 m3/hab/año, muy por debajo del promedio a nivel mundial, que alcanza los 907 m3/hab/año (Donoso y Franco, 2013). El 88 % del recurso en la zona central es consumido por el sector silvoagropecuario y el 72,5 % de la contaminación del agua se produce en el sector doméstico.

En la Tabla 3.1 se muestra la Huella de agua de algunos productos agrícolas (referencia de valores internacionales) [38].

La demanda de agua supera la oferta en el norte y centro de Chile y los servicios de tratamiento de aguas residuales aumentaron considerablemente en los últimos años. Más que un déficit hídrico es un déficit de infraestructura, el 84 % del recurso hídrico disponible en regiones con aptitud de riego se vierte en el mar sin regulación (Donoso y Franco, 2013). Las aguas residuales, la escorrentía agrícola y la piscicultura son las principales fuentes de contaminación del agua en Chile. Por otro lado, el uso de productos químicos agrícolas también aumentó.

[34]Fuente: World Economic Forum. (2011). Water Security. The water-food-energy nexus. London: Island Press.

[35]Fuente: Evaluación exhaustiva del manejo del agua en la agricultura. (2007). Agua para la alimentación. Agua para la vida. Eartscan y Colombo: Instituto Internacional del Manejo del Agua.

[36]Es el uso del agua que no se devuelve en forma inmediata al ciclo del agua. En agricultura, el uso consuntivo es el agua que se evapora del suelo, el agua que transpiran las plantas y el agua que constituye el tejido de las plantas. Ejemplo: agua para riego.

[37]Fuente: Gobierno de Chile (2014). Cuidemos el agua: Cifras y recomendaciones

[38]Fuente: (Mekonnen y Hoekstra, 2011). Este estudio cuantifica la huella de agua verde, azul y gris de la producción mundial de cultivos para el período 1996-2005.

Tabla 3.1: Huella de agua de diversos productos agrícolas
(Fuente: Water Footprint Network, (Mekonnen y Hoekstra, 2011))

Productos agrícolas	Litros de huella de agua por kilo o litro de producto
Tomates	214
Papas	287
Cerveza	298
Naranjas	560
Manzanas	822
Vino	870
Nectarines	910
Leche	1.020
Pan	1.608
Arroz	2.497
Queso	3.178
Huevos	3.300
Carne de pollo	4.325
Carne de vacuno	15.400

El problema de la escasez de agua es global, pero los impactos y soluciones sobre el recurso tienen que ser medidos e implementados a nivel local para que sean efectivos. La medición de la huella hídrica es una herramienta que permite la identificación de *hotspots* o puntos críticos para focalizar la gestión del recurso.

Finalmente, las soluciones deben venir de todos los sectores; entidades gubernamentales, empresas y ciudadanos, y acompañadas de una toma de conciencia de la importancia de este recurso.

3.2.3. Uso de tierra y deforestación

En el decenio de 1990, la superficie forestal mundial se redujo unos 94.000 kilómetros al año, superficie equivalente a la del Portugal. La mayor parte de las tierras desbrozadas y quemadas se destinaron al cultivo y al pastoreo. Particularmente en América Central y América del Sur, la expansión de los pastizales para la producción ganadera ha sido una de las causas de esta enorme destrucción (FAO, 2010).

La deforestación causa daños ambientales incalculables, porque libera miles de millones de toneladas de CO_2 en la atmósfera y causa la extinción de miles de especies todos los años.

Comúnmente, el proceso de deforestación comienza con la construcción de carreteras que atraviesan los bosques y los abren a la tala y la minería. Una vez desbrozado el bosque a lo largo de la carretera, llegan los agricultores comerciales o de subsistencia y comienzan a producir cultivos. Pero el suelo de los bosques tiene muy pocos nutrientes y es demasiado frágil para sustentar los cultivos durante mucho tiempo. Al cabo de dos o tres años, los suelos se han agotado, la producción disminuye y los agricultores dejan crecer la hierba y se van a otra parte. Entonces llegan los productores de ganado (FAO, 2010).

La ganadería utiliza el 70 % de las tierras agrícolas en general y un tercio de las tierras cultivables y, como tal, desempeña un papel destacado en la liberación de CO_2 y la pérdida de biodiversidad causada por la deforestación. Por ejemplo, la ganadería y la producción de soja (destinadas a la alimentación animal) son los principales impulsores de la deforestación en la frágil región amazónica (Garnett, 2013), (Greenpeace, 2009).

La soja y la pastura son productos prioritarios relacionados con la deforestación (Mekonnen et al., 2015). Entre 1994 y 2004, la superficie destinada al cultivo de la soya en América Latina se duplicó con creces y superó los 39 millones de hectáreas. Esta tendencia obedece sobre todo al gran incremento de la demanda de productos pecuarios, que hizo triplicar la producción mundial de carne entre 1980 y 2002 (FAO, 2010).

El exceso de pastoreo y la pérdida de nutrientes convierten las tierras del bosque lluvioso, que antes eran un depósito de biodiversidad, en terrenos estériles. La conversión de las tierras deforestadas en pastizales a menudo agrava el daño.

Las repercusiones ambientales de la deforestación y la conversión en praderas son las siguientes (FAO, 2010):

- **Emisiones de CO_2**: todos los años, la tala y la quema de bosques libera en la atmósfera miles de millones de toneladas de GEI. Como los árboles absorben el carbono de la atmósfera y lo convierten en tejido leñoso, la deforestación también contribuye a la acumulación de gases al destruir valiosos "sumideros de carbono". Las praderas en las que sólo crecen pastos nativos y donde pastan los bovinos absorben considerablemente menos carbono que casi todos los demás sistemas agrícolas, incluidos los pastizales en los que se producen pastos muy vigorosos o arbustos y árboles para proporcionar forrajes.
- **Pérdida de biodiversidad**: en los bosques tropicales viven más de 13 millones de especies distintas, que representan más de dos tercios del total de las plantas y los animales que hay en el mundo. Los expertos estiman que en el curso de un decenio se extingue entre el 2 por ciento y el 5 por ciento del total de las especies de los bosques lluviosos, debido en gran parte a la pérdida de su hábitat por causa de la deforestación. Los monocultivos de pastizales son inhóspitos para muchas especies de aves e invertebrados, que necesitan hábitats distintos.
- **Degradación del suelo**: los frágiles suelos forestales pueden sustentar una vida abundante porque las hojas y las ramas que caen proporcionan nutrientes, el follaje forestal les brinda protección contra el sol y las lluvias, y las estructuras de las raíces evitan la erosión. Cuando no hay árboles, el suelo se agota rápidamente. Los pastos nativos ofrecen pocos nutrientes y escasa protección al suelo, y el exceso de pastoreo acelera la pérdida de nutrientes y la erosión.
- **Contaminación del agua**: los bosques suelen funcionar como purificadores naturales del agua al filtrarse ésta a través del suelo que mantienen firme las complejas estructuras de las raíces de diversas capas de árboles. Sin la protección del follaje y las raíces, el suelo pierde la capacidad de mantener el agua, que a menudo se escurre hacia las corrientes y los ríos.

Urgen políticas eficaces para desalentar la expansión de la ganadería en las zonas boscosas y promover sistemas sostenibles de pastoreo que frenen el ciclo de degradación y abandono de los bosques talados.

Aceite de palma

El aceite de palma es un aceite de origen vegetal presente en la mayoría de los productos ultra-procesados y en platos preparados. En total, se producen anualmente decenas de millones de toneladas de aceite de palma, lo que representa más del 30 % de la producción mundial de aceite vegetal. Es el segundo tipo de aceite con mayor volumen de producción, siendo el primero el aceite de soja [39].

Este aceite vegetal se encuentra en aproximadamente 40-50 % de productos para el hogar en muchos países desarrollados. El aceite de palma puede estar presente en una amplia variedad de productos, incluyendo productos horneados, confitería, champú, cosméticos, agentes de limpieza, detergentes para lavar y pasta de dientes.

La palma aceitera es uno de los cultivos ecuatoriales más rápidamente en expansión del mundo. Los dos mayores países productores de palma aceitera, Indonesia y Malasia, están ubicados en el sudeste asiático, una región con numerosas especies endémicas y forestales (Koh y Wilcove, 2008), juntos representan el 85 % de la producción mundial de aceite de palma.

El cultivo de la palma aceitera tiene varios beneficios para países como Indonesia o Malasia, debido a su alto rendimiento, proporción de empleo y variados usos (en cocina, cosméticos y biocombustibles), que la convierten en un negocio lucrativo. Sin embargo, ha sido criticado por su impacto medioambiental, que

[39] Fuente: United States Department of Agriculture, Agricultural Statistics 2004.

incluye deforestación, pérdida de hábitats naturales de especies en peligro y por su contribución a la emisión de GEI.

En Indonesia, el principal productor de aceite de palma, las plantaciones de palmas aceiteras a menudo reemplazan los bosques tropicales, exterminan especies en peligro de extinción (como el orangután o el tigre de Sumatra), desplazan comunidades locales y contribuyen a la emisión de gases responsables del calentamiento global (Worldwatch Institute, 2009).

En muchas ocasiones las plantaciones de palma se implantan tras la destrucción de grandes extensiones de selvas tropicales, en Malasia al menos el 56 % de la expansión es a costa de bosques (Koh y Wilcove, 2008). Esta destrucción acelera el cambio climático y lleva a especies amenazadas, como el orangután o el tigre de Sumatra, al borde de la extinción. La conversión de bosques primarios o secundarios en palma aceitera puede dar como resultado pérdidas significativas de biodiversidad, mientras que la conversión de tierras de cultivo preexistentes resulta en menos pérdidas (Koh y Wilcove, 2008).

Las plantaciones de palma aceitera soportan menos especies que los bosques ya menudo también menos que otros cultivos arbóreos. Otros impactos negativos incluyen la fragmentación del hábitat y la contaminación, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Con el aumento de la demanda de aceites vegetales y biocombustibles, y la fuerte superposición entre las áreas adecuadas para la palma aceitera y las de mayor importancia para la biodiversidad, sólo se evitarán pérdidas sustanciales de biodiversidad si la futura expansión de la palma aceitera se gestiona para evitar la deforestación (Fitzherbert et al., 2008).

3.2.4. Uso de plásticos y otros materiales

Los plásticos se han convertido en un material ampliamente utilizado en la economía moderna, combinando propiedades funcionales con bajo costo. Su uso se ha multiplicado por 20 en el último medio siglo y se espera que vuelva a duplicarse en los próximos 20 años (World Economic Forum, 2016). Hoy en día casi todas las personas, de todas partes, entran en contacto con plásticos a diario, especialmente los envases de plástico.

El mayor mercado de plásticos es el envasado, una aplicación cuyo crecimiento se aceleró con un cambio global desde contenedores reutilizables a contenedores de un solo uso (Geyer et al., 2017). Los envases de alimentos representan casi dos tercios del volumen total de residuos de envases, en parte porque la comida es la única clase de producto consumida 3 oo más veces al día por cada persona. Además, el envasado de alimentos es aproximadamente el 50 % (en peso) de las ventas totales de envases (Marsh y Bugusu, 2007). Los materiales usados incluyen vidrio, metal, plástico, papel y cartón.

Los envases poseen varios beneficios para la seguridad alimentaria. Las funciones principales del envasado de alimentos son proteger los productos alimenticios de las influencias y daños externos, contener los alimentos y proporcionar a los consumidores información sobre los ingredientes y nutricional. La trazabilidad, la conveniencia y la indicación de manipulación indebida son funciones secundarias. El objetivo del envasado de alimentos es contener los alimentos de una manera rentable que satisfaga las necesidades de la industria y los deseos del consumidor, mantenga la inocuidad de los alimentos y minimice el impacto ambiental (Marsh y Bugusu, 2007). Sin embargo, la acumulación de plástico y otros materiales no degradables ha tenido un coste ecológico y social altísimo, especialmente en la etapa de término de su vida útil.

Existe un *trade-of* ambiental entre el uso de envases y el desperdicio de alimentos, ya que los envases ayudan a conservar los alimentos por más tiempo, pudiendo ahorrar dinero y recursos, pero su producción también requiere recursos y su disposición final genera variados problemas. Por otra parte, botar los artículos significa que el agua, el combustible, el fertilizante y otros insumos que se utilizaron en ellos se desperdician también, además de la generación de GEI en sus procesos.

Cada año, al menos 8 millones de toneladas de plásticos se filtran en el océano, lo que equivale a descargar el contenido de un camión de basura en el océano cada minuto. Si no se toman medidas, se espera que aumenten a dos por minuto en 2030 y cuatro por minuto en 2050. Las estimaciones sugieren que los envases de plástico representan la mayor parte de esta cifra. Se estima que hay más de 150 millones de toneladas de plásticos en el océano hoy en día. En un escenario normal (*business-as-usual*), se espera que el

océano contenga 1 tonelada de plástico por cada 3 toneladas de peces en 2025, y en 2050, más plásticos que peces (en peso) (World Economic Forum, 2016).

Se desconoce la cantidad exacta de plásticos en los mares pero se estiman unos 5-50 billones de fragmentos de plástico, sin incluir los trozos que hay en el fondo marino o en las playas. El 80 % del plástico en los océanos proviene de tierra. En cuanto a su distribución, el 70 % queda en el fondo marino, el 15 % en la columna de agua y el 15 % en la superficie (Greenpeace España, 2016), por lo tanto lo que se ve es sólo la punta del iceberg.

Los plásticos a menudo contienen una mezcla compleja de sustancias químicas, de los cuales algunos plantean preocupaciones acerca de posibles efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente (World Economic Forum, 2016).

La mayoría de los monómeros utilizados para fabricar plásticos, como el etileno y el propileno, se derivan de hidrocarburos fósiles y ninguno de los plásticos de uso común es biodegradable (Geyer et al., 2017). Los componentes de los plásticos, así como los productos químicos y metales que absorben, pueden trasladarse a los cuerpos de los organismos marinos tras el consumo, donde pueden concentrarse y subir la cadena alimenticia, en última instancia, a los seres humanos (Seltenrich, 2015).

Las piezas de plástico tienen impactos en la vida marina ampliamente documentados, éstos incluyen enredos, asfixia, estrangulación o desnutrición (tras ser ingeridos y bloquear el estómago o intestino del animal). Los microplásticos pueden ser ingeridos por la fauna marina, causando problemas tanto por su presencia física en el intestino como a causa de los contaminantes químicos que llevan.

Últimamente se ha puesto un foco especial en la problemática de los microplásticos, que son fragmentos inferiores a 5 mm (ya sea porque provienen de la rotura de piezas más grandes, o porque se fabrican directamente en ese tamaño. Hay billones de estos microplásticos flotando en el océano, generando impactos desde las especies más pequeñas, que son la base de la red trófica marina, hasta acabar en el último eslabón de la cadena alimentaria: los seres humanos.

El proceso es el siguiente: las aguas residuales y de lluvia transportan microplásticos a las vías fluviales, los objetos plásticos se descomponen en pedazos más pequeños por la acción de la luz del sol y de la marea. Los plásticos marinos se confunden a menudo como alimento, siendo ingeridos por diversas especies. Los compuestos persistentes[40], bioacumulativos y tóxicos en agua de mar suelen ser absorbidos por los plásticos. Al mismo tiempo, los constituyentes de los propios plásticos, tales como aditivos, penetran en los tejidos de organismos que consumen las partículas (Seltenrich, 2015).

Se necesita más investigación para saber cómo estos procesos afectan en última instancia a las cargas corporales en los seres humanos. Sin embargo, la bioacumulación puede ser amplificada por los plásticos que transfieren contaminantes a los organismos marinos (peces grandes que comen a los pequeños, a su vez contaminados).

Tanto los macroplásticos como los microplásticos tienen impactos económicos en distintos sectores. La pesca fantasma derivada de los aparejos de pesca abandonados constituye el mayor impacto de los macroplásticos en las pesquerías. Se denomina pesca fantasma debido a que las redes y trampas abandonadas continúan capturando peces y crustáceos, provocando niveles significativos de mortalidad de stocks comerciales que, en muchos casos ya tienen una elevada presión pesquera y también incrementa los costes de reparación de las redes (Greenpeace España, 2016). El sector turístico también se ve afectado, y las autoridades locales deben gastar en la limpieza de las playas y zonas costeras.

Es necesario transformar la manera en que los plásticos se mueven a través de la economía, replanteando el sistema actual hacia una economía circular (World Economic Forum, 2016), un nuevo modelo basado en la creación de vías de reutilización eficaces para los plásticos, reducir drásticamente las fugas de plásticos en los sistemas naturales, y encontrar alternativas al petróleo crudo y al gas natural como materia prima de la producción de plásticos, entre otras medidas.

[40] Los contaminantes orgánicos persistentes (COP), conocidos también por su acrónimo inglés POPs (Persistent Organic Pollutants), son sustancias químicas: Persistentes, ya que tienen una elevada permanencia en el medio ambiente, al ser resistentes a la degradación.

4 | Relación Comida, Salud e Impacto Ambiental

Mucho se ha hablado de la energía y el transporte como factor de cambio hacia una sociedad amigable con el medio ambiente, sin embargo, acciones cotidianas como la elección de alimentos pueden incidir en gran parte sobre las emisiones de GEI, uso de recursos y otros impactos ambientales a nivel personal y local. Esta elección podría incluso, reducir las emisiones de GEI más que cualquier otro avance tecnológico.

Con la creciente preocupación pública por el cambio climático, existe una demanda por información y oportunidades para que los consumidores reduzcan su huella de carbono y puedan tomar medidas como consumidores responsables. Actualmente, se dispone de los medios necesarios para reducir las emisiones asociadas a los alimentos a través de una elección inteligente de la dieta, sin embargo, las personas todavía no están conscientes del peso de sus elecciones de consumo, y las compañías productoras están incorporando el factor medioambiental de manera relativamente lenta.

Por otro lado, la salud en Chile y el mundo es un tema de suma importancia, que se ha agravado con el aumento de los indices de estrés, sedentarismo, obesidad y enfermedades asociadas. La situación a nivel escolar y preescolar es preocupante en Chile, donde los índices de obesidad se ubican entre los más altos del mundo. Los problemas de salud lo son tanto para los gobiernos como para los ciudadanos, ya que afecta física, económica y socialmente a la persona afectada, su familia y al Estado, quien invierte un porcentaje de su presupuesto en salud pública y en generar políticas y programas que promuevan un estilo de vida más saludable, así como la prevención de enfermedades.

Además de las mejoras técnicas y la reducción de las pérdidas de alimentos en la cadena alimentaria, los cambios en la dieta ofrecen oportunidades prácticas para reducir los impactos ambientales en el sector agroalimentario a un costo relativamente bajo. Sin embargo, para que ésta reducción sea fructífera, es necesario combinar los requerimientos nutricionales con bajos impactos ambientales, ideando una dieta sana y sostenible, que considere las tendencias locales de alimentación, el acceso a los alimentos y la cultura local.

4.1. Alimentación y Salud

Hoy en día las personas están conscientes de que existe una relación entre la alimentación y la salud, aunque ésta sea compleja. De hecho, la mayoría de las personas asocian mantener una dieta equilibrada con una buena salud y una dieta desequilibrada con diversos tipos de problemas de salud. Los avances que han experimentado las ciencias de la alimentación y de la nutrición en las últimas décadas revelan la importancia que tiene llevar a cabo una alimentación adecuada como una de las mejores vías de promoción de la salud y del bienestar físico y emocional.

Si bien la seguridad alimentaria[41] y la inocuidad de los alimentos han sido históricamente las

[41] La "seguridad alimentaria" sugiere la adecuación de los alimentos a la sociedad, la distribución equitativa, el suministro confirmado, el acceso equitativo, las fuentes sostenidas, etc. Un suministro seguro de alimentos.

principales preocupaciones de las políticas alimentarias públicas, en las últimas décadas las tendencias del consumo se han asociado con un aumento de las enfermedades crónicas relacionadas con los alimentos, como la obesidad, el cáncer y enfermedades coronarias. La abundancia de alimentos plantea nuevos desafíos a las autoridades de salud pública, en la mayoría de los países desarrollados, pero también en varios países en desarrollo.

La dieta es un determinante importante de la salud humana. Muchas de las personas más pobres del mundo tienen dietas inadecuadas, y podrían mejorar la salud al incluir más ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas y proteínas de pescado y carnes en sus dietas, además de añadir calorías y proteínas de fuentes de nutrientes apropiadas. Por el contrario, las dietas de muchas personas con ingresos moderados y altos están cambiando al aumentar el consumo de calorías vacías, carne, entre otros, asociadas con aumentos en las enfermedades no transmisibles y con mayores tasas de mortalidad (Tilman y Clark, 2014). Según la OMS, una dieta saludable ayuda a protegerse de la malnutrición en todas sus formas, así como de las enfermedades no transmisibles, como la diabetes, las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares y el cáncer.

Los patrones de actividad en el trabajo, en el tiempo libre, durante los viajes y en el hogar también están cambiando rápidamente hacia un menor gasto energético. Las reducciones a gran escala de los precios de los alimentos (por ejemplo, los precios de la carne de vacuno) han aumentado el acceso a los supermercados, y la urbanización de las zonas urbanas y rurales es un factor clave.

Una alimentación equilibrada es aquella que incluye una diversidad suficiente de alimentos en las cantidades adecuadas, en función de las características de cada persona (edad y situación fisiológica, sexo, composición corporal y complexión, etc.), de su estilo de vida (activo, sedentario), y que garantiza que se cubren los requerimientos de energía y nutrientes que el organismo necesita para mantener un buen estado nutritivo, de salud y bienestar. Además de una dieta saludable, se debe consumir una cantidad de calorías adecuada para mantener un peso saludable.

Los alimentos contienen nutrientes que desempeñan diversas funciones dentro del organismo. Los nutrientes son las sustancias aprovechables por él, que hacen posible la vida y que se encuentran en los alimentos repartidas en forma de hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. El agua y la fibra no nutren, pero desempeñan un papel muy importante para el buen funcionamiento del organismo.

Incluso se ha relacionado la alimentación con el estado de ánimo, pudiendo tener un efecto bioquímico en la salud mental de las personas, aunque también puede ocurrir lo contrario, es decir, que el estado emocional influya en los alimentos que se elijen, así como ser una de las principales fuerzas detrás del antojo por los alimentos (Canetti et al., 2002).

Las industrias alimentarias han dedicado un gran esfuerzo a la reingeniería y rediseño de una serie de productos alimenticios procesados bajo la amplia etiqueta de “alimentos funcionales”, con alguna propiedad que promueva la salud o que prevenga enfermedades, como cereales con alto contenido de fibra, yogures bajos en grasa o huevos enriquecidos con ácidos grasos omega 3. Las declaraciones de propiedades saludables son ahora una forma clave de diferenciar entre los productos alimenticios. Sin embargo, esta respuesta del mercado a las crecientes preocupaciones acerca de los efectos del consumo excesivo sobre la salud ha sido aparentemente insuficiente para detener la “epidemia de obesidad”, lo que lleva a pensar en una regulación más activa del mercado alimentario, especialmente a través de los impuestos nutricionales. (Etilé, 2012)

Enfermedades crónicas no transmisibles

Junto con el crecimiento económico de la mayoría de los países occidentales en los últimos siglos, ocurrió una transición epidemiológica de enfermedades infecciosas y muerte prematura a enfermedades crónicas y de larga duración. Las tendencias positivas históricas en los tamaños antropométricos, especialmente el peso y la estatura, muestran que una mejor salud fue acompañada por mejoras en la cantidad, calidad y seguridad del suministro de alimentos. La transición nutricional estuvo marcada por el aumento en el nivel de calorías disponibles per capita y el aumento del consumo de carne, productos lácteos, azúcar, frutas, verduras y aceites, que reemplazaron a las calorías que provenían de los cereales (Etilé, 2012).

Después de la Segunda Guerra Mundial, los países industrializados entraron en la segunda etapa de la

transición, con el desarrollo de alimentos procesados. Las calorías diarias per cápita siguieron aumentando en estos países y la dieta promedio se convirtió en baja en fibra y alta en grasas saturadas, y sodio. Esta dieta es considerada un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes y obesidad.

Las enfermedades no transmisibles (ENT), son enfermedades de larga duración, lenta progresión, que no se resuelven espontáneamente y que rara vez logran una curación total. A nivel mundial, son responsables del 63 % de las muertes (equivalente a 36 millones de muertes por año), un 25 % de estas en menores de 60 años [42] por lo que la detección precoz y el tratamiento oportuno de estas patologías es prioritario.

Dentro del grupo de ENT destacan las enfermedades cardiovasculares (ECV), el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes, patologías prevenibles relacionadas a estilos de vida no saludables como tabaquismo, alimentación no saludable, inactividad física y consumo excesivo de alcohol.

Dentro de un país, los riesgos de las enfermedades crónicas relacionadas con los alimentos difieren entre los individuos de acuerdo a su entorno socioeconómico, su entorno y sus genes (ver sección 3.1.4) y tienen consecuencias económicas en cuanto a los costos médicos y costos del capital humano (calidad de vida y bienestar).

Una dieta basada en el bajo consumo de alimentos muy energéticos ricos en grasas saturadas y azúcar y en la ingesta abundante de frutas y hortalizas, así como un modo de vida activo, figuran entre las principales medidas para combatir las enfermedades crónicas recomendadas en un informe de expertos independientes para la OMS y la FAO.

En Chile, al igual que en la mayoría del mundo, ENT son la principal causa de muerte. En el año 2011 las ECV dieron cuenta de un 27.1 % de las muertes[43].

Se necesitan políticas culturales que consideren una reducción de los efectos ambientales, así como un cambio hacia la mejora de la salud pública y, en particular, la reducción de las enfermedades crónicas no transmisibles, que actualmente son una emidemia tanto a nivel global como local.

4.2. Impacto Ambiental de la Comida

Las dietas se vinculan a la salud ambiental y humana. El aumento de los ingresos y la urbanización están impulsando una transición dietética global en la que las dietas tradicionales se sustituyen por dietas más altas en azúcares refinados, grasas refinadas, aceites y carnes. Para el año 2050, si no se controlan estas tendencias dietéticas, serían un importante contribuyente a un aumento estimado del 80 por ciento en las emisiones de GEI agrícolas de la producción de alimentos y la deforestación a nivel mundial (Tilman y Clark, 2014).

El consumo de alimentos es uno de los principales impulsores de los impactos ambientales. Por un lado, existe la necesidad de satisfacer una necesidad humana fundamental de nutrición, y por otro lado esto plantea amenazas críticas al medio ambiente. Las huellas ambientales de la producción de alimentos abarcan varias dimensiones, incluyendo las emisiones de GEI (huella de carbono), la liberación de nitrógeno (huella de nitrógeno), el uso del agua (huella de agua azul y verde) y el uso de la tierra (huella de tierra) y una dieta minimizando uno de estos impactos podría dar lugar a mayores impactos en otra dimensión (Gephart et al., 2016).

La contaminación ambiental con químicos industriales y agrícolas tales como los metales pesados, los organoclorados y los radionucleótidos pueden comprometer el estado nutricional y de salud de las personas ya sea directamente o a través de cambios en la dieta. Los herbicidas y los pesticidas eliminan de los agroecosistemas fuentes de alimentos no cultivados; otros químicos pueden hacerlos no aptos para el consumo. Los contaminantes orgánicos persistentes (COPS) transportados en la atmósfera pueden tener efectos adversos sobre los sistemas de alimentación tradicionales que se localizan bastante lejos de los principales sitios de uso de pesticidas.

[42] Fuente: «WHO | Noncommunicable diseases», WHO, disponible en http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/en/.
[43] Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) y MINSAL, Indicadores Básicos de Salud Chile 2013, 2013.

Muchas investigaciones han llegado a la conclusión de que los alimentos, la energía doméstica y el transporte forman una gran parte de los impactos personales de la mayoría de los consumidores. De estos tres, los alimentos representan una oportunidad única para que los consumidores reduzcan su huella personal debido a su alto impacto, alto grado de elección personal y la falta de efectos de "bloqueo"[44] a largo plazo que limitan las elecciones de los consumidores en el día a día.

La nutrición tiene una alta contribución con respecto a los impactos ambientales totales del consumo. La producción agrícola suele dominar los impactos, pero su importancia depende del tipo de producto, su modo de producción, transporte y procesamiento. Los productos locales o nacionales reducen los transportes, pero esta ventaja se puede perder si los impactos de la producción de materia prima se incrementan sustancialmente. Las dietas que contienen menos carne tienden a ser más respetuosas con el medio ambiente. Varios estudios concluyeron que respetar las recomendaciones dietéticas para una dieta saludable reduciría los impactos ambientales generales en los países desarrollados, aunque esto no es una conclusión universal (Nemecek et al., 2016).

La producción de alimentos es responsable de una parte importante de los impactos ambientales en los países desarrollados. Teniendo en cuenta las emisiones de GEI del consumo de los hogares, se realizó una investigación exhaustiva en 2006 en toda Europa, en la cual resultó que el 31 % de éstas proviene de alimentos, bebidas, tabaco y narcóticos (Tukker, 2006). Dentro de los hogares, los impactos ambientales de la comida incluyen el transporte de los alimentos hacia el hogar, el almacenamiento, preparación y el desperdicio.

Con el fin de ejemplificar los tipos de impactos que tienen los distintos grupos de alimentos se incluyó una tabla resumen de los principales hallazgos de un estudio del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales de Inglaterra, por tipo de alimento (Foster et al., 2006). Disponible en la tabla del Anexo A.1.

La Huella de Agua y de GEI de una persona (explicada en las secciones 3.2.2 y 3.2.1) también se puede disminuir través de la elección correcta de alimentos menos intensivos en el uso de esos recursos y que posean menores emisiones, mientras cumplan con los requerimientos nutricionales para cada persona. Por ejemplo, se requieren aproximadamente 15.500 litros de agua para producir 1 kg de carne, en comparación con los 180 litros por kg de tomate y 250 litros por kg de papa [45]. El agua virtual consumida (es decir, el agua necesaria para producir los cultivos en cada plato) constituye la mayor parte del agua utilizada en el hogar, y puede ser tan grande como 4000 litros de agua por persona al día. Si más consumidores cambiaran a dietas menos intensas en agua y eligieran por ejemplo legumbres, verduras y granos sobre la carne, se podría ahorrar mucha agua.

Las opciones dietéticas que los individuos hacen son influenciadas por la cultura, el conocimiento nutricional, el precio, la disponibilidad, el gusto y la comodidad, todo lo cual debe ser considerado para la transición hacia una dieta saludable y sustentable.

Es importante mencionar que las consideraciones sobre el impacto ambiental de los alimentos deben estar alineadas con las preocupaciones sobre la densidad de nutrientes y la salud, ya que existe un punto en el que la mayor huella de carbono de algunos alimentos densos en nutrientes es compensada por su mayor valor nutricional.

Ha quedado claro que el actual sistema mundial de alimentos es insostenible. Su complejidad lo hace extremadamente frágil ante cualquier crisis climática, socioeconómica, política o financiera. Por lo tanto, es necesario un entendimiento apropiado y nuevas estrategias para realmente adaptar las necesidades actuales y futuras de la población con su bienestar y el del planeta. Las estrategias basadas en la alimentación son claves para combatir el hambre y la malnutrición mundiales así como para permitirle a las poblaciones vulnerables adaptarse a los cambios ambientales y socioeconómicos.

Si se logran adoptar ampliamente dietas alternativas, que ofrecen considerables beneficios para la salud, se podrán reducir las emisiones de GEI agrícolas a nivel mundial, reducir el desmonte de tierras

[44] Del inglés *"lock-in"*, el efecto bloqueo o no dejar escapar se refiere a los altos costos de cambio que impiden o dificultan salir de una situación.

[45] Fuente: World Water Week - Best water ideas

(y las extinciones de especies resultantes de aquello) y ayudarán a prevenir esas enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con la dieta. La implementación de soluciones dietéticas para el "trilema" dieta-salud-medio ambiente es un desafío mundial y representa una oportunidad de gran importancia para el medio ambiente y la salud pública (Tilman y Clark, 2014).

4.3. Dieta Sostenible

4.3.1. ¿Qué es una dieta sostenible?

¿Qué significa exactamente el término dietas sostenibles?. Parte de la necesidad de crear un proceso político y científico adecuado es definirlo. En un sentido general la sustentabilidad es la capacidad que tiene una sociedad para hacer un uso consciente y responsable de sus recursos, sin agotarlos o exceder su capacidad de renovación, y sin comprometer el acceso a estos por parte de las generaciones futuras. Generalmente, cuando se usa se encuentra dentro de los términos establecidos en el informe de Brundtland de 1987[46], que propuso que el desarrollo humano requiere que se dé igual importancia al medio ambiente, la sociedad y la economía.

Al ser la alimentación humana (y el futuro de los alimentos) un tema complejo, se requiere que junto con los tres factores de Brundtland se preste atención y generen políticas de calidad, salud y gobernanza. Con este nuevo enfoque se pueden incluir los factores que los actores de todo el sistema alimentario saben que son importantes (FAO, 2012b).

El concepto de "dieta sostenible" fue propuesto hace más de 3 décadas en referencia a una dieta que se adhiere a las pautas dietéticas para mantener la salud a largo plazo, al tiempo que evita la degradación excesiva y el consumo de recursos naturales. Aprobando esta conceptualización, en 2010 un grupo de expertos internacionales propuso la siguiente definición: "Las dietas sostenibles son protectoras y respetuosas con la biodiversidad y los ecosistemas, culturalmente aceptables, accesibles, económicamente justas y asequibles; nutricionalmente adecuados, seguros y saludables; al tiempo que se optimizan los recursos naturales y humanos" (Jones et al., 2016). Esta amplia definición proporciona un marco conceptual útil para situar los múltiples componentes de la sostenibilidad.

Definir dietas sostenibles se ha convertido en un elemento clave en la reorientación del sistema alimentario para el siglo XXI. No hay suficientes planetas para que todo el mundo se alimente como los europeos modernos o norteamericanos. No es posible limitarse a seguir aumentando la producción a toda costa, ni continuar con el paradigma del consumismo de comer sin aceptar o pagar por las consecuencias.

Para von Koerber et al. (2017) además de las tres dimensiones clásicas de la sostenibilidad (medioambiental, económica y social) se debe incluir la "salud" como la cuarta dimensión porque la nutrición tiene efectos de gran alcance sobre la salud humana. La quinta dimensión sería la "cultura", que pasó a formar parte del diálogo sobre sostenibilidad hace años.

Para estos autores el concepto de «Nutrición Sostenible» (que analiza toda la cadena de suministro de alimentos) conduce a siete principios: preferencia por alimentos vegetales, alimentos orgánicos, productos regionales y estacionales, preferencia de alimentosmínimamente procesados, productos de comercio justo (*fair trade*), economía doméstica ahorrativa y finalmente, una cultura culinaria de disfrutar la comida. Este concepto se basa en un pensamiento holístico y tiene el potencial de reducir los desafíos globales en el campo de la nutrición. Bajo esta visión se pide a los *stakeholders* que consideren los aspectos mencionados además de los aspectos biológicos (de salud).

A continuación se describen los principios de la "Nutrición Sustentable" en términos de las cinco dimensiones: salud, medio ambiente, economía, sociedad y cultura. Están formulados de una manera positiva,

[46] El Informe Brundtland es un informe que enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sustentabilidad ambiental, elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland, entonces primera ministra de Noruega. Con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto.

ya que es más motivador que prescribir restricciones.

1. **Preferir alimentos a base de plantas**

   Ambiente: La primera consecuencia de preferir alimentos de origen vegetal reduce el consumo de alimentos de origen animal, lo que tiene diferentes beneficios ecológicos como la reducción de emisiones de GEI. Por otra parte, el consumo de agua virtual es considerablemente más bajo para los alimentos a base de plantas, al igual que el uso de tierra, ya que la conversión de los productos vegetales en productos de origen animal es a menudo de bajo rendimiento. Este tipo de alimento permite una producción menos intensiva en recursos.

   Sociedad: Existen menores pérdidas de transformación de alimentos cuando se consume menos carne y productos lácteos. La producción de piensos (para alimentar a los animales) compite con la producción de alimentos, especialmente en las regiones con inseguridad alimentaria [47]. La importación de piensos y alimentos causa conflictos por el uso de la tierra en los países de bajos ingresos, especialmente la deforestación de la selva tropical para la producción de aceite de soja y palma o de pastizales.

   Salud: Con esta forma de alimentación aumenta el consumo de carbohidratos complejos y disminuye consumo de grasa, ácidos grasos saturados, colesterol y purinas. El contenido de algunas vitaminas, minerales y fitoquímicos en los alimentos vegetales es mayor que en los productos de origen animal. La fibra dietética, que sólo está presente en los alimentos vegetales, aumenta la saciedad a pesar de que el contenido energético de los alimentos vegetales es el mismo o menor en comparación con los alimentos de origen animal.

   Economía: La producción de alimentos de origen animal requiere también más recursos financieros, debido a los mayores costos de los insumos.

   Cultura: Antiguamente, la carne solía ser un alimento especial, consumido ocasionalmente, pero el consumo elevado de carne se ha vuelto común, especialmente para los hombres. Paralelo a esto, existen personas que prefieren una alimentación basada en plantas.

2. **Alimentos orgánicos**

   Ambiente: Los alimentos orgánicos se producen de acuerdo con los ciclos naturales, generando menores emisiones de GEI y de óxido nitroso que las granjas o cultivos convencionales. Otros beneficios son la reducción de la erosión del suelo, mayor biodiversidad y menos residuos nocivos en el suelo y el agua, como nitratos, pesticidas y medicamentos para animales, evita el uso de fertilizantes nitrogenados minerales, así como los plaguicidas sintéticos. Además, la agricultura orgánica facilita una mayor acumulación de humus, que absorbe CO_2 de la atmósfera.

   Economía: En general los alimentos cultivados orgánicamente tienen precios más altos con respecto a los convencionales, esta diferencia es pagada por el consumidor. Para el productor aumenta la seguridad económica y el número y la seguridad de los puestos de trabajo mediante la comercialización directa.

   Sociedad: En general esta forma de agricultura no utiliza importaciones de piensos baratos procedentes de países de bajos ingresos. Por otra parte, en los países de bajos ingresos la agricultura orgánica puede tener un mejor rendimiento en comparación con la agricultura convencional.

   Salud: Los alimentos orgánicos pueden contener una mayor cantidad de fitoquímicos. Por lo general, contienen menos pesticidas, nitratos, medicamentos para animales y aditivos alimentarios.

   Cultura: Muchos consumidores perciben que los alimentos orgánicos tienen un sabor más intenso, y compran con confianza, muchas veces directo del productor.

3. **Productos locales y de temporada**

   Ambiente: Las menores distancias entre la producción y el consumo reduce el gasto de energía y las emisiones de GEI. El cultivo estacional provoca menos emisiones de CO_2, ya que no requiere de aceite de calefacción para invernaderos o túneles de plástico.

[47] También hay pastizales que sólo son utilizables productivamente por los rumiantes, lo que constituye un beneficio para la transformación de alimentos.

Economía: La comercialización regional y la cooperación apoyan a las pequeñas y medianas empresas. Aseguran medios de subsistencia a través de redes regionales entre agricultores, procesadores, minoristas y consumidores.

Sociedad: Las estructuras claras crean más transparencia y confianza para los consumidores y reducen el riesgo de escándalos alimentarios o prácticas ilegales.

Salud: Los productos estacionales, que no se producen en invernaderos o túneles de plástico, generalmente contienen menos residuos nocivos como nitratos y pesticidas.

Cultura: Los productos regionales y de temporada generalmente tienen mejor sabor por su período de maduración prolongado. Aumenta la apreciación de las especialidades regionales y la biodiversidad.

4. **Preferencia de alimentos mínimamente procesados**

   Salud: El procesamiento de alimentos puede destruir o eliminar sustancias saludables esenciales contenidas originalmente en los alimentos. Por lo general, los alimentos mínimamente procesados contienen más de estas sustancias y tienen una mayor densidad de nutrientes y menor densidad de energía. Los productos procesados a menudo contienen más cantidades de grasa, azúcar, sal y aditivos alimentarios. Por otro lado, los alimentos de primera necesidad generalmente no se procesan con métodos discutibles como la modificación genética o el tratamiento con radiación.

   Ambiente: El procesamiento de alimentos necesita mucha energía, agua y causa emisiones contaminantes. Los alimentos mínimamente procesados requieren menos envases y transportar menor volumen entre procesos.

   Sociedad. La compra de alimentos mínimamente procesados apoya a las pequeñas empresas, ya que los alimentos altamente procesados son típicamente producidos por grandes empresas.

   Economía: Los alimentos básicos son generalmente más baratos que los productos procesados o comida rápida, aunque existen alimentos ultra-procesados de bajo precio.

   Cultura: La preparación de alimentos con productos naturales y frescos requiere más tiempo, pero puede aumentar la apreciación de estos productos. Además, la preparación de alimentos puede aumentar el placer de las comidas y puede ser un evento social.

5. **Productos de comercio justo**

   Economía: Estos productos conducen a mayores ingresos para los productores al reducir intermediarios. Los agricultores locales necesitan precios justos y estables que cubran sus costos, por lo que este sistema aumenta la seguridad de planificación debido a las compras y pagos anticipados garantizados a largo plazo.

   Sociedad: En este sistema se excluye el trabajo infantil y forzoso, ofrece educación a los productores locales y apoya proyectos sociales. Además, el Comercio Justo proporciona seguros sociales a los trabajadores y facilita la fundación de sindicatos.

   Ambiente: El comercio justo suele incluir requisitos ambientales como la disminución del uso de productos químicos en los países productores, la reforestación o la protección del agua potable.

   Salud: En los países de bajos ingresos las medidas reforzadas de salud y seguridad que se aplican en las normas de Comercio Justo reducen el riesgo de exposición a plaguicidas potencialmente dañinos.

   Cultura: Es necesario trabajar en el campo de la educación para explicar los precios más altos de los productos de Comercio Justo y aumentar el sentido de responsabilidad.

6. **Cultura doméstica ahorrativa**

   Para una gestión sostenible de los hogares son importantes los siguientes aspectos: Cambio a energías renovables, ahorro de energía en la cocina, viajes de compras mejor a pie o en bicicleta, en lugar de en coche, la prevención de residuos de alimentos y la prevención de los residuos de envases.

7. **Cultura culinaria agradable**

   Se refiere a disfrutar de comidas sabrosas y generalmente disfrutar de la cultura de comer. Esto no es una contradicción para satisfacer los requisitos de salud, ecológicos, económicos y sociales antes mencionados para la sostenibilidad. El placer es fundamental para la aplicación de una mayor sostenibilidad, no sólo en el campo de la nutrición.

En el caso del consumo local, se debe tener en cuenta la comparación de un mismo tipo de producto en sus versiones local y transportada.

Un estudio de Weber y Matthews (2008) encontró que el transporte de alimentos representa sólo el 11 por ciento de las emisiones de GEI asociadas a los alimentos, mientras que la producción aporta un 83 por ciento. Específicamente, el óxido nitroso y el metano (principalmente subproductos del uso de fertilizantes, manejo de estiércol y digestión de los animales) constituyen una porción mucho mayor de las emisiones de las emisiones de transporte de la comida de lugares lejanos. Esto sugiere que el cambio en la dieta puede ser un medio más eficaz para reducir la huella climática relacionada con los alimentos de un hogar promedio que la çompra local". Cambiar las calorías de un séptimo de la semana de carne roja y productos lácteos por calorías provenientes de pollo, huevos o una dieta basada en vegetales logran más reducción de GEI que la compra de todos los alimentos de origen local.

En este contexto, se necesitan dietas sostenibles con producciones alimenticias agroecológicas ecológicas, de bajos insumos, locales y estacionales, así como redes de producción-consumo de corta distancia para el comercio justo. El patrimonio cultural, la calidad de los alimentos y las habilidades culinarias son otros aspectos clave que determinan patrones dietéticos sostenibles y seguridad alimentaria. La educación sobre la nutrición acerca de las opciones apropiadas de alimentos sigue siendo esencial en todas partes. Por lo tanto, parece muy urgente cambiar profundamente la estrategia alimentaria y promover dietas justas, culturalmente apropiadas, basadas en la biodiversidad, ecológicas y sostenibles. Las autoridades deben asumir sus responsabilidades orientando y apoyando las producciones y consumos de alimentos apropiados y sostenibles en todas partes del mundo (FAO, 2012b).

4.3.2. Reducir el impacto a través de la dieta

En la actualidad existen varias investigaciones sobre el papel del cambio dietético en cuanto a los impactos ambientales de los alimentos y su implicancia en la nutrición humana. En varios de ellos se recomienda una dieta que incluya variedad de tubérculos, granos enteros, legumbres y frutas y verduras, con productos de origen animal consumidos con moderación. Además, recomiendan un consumo muy limitado de alimentos procesados con alto contenido de grasa, azúcar y sal y baja en micronutrientes (aperitivos y bebidas azucaradas). Si bien los principios generales pueden no ser aplicables a todos los individuos, tal dieta también es ampliamente compatible con la salud.

Estas conclusiones no sólo se refieren a cada país, sino también a nivel mundial. Las estimaciones varían, pero sugieren que los cambios en la dieta en los países de ingresos altos pueden lograr reducciones per cápita de GEI del 25-50 % sin una desviación radical de las normas aceptadas actualmente (Tara Garnett et al., 2015).

Un estudio de Gephart et al. (2016) basado en datos nutricionales y poblacionales de los Estados Unidos minimizó las huellas de carbono, nitrógeno, huella de agua (azul y verde) y la huella de tierra de las dietas. Resultó que los alimentos a base de plantas y los mariscos (pescado y otros alimentos acuáticos) aparecen comúnmente en dietas minimizadas y tienden a suministrar macronutrientes y micronutrientes, respectivamente. Los productos de la ganadería rara vez aparecen en dietas minimizadas, lo que sugiere que estos alimentos tienden a ser menos eficientes desde una perspectiva ambiental, incluso cuando se considera el contenido de nutrientes. Por otro lado, las huellas minimizadas tienden a ser similares para las cuatro huellas, lo que sugiere sinergias en lugar de compensaciones entre las dietas de huella baja.

Por otra parte, un estudio realizado en Reino Unido sobre las emisiones de GEI de 66 categorías de alimentos diferentes intentó mostrar cómo las decisiones de los consumidores en torno a los alimentos podrían conducir a reducciones en las emisiones de GEI relacionadas con los mismos. La mayor reducción

posible de las emisiones de GEI se logra eliminando la carne de la dieta (35 % de reducción), seguido del cambio de carne de cordero y carne de vacuno intensiva en carbono a carne de cerdo y pollo menos intensiva en carbono (reducción del 18 %). La reducción de todos los residuos evitables ofrece un ahorro de emisiones del 12 %. No comer alimentos cultivados en invernaderos o transportados en avión (en el Reino Unido) ofrece una reducción del 5 %. Las combinaciones de acciones de los consumidores pueden conducir fácilmente a reducciones del 25 % en las emisiones de GEI relacionadas con los alimentos (Hoolohan et al., 2013).

En general existen sinergias entre dietas nutricionalmente sanas y ecológicamente sostenibles. En Holanda un estudio comparó seis seis diferentes dietas: promedio holandés, oficial recomendado holandés, semi-vegetariano, vegetariano, vegano y mediterráneo. Se midieron los impactos ambientales mediante metodología ACV (principalmente GEI y uso de la tierra) y se usaron indicadores nutricionales. Resultó que el consumo de carne, productos lácteos y extras como aperitivos, dulces, pasteles y bebidas (en ese orden) tienen un mayor uimpacto ambiental junto con puntuaciones de salud más baja.

En este mismo estudio se consideraron dos alternativas al seleccionar las dietas; el foco en la salud y en la reducción de proteínas animales. La dieta mediterránea[48] resultó una opción saludable con sostenibilidad alta. Se obtuvo también que las dietas semi-vegetariana y pesco-vegetariana son las opciones con una sinergia óptima entre salud y sostenibilidad (Van Dooren et al., 2014).

También se pueden mejorar las dietas al comer a un nivel bajo en la cadena alimentaria, comer menos o nada de carne y más granos, ,o que mejoraría enormemente la eficiencia de la producción de alimentos, disminuiría el impacto ambiental y reduciría el desperdicio.

Es importante considerar que ciertos alimentos considerados saludables son capaces de causar más emisiones de GEI en comparación con una selección de alimentos que se consideran no saludables (Por ejemplo, un tomate puede causar más impacto que un dulce).Y que la reducción de la huella de carbono, o del impacto ambiental de la dieta se debe realzar siempre considerando los requerimientos nutricionales de los individuos.

Además, los responsables de la formulación de políticas deberían considerar que los cambios masivos y repentinos en las normas dietéticas podrían no ser nutricionalmente equilibrados o bien recibidos por la población en general, aunque garantice una reducción de las emisiones de GEI relacionadas con los alimentos. Por ejemplo, una dieta basada en plantas (es decir, vegetariana) puede contribuir significativamente a la reducción de los GEI, pero la población general puede no ser receptiva para adaptar esta práctica.

Los retos dietéticos y ambientales siempre serán contextuales, moldeados por necesidades poblacionales particulares, culturas o geografías. Si bien hay margen para lograr sinergias importantes, una dieta saludable no es automáticamente sostenible desde el punto de vista ambiental, ni viceversa.

4.3.3. Dietas basadas en plantas

Muchos investigadores han explicado los beneficios para la salud que una dieta basada en plantas tendría sobre la salud y el medio ambiente. A continuación se repasan algunos de ellos con el fin de ilustrar el impacto que tiene el cambio a una dieta vegetariana, vegana, o con un consumo reducido de carnes rojas.

Un estudio reciente de Springmann et al. (2016) estimó los impactos de salud y cambio climático de avanzar hacia dietas más vegetales para todas las principales regiones del mundo. Para evaluar los impactos sobre la salud y el medio ambiente, los investigadores modelaron cuatro escenarios dietéticos diferentes para el año 2050: un escenario de "*business as usual*" basado en proyecciones de dietas futuras; un escenario basado en directrices dietéticas globales que incluye cantidades mínimas de frutas y verduras y límites a la cantidad de carne roja, azúcar y calorías totales; y escenarios vegetarianos y veganos que se ajustan a las pautas dietéticas.

[48] Las dietas mediterráneas consisten principalmente en frutas, verduras y mariscos, con cantidades moderadas de carnes rojas como carne de cerdo, aves o carne de vacuno (granos, azúcares, aceites, productos lácteos y huevos también se consumen).

Ellos encontraron que la adopción de dietas en línea con las directrices dietéticas globales podría evitar 5.1 millones de muertes al año en 2050. Inclusoobtenerse mayores beneficios a través de las dietas vegetarianas (evitar 7,3 millones de muertes) y dietas veganas (evitando 8,1 millones de muertes). Aproximadamente la mitad de las muertes evitadas se debieron a la reducción del consumo de carne roja, mientras que la otra mitad se debió a una combinación de aumento de la ingesta de frutas y verduras y una reducción de calorías, lo que redujo el número de personas con sobrepeso u obesidad.

También encontraron beneficios económicos del cambio dietético gracias al ahorro en atención médica. Si bien indican que la adopción de directrices dietéticas globales no sería suficiente para reducir las emisiones de GEI relacionadas con los alimentos, la adopción de dietas más saludables y más ambientalmente sostenibles puede ser un gran paso en la dirección correcta.

Las emisiones de GEI varían ampliamente entre alimentos. Como es bien sabido, con respecto a los alimentos de origen animal, los alimentos a base de plantas tienen menores emisiones de GEI (Tilman y Clark, 2014). Esta diferencia puede ser grande, por ejemplo, las carnes de rumiantes (carne de vacuno y cordero) tienen emisiones por gramo de proteína que son alrededor de 250 veces las de las leguminosas. Los huevos, los productos lácteos, los mariscos sin arrastre, la acuicultura tradicional (no recirculante), la carne de aves de corral y la carne de cerdo tienen emisiones mucho más bajas por gramo de proteína que las de rumiantes.

La crianza y alimentación de animales introduce un nivel trófico adicional en la cadena alimentaria, y cada nivel trófico conduce a pérdidas de energía y nutrientes, reduciendo así la eficiencia de la producción. La producción agrícola de piensos y la ganadería contribuyen de manera significativa al impacto general. Sin embargo, hay diferencias significativas entre los productos animales. (Nemecek et al., 2016). Los impactos ambientales de la producción animal varían con el método de producción (por ejemplo, el pastoreo extensivo, la producción basada en el pastoreo).

En cuanto a la suficiencia nutricional de las dietas vegetarianas y veganas, la posición de la Academia de Nutrición y Dietética es la siguiente (Melina et al., 2016):

> La posición de la Academia de Nutrición y Dietética es que las dietas vegetarianas adecuadamente planificadas, incluyendo veganas, son saludables, nutricionalmente adecuadas y pueden proporcionar beneficios para la salud en la prevención y el tratamiento de ciertas enfermedades. Estas dietas son apropiadas para todas las etapas del ciclo de vida, incluyendo embarazo, lactancia, infancia, niñez, adolescencia, edad adulta y para atletas. Las dietas basadas en plantas son más sostenibles desde el punto de vista ambiental que las dietas ricas en productos animales porque utilizan menos recursos naturales y están asociadas con mucho menos daño ambiental.

La adopción de una dieta vegetariana o vegana es una opción para disminuir el impacto ambiental de la dieta, sin embargo éstas pueden ser muy restrictivas y requieren cambios drásticos de los hábitos alimenticios. Por otro lado, un cambio de la dieta actual a una dieta saludable más cercana no necesariamente cambia el impacto ambiental. El esfuerzo de cambio es un aspecto que se debe tener en cuenta a la hora de realizar políticas públicas, ya que las personas se resisten a realizar muchos cambios en comparación con sus actuales hábitos alimenticios.

Otro aspecto a tener en cuenta es que las dietas basadas en plantas pueden no ser para todos, dada la situación mundial actual. A pesar de los aumentos promedio mundiales, la desnutrición (y deficiencia de micronutrientes) sigue siendo un gran problema para quienes no tienen acceso a alimentos de origen animal y con inseguridad alimentaria, especialmente para los niños pobres y sus madres. Como el hierro, el zinc y otros nutrientes importantes están más fácilmente disponibles en los alimentos de origen animal que en los alimentos de origen vegetal, un mayor acceso a alimentos asequibles basados en animales podría mejorar significativamente el estado nutricional, el crecimiento, el desarrollo cognitivo y la salud de muchas personas pobres (FAO, 2012b). Por otra parte, el consumo excesivo de productos de ganado está asociado con un mayor riesgo de obesidad, enfermedades cardíacas y otras enfermedades no transmisibles.

4.4. Doble Pirámide: Comida saludable para las personas y sostenible para el planeta

Propuesta por el Centro Barilla de Alimentación y Nutrición (BCFN por sus siglas en inglés) en 2009, la Doble Pirámide propone un modelo de opciones alimentarias sostenibles que protegen tanto la salud como el medio ambiente. La comparación entre la pirámide alimenticia clásica (construida sobre la base de las propiedades nutricionales de los alimentos) y la nueva Pirámide Ambiental (en la que cada alimento se posiciona según su impacto medioambiental) muestra claramente que el alimento recomendado para un consumo más frecuente también beneficia al "salud" del planeta (Barilla Center for Food & Nutrition (BCFN), 2016).

Cuando la Pirámide Ambiental de la BCFN se establece junto a la Pirámide Alimenticia, se crea una Pirámide Alimenticia-Ambiental a la que la BCFN se refiere como la "Doble Pirámide", que se muestra a continuación.

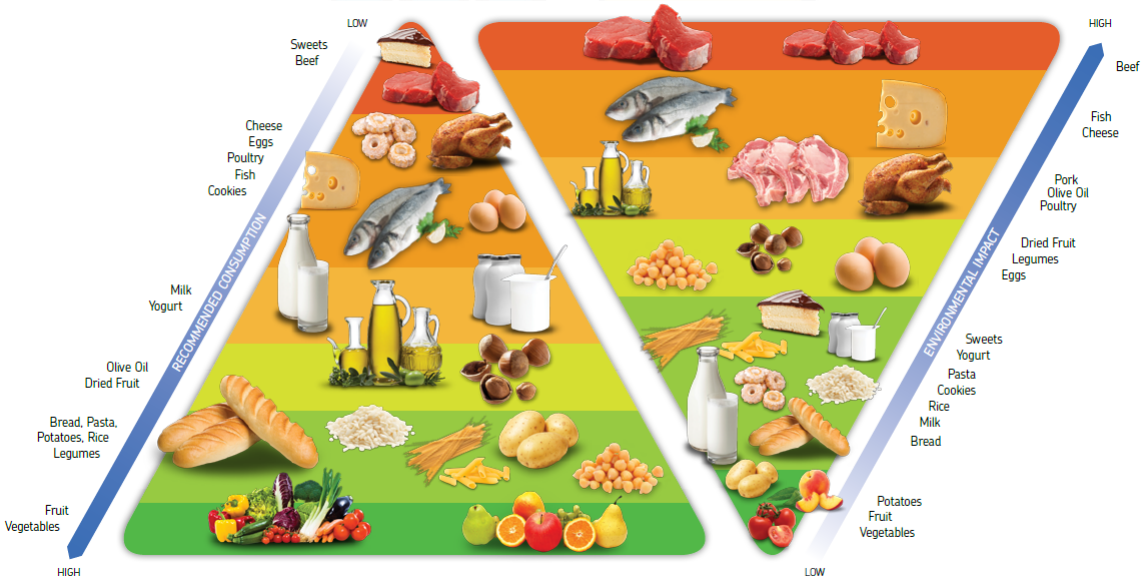


Figura 4.1: Doble pirámide propuesta por el Centro Barilla de Alimentación y Nutrición.
(Fuente: Barilla Center for Food & Nutrition)

La doble Pirámide de alimentos es una forma de ver qué alimentos comer para favorecer la sostenibilidad y la salud. Es una forma de ver y estar al tanto de la huella ecológica de la comida, al tiempo que comprar sus valores nutricionales.

Doble Pirámide para niños

Los estudios demuestran que una dieta equilibrada durante la niñez es crucial para el crecimiento correcto, reduciendo la probabilidad de que el niño tenga sobrepeso y sufra de enfermedades asociadas.

Sólo el 1 % de los niños entre 6 y 10 años tienen hábitos alimenticios correctos, que cumplen con la pirámide alimentaria. A menudo las dietas de los niños proporcionan una ingesta de calorías que es mayor de lo que necesitan, con una cantidad excesiva de grasa y azúcar, a expensas de frutas y verduras.

La pirámide doble de los niños recomienda una dieta a base de plantas: consistente en cereales (especialmente cereales integrales, que están llenos de fibra y elementos protectores) y frutas y verduras. Más arriba la pirámide son legumbres, leche y productos lácteos, huevos, carne y pescado. La ingesta de alimentos con alto contenido de grasa y azúcar debe ser limitada.

Doble Pirámide para adultos

Para los adultos, la pirámide doble muestra que la dieta mediterránea permite comer de manera sostenible, siguiendo las recomendaciones de los nutricionistas y evitando impactos ambientales y económicos negativos.

La pirámide alimenticia encaja perfectamente junto a la pirámide medioambiental, alentando a comer frutas y verduras, cereales, legumbres, aceite de oliva extra virgen y productos lácteos. Hacia la cima de la pirámide está el queso, la carne blanca, el pescado, los huevos y las galletas. Estos son los alimentos que se deben tratar de consumir menos: proporcionan importantes nutrientes, pero es necesario mantener la cantidad consumida bajo control para evitar que tengan efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente.

Pero esta dieta por sí sola no es suficiente: debe asociarse con un estilo de vida "saludablez activo. De hecho, la actividad física contribuye a quemar calorías, aliviar la tensión y el estrés, y mejorar el estado de ánimo y el bienestar psicológico. La práctica constante de la actividad física aporta beneficios significativos al sistema cardiovascular y al sistema esquelético, así como al metabolismo; favorece el mantenimiento de un peso adecuado y una composición corporal óptima. La actividad física es especialmente importante para los adolescentes porque los fortalece y los entrena en un estilo de vida que les permita vivir sus años maduros en buena salud.

Como muestra la pirámide doble, el impacto ambiental de los alimentos varía dependiendo de lo que se pone en el plato. Para profundizar en esta idea, la Fundación BCFN analizó el impacto de las dietas semanales, equilibradas desde el punto de vista nutricional y con el mismo contenido calórico.

Menú Sostenible: incluye tanto la carne (con preferencia por la carne blanca) como el pescado, centrándose en lograr el equilibrio adecuado entre proteína vegetal y animal.

Menú vegetariano: excluye carne y pescado, las fuentes de proteínas son vegetales (leguminosas) y la proteína de origen animal es proporcionada por el queso, otros productos lácteos y huevos.

Menú a base de carne: incluye un mayor consumo de proteínas de origen animal.

El menú sostenible de la Fundación BCFN y el menú vegetariano tienen un menor impacto ambiental en comparación con el menú de carne. En la práctica, si durante el transcurso de un año una persona evita comer carne dos días a la semana, ahorraría 310kg de CO_2, por año . Y si todos los italianos dejaban de comer carne un día a la semana, se lograría un ahorro total de 198.000 toneladas de CO_2, equivalente al consumo anual de electricidad de casi 105.000 familias o 1.500 millones de kilómetros de viajes en automóvil. En resumen, un plato de carne menos a la semana sería tan beneficioso como 3,5 millones de autos menos en la carretera durante un año.

4.4.1. Análisis del Ciclo de Vida e indicadores ambientales

El impacto ambiental en relación con los productos alimenticios se representa con indicadores calculados sobre la base de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

La elección de los indicadores utilizados para representar un sistema de producción es particularmente importante y debe hacerse centrándose en los principales aspectos medioambientales. También es difícil lograr el equilibrio entre la simplicidad (necesaria para la comunicación de conceptos complejos) y el rigor científico.

Por esta razón utilizan indicadores de resumen para hacer más comprensibles y comunicables los resultados de los estudios de ACV, permitiendo una representación simple y global de los impactos ambientales. En el caso de la cadena de suministro agroalimentario, los impactos más significativos provienen de las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso del agua y la superficie requerida para producir los recursos. Por lo tanto, la BCFN utiliza los siguientes indicadores (Barilla Center for Food & Nutrition (BCFN), 2016):

- La **Huella de Carbono**, que evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero responsables del cambio climático, medido en equivalente de CO 2.

- La **Huella de Agua**, que calcula el volumen de agua dulce utilizada directa e indirectamente para producir un alimento a lo largo de las diferentes etapas de la cadena de producción, distinguiendo también la fuente, la cantidad necesaria para diluir los contaminantes y el lugar donde se produjo la remoción, se mide en litros o metros cúbicos.
- La **Huella Ecológica**, que calcula el área de tierra (o mar) biológicamente productiva necesaria para proporcionar recursos y absorber las emisiones asociadas con un sistema de producción; se mide en metros cuadrados o en hectáreas globales.

Es necesario especificar que la Doble Pirámide se compuso sólo en relación con la Huella Ecológica por dos razones principales: 1. La capacidad de informar los datos de una manera sencilla y fácil de visualizar (todo el mundo puede visualizar 10 m^2 de terreno) y 2. El hecho de que sea el único indicador que tenga en cuenta (aunque sólo parcialmente) varios aspectos ambientales simultáneamente.

Los impactos ambientales de los alimentos se presentaron en tres pirámides diferentes, una para cada indicador ambiental. En el Anexo A.2, se muestran las figuras de cada una de las tres huellas ambientales.

Los impactos ambientales de los alimentos (cuantificados a través de tres indicadores ambientales) fueron obtenidos a través de bases de datos de acceso abierto y muchas publicaciones científicas. BCFN quería perseguir un objetivo de máxima transparencia, mediante el uso de estudios públicos que permiten a cualquier persona reconstruir la fuente de datos. Los datos utilizados en las distintas ediciones han sido recogidos por la Fundación BCFN en una base de datos en la que los valores de los tres indicadores medioambientales por kg (o litro) de alimento se calcularon como la media aritmética de los resultados de búsqueda.

Para más información revisar el documento “Double Pyramid 2016: A more sustainable future depends on us” disponible en https://www.barillacfn.com/.

5 | Alimentación en Chile

«Una cosa es comer y otra cosa es comer bien»,
Refrán popular campesino.

Chile es un país en un proceso de desarrollo y cambios culturales acelerados. En este contexto los trastornos alimentarios y del estado nutricional no pueden ser entendidos en forma aislada del entorno sociocultural y tampoco enfrentarse de la misma forma en las distintas sociedades y culturas.

Según datos de la OMS, el gasto total en salud como porcentaje del PIB en Chile (2014) era de un 7.8 %. En Chile, las enfermedades no transmisibles relacionadas con una inadecuada alimentación constituyen los principales problemas de salud pública. Según la última Encuesta Nacional de Salud del Ministerio de Salud, realizada los años 2009 y 2010 en una muestra representativa de la población de 15 y más años, el 66,7 % presenta sobrepeso y obesidad, el 26,9 % hipertensión arterial, el 9,4 % diabetes y el 38,5 % el colesterol elevado. Por otro lado, un 88,6 % es sedentario. Es decir, realiza menos de 30 minutos de ejercicio, tres veces a la semana (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

Por el lado de la alimentación, un estudio realizado por el Instituto Nacional de la Juventud, revela que el 55 % de los jóvenes en Chile considera su alimentación poco adecuada. En relación a la actividad física, el informe muestra que un 53 % de ellos realiza ejercicio regularmente. Por otra parte, Banmedica junto al Centro de Nutrición Molecular y Enfermedades Crónicas de la Universidad Católica (2012) indican que la mitad de los adolescentes chilenos consume azúcar en exceso y el 41 % consume alcohol en forma exagerada.

El perfil epidemiológico ha cambiado, pasando del déficit al exceso en poco tiempo, lo que supone un cambio del perfil alimentario.

Según cifras del Ministerio de Salud, en Chile uno de cada tres niños menores de seis años tiene exceso de peso. Además, una persona muere cada hora que pasa a causa de enfermedades asociadas al exceso de peso, como son la obesidad, la diabetes, la presión alta y los problemas al corazón. Por esto es necesario entregar más información a los consumidores, que contribuya a una mejor elección de los alimentos.

Durante las últimas décadas ha habido una transformación dietaria caracterizada por un aumento del consumo de alimentos ricos en colesterol, grasas saturadas, sacarosa y sodio. Asociado a estos cambios se está observando un aumento en las enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición, como obesidad, hiperlipidemias[49], enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión arterial, cáncer, osteoporosis, así como de otras enfermedades crónicas no trasmisibles (ECNT) emergentes (Busdiecker et al., 2014).

El problema no solo estriba en las opciones en cuanto a los modos de vida y los hábitos alimenticios de la gente, sino también en la falta de disponibilidad de alimentos saludables y asequibles y en la existencia de “desiertos de alimentos”, sobre todo en las zonas rurales pobres. Por lo tanto, además del gradiente social de la salud que recorre de arriba abajo la escala socioeconómica, existe un “gradiente alimentario”. Ese gradiente muestra tanto una falta de alimentos saludables asequibles como una exposición excesiva a alimentos no saludables y elaborados en las zonas geográficas en que la carga de morbilidad es más elevada (Krech, 2013).

[49] Hiperlipidemia es cuando hay demasiadas grasas (o lípidos) en la sangre. Estas grasas incluyen el colesterol y los triglicéridos. Cuando los niveles son muy altos pueden poner a las personas a riesgo de desarrollar una enfermedad cardíaca o un derrame cerebral.

La adopción de la salud como objetivo social por parte de otros sectores gubernamentales y normativos contribuirá a mejorar la equidad y el desarrollo económico y a afrontar los desafíos sociales y ambientales.

5.1. Políticas públicas en alimentación y nutrición

En Chile, las políticas públicas en alimentación y nutrición están enfocadas a la promoción de la alimentación saludable en el contexto de una vida sana, y a la prevención de la obesidad y otras enfermedades no transmisibles vinculadas a la dieta. Lo anterior en respuesta a la alta prevalencia de malnutrición por exceso en la población y a que esta enfermedad se asocia a las principales causas de morbilidad, mortalidad y discapacidad precoz, tales como diabetes, hipertensión, infartos cardíacos, ataques cerebrales y algunos tipos de cáncer. La malnutrición por exceso afecta a hombres y mujeres, pero con mayor intensidad a las mujeres; afecta también a los niños y niñas desde muy pequeños incidiendo en su crecimiento y desarrollo; y afecta a todos los grupos socioeconómicos, pero principalmente a los grupos socioeconómicos más vulnerables. Esta realidad hace de la obesidad el problema de salud pública más importante en la actualidad.

En Mayo del 2013 se dicta la Ley 20.670 creándose el programa "Elige Vivir Sano", cuyo propósito es promover hábitos y estilos de vida saludables para mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas. Esta norma establece que todos los órganos de la Administración del Estado, con competencia en materias vinculadas a la promoción de hábitos de vida saludables, incorporarán en sus políticas planes, programas y/o medidas que tengan por finalidad informar, educar y fomentar la prevención de los factores y conductas de riesgo asociadas a las enfermedades no transmisibles, derivadas de hábitos y estilos de vida no saludables [50]. Se desarrolla a través de políticas, planes y programas elaborados y ejecutados por distintos organismos oficiales. También participan del sistema entidades privadas y empresas en convenio

Los objetivos del programa Elige vivir sano son: el fomento de la alimentación saludable para mejorar la nutrición integral y la disminución del sobrepeso, la promoción de prácticas deportivas, difusión de las actividades al aire libre, actividades de desarrollo familiar, recreación y manejo del tiempo libre, medidas de información, educación y promoción de los hábitos saludables, entre otros.

Según la Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física realizada por el Instituto Nacional de Deportes (2012), el programa Elige Vivir Sano ha dado buenos resultados. La investigación indica que el sedentarismo bajó un 3,7 % desde el 2009 (87,2 % en 2006, 86,4 % en 2009 y 82,7 % en 2012).

Figura 5.1: Descriptor nutricional "ALTO EN CALORÍAS".
(Fuente: Ministerio de Salud)

En el año 2016 entró en vigencia la "Ley 20.606 sobre composición nutricional de los alimentos y su publicidad", conocida como la Ley de etiquetado de alimentos. Esta ley es una respuesta del Estado para proteger la salud de la población, especialmente de niños, niñas y jóvenes, ante las alarmantes cifras de obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles, derivadas de una mala alimentación.

Las encuestas demostraron que el 60 % de las personas no comprendía el etiquetado nutricional sin los sellos. Por esta razón, el nuevo Reglamento de la Ley de Etiquetado presenta un mensaje claro que indica de manera sencilla cuando los alimentos sean altos en azúcares, sodio, grasas saturadas y calorías.

Dicha ley define los límites que determinan el alto contenido de energía, grasa saturada, azúcares y sodio en los alimentos[51], incluyendo obligatoriamente en el etiquetado el mensaje frontal "ALTO EN" que indica cuáles alimentos superan los límites establecidos, de manera visible y de fácil comprensión, a través de un octágono negro con letras blancas. Además, restringe la publicidad dirigida a menores de 14 años de

[50] Fuente: http://eligevivirsano.gob.cl/

[51] Los límites fueron definidos por el MINSAL a partir de evidencia científica acerca del efecto que tiene el consumo excesivo de azúcares, grasas saturadas, sodio y calorías para la salud, y teniendo como referencia el contenido de estos nutrientes que tienen los alimentos naturalmente. Estos límites se establecieron por 100 gr ó 100 ml.

los alimentos "ALTOS EN" y la venta y publicidad en los establecimientos educacionales de los alimentos "ALTOS EN". Todo esto acompañado de una adecuada fiscalización.

La ley de alimentos ha impactado en los hábitos de compra de los chilenos. Un 31 % de los encuestados ha decidido cambiar de marca luego de la implementación de la ley. Si se lleva a género, el 33 % de las mujeres ha modificado su consumo mientras que el 55 % mantuvo sus hábitos y el 29 % de los hombres ha modificado su consumo mientras y el 52 % mantuvo sus hábitos[52].

El impacto positivo de esta campaña podría indicar que en un futuro se puede avanzar hacia un ecoetiquetado de alimentos en Chile, que haga a los consumidores realizar no sólo elecciones más saludables, sino que también menos perjudiciales para el planeta.

5.1.1. Guías alimentarias

Las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA), son consideradas un aporte esencial al logro de las metas establecidas por la OMS en la Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud 2004, que intentan contribuir a que las personas logren un equilibrio energético y un peso normal mediante una buena alimentación.

Sin embargo, los estilos de vida de los chilenos han experimentado grandes cambios en la última década. Con un mayor poder adquisitivo y acceso a una diversidad de fuentes de información (televisión, Internet, redes sociales, entre otros), en prácticamente todos los segmentos de la población, los consumidores actuales son más informados y exigentes, aunque su gran exposición al marketing comercial de alimentos podría explicar el aumento en la ingesta de refrescos azucarados, alimentos de alta densidad energética y comidas fuera del hogar observado en los últimos años.

Las revisiones de los especialistas muestran que las tendencias actuales en el consumo de alimentos van en línea opuesta a las recomendaciones de la OMS, las que fomentan un mayor consumo de alimentos naturales, en especial verduras y frutas, granos enteros, pescados y mariscos, lácteos y carnes bajos en grasa, todos necesarios para mantener un óptimo estado nutricional y de salud. La OMS recomienda además realizar actividad física en forma regular.

Debido a la preocupante situación epidemiológica encontrada en la Encuesta Nacional de Salud (ENS) del año 2010, y considerando que la continua tendencia al aumento de las ENT ya significa graves consecuencias para las personas, las familias y la sociedad, además de una enorme carga económica para el estado, la formulación y adecuada difusión de las GABA representa una contribución para educar a la población y orientar el diseño de los programas de alimentación institucional para los grupos más vulnerables (Ministerio de Salud, 2013).

La primera guía fue elaborada en el año 1997 y llevaba por título "Guía de Alimentación para la población chilena", en el año 2005 fue revisada e incluida en la "Guía de Alimentación Saludable". Esta última, nuevamente revisada en el año 2013, junto a otras, de aplicación para diferentes grupos etarios, son las que rigen actualmente en Chile.

Las nuevas Guías, si bien se basan en las recomendaciones nutricionales vigentes, se centran prioritariamente en los alimentos, destacando el valor de éstos para mantener un peso saludable y una salud óptima, a través de una alimentación que asegure la manutención del balance energético y una ingesta apropiada de nutrientes esenciales en las distintas etapas de la vida. Considerando el actual perfil epidemiológico de la población, tienen un énfasis en los aspectos referidos a la ingesta de energía y nutrientes críticos.

La Norma del Ministerio de Salud aprueba los 11 mensajes definidos en la Guía de Alimentación Saludable, que son los siguientes:

1. Para tener un peso saludable, come sano y realiza actividad física diariamente.
2. Pasa menos tiempo frente al computador o la tele y camina a paso rápido, mínimo 30 minutos al día.

[52] Fuente: Panel Ciudadano 2016.

3. Come alimentos con poca sal y saca el salero de la mesa.
4. Si quieres tener un peso saludable, evita el azúcar, dulces, bebidas y jugos azucarados.
5. Cuida tu corazón evitando las frituras y alimentos con grasas como cecinas y mayonesa.
6. Come 5 veces verduras y frutas frescas de distintos colores, cada día.
7. Para fortalecer tus huesos, consume 3 veces al día lácteos bajos en grasa y azúcar.
8. Para mantener sano tu corazón, come pescado al horno o a la plancha, 2 veces por semana.
9. Consume legumbres al menos dos veces por semana, sin mezclarlas con cecinas.
10. Para mantenerte hidratado, toma 6 a 8 vasos de agua al día.
11. Lee y compara las etiquetas de los alimentos y prefiere los que tengan menos grasas, azúcar y sal (sodio).

A continuación se muestra la gráfica de las guías de alimentación chilenas.

Figura 5.2: Guías Alimentarias Chile.
(Fuente: Ministerio de Salud)

5.1.2. Encuesta de Consumo Alimentario en Chile (ENCA)

La alimentación saludable es una de las condiciones básicas para tener una población saludable y preparada para enfrentar o prevenir la mayoría de las enfermedades de alta prevalencia actual, como la obesidad, diabetes, hipertensión o colesterol alto. Para contar con parámetros claros, se habían realizados sólo dos encuestas alimentarias: la primera fue hecha en 1959, en conjunto entre el Ministerio de Defensa de Estados Unidos y el de Chile, donde fueron encuestados hombres en servicio militar, lo que entregó resultados

parciales y de difícil comparación con la actualidad. La segunda encuesta se realizó a comienzos de la década de los 70, cuyos resultados nunca fueron publicados.

También se dispone de la información de consumo aparente, obtenida a través de las hojas de balance anuales de FAO y de Encuestas de Presupuestos Familiares del INE, que consulta los gastos destinados a la alimentación.

La Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos es entonces la primera encuesta de consumo real de alimentos que tiene Chile y allí radica su gran importancia: provee de una imagen real y actualizada de cómo se alimentan los chilenos y chilenas. Esta encuesta fue solicitada por el Ministerio de Salud y realizada por la Facultad de Medicina y de Economía de la Universidad de Chile entre noviembre de 2010 y enero de 2011 en todo el país.

Resultados más relevantes[53]

- Sólo el 5 % de la población come saludable, el 95 % restante requiere modificaciones importantes.
- Hay hasta 7 momentos de consumo de alimentos en un día: desayuno, almuerzo, once, cena y 3 colaciones (mañana, tarde y noche).
- Respecto de la adecuación a los requerimiento de nutrientes y energía, se observa que se consume un exceso de energía, grasas saturadas, azúcares y sodio, en todos los grupos etarios y especialmente en los niveles socioeconómicos más bajos.
- En la comparación con las guías alimentarias recomendadas en Chile, se observa incumplimiento en general para agua, verduras, frutas, lácteos, pescados, sodio y es especialmente bajo el consumo de pescados y lácteos.

El sondeo también refleja diferencias en el consumo de alimentos de acuerdo al nivel socioeconómico. Los niveles altos tienen un gradiente favorable en cuanto a consumo de lácteos, frutas, verduras y pescados, siendo lo opuesto en niveles económicos más bajos. La clase media es la que consume más pan y carnes con grasa; la que peor se alimenta, y la que concentra los mayores índices de obesidad. La encuesta también constata que desapareció o tiende a desaparecer la cena, y que hay una preocupante tendencia general a empeorar la alimentación, especialmente en niños (INTA, 2014).

5.2. Alimentación en Chile: De la desnutrición a la obesidad

Chile, al igual que gran parte de América Latina y el Caribe se encuentra en una etapa de transición nutricional desde los últimos 20 años. Pasando desde la prevención y control de las deficiencias nutricionales[54], hacia un rápido incremento en la prevalencia del sobrepeso y la obesidad, que afecta a toda la población sin importar su condición económica, su lugar de residencia o su origen étnico.

El crecimiento económico y la mayor integración de la región, y particularmente del país en mercados internacionales ha ocasionado cambios en los patrones de alimentación, observándose una disminución de preparaciones culinarias tradicionales basadas en alimentos frescos, preparados y consumidos en el hogar, y una presencia y consumo cada vez mayor de productos ultraprocesados con baja densidad de nutrientes, pero con alto contenido de azúcares, sodio y grasas. Este cambio en el patrón alimentario ha contribuido a la persistencia de la malnutrición en todas sus formas, y a la disminución de la calidad de vida (FAO y OPS, 2017).

La dieta habitual chilena, basada en la dieta occidental, se caracteriza por un elevado aporte calórico proveniente de grasas saturadas, trans-ácidos, colesterol, azúcares simples y sodio, presentes en alimentos

[53] Fuente: Ministerio de Salud, disponible en http://web.minsal.cl/enca/

[54] En Chile, existía una prevalencia de desnutrición infantil de 15.5 % en 1975, esto bajó a un 8.8 % en 1987, a 5.5 % en 1993, y posteriormente desapareció. Fuente: Albala, Cecilia (2017) "Transición nutricional en Chile".

como frituras, productos de panadería y pastelería, embutidos, golosinas y bebidas azucaradas. Otra característica importante de la alimentación en Chile es un bajo aporte de ácidos grasos omega 3, fibra, antioxidantes y minerales como calcio, hierro y zinc.

El deficiente estado nutricional de la población adulto joven chilena se reflejó en la Encuesta Nacional de Salud 2010 , determinándose un 10,9 % de prevalencia de obesidad y 79,3 % de sedentarismo. En los resultados destaca que sólo 13 % de los encuestados cubre las recomendaciones de consumo de frutas y verduras propuestas por el Ministerio de Salud.

El aumento acelerado de la obesidad viene acompañado de una falta de reconocimiento del problema, ya que según la ENS 2010, había un 42 % de los adultos chilenos que declararon que estaban haciendo algo por controlar su peso, pero solo el 12,1 % de los adultos se autocalificaban como obesos, en circunstancias de que el 27 % de la población es obesa (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

La obesidad infantil es uno de los problemas de salud pública más graves del siglo XXI. Esto porque los niños con sobrepeso u obesidad tienen mayor probabilidad de convertirse en adultos obesos, pero más grave que eso, tienen altas probabilidades de sufrir enfermedades a edades más tempranas. Por ejemplo, la diabetes y enfermedades cardiovasculares, que eran vistas en adultos y que ahora empiezan a verse en adolescentes.

La Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB) tiene estadística que lleva desde el año 1987 sobre obesidad infantil en el primer año de enseñanza básica, la cual pasó de 7,5 % de obesidad el año 1987 a 25 % el año 2013. Un aumento realmente brutal (3,5 veces) [55]. Estos datos son de primer año básico. Esto quiere decir que los niños, cuando llegan a la escuela, ya están obesos. Es decir, hay un 25 % de los niños que llegan obesos a la escuela, engordaron antes de los 7 años.

En Chile, los factores identificados en los últimos 20 años, que han contribuido a la conformación del patrón alimentario son, entre otros, el aumento de la capacidad de compra y acceso a los alimentos, la globalización de la economía y la alimentación, las estrategias de marketing y la masificación de los productos alimentarios, los avances tecnológicos en la elaboración y conservación de los alimentos, la internacionalización de las cadenas de comida rápida y el valor social y cultural asociados a ello, y a la vez, la pérdida de valoración del uso del tiempo libre para la preparación de comidas al interior del hogar (Ministerio de Salud, 2013).

Un estudio de (Mendoza V et al., 2007) evaluó la evolución de la situación alimentaria en Chile entre 1964 y 2003, mediante información disponible en hojas de balance (FAO), encuestas de presupuestos familiares (INE) y encuesta de calidad de vida y salud (MINSAL). Cutos resultados fueron los siguientes:

> Los resultados mostraron aumento del suministro de energía alimentario desde 2630 kcal/-día/persona en 1965 a 2872 en 2003. La disponibilidad de carnes aumentó 20,6 % entre 1995 y 2003, pero disminuyó la de pescados/mariscos (-33 %) y frutas (-22,1 %). Entre 1988 y 1997, el consumo aparente de grasas aumentó 50,5 %; el gasto en alimentación aumentó 31,1 %, mientras que su ponderación del gasto total disminuyó 18,5 %.

Este cambio en el perfil alimentario contribuye a explicar las altas prevalencias de trastornos nutricionales por exceso y de enfermedades crónicas no transmisibles, mientras que las modificaciones en el gasto en alimentación sugieren un aumento en el nivel de ingresos.

La Cepal en mayo de este año, publicó un estudio que anuncia que, para el 2030, más de 204 mil personas morirán al año en Chile producto de enfermedades asociadas a la obesidad. A comienzos de este año, se difundió el informe "Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de América Latina 2016" (FAO y OPS, 2017), en el que se relevaba que el gran porcentaje de la población adulta en Chile que tiene sobrepeso u obesidad, se debe principalmente a factores de sedentarismo y alimentación errónea, donde los excesos de grasa y azúcares destacan entre las causas.

Ese mismo estudio señaló que Chile es el segundo país en la región que más alimentos ultraprocesados consume, con un promedio anual per cápita de 201,9 kilos, ubicándolo en el séptimo lugar del ranking mundial.

[55] Fuente: Junta de Auxilio Escolar y Becas de Chile (JUNAEB). Chile 2011 Disponible en `www.junaeb.cl`.

Características de la alimentación actual

Después del cobre, los alimentos saludables constituyen la segunda fuerza exportadora de Chile. Según PROCHILE, el país tiene el primer lugar en el mundo en la exportación de uva fresca, salmones del Pacífico, truchas congeladas, arándanos, ciruelas y endrinos frescos, manzanas desecadas o deshidratadas; y el segundo lugar en cerezas frescas, ciruelas desecadas o deshidratadas, frambuesas, zarzamoras, moras y grosellas, paltas, harina, polvo y pellets de pescado o crustáceos, moluscos, entre otros.

Chile está en una situación en que produce una gran cantidad de alimentos saludables, los exporta, y al interior del país se consume todo lo contrario.

En cuanto al consumo de alimentos, según ODEPA, Chile es un gran consumidor de carnes (89,1 kilogramos por habitante al año, productos lácteos (146,5 kg/hab) y huevos: (174 unidades por habitante).

En un almacén de barrio los chilenos compran lo siguiente:

1. Bebidas alcohólicas
2. Cigarrillos y todo que tiene que ver con cigarros (fósforos, etc.)
3. Bebidas gaseosas, bebida de tipo fantasía
4. Todo tipo de snack
5. Algunos lácteos como el yogurt y leche cultivada
6. Chocolates, confites, galletas. En chocolates y helados, somos los primeros consumidores en América Latina, en galletas se consumen 8 Kg/hab al año.

Estos productos que se venden hoy día en los almacenes configuran la dieta actual chilena: una dieta con helados, galletas, bebidas gaseosas, muchas bebidas alcohólicas, mucho cigarrillo, que es lo hoy día demanda la población, en vez de demandar alimentos saludables, como las frutas, verduras y otros productos.

En cuanto al consumo de alimentos:

- Chle es el principal consumidor en el mundo de bebidas gaseosas, con 160 litros/habitante al año, por sobre México y Estados Unidos.
- Consumo de pan: segundo lugar (después de Alemania) consumiendo 86 kg/persona al año.
- Grandes consumidores de azúcar, aproximadamente 40 kg/hab son consumidos al año, que es el doble de lo que consumen otros países, como Perú, Argentina, Brasil.
- Se consume también el doble de sal (9,8 gr de sal al día) de lo que recomienda la Organización Mundial de la Salud, que recomienda 5 gr. al día.
- Un 44 % del gasto de las familias al mes se destina a bebidas gaseosas, a pan, y a otros hidratos de carbono.
- Un 90 % de la población en Chile toma once, y sólo un 29 % come un plato de comida saludable en la noche. Por lo tanto, la comida en la noche ha sido reemplazada por la once, que es muy poco saludable, porque consiste fundamentalmente en pan, bebidas gaseosas, y agregados como son: la mermelada, el paté, la mortadela, y otros productos con alto contenido de grasas, azúcar y sal.

En cuanto al consumo de alimentos saludables, la población chilena consume sólo 1 porción de fruta al día, y 1,3 porciones de verduras, lo que es extraordinariamente bajo, ya que la recomendación son 5 porciones de frutas y verduras al día. Sólo un 15 % de la población chilena, consume las 5 porciones de frutas y verduras al día. Sólo el 40 % de la población consume pescados y mariscos: se consumen sólo 7 Kg/persona al año, y la mitad de estos son consumidos en Semana Santa. En cuanto al consumo de cereales integrales, que es un alimento saludable, el 11,3 % de la población lo consume, el resto ni siquiera los conoce[56].

[56] Vio, Fernando (2017) "¿Cómo nos alimentamos y cómo afecta nuestra salud?". Material del curso "De la desnutrición a la obesidad: un problema de alimentación" impartido en UAbierta, Universidad de Chile.

6 | Aplicación del software Optimeal a la dieta chilena

Como se analizó en capítulos anteriores, cambiar los patrones de alimentos es una de las opciones para reducir el impacto ambiental. En este sentido, se sugiere comer según las pautas dietéticas, seguir una dieta mediterránea baja en alimentos de origen animal o derechamente seguir dietas vegetarianas y veganas. Un enfoque alternativo mejorar su sostenibilidad y adecuación nutricional de la dieta actual, en este caso de los chilenos, generando los mínimos cambios. Esto se logra al enfocarse en los puntos críticos de impacto y reemplazando aquellos alimentos poco sustentables por la alternativa con menor huella y que contenga los nutrientes necesarios.

En este capitulo se revisará la optimizacion realizada con el software Optimeal, con el cual se minimizó el impacto de la dieta chilena en cuanto a Huella de Carbono (HC) y al indicador ReCiPe, que mide el impacto ambiental de diversas categorías llevadas a un puntaje único (ver sección 2.3.4).

La optimización se realizó en base a la dieta promedio chilena, obtenida de la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario 2010 (ENCA 2010) y se tomaron como sujetos de estudio al hombre y mujer chilenos de un rango de edad entre 31 y 50 años, ambos sedentarios. Esto generó cuatro escenarios, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 6.1: Escenarios para la optimzación de la dieta chilena en Optimeal
(Fuente: Elaboración propia.)

Modo de optimización	Hombre 31-50 años	Mujer 31-50 años	Objetivo de reducción
Dieta más cercana	Caso 1	Caso 2	10 %
Minimizar Huella de Carbono	Caso 3	Caso 4	20 %
Minimizar índice ReCiPe y HC	Caso 5	Caso 6	20 %

El programa utilizado fue Optimeal, software desarrollado por una consultora en Países Bajos, quien también realizó los ACV utilizados. Es un software de pago, por lo que se trabajó con una versión de prueba (Demo) de 7 días hábiles. Se utilizó este programa por su disponibilidad y facilidad para optimizar las dietas, ya que en Chile no existe ningún software parecido, ni los suficientes ACV de los productos que constituyen la dieta nacional.

6.1. Qué es Optimeal

Optimeal es un método que permite la selección de intervenciones pequeñas con alto impacto (con la idea de atacar los *hotspots*). Esto es relevante para aquellos que establecen pautas para la nutrición sostenible y los encargados de formular políticas en cuanto a la alimentación.

Optimeal es un paquete de software para la optimización de dietas en salud y sostenibilidad. Fue desarrollado por Blonk Consultants en cooperación con Voedingscentrum (el Centro de nutrición de los Países

Bajos). Optimeal y los datos ambientales incluidos se han aplicado en varios artículos científicos revisados por expertos. Esta herramienta de Programación Lineal permite dos opciones: encontrar soluciones lo más cercanas posible a la dieta actual (ingresada al programa) y minimizar la dieta en cuanto a diferentes criterios. Esto permite captar el panorama completo de una nutrición saludable y sostenible.

Optimeal puede optimizar las dietas semanales en parámetros nutricionales y ambientales, así como en el costo (esta modalidad no es aplicable a la dieta chilena). Las dietas están optimizadas de tal manera que cumplen con las pautas dietéticas con respecto a los nutrientes y grupos de alimentos, como frutas y verduras. Optimeal se puede utilizar para varias aplicaciones, por ejemplo, para encontrar más dietas saludables cerca del consumo actual o de dietas alcanzables con un impacto ambiental reducido. Además, Optimeal permite a las empresas estudiar el impacto de las innovaciones de los productos en el rendimiento en dietas saludables o más sostenibles.

Las directrices dietéticas aplicadas en Optimeal se definieron en colaboración con Voedingcentrum. Son una compilación de recomendaciones del Consejo de Salud de Holanda, los consejos científicos internacionales y los paneles de asesoramiento.

El impacto ambiental de los productos en la base de datos, expresado en varios indicadores ambientales, es una compilación de estudios realizados por Blonk Consultants. Se basan en evaluaciones del ciclo de vida "de la cuna a la tumba" (ciclo de vida completo). Como métrica para el impacto ambiental usa un puntaje único (pReCiPe), basado en el método ReCiPe, comúnmente utilizado en los ACV. Los ACV de los 207 alimentos incluidos en la base de datos ambiental fueron modelados desde "la cuna a la tumba" por la misma consultora.

Características de Optimeal®

Interfaz sencilla: Es adecuada para la mayoría de las computadoras personales y puede ser utilizado por todos con algún conocimiento nutricional básico. La interfaz proporciona un fácil acceso a todas las configuraciones posibles y produce gráficos y tablas claras.

Motor de cálculo incorporado: Los usuarios pueden elegir la opción de cálculo predeterminada o modificar la configuración de acuerdo a su elección. Esto garantiza que las soluciones siempre satisfarán los requisitos y permitirán al usuario estudiar diferentes escenarios.

Diseño modular: En torno al motor de cálculo se encuentran varias bases de datos que contienen información sobre los requisitos nutricionales, los valores nutritivos y el impacto ambiental de más de 200 productos alimenticios, así como información sobre las porciones.

Datos ambientales: La base de datos ambiental contiene las emisiones de GEI, el uso de energía fósil, el uso de la tierra y el impacto medioambiental global (ReCiPe) de cada producto, calculado por Blonk Consultants, basándose en la última versión de la base de datos Agro-footprint de LCA.

Biblioteca de inicio: Optimeal viene con directrices nutricionales predeterminadas , así como con dietas holandesas típicas por género y grupos de edad.

6.1.1. ¿Cómo funciona?

La optimización de las dietas se realiza en seis pasos, que se describen a continuación.

1. **Cargar o comenzar un nuevo proyecto:** Se puede iniciar un proyecto desde cero seleccionando la opción Nuevo proyecto, esto devolverá la configuración predeterminada. Además, si ha estado trabajando en un proyecto se puede cargar al programa.
2. **Definir perfil:** Debido a que los requisitos nutricionales dependen de la edad, el sexo, el nivel de actividad y ciertas restricciones dietéticas, se debe elegir un sujeto de estudio adecuado para los propósitos del estudio.
3. **Ver / Editar requerimientos:** En este paso la pantalla brinda información sobre las restricciones aplicables para el perfil seleccionado. Los valores están en unidades por día. Las propiedades se

clasifican en varias categorías, tales como: macronutrientes, vitaminas, minerales, aminoácidos, Datos ambientales, Grupos de alimentos, entre otros. Si hay propiedades activas en la lista que no se consideran relevantes para la investigación, se pueden desactivar eliminando el *check*.

Cada propiedad tiene un límite inferior y uno superior. Juntos representan las restricciones para todas las soluciones posibles durante la optimización.

Las restricciones Inferior y Superior pueden ser útiles para establecer restricciones en las dietas con requisitos especiales. Por ejemplo, un valor superior de 0 en un grupo de alimentos dado significa que los productos de esta categoría estarán restringidos durante la optimización y, por lo tanto, no se incluirán en la dieta resultante.

Requerimientos basados en porcentaje de energía: Para cada Grupo Base, los valores para los límites superior e inferior se implementan en una tabla predeterminada con requisitos. Un grupo base se define por edad, sexo y nivel de actividad. Los valores predeterminados para cada Grupo Base se cargan cuando se selecciona un perfil en el Paso 2. Están visibles en el Paso 3, en la pantalla con todas las restricciones.

Es posible recalcular los límites superior e inferior según un requisito de energía promedio diferente.

4. **Ver / Editar productos en la dieta:** En esta pantalla se puede seleccionar una dieta semanal para usar como punto de partida para optimizar. La lista de productos muestra la descripción de la tabla NEVO y a qué categoría de producto pertenecen los alimentos.

   Una tabla muestra todos los productos que se pueden seleccionar. Puede definir el mínimo, máximo y la cantidad actual de alimento. Se sugiere un máximo predeterminado para promover la variación en la dieta. Las cantidades están en porciones por semana y el tamaño de cada porción se muestra en gramos.

   Las dietas predeterminadas se pueden adaptar a las necesidades del usuario, cambiando la cantidad de porciones semanales de cualquier producto o incluyendo nuevos productos de la lista.

   Las restricciones dietéticas detalladas se pueden establecer individualmente por producto al establecer las porciones máximas o mínimas semanales. Excluir un producto: establece la porción máxima en 0. Incluir un producto: se necesita una porción mínima semanal, esto significa que la optimización incluirá al menos la porción mínima elegida (o más en caso de que se recomiende este producto).

5. **Optimizar:** Dentro de las restricciones (requisitos) caben una cantidad infinita de menús diferentes. El algoritmo de optimización encuentra la solución óptima, ya sea un valor mínimo o máximo en una propiedad que seleccione, o una dieta dentro de las restricciones con una cantidad mínima de cambios en relación con la dieta de referencia.

   La propiedad a optimizar puede ser, por ejemplo, la huella de carbono, el precio del menú, las propiedades nutricionales, pero también la "distancia virtual" al menú que elija. A esta primera opción le llaman Abordar un objetivo (*Approach a goal*). La segunda opción es encontrar una solución lo más cercana posible a su menú base. En este caso, se usa *Find the closest diet*, con el cual se puede encontrar una dieta similar a la actual, pero con menor HC.

6. **Analizar resultados:** La ventana de comparación muestra las diferencias en la cantidad de porciones entre la dieta actual y los resultados optimizados (dieta recomendada). Los cambios se resaltan con barras de color que representan el número de porciones que se cambiaron. Azul: aumento, se sugieren porciones adicionales para ese producto. Rojo: disminución, las porciones del producto se redujeron o eliminaron de la dieta.

Cabe destacar que no todas las funciones estaban disponibles en la versión de prueba, como por ejemplo guardar los gráficos y tablas resultantes, por lo que se tuvieron que realizar posteriormente a partir de los datos de los resultados.

6.2. Dieta chilena en Optimeal

Antes de trabajar con el software Optimeal era necesario tener los datos de la dieta promedio chilena, según género, rango de edad y nivel de actividad.

Para esto, se usó la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario 2010 (ENCA 2010, descrita en la sección 5.1.2), se utilizó una de ñas 6 bases de datos, con las siguientes características:

ENCA_ETCC_ALIMENTOS_INDIVIDUALES: Esta base corresponde a la información proveniente de la Encuesta de Tendencia de Consumo Cuantificada (ETCC), referente al consumo de 457 alimentos del entrevistado en el último mes. La estructura de esta base corresponde a una fila por cada producto y entrevistado, y se reporta si consume el producto o no; en caso positivo, se consigna la frecuencia y cantidad. El identificador del entrevistado es el folio y el identificador del producto es la variable producto. Cada folio se repite 457 veces (una por cada producto consultado). Es decir, contiene 2.248.438 filas y 28 variables (columnas).

Esta base se modificó para poder generar promedios de consumo de cada alimento, y se cruzó con la base de datos ENCA_Er24h_GENERAL.dta, de la cual se obtuvieron datos de edad y género de los entrevistados. Luego se filtró la base resultante para generar promedios de consumo de dos sujetos tipo o perfiles: 1. Mujer de 31-50 años y 2. Hombre de 31-50 años.

La base de datos de la dieta chilena contiene 457 productos, mientras que Optimeal contiene 207 alimentos, algunos generales y otros característicos de la dieta de Países Bajos. Por este motivo se realizó una equivalencia entre los productos de la dieta chilena y los productos del software, logrando generar una dieta chilena en función de los productos disponibles para optimizar.

Una vez obtenida la dieta promedio chilena en función de los alimentos disponibles en Optimeal, se tranformaron las unidades de consumo a gramos o ml a la semana (que es la unidad utilizada en el software) y se dejaron en cero los alimentos que no se consumen en Chile.

Luego de esto, los pasos a seguir para optimizar la dieta chilena fueron los siguientes:

1. **Comenzar un nuevo proyecto:** Se creó un nuevo proyecto, utilizando la configuración predeterminada.

2. **Definir perfil:** Como se explicó anteriormente, se generaron dos perfiles: Hombre y mujer de un rango de edad entre 31 y 50 años, ya que la edad promedio en Chile al 2012 era de 35 años[57], cayendo en este rango de edad. Ambos perfiles se consideraron como sedentarios, ya que un 80,1 % de la población chilena lo es [58], siendo este estilo de vida más representativo que el activo.

3. **Ver / Editar requerimientos:** La restricciones nutricionales para el perfil seleccionado no se modificaron, ya que por defecto se adecúan al rango etáreo, sexo y nivel de actividad física ingresados en el paso anterior (Paso 2). Debido a la falta de algunos alimentos consumidos en Chile en el software, la dieta chilena quedó con un aporte calórico menor al real, para ajustar esto se relajó levemente la restricción de calorías. Finalmente se guardaron los requerimientos y se continuó al paso siguiente.

4. **Ver / Editar productos en la dieta:** En esta etapa se ingresaron los datos del consumo de alimentos en Chile al programa, dejando en cero el consumo de alimentos exclusivos de Países Bajos, y fijando también como cero el consumo máximo, para que no se incluyan estos productos en la dieta resultante (por ejemplo dulces típicos holandeses).

   Por otra parte, se fijó un consumo mínimo (relativamente bajo, pero mayor que cero) de las frutas y verduras más consumidas en Chile, guiándose por la encuesta ENCA. Esto significa que se aceptan reducciones de estos alimentos en caso de tener mucho impacto, sin embargo su consumo no puede ser cero.

[57] Fuente: La Tercera; Censo muestra envejecimiento y cambios culturales en Chile (2013).

[58] Según La "Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes 2015" del Ministerio del Deporte, un 80,1 % de la población chilena es sedentaria, entendiendo al sedentario como "un sujeto que realiza menos de 30 minutos de ejercicio físico de moderada intensidad, mínimo tres veces por semana". Disponible en http://www.mindep.cl/encuestahabitos/.

El menú resultante se guardó ya que se utilizó tanto para la minimización de huella de carbono como para la minimización del impacto general, ReCiPe.

5. **Optimizar:** Se optimizaron los seis escenarios planteados en la Tabla 6.1.
6. **Analizar resultados:** Los gráficos y tablas resultantes no pudieron ser guardadas al utilizar una versión de prueba, sin embargo, se exportaron las planillas de resultados a Excel de los cuatro casos para realizar el análisis de cada uno.

6.3. Resultados

6.3.1. Caso 1: Hombre 31-50 años, inactivo, minimizando HC mediante el modo dieta más cercana.

En primer lugar se realizó la optimización ambiental con la opción *Find the closest diet* para encontrar soluciones lo más cercanas posible a la dieta actual, fijando un porcentaje de reducción de la HC de un 10 %. Para este caso se obtuvieron los siguientes cambios en la dieta:

Tabla 6.2: Principales cambios en la dieta para el Caso 1.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimento	Nombre producto	Actual (gramos)	Sugerido (gramos)	Delta (gramos)	Gráfico Cambios
No-especificado	Refresco de cola con cafeína	2092,5	191,4	-1901,1	
Agua, café, té	Promedio de agua mineral	546,0	2346,1	1800,1	
No-especificado	Té herbal instantáneo preparado	67,5	1115,8	1048,3	
Agua, café, té	Té preparado	2011,5	1006,8	-1004,7	
Pan	Pan blanco (tipo molde)	30,1	971,1	941,0	
Agua, café, té	Agua (promedio)	5970,0	6850,9	880,9	
Agua, café, té	Café preparado	1156,3	448,3	-707,9	
No-especificado	Cerveza pilsner	1029,0	339,3	-689,7	
Pan	Pan de trigo (crujiente)	682,0	122,2	-559,8	
Pan	Pan tipo frica	780,0	287,3	-492,7	
No-especificado	Jugo líquido envasado	580,5	178,3	-402,2	
No-especificado	Bebida sin cafeína	0,0	380,8	380,8	
Lácteos	Leche (entera)	440,0	63,9	-376,1	
No-especificado	Té helado	0,0	352,4	352,4	
Vegetales	Tomate (crudo, promedio)	437,0	122,8	-314,2	
No-especificado	Jugo de manzana	0,0	304,7	304,7	
No-especificado	Cerveza> 7 vol% alcohol	0,0	251,7	251,7	
No-especificado	Bebida light sin cafeína	0,0	241,9	241,9	
Fruta	Naranja	338,8	104,9	-233,8	
Papas, pasta, arroz	Pasta hervida (promedio)	385,2	590,7	205,5	

Los mayores cambios se obtuvieron en las bebidas. Se sugiere una drástica disminución en el consumo de bebidas cola, y su reemplazo por té herbal y bebidas light y sin cafeína, además de un aumento en el consumo de agua mineral y agua en general, ya que el chileno correspondiente a este perfil no estaba bebiendo suficiente. Se sugiere también una disminución del consumo de café (reemplazado por el té), la cerveza y los jugos envasados.

Por otro lado se sugiere disminuir el consumo de leche entera y aumentar levemente el consumo de leche descremada, cambiar la carne y jamón por pollo. El pan se sugiere cambiar los tradicional (similar a marraqueta) y tipo frica, por pan tipo molde. También se sugiere un aumento del consumo de cereales.

Para este caso el índice ReCiPe disminuyó en un 6,3 %, principalmente por los cambios en el consumo de los grupos Carne, Pescado y Pan.

El inconveniente que puede tener este modo de optimización es que la dieta chilena en función de los productos del programa, no es representativa. Esto sucede porque hay varios alimentos en la dieta chilena que

son consumidos actualmente, pero que no pudieron ser ingresados al programa al no haber datos de estos productos, lo que generó como resultado una ingesta de calorías menor a la recomendada (y de nutrientes también), por ende el programa busca mejorar este aspecto. Si bien intenta mejorar el impacto ambiental, prioriza el alcance de los objetivos de nutrientes y calorías requeridos dado el perfil ingresado. Además, las pruebas para la dieta más cercana se realizaron con un objetivo de reducción de un 10 %, lo que condujo a leves mejoras ambientales (comparado con los casos que se verán más adelante).

El programa tiene dos opciones para realizar los cambios: modificar una gran cantidad de productos de forma leve, o modificar unos pocos productos (con mayor impacto) en mayor medida. En el caso de la dieta más cercana realiza la primera opción, fijándose también en suplir los requerimientos nutricionales, para lo cual se debe aumentar el consumo de varios alimentos nutricionalmente densos y con impacto medio o bajo.

A continuación se muestra el cambio en la contribución de cada grupo de alimentos a la HC total para una persona con el perfil de este caso.

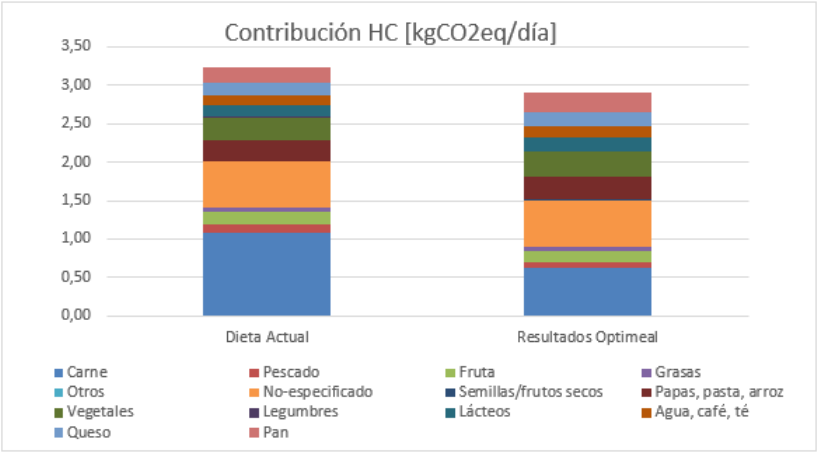


Figura 6.1: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 1.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

La HC disminuyó en 0,324 kg CO_2eq por día. Los grupos Carne y Pescado tuvieron la mayor disminución de su contribución porcentual con respecto a la HC (42 % y 31 % respectivamente), seguidos por la Fruta y Grasas. La carne de vaca y el jamón se cambió por pollo, ya que generalmente posee menos impacto. Por otra parte, los Lácteos, Queso, Pan y el grupo Agua, café, té aumentaron levemente su contribución a la HC, aunque se sugiere disminuir el consumo de leche entera y aumentar el consumo de lácteos bajos en grasa y quesos con menor impacto. El detalle de contribución a la HC por grupo de alimento se encuentra disponible en la Tabla A.3 del Anexo A.3.

En cuanto al grupo verduras, se sugieren leves aumentos en la mayoría de las verduras verdes y hortalizas, sin embargo, el programa arroja una disminución del consumo de tomates, zanahorias y lechuga, que es una opción difícil de adaptar en Chile ya que son las verduras más consumidas en el país. Por otra parte, es necesario analizar los ACV de estas verduras, ya que su HC y otros impactos puede variar mucho de un país como Países Bajos a uno como Chile.

Las calorías consumidas en la dieta optimizada varían de manera que provengan de grupos de alimentos con menos impactos y mayor contenido nutricional, de acuerdo a los requerimientos del perfil ingresado.

Se sugiere un aumento de las calorías provenientes de lácteos, vegetales, cereales y carne (pollo) para cumplir con los requerimientos de energía y nutrientes necesarios. Por otro lado se sugiere una disminución drástica de las calorías provenientes del grupo agua, té, café, que en la dieta actual consiste en un alto consumo de bebidas, jugos envasados y café. En segundo lugar aumentaron las calorías provenientes del pescado, que

es un producto que depende mucho de la localidad y las condiciones donde fueron criados, pero que tiene un valioso contenido nutricional. A continuación se muestra una tabla con estos resultados.

Tabla 6.3: Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 1.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kcal]	Resultados Optimeal [kcal]	Diferencia
Agua, café, té	1,65	0,64	-61%
Pescado	24,14	20,59	-15%
Grasas	99,87	97,37	-3%
Otros	0,00	0,00	0%
No-especificado	551,75	572,74	4%
Pan	602,12	641,11	6%
Legumbres	11,43	12,17	6%
Fruta	98,75	105,97	7%
Semillas/frutos secos	12,99	14,21	9%
Queso	54,56	59,75	10%
Carne	203,66	225,81	11%
Papas, pasta, arroz	306,02	348,28	14%
Vegetales	59,44	72,75	22%
Lácteos	65,59	86,36	32%
Total	2091,96	2257,75	8%

Si la dieta ingresada hubiese sido más variada, probablemente las proteínas podrían provenir de grupos de alimentos como las legumbres o las semillas y frutos secos, que son fuentes de proteína con menor impacto ambiental, y adecuadas para una dieta saludable (ver Sección 4.3.3).

Un detalle importante de Optimeal es que tiene muy pocos productos del grupo legumbres, son tres: garbanzos enlatados (cocidos), arvejas cocidas y porotos (frijoles) marrones en lata. En Chile se consumen también lentejas, que junto con los porotos y garbanzos son consumidas en platos principales típicos y en general se cocinan en casa y son comprados en paquetes de 1 kg. Esta opción puede ser más sustentable y una forma más eficiente de consumir proteínas, pero no se refleja en los resultados por la razón anteriormente descrita. A pesar de esto, el grupo Legumbres tuvo un 6 % de incremento en cuanto a calorías para este caso, lo que hizo aumentar su HC en un 10 %.

6.3.2. Caso 2: Mujer 31-50 años, inactiva, minimizando HC mediante el modo dieta más cercana.

Se realizó la optimización buscando soluciones lo más cercanas posible a la dieta actual, en este caso para una mujer chilena con las características anteriormente descritas. Se fijó el porcentaje de reducción de la HC de un 10 %.

Al igual que en el Caso 1, los mayores cambios se encuentran en los bebestibles, aumentando el consumo de agua (mineral y común) y disminuyendo el consumo de café, leche, jugos envasados y té tradicional, que pueden ser reemplazados por té herbal, té helado o bebidas light y sin cafeína. Otro cambio importante para este caso es la disminución del consumo del pan tradicional (de trigo, crujiente) y pan tipo frica y su reemplazo por el pan de tipo molde, que para el caso del ACV evaluado en el software, tiene un menor impacto. Al igual que para el Caso 1, se sugiere una disminución de las carnes rojas y un aumento del consumo de pollo.

Se sugiere un aumento del consumo de verduras, sin embargo se sugiere una disminución en el consumo de tomate, lechuga y zanahorias crudas, que son las más consumidas en Chile, como se explicó en el Caso 1. Se sugiere aumentar el consumo de cebollas hervidas, mandarinas, pera (con piel) y puerro hervido, además de varios pequeños aumentos en verduras como el repollo, pimentón, coliflor, pepino, etc. y un aumento en el consumo de chukrut, que en total generan un aumento en el grupo verduras y una mejora en cuanto al contenido nutricional de la dieta. Para los carbohidratos se sugiere un aumento en el consumo de pasta y arroz integral y una disminución de papas cocidas y arroz blanco.

A continuación se muestra una tabla con los 20 principales cambios obtenidos:

Tabla 6.4: Principales cambios en la dieta para el Caso 2.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimento	Nombre producto	Actual (gramos)	Sugerido (gramos)	Delta (gramos)	Gráfico Cambios
Agua, café, té	Promedio de agua mineral	286,5	1507,6	1221,1	
No-especificado	Refresco de cola con cafeína	1174,5	119,9	-1054,6	
Agua, café, té	Agua (promedio)	6574,5	7256,8	682,3	
Pan	Pan blanco (tipo molde)	25,9	553,4	527,5	
Agua, café, té	Café preparado	756,3	234,0	-522,2	
Pan	Pan de trigo (crujiente)	497,0	83,1	-413,9	
No-especificado	Té herbal instantáneo preparado	99,0	510,0	411,0	
Agua, café, té	Té preparado	2455,5	2081,6	-373,9	
Lácteos	Leche (entera)	355,0	50,8	-304,2	
Papas, pasta, arroz	Pasta hervida (promedio)	233,1	534,8	301,7	
Vegetales	Tomate (crudo, promedio)	397,5	107,7	-289,8	
No-especificado	Jugo líquido envasado	349,5	104,8	-244,7	
Pan	Pan tipo frica	307,0	103,3	-203,7	
Fruta	Frutillas	221,3	28,4	-192,8	
No-especificado	Té helado	0,0	192,7	192,7	
No-especificado	Bebida sin cafeína	0,0	188,8	188,8	
Lácteos	Yogurt bajo en grasa	219,0	43,2	-175,8	
No-especificado	Jugo de manzana	0,0	173,2	173,2	
No-especificado	Bebida light sin cafeína	0,0	164,0	164,0	
Vegetales	Lechuga cruda (promedio)	405,0	255,5	-149,5	

Para este caso se sugiere un aumento de 110 kcal en comparación a la dieta actual, que provienen de diversos grupos de alimentos, aunque los grupos con mayor aumento sugerido son los lácteos, vegetales, papas/pasta/arroz y fruta, mientras que la mayor disminución de calorías se concentra en las bebidas.

Tabla 6.5: Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 2.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kcal]	Resultados Optimeal [kcal]	Diferencia
Lácteos	56,38	72,10	28%
Vegetales	60,38	71,29	18%
Papas, pasta, arroz	211,81	248,40	17%
Fruta	69,06	80,22	16%
Semillas/frutos secos	7,11	7,83	10%
Queso	30,52	33,14	9%
Carne	153,84	165,14	7%
Pan	359,10	381,63	6%
Legumbres	6,18	6,57	6%
Grasas	89,09	89,16	0%
Otros	0,00	0,00	0%
No-especificado	328,91	328,70	0%
Pescado	19,61	18,68	-5%
Agua, café, té	1,08	0,33	-69%
Total	1393,06	1503,20	8%

En cuanto al impacto ambiental, la HC disminuyó en 0,226 kg CO_2eq por día. Al igual que para el Caso 1, los grupos Carne y Pescado tuvieron la mayor disminución de su contribución porcentual con respecto a la HC (37 % y 35 % respectivamente), seguidos por la Fruta (31 %) y Grasas (9 %). Por otra parte, los grupos Lácteos, Queso, Pan y el grupo Agua, café y té aumentaron su contribución a la HC. El detalle de contribución a la HC por grupo de alimento se encuentra disponible en la Tabla A.4 del Anexo A.3. La contribución de cada grupo de alimentos se muestra a continuación. El índice ReCiPe disminuyó en un 5,4 %.

A continuación se muestran los cambios en la contribución de la HC.

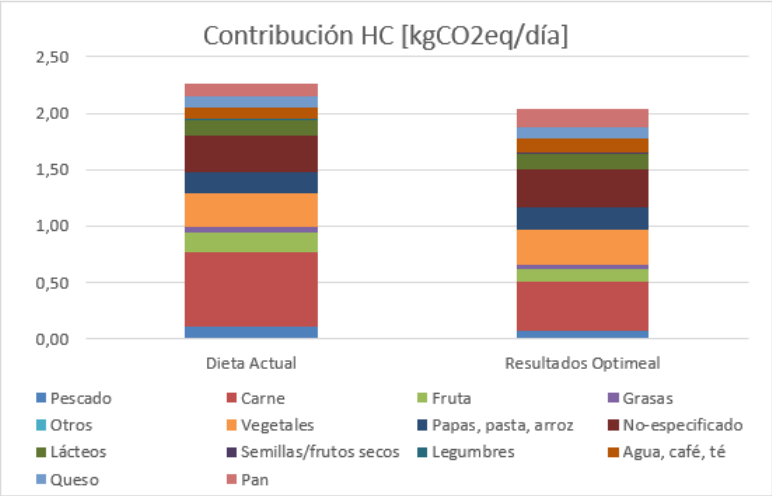


Figura 6.2: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 2.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

6.3.3. Caso 3: Hombre 31-50 años, inactivo, minimizando HC.

Para los siguientes casos se utilizó el modo de optimización llamado *Approach a goal*, fijando el nivel de reducción en un 20 % tanto para HC (casos 3 y 4) como para el índice ReCiPe(casos 5 y 6). Los resultados de cada objetivo de optimización difieren, como era de esperar, porque al minimizar el índice ReCiPe se están considerando una serie de categorías de impacto ambiental, mientras que al usar la HC se están minimizando solamente los GEI.

En este caso se ingresó la dieta de los varones chilenos, de un rango entre 31 a 50 años de edad, y se optimizó la dieta bajo el criterio de minimizar la HC, relajando la restricción de requerimientos calóricos (disminuyendo el nivel de calorías mínimas) para compensar la falta de alimentos chilenos en la base de datos del software. Se fijaron los objetivos de reducción en un 20 % .

Los resultados indican que la reducción del nivel de calorías mínimas no fue suficiente, ya que la falta de algunos alimentos hace que a la dieta chilena (de una persona con el perfil ingresado) le falten aproximadamente 300 calorías para llegar a lo recomendado, cantidad mucho mayor a las 100 calorías disminuidas en el mínimo del programa al intentar relajar esta restricción.

A pesar de esto, se logró disminuir el impacto de la dieta en más de medio kg de CO_2 equivalente al día, aumentando el consumo de calorías y nutrientes, lo que genera una dieta con ventajas para el clima y la salud. A largo plazo, esta dieta puede generar un ahorro de emisiones considerable (236,3 kg de CO_2 eq al año, por persona).

Los mayores cambios se obtuvieron en los bebestibles. Se observa una drástica disminución en el consumo de bebidas cola, y su reemplazo por té herbal y té tradicional, además de un aumento en el consumo de agua, ya que el chileno correspondiente a este perfil no estaba bebiendo suficiente. Se disminuyó también el consumo de café (reemplazado por el té), la cerveza, los jugos envasados y el vino tinto.

Se sugiere un aumento del consumo de pera (con cáscara), en más de 450 gramos al día, lo cual es difícil de llevar a cabo en la realidad. También se sugiere aumentar el consumo de pan blanco, fideos y papas. Por otro lado se obtuvo una serie de incrementos muy pequeños en los grupos de productos como hortalizas, legumbres, nueces y semillas, pescado y productos de soja. La leche entera se cambia por leche descremada, al igual que el yogur. Se sugiere disminuir el arroz blanco y aumentar el consumo de papas y fideos, y levemente el consumo de arroz integral.

A continuación se muestran los 20 mayores cambios en los alimentos y cantidades contenidas en la dieta chilena para el Caso 3.

Tabla 6.6: Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 3.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimento	Nombre producto	Actual (gramos)	Sugerido (gramos)	Delta (gramos)	Gráfico Cambios
No-especificado	Té herbal instantáneo preparado	67,5	3321,1	3253,6	
No-especificado	Refresco de cola con cafeína	2092,5	88,0	-2004,5	
Agua, café, té	Agua (promedio)	5970,0	7304,5	1334,5	
Agua, café, té	Té preparado	2011,5	3169,8	1158,3	
No-especificado	Cerveza pilsner	1029,0	123,1	-905,9	
Agua, café, té	Café preparado	1156,3	314,4	-841,9	
Fruta	Pera (con cáscara)	62,5	809,3	746,8	
Pan	Pan blanco (tipo molde)	30,1	662,5	632,4	
Pan	Pan de trigo (crujiente)	682,0	132,0	-550,0	
No-especificado	Jugo líquido envasado	580,5	61,1	-519,4	
Papas, pasta, arroz	Fideos blancos hervidos	385,2	815,0	429,8	
Lácteos	Leche (entera)	440,0	44,0	-396,0	
Agua, café, té	Promedio de agua mineral	546,0	831,8	285,8	
Papas, pasta, arroz	Arroz blanco hervido	459,3	177,7	-281,5	
Fruta	Naranja	338,8	72,5	-266,2	
Papas, pasta, arroz	Papas cocidas con cáscara (promedio)	1104,5	1341,7	237,2	
No-especificado	Cerveza> 7 vol% alcohol	0,0	230,7	230,7	
No-especificado	Vino tinto	252,0	39,3	-212,7	
Vegetales	Diente de dragón	4,0	209,5	205,5	
Lácteos	Yogur bajo en grasa	225,0	48,9	-176,1	

Los grupos carne y pescado no tuvieron cambios tan drásticos. Se sugiere disminuir el consumo de Filete de carne cocido y optar por el jamón de ave y el pollo cocido. En cuanto a los pescados, la sugerencia es comer menos atún enlatado y más pescados como Bacalao y Pangasius, que en Chile pueden ser reemplazados por pescados locales provenientes de pesca sustentable. El grupo Verduras, experimentó varios cambios, con reducciones y aumentos en varias de ellas, resultando un aumento neto de alrededor de 350 gramos al día, entre los cuales destacan el aumento del consumo de diente de dragón, puerro hervido, chucrut y cebollas hervidas. Las disminuciones son encabezadas por el tomate y la lechuga.

El aumento de calorías (para completar la dosis diaria recomendada) no se incrementó proporcionalmente a la dieta actual, sino que provino en mayor medida de grupos con bajo impacto y/o mayor eficiencia nutricional, estos fueron los Vegetales, Lácteos, Queso, el grupo Papas, pasta, arroz y el grupo Semillas/frutos secos. La tabla contribución de calorías por tipo de alimento se muestra a continuación:

Tabla 6.7: Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 3.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kcal]	Resultados Optimeal [kcal]	Diferencia
Agua, café, té	1,65	0,45	-73%
Pescado	24,14	23,01	-5%
Otros	0,00	0,00	0%
No-especificado	551,75	622,47	13%
Fruta	98,75	112,90	14%
Grasas	99,87	115,45	16%
Carne	203,66	236,83	16%
Pan	602,12	701,26	16%
Legumbres	11,43	13,31	16%
Semillas/frutos secos	12,99	15,38	18%
Papas, pasta, arroz	306,02	363,65	19%
Queso	54,56	65,84	21%
Lácteos	65,59	87,98	34%
Vegetales	59,44	84,12	42%
Total	2091,96	2442,64	17%

El aumento más notorio es el del grupo vegetales, que obtuvo un aumento del 42 %, en segundo lugar

aumentaron los Lácteos en un 34 %. También aumentaron calorías proveniente de la carne, legumbres y el pan. En el caso del grupo No-especificado, el mayor cambio es la reducción de las calorías provenientes de las bebidas cola, cerveza pilsner y jugos envasados y el consiguiente aumento del consumo de té herbal (que de por sí es bajo en calorías), complementado con pequeños aumentos de té helado, bebidas light y sin cafeína y jugo light y de manzana o naranja naturales. En esta categoría también se encuentran los productos de soya, que se sugiere aumentar levemente.

Los únicos grupos que disminuyeron su aporte calórico (muy levemente) fueron el Pescado y Agua, café, té, este último grupo tiene un bajo aporte de calorías, por lo que el cambio de 1,2 kcal representa un gran porcentaje.

Se sugiere un aumento de las proteínas de origen vegetal (72 %), seguidas de proteínas de los grupos papas/pasta/arroz, semillas/frutos secos, queso y legumbres. El detalle de la obtención de proteínas para esta dieta se puede ver en la Tabla A.6 del Anexo A.3.

En el caso de la contribución de la HC los resultados fueron los siguientes:

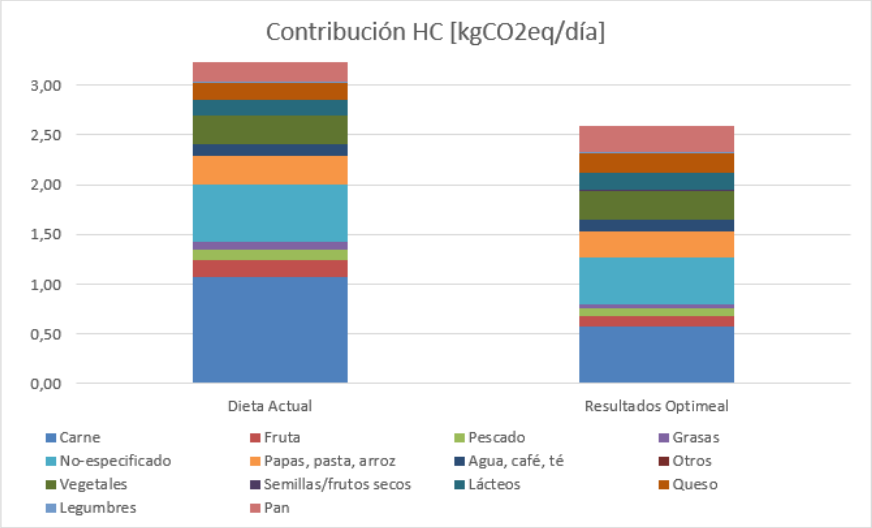


Figura 6.3: Contribución de cada grupo de alimento a la HC total para el Caso 3.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

La HC disminuyó en 0,648 kg CO_2eq por día. Principalmente debido a la reducción de la huella de alimentos de los grupos Carne, Fruta, Pescado y Grasas. El detalle de contribución a la HC por grupo de alimento se encuentra disponible en la Tabla A.5 del Anexo A.3.

Finalmente el índice ReCiPe (pt.) disminuyó un 14 % y el Uso de Suelo disminuyó un 11 % (de 3,06 m^2 a 2,72 m^2). El detalle de contribución por grupo de alimentos para el índice ReCiPe se encuentra en la Tabla A.7 del Anexo A.3.

6.3.4. Caso 4: Mujer 31-50 años, inactiva, minimizando HC.

Se realizó la optimización de la HC, pero esta vez para una mujer con el perfil descrito. Al igual que en el Caso 3, los principales cambios se obtuvieron en los bebestibles, con una drástica disminución en el consumo de bebidas cola, y su reemplazo por té herbal y té tradicional, además de un aumento en el consumo de agua. Se sugiere también una disminución en el consumo de café, leche entera y jugos envasados.

En la siguiente tabla se pueden ver los primeros 20 cambios en los productos de la dieta para este caso:

Tabla 6.8: Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 4.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimea)

Grupo de alimento	Nombre producto	Actual (gramos)	Sugerido (gramos)	Delta (gramos)	Gráfico Cambios
Agua, café, té	Té preparado	2455,5	4475,4	2019,9	
No-especificado	Té herbal instantáneo preparado	99,0	1747,1	1648,1	
No-especificado	Refresco de cola con cafeína	1174,5	41,8	-1132,7	
Agua, café, té	Agua (promedio)	6574,5	7430,5	856,0	
Agua, café, té	Café preparado	756,3	99,1	-657,2	
Pan	Pan blanco (tipo molde)	25,9	564,2	538,3	
Fruta	Pera (con cáscara)	41,3	519,4	478,1	
Papas, pasta, arroz	Fideos blancos hervidos	233,1	704,0	470,9	
Pan	Pan de trigo (crujiente)	497,0	88,6	-408,4	
Lácteos	Leche (entera)	355,0	24,3	-330,7	
No-especificado	Jugo líquido envasado	349,5	24,3	-325,2	
Papas, pasta, arroz	Arroz blanco cocido	314,1	5,5	-308,6	
Vegetales	Chucrut de repollo cocido	0,0	292,2	292,2	
Lácteos	Bebida de yogur	0,0	240,2	240,2	
Vegetales	Diente de dragón cocido	4,5	209,3	204,8	
Agua, café, té	Promedio de agua mineral	286,5	82,3	-204,2	
Lácteos	Yogur bajo en grasa	219,0	32,9	-186,1	
Vegetales	Calabacines hervidos	198,0	15,9	-182,1	
No-especificado	Refresco de cola light con cafeína	198,0	34,8	-163,2	
Vegetales	Lechuga cruda promedio	405,0	244,4	-160,6	

La tabla de contribución de calorías por tipo de alimento se muestra a continuación:

Tabla 6.9: Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 4.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kcal]	Resultados Optimeal [kcal]	Diferencia
Agua, café, té	1,08	0,14	-87%
Otros	0,00	0,00	0%
Pescado	19,61	20,55	5%
No-especificado	328,91	354,33	8%
Carne	153,84	170,59	11%
Grasas	89,09	99,90	12%
Legumbres	6,18	7,17	16%
Fruta	69,06	80,13	16%
Queso	30,52	35,60	17%
Pan	359,10	420,64	17%
Semillas/frutos secos	7,11	8,52	20%
Papas, pasta, arroz	211,81	257,28	21%
Lácteos	56,38	74,32	32%
Vegetales	60,38	83,47	38%
Total	1393,06	1612,64	16%

Se sugiere un aumento del consumo de pan de molde y pasta, junto con una disminución del consumo de arroz blanco y pan tradicional (crujiente). La fruta que más aumentaría es la pera, disminuyendo levemente el consumo de manzana, plátano y naranja, aunque en total el consumo del grupo frutas aumenta. En este caso la pera tiene un aumento de más de 450 gramos al día, lo cual es difícil de llevar a la realidad. Sin embargo, si el software tuviera una mayor variedad de frutas (existen datos de 11 de ellas) podría combinarse el consumo de aquellas con menor impacto y mayor cantidad de nutrientes necesarios.

En cuanto al grupo Verduras, experimentó varios cambios, con reducciones y aumentos en varias de ellas, resultando un aumento neto de alrededor de 360 gramos al día, entre los cuales destacan el aumento del consumo de chucrut, diente de dragón, puerro hervido y cebollas hervidas (en ese orden). Las mayores disminuciones corresponden a los calabacines, la lechuga y el tomate .

En el grupo carne y pescado los cambios fueron leves. Se sugiere disminuir el consumo de salchicha ahumada y de filete de carne cocido y optar por el jamón de pollo. En cuanto a los pescados, la sugerencia es

comer menos atún enlatado y más filete de pescado blanco (con batido o masa) frito, además de aumentar levemente el consumo de pescados como el Bacalao, que en Chile pueden ser reemplazados por pescados locales provenientes de pesca sustentable, tal como se dijo en el caso anterior.

El aumento de calorías (para completar la dosis diaria recomendada) no se incrementó proporcionalmente a la dieta actual, sino que provino en mayor medida de grupos con bajo impacto y/o mayor eficiencia nutricional, estos fueron los Vegetales, Lácteos, Queso, el grupo Papas, pasta, arroz y el grupo Semillas/frutos secos, como se observa en la Tabla 6.9.

Los únicos grupos que disminuyeron su aporte calórico (muy levemente) fueron el Pescado y Agua, café, té, este último grupo tiene un bajo aporte de calorías, por lo que el cambio de 1,2 kcal representa un gran porcentaje. El incremento de proteína se obtuvo en mayor porcentaje de los grupos: Vegetales y Papas, pasta, arroz, seguido de los grupos Semillas/frutos secos, Queso y Legumbres. El detalle se puede revisar en la Tabla A.9 del Anexo A.3.

La HC disminuyó en 0,452 [kg CO_2eq] por día, equivalente a 165 [kg CO_2eq] al año, por persona. Principalmente por la disminución en la HC de los alimentos de los grupos Carne, Pescado, No-especificado (bebidas cola, té herbal, etc.) y Grasas. Por el contrario, los grupos Pan, Queso y Legumbres aumentaron su HC, como se puede ver en el siguiente gráfico.

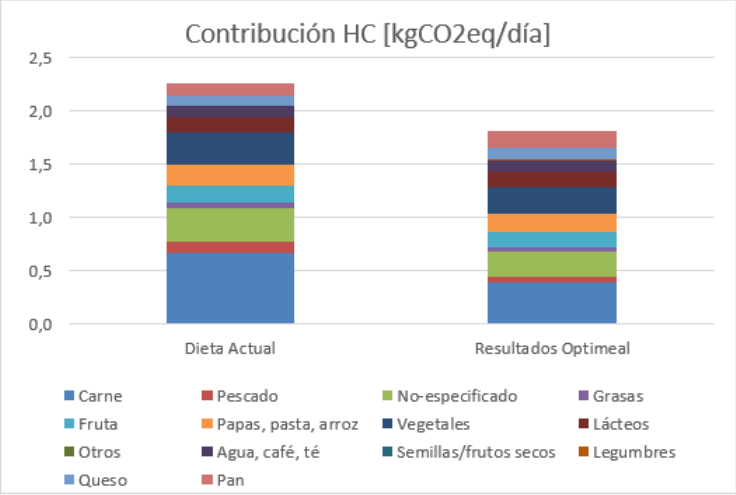


Figura 6.4: Contribución de cada grupo de alimento a la HC total para el Caso 4.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

El índice ReCiPe disminuyó en un 13 %, principalmente por los grupos Carne y Pescado. El detalle de contribución por grupo de alimentos para el índice ReCiPe se encuentra en la Tabla A.10 del Anexo A.3. El Uso de Suelo aumentó de 2 m^2 a 20 m^2) dentro del cual los mayores responsables son los siguientes productos: papas, pan, pera, pasta y chucrut. A pesar de existir un aumento en el consumo de estos alimentos, es extraño que el uso de suelo hya aumentado en tal cantidad, por lo que puede existir algún error en los datos, o alguno de los LCA asociados a estos alimentos podría tener una gran cantidad de uso de suelo considerada.

6.3.5. Caso 5: Hombre 31-50 años, inactivo, minimizando índice ReCiPe.

Para los casos 5 y 6 el objetivo fue minimizar tanto la HC como el índice ReCiPe, que como se mencionó anteriormente, combina varias categorías de impacto y las lleva a un puntaje único. Al igual que en los casos anteriores, los cambios más drásticos se dan en las bebidas, aumentando el consumo de té herbal, té tradicional y agua (promedio), mientras que se sugiere disminuir el consumo de refresco de cola con cafeína, el café preparado, la cerveza pilsner y el vino tinto. Los 20 principales cambios para el Caso 5 se muestran a continuación.

Tabla 6.10: Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 5.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal.)

Grupo de alimento	Nombre producto	Actual (gramos)	Sugerido (gramos)	Delta (gramos)	Gráfico Cambios
No-especificado	Té herbal instantáneo preparado	67,5	4644,9	4577,4	
No-especificado	Refresco de cola con cafeína	2092,5	22,7	-2069,8	
Agua, café, té	Té preparado	2011,5	3985,1	1973,6	
Agua, café, té	Agua (promedio)	5970,0	7472,8	1502,8	
Fruta	Pera (con cáscara)	62,5	1238,0	1175,5	
Agua, café, té	Café preparado	1156,3	56,4	-1099,9	
No-especificado	Cerveza pilsner	1029,0	21,7	-1007,3	
Lácteos	Yogur con fruta	15,0	771,3	756,3	
Pan	Pan de trigo (crujiente)	682,0	73,8	-608,2	
No-especificado	Jugo líquido envasado	580,5	12,8	-567,7	
Pan	Pan blanco (tipo molde)	30,1	554,4	524,3	
Agua, café, té	Promedio de agua mineral	546,0	106,3	-439,7	
Lácteos	Leche (entera)	440,0	13,3	-426,7	
Fruta	Manzana con cáscara (promedio)	342,0	0,1	-341,9	
Fruta	Naranja	338,8	23,1	-315,7	
Papas, pasta, arroz	Papas cocidas con cáscara (promedio)	1104,5	1416,8	312,3	
Vegetales	Puerro hervido	0,0	285,5	285,5	
Papas, pasta, arroz	Fideos blancos hervidos	385,2	129,6	-255,6	
Vegetales	Chucrut de repollo cocido	0,0	251,7	251,7	
No-especificado	Vino tinto	252,0	6,8	-245,2	

Los cambios en cuanto a las calorías fueron los siguientes.

Tabla 6.11: Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 5.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kcal]	Resultados Optimeal [kcal]	Diferencia
Agua, café, té	1,65	0,08	-95%
No-especificado	551,75	512,56	-7%
Otros	0,00	0,00	0%
Pescado	24,14	24,65	2%
Grasas	99,87	106,09	6%
Fruta	98,75	111,97	13%
Papas, pasta, arroz	306,02	358,19	17%
Queso	54,56	63,95	17%
Legumbres	11,43	13,43	18%
Semillas/frutos secos	12,99	15,30	18%
Vegetales	59,44	74,22	25%
Pan	602,12	769,61	28%
Carne	203,66	284,04	39%
Lácteos	65,59	127,13	94%
Total	2091,96	2461,22	18%

En cuanto a los lácteos, se sugiere un aumento en el consumo de yogur con fruta y un muy leve aumento en algunos tipos de queso, mientras que se sugiere una disminución en el consumo de leche entera, yogur bajo en grasa, y leche semi descremada, además del queso gauda (muy baja). El pan tradicional es reemplazado por el pan de molde, cereal muesli y el cereal de desayuno (copos de maíz). Se sugiere además una disminución en el consumo de pasta (tradicional), contrario a los casos anteriores, y un aumento en el consumo de papas, arroz blanco y arroz integral. Los cambios en los grupos carne y pescado no son muy significativos, se sugiere disminuir el consumo de carne roja y de pollo con piel preparado, mientras que se aumenta el consumo de filete de pollo o el salame.

Se sugiere, al igual que en casos anteriores, un gran aumento en el consumo de pera (con cáscara), junto con una disminución (mucho más leve) en el consumo de manzana, naranja y plátano. Con respecto a las verduras, se sugiere un aumento de alrededor de 350 gramos, repartidos en varios alimentos. Se sugiere

aumentar el consumo de puerro hervido, chucrut y cebollas hervidas, y disminuir el del tomate, la lechuga y los calabacines hervidos.

En este caso el aumento de calorías provino principalmente de los grupos Lácteos, Carne, Pan y Vegetales, como se muestra en la Tabla 6.11. El incremento de proteína se obtuvo sustancialmente de los Lácteos, Semillas/frutos secos y Vegetales. La información detallada se puede revisar en la Tabla A.12 del Anexo A.3.

Con respecto a los impactos, tanto la HC como el índice ReCiPe disminuyeron un 20 % (según objetivos ingresados al principio de la optimización), mientras que el Uso de Suelo aumentó de 3 a 27,8 m^2. La disminución de la HC se originó en los grupos Carne, No-especificado (bebidas cola, etc.), Fruta y Pescado. Los detalles de la contribución a la HC están disponibles en la Tabla A.11 del Anexo A.3.

En el caso del índice ReCiPe, la mayor disminución vino de los grupos No-especificado (bebidas), Fruta, Carne y Pescado, como se muestra a continuación.

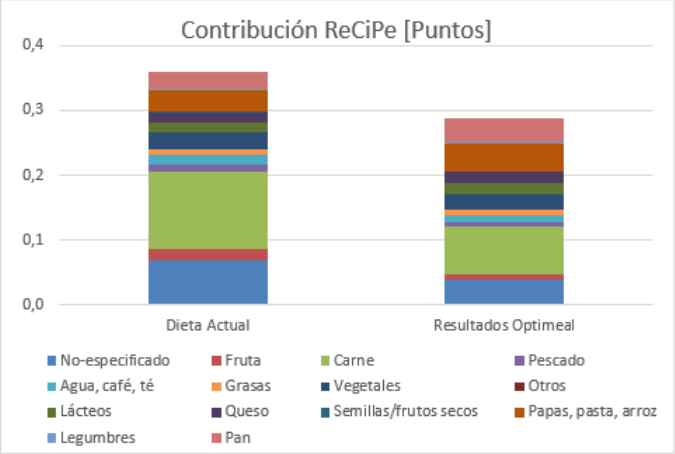


Figura 6.5: Contribución de cada grupo de alimento al índice ReCiPe para el Caso 5.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

6.3.6. Caso 6: Mujer 31-50 años, inactiva, minimizando índice ReCiPe.

Al igual que en los casos anteriores, los cambios más drásticos se dan en las bebidas, aumentando el consumo de té herbal, té tradicional y agua (promedio), mientras que se sugiere disminuir el consumo de refresco de cola con cafeína y el café preparado.

Con relación a los lácteos, se sugiere un aumento en el consumo de yogur con fruta y una disminución en el consumo de leche entera y yogur bajo en grasa. Por otra parte, el pan tradicional y pan frica son reemplazados por pan de molde y cereal muesli. También se sugiere un aumento en el consumo de papas y arroz blanco, y un leve aumento del consumo de pasta y arroz integral.

En cuanto a los grupos carne y pescado, los cambios no son muy grandes, y sugieren una disminución del consumo de carne roja, salchichas ahumadas y pollo con piel preparado, mientras que se aumenta el consumo de jamón de pollo y del salame.

Al igual que en los casos anteriores, se sugiere un gran aumento en el consumo de pera, junto con una disminución (mucho más leve) en el consumo de manzana, naranja y plátano. Con respecto a las verduras, se sugiere un aumento de alrededor de 360 gramos en total, repartidos en varios alimentos, entre los cuales se sugiere aumentar el consumo de chucrut, puerro y cebollas hervidas, y disminuir el del los calabacines hervidos, la lechuga y el tomate (en ese orden).

Los 20 principales resultados se muestran a continuación.

Tabla 6.12: Principales cambios en la dieta para la optimización del Caso 6.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimento	Nombre producto	Actual (gramos)	Sugerido (gramos)	Delta (gramos)	Gráfico Cambios
No-especificado	Té herbal instantáneo preparado	99,0	2400,2	2301,2	
Agua, café, té	Tea prepared	2455,5	4582,3	2126,8	
No-especificado	Refresco de cola con cafeína	1174,5	6,3	-1168,2	
Agua, café, té	Agua (promedio)	6574,5	7477,4	902,9	
Agua, café, té	Café preparado	756,3	17,2	-739,1	
Lácteos	Yogur con fruta	15,0	711,5	696,5	
Fruta	Pera (con cáscara)	41,3	689,9	648,7	
Pan	Pan blanco (tipo molde)	25,9	639,1	613,2	
Pan	Pan de trigo (crujiente)	497,0	22,4	-474,6	
Vegetales	Chucrut de repollo cocido	0,0	374,3	374,3	
Lácteos	Leche (entera)	355,0	6,2	-348,8	
No-especificado	Jugo líquido envasado	349,5	3,7	-345,8	
Vegetales	Puerro hervido	0,0	324,9	324,9	
Agua, café, té	Promedio de agua mineral	286,5	10,4	-276,1	
Pan	Muesli (cereal) crujiente con fruta	10,2	282,0	271,8	
Lácteos	Yogur bajo en grasa	219,0	6,1	-212,9	
Pan	Pan de trigo blando (tipo frica)	307,0	99,6	-207,4	
Vegetales	Calabacines hervidos	198,0	2,3	-195,7	
Fruta	Manzana con cáscara (promedio)	204,0	9,6	-194,4	
No-especificado	Refresco ligero de cola con cafeína	198,0	5,3	-192,7	

El aumento de calorías provino principalmente de los grupos Lácteos, Pan, Carne, y Papas, pasta, arroz, como se muestra en la Tabla 6.13.

Tabla 6.13: Contribución de calorías por tipo de alimento para el Caso 6.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kcal]	Resultados Optimeal [kcal]	Diferencia
Agua, café, té	1,08	0,02	-98%
No-especificado	328,91	279,74	-15%
Otros	0,00	0,00	0%
Grasas	89,09	95,50	7%
Pescado	19,61	21,56	10%
Queso	30,52	34,14	12%
Fruta	69,06	78,97	14%
Legumbres	6,18	7,26	17%
Vegetales	60,38	71,09	18%
Semillas/frutos secos	7,11	8,42	18%
Papas, pasta, arroz	211,81	254,94	20%
Carne	153,84	194,75	27%
Pan	359,10	474,31	32%
Lácteos	56,38	108,77	93%
Total	1393,06	1629,48	17%

La proteína se obtuvo primordialmente de los grupos Queso, Lácteos y Semillas/frutos secos y en segundo lugar de los grupos Papas, pasta, arroz y Legumbres. La información detallada se puede revisar en la Tabla A.15 del Anexo A.3.

En cuanto a los impactos ambientales, tanto la HC como el índice ReCiPe disminuyeron un 20 %, mientras que el Uso de Suelo aumentó de 1,99 a 20,47 m^2. La disminución de la HC se originó en los grupos No-especificado (bebidas cola, etc.), Pescado, Carne y Vegetales. Por el contrario, los grupos Pan y Papas, pasta, arroz aumentaron su HC. Los detalles de la contribución a la HC están disponibles en la Tabla A.14 del Anexo A.3.

En el caso del índice ReCiPe, la mayor disminución vino de los grupos No-especificado, Carne, Pescado, Vegetales, muy similar a la contribución de la HC. Por otro lado, los grupos Pan y Legumbres

aumentaron su contribución al índice, como se muestra en la siguiente figura.

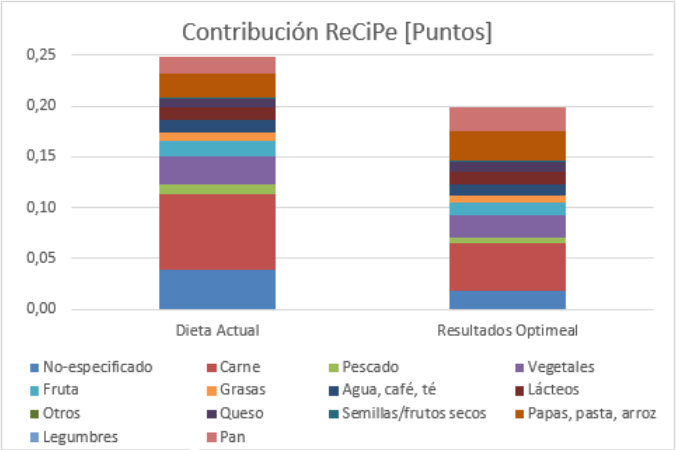


Figura 6.6: Contribución de cada grupo de alimento al índice ReCiPe para el Caso 6.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

6.4. Conclusiones y Consideraciones sobre el uso de Optimeal

A pesar de existir diferencias entre los perfiles y los objetivos de optimización los resultados no fueron tan distintos. Dependiendo de los objetivos de reducción de impactos (HC e índice ReCiPe)las cantidades de reducción o aumento variaban, sin embargo, hay productos que se repiten en todos los casos, o la mayoría de ellos.

Estos patrones se pueden clasificar en dos categorías.

1. Aumento de productos: ventajas para el clima y la salud.

   El producto que más aumentó en casi todos los casos fue el agua, que claramente no alcanza los niveles de consumo recomendados en la dieta actual. Junto con ella aumenta el consumo de té herbal, té tradicional o helado y bebidas bajas en azúcar y calorías, que vienen a reemplazar las grandes cantidades de bebidas de fantasía consumidas por los chilenos.

   Los grupos de productos como vegetales, hortalizas, legumbres, agua, té herbal, frutas como la pera, pescado y productos de soja ocupan una mayor proporción de las dietas optimizadas. También se sugiere aumentar el consumo de algunos alimentos como el pan de molde, yogurt o leche descremada, para suplir la reducción de alimentos similares, generalmente más altos en grasas o con mayor impacto ambiental.

   Hay otros productos que aumentan en los casos de reducción de HC y disminuyen al minimizar el índice ReCiPe (como el aceite de oliva).

   El caso de la pera, que aumenta significativamente en cada caso (más para las mujeres), puede darse porque es la fruta con menor impacto y mejor contenido nutricional dentro de las 11 frutas disponibles en el programa.

2. Reducción de productos: alto impacto ambiental, bajo aporte nutricional.

   La primera reducción en todos los casos fue la bebida cola, seguida del café preparado y de la cerveza en el caso de los hombres, reemplazada por el agua y las bebidas mencionadas anteriormente.

   Con relación a las frutas, la manzana obtuvo una leve reducción en cada caso, ya que es una de las frutas más consumidas en Chile, junto con el plátano y la naranja, que también disminuyeron en algunos casos, de forma leve.

En cuanto a la carne, hay una clara tendencia a reducir las carnes rojas y algunos tipos de embutidos, que se reemplazan por el pollo.

Con respecto a los grupos de alimentos, las reducciones fueron principalmente en los grupos bebida, carne (rojas), productos lácteos y pan, aunque también en algunas frutas y verduras. En general disminuyen los productos de los grupos que hacen una contribución considerable al total de las emisiones de GEI de la dieta actual.

Si bien los resultados pueden tener cambios drásticos de consumo, o sugerir el consumo de alimentos con los cuales los chilenos están poco familiarizados, los patrones de las dietas optimizadas dan una idea de cómo mejorar la huella ambiental de las personas a través de cambios en la dieta, y permiten cuantificar esta mejora en términos de HC (en kg de CO_2eq, o en el índice ReCiPe que engloba varios tipos de impactos ambientales.

Los resultados permiten concluir que se puede generar una dieta con bajo impacto ambiental y alto valor nutricional, optimizando la dieta a través de la programación lineal. Incluso se podría agregar una nueva dimensión al problema al añadir el precio de los productos.

A través del modo de "dieta más cercana", se puede generar una dieta con menor impacto realizando la menor cantidad de cambios con respecto a la "dieta actual", al centrarse en los productos críticos que tienen un mayor impacto. La programación lineal es una herramienta prometedora, que permite identificar dietas saludables y asequibles con impactos ambientales mínimos tanto a nivel social como individual.

Las herramientas de optimización pueden ayudar a resolver el equilibrio nutricional y ambiental de manera racional con restricciones locales. Puede ayudar a los gobiernos y las organizaciones de la sociedad civil a definir los límites de las dietas sostenibles, que ayudan a formular políticas y fomentar la acción en la sociedad. Incluso las empresas pueden determinar la posición de su productto en cuanto a nutrición y sustentabilidad para disminuir el impacto ambiental, por ejemplo, al hacer que ciertos productos sean más nutritivos.

6.4.1. Consideraciones

- Los requerimientos nurtricionales son un aproximado para cada perfil, ya que dependen no solo de la edad, sexo y nivel de actividad física, sino que también de la estatura y peso de la persona, así como su porcentaje de masa muscular y grasa, entre otros aspectos.
- Los alimentos en la base de datos de Optimeal son los que usualmente se consumen en Países Bajos, por lo que si bien no hay gran diferencia entre los grupos de frutas y verduras, los grupos de alimentos como pan, legumbres, carne y pescado tienen productos que pueden llegar a ser muy diferentes a los consumidos en Chile, lo que hace que el análisis tenga un sesgo asociado. Al ser productos equivalentes o similares, pero no los mismos, se obtiene un contenido nutricional parecido, pero en cuanto a impacto ambiental los valores pueden ser similares o variar en gran cantidad según el ciclo de vida de cada alimento.
- Otro aspecto importante es la variedad de alimentos dentro de cada grupo, ya que por ejemplo en cuanto a las legumbres, como se mencionó anteriormente, sólo hay tres opciones de productos, al igual que en el grupo de semillas y frutos secos. En estos casos pudo existir algún producto con baja huella y buen contenido nutricional que ayudara a optimizar mejor la dieta. Mientras más variedad de productos tenga el programa, mejor se podrá adaptar a las distintas dietas y se podrán generar mejores resultados al ampliar el universo de combinaciones posibles.

  Por otra parte, se pueden ingresar al programa cantidades mínimas y máximas de ciertos productos para asegurar la variedad en la dieta.
- Existen algunos productos altamente consumidos en Chile, que no estaban en el programa y que pudieron generar una gran diferencia tanto a nivel nutricional como ambiental al ingresar la dieta promedio chilena al programa. Entre estos alimentos destacan la palta, la marraqueta o hallulla (que fueron "convalidados" con panes similares), jugo en polvo, durazno, lentejas, entre otros.

7 | Análisis de principales alimentos consumidos en Chile

Una tarea pendiente es aplicar un software como Optimeal para optimizar la dieta chilena de manera más completa, es decir, con todos los productos que la componen y sus respectivos ACV en la base de datos, así como los requerimientos nutricionales adaptados a la población chilena. De esta forma se podrían generar dietas sustentables y saludables para la población chilena.

Sin embargo, a pesar de la falta de ACVs locales o regionales de algunos productos que componen la dieta chilena, se puede realizar un análisis sobre productos estratégicos, como los productos más consumidos o aquellos que componen la base de la canasta de alimentos en Chile, ya que no se necesitan cambios en todos los productos de la dieta para generar un efecto positivo sobre el impacto ambiental. Con modificaciones sostenidas en el tiempo en el consumo de aquellos alimentos con mayores impactos (dentro de los más consumidos), se puede lograr una reducción de la huella ambiental de la dieta de una persona.

El primer paso para hacer que el sistema alimentario sea más sostenible y saludable es una evaluación clara y completa. La información y los datos precisos y claros proporcionan la base esencial para esto. Al analizar el impacto ambiental y el valor nutricional de los productos alimenticios, se pueden definir dietas sostenibles.

En este capítulo se analizarán una serie de alimentos pertenecientes a la canasta básica chilena, con el fin de identificar aquellos alimentos con más alto impacto ambiental, para sugerir su reemplazo por productos estratégicos con alto valor nutricional y bajo impacto ambiental. El enfoque utilizado será sobre Huella de carbono, de agua y de energía.

7.1. Alimentos disponibles en Ecobase

7.1.1. Leche

Si bien este no es uno de los productos principales de la Ecobase, ésta cuenta con información sobre los impactos de la leche fresca promedio, que se muestran a continuación.

Tabla 7.1: Principales huellas ambientales para 1lt de leche.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	0,844
Huella de Agua	m^3 eq	0,031
Huella Energética	kg petrl. eq	0,060

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía de la leche se encuentran disponibles en las tablas A.4, A.5 y A.6 del Anexo A.4.

Un litro de leche fresca obtuvo 2,97 ecopuntos (100 ecopuntos representan el impacto diario de un chileno). Las categorías con mayor impacto fueron Cambio climático y Acidificación terrestre. En cuanto a procesos e insumos que más generan impacto, estos fueron la producción vegetal y producción de leche, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.2: Principales impactos ambientales de la leche (1lt) según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO			
#	Sector	%	Pts
1	Producción vegetal	50%	1,50
2	Produccion leche	45%	1,35
3	Electricidad	4%	0,11
4	Químicos	0%	0,01
5	Agua	0%	0,01
6	Resto	0%	0,00
-	Total	100%	2,97

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO			
#	Categoria de impacto	%	Pts
1	Cambio climático	29%	0,87
2	Acidificación terrestre	28%	0,83
3	Formación material particulado	10%	0,31
4	Eutroficación marina	7%	0,22
5	Ecotoxicidad	6%	0,17
6	Otros	19%	0,58
-	Total	100%	2,97

El impacto sobre el calentamiento global se debe en un 61 % a la producción de la leche fresca y en segundo lugar a los insumos. En cuanto a la formación de smog fotoquímico, este se debe principalmente a los insumos Raps[59] (33 %) y Pasto (24 %).

7.1.2. Carne porcina

El corte de cerdo más consumido en Chile según la encuesta ENCA 2010 es la pulpa (INTA, 2014), por lo que se escogió dicho producto, cuyos resultados son los siguientes.

Tabla 7.3: Principales huellas ambientales para 1kg de pulpa de cerdo
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	3,963
Huella de Agua	m^3 eq	0,420
Huella Energética	kg petrl. eq	0,954

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía de la pulpa de cerdo se encuentran disponibles en las tablas A.7, A.8 y A.9 del Anexo A.4.

Un kg de pulpa de cerdo obtuvo 28,89 ecopuntos. Las categorías con mayor impacto fueron Ecotoxicidad, Transformación de suelos y Cambio climático. En cuanto a procesos e insumos que más generan impacto, estos fueron la Producción vegetal y animal, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.4: Principales impactos de 1kg de pulpa de cerdo según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO			
#	Sector	%	Pts
1	Producción vegetal	72%	20,69
2	Producción animal	16%	4,50
3	Combustibles	6%	1,75
4	Papel y cartón	3%	0,91
5	Electricidad	1%	0,33
6	Resto	2%	0,71
-	Total	100%	28,89

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO			
#	Categoria de impacto	%	Pts
1	Ecotoxicidad	24%	6,94
2	Transformación de suelos	18%	5,06
3	Cambio climático	14%	4,07
4	Acidificación terrestre	11%	3,32
5	Eutroficación marina	5%	1,41
6	Otros	28%	8,09
-	Total	100%	28,89

[59] Raps es un insumo proteico que se puede utilizar en la formulación de raciones de vacas lecheras de alta producción.

La Ecotoxicidad se debe casi en su totalidad al insumo lecitina de soya (81 %) y en segundo lugar al Maíz. En cuanto a la Transformación de suelos, esta se debe un 99 % al maíz. Por último, el Cambio climático está asociado al maíz y la engorda de los cerdos, entre otros factores.

7.1.3. Carne aviar

Los cortes de carne aviar más consumidos en Chile son el trutro y la pechuga (INTA, 2014). Entre las opciones de Ecobase se encuentran la "pechuga congelada" y "carne de pollo otros cortes", para mayor representatividad se escogió ésta última ya que incluye todos los cortes menos la pechuga. Las diferencias entre ambos productos no son muy grandes, sin embargo la pechuga congelada tiene asociado un mayor impacto por el sector Electricidad. La principales huellas para 1 kg de carne de pollo (otros cortes) son las siguientes:

Tabla 7.5: Principales huellas ambientales para 1kg de carne de pollo.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	3,133
Huella de Agua	m^3 eq	0,140
Huella Energética	kg petrl. eq	0,531

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía para la carne de pollo se encuentran disponibles en las tablas A.10, A.11 y A.12 del Anexo A.4.

Un kg de carne de pollo obtuvo 14,68 ecopuntos, bastante menor si se compara con la carne de cerdo. Las categorías con mayor impacto fueron Cambio climático, Transformación de suelos y Ecotoxicidad. En cuanto a procesos e insumos que más generan impacto, estos fueron la Producción vegetal, el Transporte, Papel y cartón y Electricidad, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.6: Principales impactos de 1kg de pulpa de cerdo según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO

#	Sector	%	Pts
1	Producción vegetal	65%	9,55
2	Transporte	9%	1,26
3	Papel y cartón	6%	0,91
4	Electricidad	6%	0,91
5	Producción animal - Alimentacic	5%	0,78
6	Resto	9%	1,27
-	Total	100%	14,68

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO

#	Categoria de impacto	%	Pts
1	Cambio climático	22%	3,22
2	Transformación de suelos	18%	2,64
3	Ecotoxicidad	14%	2,11
4	Toxicidad humana, cáncer	9%	1,37
5	Acidificación terrestre	6%	0,87
6	Otros	30%	4,46
-	Total	100%	14,68

El cambio climático se debe principalente a la harina de soya, maiz y cartón corrugado, además de la electricidad y el transporte. La Transformación de suelos es causada por el uso de maiz y harina de soya. Por último, la Ecotoxicidad está asociada principalmente a la harina de soya.

7.1.4. Queso Gouda

Para el producto queso, se analizará el queso de tipo Gouda, ya que es el más consumido en Chile y el único disponible en la Ecobase. Sus principales huellas, para 1 kg de producto, se muestran en la Tabla 7.7.

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía para el queso Gouda se encuentran disponibles en las tablas A.13, A.14 y A.15 del Anexo A.4.

Tabla 7.7: Principales huellas ambientales para 1kg de queso Gouda.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	10,726
Huella de Agua	m^3 eq	0,292
Huella Energética	kg petrl. eq	1,101

Un kg de queso Gouda obtuvo 33,93 ecopuntos. Las categorías con mayor impacto fueron Cambio climático y Acidificación terrestre, seguido de Formación material particulado. En cuanto a procesos e insumos que más generan impacto, estos fueron la Producción vegetal y de leche, seguido de Energía - Combustibles Fósiles, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.8: Principales impactos de 1kg de queso Gouda según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO

#	Sector	%	Pts
1	Producción vegetal	41%	14,07
2	Produccion leche	37%	12,66
3	Energía - Combustibles Fósiles	15%	5,00
4	Electricidad	4%	1,34
5	Químicos	1%	0,45
6	Resto	1%	0,41
-	Total	100%	33,93

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO

#	Categoria de impacto	%	Pts
1	Cambio climático	32%	11,01
2	Acidificación terrestre	25%	8,36
3	Formación material particulado	10%	3,43
4	Eutroficación marina	6%	2,12
5	Ecotoxicidad	5%	1,65
6	Otros	22%	7,36
-	Total	100%	33,93

El cambio climático se debe principalente a la producción de leche fresca (45 %) y en segundo lugar al Carbón, combustionado (23 %). La Acidificación terrestre es causada también por la producción de leche fresca (65,5 %), junto con el Pasto (17,5 %). Por último, la Formación material particulado está asociada en un 49 % la producción de leche fresca.

7.1.5. Manzana

Se analizó el cultivo de manzana promedio en Chile. Sus principales huellas, para 1 kg de producto, se muestran a continuación.

Tabla 7.9: Principales huellas ambientales para 1kg de manzana promedio.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	0,232
Huella de Agua	m^3 eq	0,075
Huella Energética	kg petrl. eq	0,067

Un kg de manzana promedio obtuvo 2,88 ecopuntos. Las categorías con mayor impacto fueron Toxicidad humana, cáncer, Ecotoxicidad y Toxicidad humana, no-cáncer. En cuanto a procesos e insumos que más generan impacto, estos fueron las Frutas frescas, Actividad agrícola y finalmente Papel y cartón, como se observa en la Tabla 7.10.

En algunas regiones de cultivo como la VI y la VIII región los principales impactos son el Cambio climático y Agotamiento de fuentes de agua.

Para el caso del cultivo promedio, la Toxicidad humana - cáncer, la Ecotoxicidad y la Toxicidad humana - no cáncer se deben directamente al cultivo de manzanas promedio, en un 90 %, 99 % y 100 % respectivamente. El cambio climático está asociado al uso de Cartón corrugado, mientras que el Índice de Escasez Hídrica se debe a la Irrigación.

Tabla 7.10: Principales impactos de 1kg de manzana promedio según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO		
# Sector	%	Pts
1 Frutas frescas	62%	1,79
2 Actividad agrícola	21%	0,60
3 Papel y cartón	12%	0,36
4 Madera	2%	0,04
5 Fertilizante	2%	0,04
6 Resto	2%	0,05
- Total	100%	2,88

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO		
# Categoria de impacto	%	Pts
1 Toxicidad humana, cáncer	32%	0,93
2 Ecotoxicidad	24%	0,69
3 Toxicidad humana, no-cáncer	12%	0,33
4 Cambio climático	8%	0,24
5 Agotamiento de fuentes de agua	7%	0,21
6 Otros	16%	0,48
- Total	100%	2,88

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía para la manzana promedio se encuentran disponibles en las tablas A.16, A.17 y A.18 del Anexo A.4.

7.1.6. Uva de mesa

Para el producto uva, se analizará el cultivo de uva de mesa promedio, disponible en Ecobase. Sus principales huellas, para 1 kg de producto, se muestran en la Tabla 7.11.

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía para la uva de mesa se encuentran disponibles en las tablas A.19, A.20 y A.21 del Anexo A.4.

Tabla 7.11: Principales huellas ambientales para 1kg de uva de mesa.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	0,268
Huella de Agua	m^3 eq	0,107
Huella Energética	kg petrl. eq	0,078

Un kg de uva de mesa obtuvo 1,97 ecopuntos. Las categorías con mayor impacto fueron Ecotoxicidad, Agotamiento de fuentes de agua y Cambio climático. En cuanto a procesos e insumos que más generan impacto, estos fueron la Actividad agrícola, Frutas frescas y Papel y cartón, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.12: Principales impactos de 1kg de uva de mesa según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO		
# Sector	%	Pts
1 Actividad agrícola	43%	0,86
2 Frutas frescas	31%	0,60
3 Papel y cartón	18%	0,36
4 Fertilizante	3%	0,05
5 Madera	2%	0,04
6 Resto	3%	0,05
- Total	100%	1,97

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO		
# Categoria de impacto	%	Pts
1 Ecotoxicidad	41%	0,81
2 Agotamiento de fuentes de agua	15%	0,30
3 Cambio climático	14%	0,27
4 Toxicidad humana, cáncer	5%	0,09
5 Eutroficación marina	4%	0,07
6 Otros	21%	0,42
- Total	100%	1,97

La ecotoxicidad se asocia completamente al cultivo de uva, mientras que el agotamiento de fuentes de agua se relaciona con la irrigación. El Cambio climático es causado por el cartón corrugado (45,9 %), la irrigación(23,6 %) y el cultivo promedio de uvas(13,9 %).

7.1.7. Palta

Para el producto palta, se analizará el cultivo de palta promedio disponible en Ecobase. Este producto se cultiva en plano y en laderas, generando leves diferencias. Sus principales huellas, para 1 kg de producto, se muestran en la Tabla 7.13.

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía para la palta se encuentran disponibles en las tablas A.22, A.23 y A.24 del Anexo A.4.

Tabla 7.13: Principales huellas ambientales para 1kg de palta.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	1,576
Huella de Agua	m^3 eq	0,295
Huella Energética	kg petrl. eq	0,144

Un kg de palta obtuvo 4,15 ecopuntos. Las categorías con mayor impacto fueron Cambio climático y Agotamiento de fuentes de agua. En cuanto a procesos e insumos que más generan impacto, estos fueron Frutas frescas, Actividad agrícola y Electricidad, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.14: Principales impactos de 1kg de palta según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO			
#	Sector	%	Pts
1	Frutas frescas	51%	2,11
2	Actividad agrícola	16%	0,67
3	Electricidad	12%	0,50
4	Papel y cartón	9%	0,36
5	Fertilizante	5%	0,20
6	Resto	7%	0,31
-	Total	100%	4,15

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO			
#	Categoria de impacto	%	Pts
1	Cambio climático	39%	1,62
2	Agotamiento de fuentes de agua	20%	0,82
3	Acidificación terrestre	8%	0,32
4	Formación material particulado	7%	0,29
5	Eutroficación marina	6%	0,26
6	Otros	21%	0,85
-	Total	100%	4,15

El cambio climático se asocia al cultivo de paltas promedio (70,0 %), la electricidad CL-SIC, medio a bajo voltaje (9,9 %) y el uso de cartón corrugado (7,8 %). El Índice de Escasez Hídrica se relaciona con la irrigación (61,5 %) y el cultivo de paltas promedio (36,0 %).

7.1.8. Vino

Se analizarán los impactos del vino tinto, ya que es el más consumido en Chile (versus el vino blanco). En cuanto a los tipos de vino tinto, se escogió el vino tinto promedio disponible en Ecobase. Sus principales huellas, para 1 lt de producto, se muestran en la sigiente tabla.

Tabla 7.15: Principales huellas ambientales para 1lt de vino.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	1,177
Huella de Agua	m^3 eq	0,007
Huella Energética	kg petrl. eq	0,343

Los detalles de la distribución de las huellas de carbono, agua y energía para el vino se encuentran disponibles en las tablas A.25, A.26 y A.27 del Anexo A.4.

Un lt de vino obtuvo 4,10 ecopuntos. Las categorías con mayor impacto fueron Cambio climático, Formación material particulado y Toxicidad humana - cáncer. En cuanto a procesos e insumos que más

generan impacto, estos fueron el vidrio, electricidad y frutas frescas (uva), como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.16: Principales impactos de 1lt de vino según Ecobase.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

PROCESOS/INSUMOS QUE GENERAN MÁS IMPACTO		
# Sector	%	Pts
1 Vidrio	37%	1,51
2 Electricidad	17%	0,72
3 Frutas frescas	13%	0,52
4 Energía - Combustibles Fósiles	10%	0,43
5 Papel y cartón	6%	0,24
6 Resto	17%	0,69
- Total	100%	4,10

CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERAN MÁS IMPACTO		
# Categoria de impacto	%	Pts
1 Cambio climático	29%	1,21
2 Formación material particulado	10%	0,40
3 Toxicidad humana, cáncer	8%	0,34
4 Acidificación terrestre	7%	0,28
5 Eutroficación agua dulce	6%	0,27
6 Otros	39%	1,60
- Total	100%	4,10

El Cambio climático es causado por los insumos botella de vidrio verde (44,9 %) y electricidad-SIC (19,4 %). La Formación material particulado es causada principalmente por el uso de electricidad y por la botella de vidrio verde. Por otro lado la es causada por la botella de vidrio verde (51,3 %), el corcho (23,6 %) y el cartón corrugado (10,6 %), entre otros.

7.2. Alimentos obtenidos de ACV

Los siguientes resultados fueron obtenidos de distintos ACV, la mayoría obtenidos en formato de declaración ambiental de producto (EPD en inglés).

Un EPD (Environmental Product Declaration) es un documento registrado y verificado de manera independiente que comunica información transparente y comparable sobre el impacto medioambiental de los productos durante el ciclo de vida.

7.2.1. Carne bovina

Para la carne bovina, se analizará la carne de vacuno fresca sin hueso comestible de bovinos (toros o vaquillas). El EPD encontrado es de aquellos bovinos generalmente nacidos en Francia, cultivados en Italia y vendidos en tiendas en paquetes de poliestireno o servidos en el mostrador de la carnicería de las tiendas (Coop, 2016).

Los impactos ambientales se calcularon teniendo en cuenta toda la cadena de producción, desde el nacimiento del animal hasta el consumo de carne.

Sus principales huellas, para 1 kg de producto, se muestran en la siguiente tabla [60].

Tabla 7.17: Principales huellas ambientales para 1kg de carne bovina.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Coop, 2016).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	22,5
Huella de Agua	m^3 eq	1,239
Huella Energética	kg petrl. eq	1,932*

Los detalles de la distribución de los impactos para la carne bovina se encuentran disponibles en la tabla A.17 del Anexo A.4.

[60] *En este caso la huella energética fue calculada a partir de los datos de uso de recursos energéticos declarados en el EPD citado.

Cabe destacar que la HC, presentada como Potencial de Calentamiento Global, es de 17.5 kg CO_2 eq en la puerta del matadero, cifra que asciende a 22.5 kg CO_2 eq en la puerta del retail, y al ser cocinado, este puede aumentar de 22.8 a 25.3 kg CO_2 eq.

De acuerdo al ACV del sistema de producción de ganado bovino para Northern Great Plains, en EE. UU., las emisiones de GEI estimadas fueron de 23.0 kg de CO_2 eq por kg de res muerta (Lupo et al., 2013), que está dentro del rango del ACV utilizado.

7.2.2. Carne ovina

Los datos de este producto se obtuvieron de un ACV de la producción de carne roja en Australia y su comparación con estudios en el extranjero. Por lo que los datos son promedios de varios países (Peters et al., 2010).

Sus principales huellas por kg de carne ovina, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.18: Principales huellas ambientales para 1kg de carne ovina.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Peters et al., 2010).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	12,32
Huella de Agua	m^3 eq	s/i
Huella Energética	kg petrl. eq	0,786

Los detalles de la distribución de los impactos para la carne ovina se encuentran disponibles en la tabla A.18 del Anexo A.4.

Este ACV no posee datos de huella de agua, sin embargo, un estudio de Mekonnen y Hoekstra (2012) indica que el promedio mundial de huella hídrica de la carne de oveja es de 10,4 m^3 (94 % verde, 5 % azul, 1 % gris).

7.2.3. Yogur

En el caso de yogur, se analizará la carne de vacuno fresca sin hueso comestible de bovinos (toros o vaquillas). El EPD encontrado es de yogur de plátano, fresa, limón y vainilla de alta calidad obtenido de leche de vaca con preparados de fruta añadidos. Este yogur se envasa en frascos de poliestireno de 125 g, en empaque de cartón de dos unidades (Granarolo, 2015).

La diferencia entre los distintos sabores del producto es inferior al 10 % para cada categoría de impacto, por lo tanto solo se informaron los datos específicos del producto más vendido, es decir el Yogur de plátano.

Los límites del sistema cubierto por el estudio incluyen todo el ciclo de vida del yogur, desde la producción de leche en los establos hasta el fin de la vida del embalaje primario.

Las principales huellas para 1 kg de producto (equivalente a 8 frascos de 125 g.) se muestran en la siguiente tabla[61].

Los detalles de la distribución de los impactos para el yogur se encuentran disponibles en las tablas A.19 y A.20 del Anexo A.4.

[61] *En este caso la huella energética fue calculada a partir de los datos de uso de recursos energéticos declarados en el EPD.

Tabla 7.19: Principales huellas ambientales para 1kg de yogur.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Granarolo, 2015).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	3,79
Huella de Agua	m^3 eq	1,60
Huella Energética	kg petrl. eq	1,10*

7.2.4. Mantequilla

Los impactos de este producto se obtuvieron de una evaluación comparativa del ciclo de vida de la margarina y la mantequilla consumida en el Reino Unido, Alemania y Francia (Nilsson et al., 2010).

Los datos para la cadena de producción de los productos de margarina (producción de materias primas, procesamiento, empaque y logística) se compilaron a partir de los sitios de fabricación de Unilever, proveedores y de la literatura.

La unidad funcional del estudio es 500 g de mantequilla / margarina empaquetada destinada a ser utilizada como un producto para untar, entregada en el centro de distribución del fabricante en cada país (es decir, Reino Unido, Alemania y Francia). Por lo tanto se multiplicaron los resultados por dos para tener la misma unidad funcional en cada producto (1kg o 1lt).

Las principales huellas para 1 kg de mantequilla se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.20: Principales huellas ambientales para 1kg de mantequilla.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Nilsson et al., 2010).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	8,60
Huella de Agua	m^3 eq	s/i
Huella Energética	kg petrl. eq	0,826

Este ACV no posee datos de huella de agua, sin embargo, se puede obtener un valor estimado de la huella de agua de la mantequilla de la literatura. El estudio de Mekonnen y Hoekstra (2012) indica que el promedio mundial de huella hídrica de la mantequilla es de 5,553 m^3 (85 % verde, 8 % azul, 7 % gris)[62].

Por otra parte, el uso de suelo asciende a 9,53 m^2. La Huella energética se calculó a partir del indicador uso de energía primaria (PE), obtenido en unidades de MJ y calculando su equivalente en kg petrl. El detalle de los impactos ambientales de la mantequilla se encuentra disponible en la tabla A.21 del Anexo A.4.

7.2.5. Huevos

En el caso del huevo, se analizará un EPD de huevos orgánicos frescos Prima Natura Bio envasados en caja de 4 huevos. Estos provienen de gallinas de corral, libres de moverse al aire libre y en cobertizos (Granarolo, 2013). Las gallinas se alimentan solo con productos de origen vegetal, complementados con vitaminas, minerales y fermentos lácticos. Los huevos Prima Natura Bio provienen de una cadena de suministro 100 % italiana.1 kg de producto corresponde a alrededor de 18 huevos.

Los límites del sistema cubierto por el estudio incluyen todo el ciclo de vida del huevo, desde la producción de alimento orgánico para las gallinas hasta la distribución de los huevos, incluyendo los procesos posteriores como la conservación en el refrigerador y el fin de vida del envase primario y de la cáscara de huevo.

[62] La huella hídrica promedio mundial de la leche de vaca entera es de 940 lt./kg. aprox. Alrededor del 28 % de esta cantidad se asigna a la mantequilla que se deriva de la leche entera y el 72 % restante a la leche desnatada. Un kg. de leche entera da aprox. 50 gr. de mantequilla, de modo que la huella hídrica de la mantequilla es de 5550 lt./kg (Mekonnen y Hoekstra, 2012).

Las principales huellas para 1 kg de producto (equivalente a 18 huevos) hasta la distribución de los huevos se muestran en la siguiente tabla [63].

Tabla 7.21: Principales huellas ambientales para 1kg de huevos.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Granarolo, 2013).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	2,7
Huella de Agua	m^3 eq	3,22
Huella Energética	kg petrl. eq	0,669*

El detalle de los impactos ambientales del huevo se encuentra disponible en las tablas A.22 y A.23 del Anexo A.4.

7.2.6. Aceite de oliva

En este caso se analizará un EPD de aceite de oliva extra virgen de la marca Borges, producido en España. Esta marca está presente en Chile y en más de 110 países (Borges Agricultural & Industrial Edible Oils, 2016).

Los límites del sistema cubierto por el estudio incluyen todo el ciclo de vida del aceite de oliva ("cuna a la tumba"), la unidad funcional declarada es 1 litro de Aceite de Oliva Extra Virgen, con embalaje incluido. Los impactos varían dependiendo del formato de empaque, en este caso se escogió como Unidad funcional (UF) 1 litro de aceite de oliva extra virgen embotellado en una botella de vidrio de 1000 ml.

Las principales huellas para 1 lt de producto se muestran en la siguiente tabla[64].

Tabla 7.22: Principales huellas ambientales para 1 lt de aceite de oliva extra virgen.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Borges Agricultural & Industrial Edible Oils, 2016).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	4,25
Huella de Agua	m^3 eq	7,73
Huella Energética	kg petrl. eq	0,141*

El detalle de los impactos ambientales del aceite de oliva extra virgen se encuentra disponible en la tabla A.24 del Anexo A.4.

7.2.7. Azúcar

Existen dos tipos de azúcar refinada, una es obtenida a partir de la remolacha o betarraga azucarera, la otra es elaborada a partir de la caña de azúcar. Del total de producción de azúcar blanca cristalizada, aproximadamente el 70 % proviene de la caña de azúcar y un 30 % viene de la remolacha azucarera [65]. Por lo tanto se analizará el azúcar de caña.

Los mayores productores de azúcar son Brasil, China e India, por lo que se analizará la producción de azúcar de caña en Brasil. Este ACV evalúa el uso de energía del ciclo de vida y las emisiones de GEI relacionadas con el azúcar de caña (y el etanol), considerando los excedentes de bagazo[66] y electricidad como coproductos.

[63] *La huella energética fue calculada a partir de los datos de uso de recursos energéticos declarados en el EPD.
[64] *La huella energética fue calculada a partir de los datos de uso de recursos energéticos declarados en el EPD.
[65] Fuente: Departamento de Agricultura de Netafim, disponible en http://www.sugarcanecrops.com/s/introduction/
[66] Bagazo es el residuo pulposo seco que queda después de la extracción del jugo de la caña de azúcar, usado como combustible para generadores de electricidad, etc.

Los límites del sistema incluyen desde el cultivo de la caña de azúcar hasta el transporte del azúcar refinada, la unidad funcional es 1 kg de azúcar.

Las principales huellas para 1 kg de producto se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.23: Principales huellas ambientales para 1kg de azúcar.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Seabra et al., 2011).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	0,234
Huella de Agua	m^3 eq	s/i
Huella Energética	kg petrl. eq	0,017*

El detalle de los impactos ambientales se encuentra disponible en la tabla A.25 del Anexo A.4.

Este ACV no posee datos de huella de agua, sin embargo, se puede obtener un valor estimado de la huella de agua del azúcar del estudio de Mekonnen y Hoekstra (2012), indica que el promedio mundial de huella hídrica del azúcar de caña es de 1,782 m^3 (66 % verde, 27 % azul, 6 % gris). La caña de azúcar a menudo se riega, por lo tanto la huella de agua azul (27 %) es más que para la mayoría de los otros cultivos.

7.2.8. Papa

El impacto de este producto se obtuvo de un EPD de papas de la marca Selenella, que vienen en formato de 1.5 kg y son vendidas por el Consorcio Italiano de Patatas de Calidad. Los resultados del Análisis de Impacto Potencial se expresan para la Unidad Declarada (UD) de 1 kg de rejilla de 1,5 kg. de papas. Los límites del sistema incluyen todo el ciclo de vida de la papa (incluida su cocción y fin de vida) (Selenella, 2016).

Las principales huellas para 1 kg de papas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.24: Principales huellas ambientales para 1kg de papas.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Selenella, 2016).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	0,215
Huella de Agua	m^3 eq	1,430
Huella Energética	kg petrl. eq	0,086

El detalle de los impactos ambientales se encuentra disponible en la tabla A.26 del Anexo A.4.

7.2.9. Legumbres

Debido a la falta de ACV individuales para las legumbres, y a su baja huella ambiental, es que los porotos, arvejas, lentejas y garbanzos se analizarán como un solo gran grupo llamado legumbres. A continuación se explica por qué son considerados un alimento sostenible.

Poseen una baja huella de carbono: Las emisiones de GEI de la producción de cultivos son en gran parte causadas por fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, las legumbres requieren menos fertilizantes de nitrógeno porque crean su propia fertilización extrayendo el nitrógeno del aire y llevándolo hacia el suelo. Al hacer esto, también ayudan a reducir la huella de otros cultivos, por lo que los beneficios se extienden mucho más en el ciclo de producción de alimentos.

En la Tabla A.27 del Anexo A.4 se puede apreciar lo baja que es la HC de las legumbres en comparación con otros cultivos (Hillier et al., 2009).

Uso eficiente de agua: Las legumbres usan solo una décima parte del agua de otras proteínas. Además, extraen agua desde una profundidad menor, dejando más agua en el suelo para otros cultivos, lo que los hace muy adecuados para las zonas propensas a la sequía.

Son un componente importante de las rotaciones de cultivos: Las legumbres tienen un impacto positivo en la calidad del suelo en el que crecen porque ayudan a fijar el nitrógeno en el suelo. Además, producen naturalmente compuestos que alimentan a los microbios del suelo, dejando libre estos nutrientes para la próxima cosecha [67].

Las principales huellas para 1 kg de legumbres se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.25: Principales huellas ambientales para 1kg de legumbres.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	0,5
Huella de Agua	m^3 eq	4,055
Huella Energética	kg petrl. eq	s/i

La huella de agua de las legumbres (de 4055 litros por kg de producto) se compone en un 78 % de huella de agua verde, 4 % azul y 18 % gris (Mekonnen y Hoekstra, 2011).

En cuanto al uso de energía, se sabe que las legumbres usan menos entradas de energía no renovables que otros cultivos, debido al menor uso de fertilizante nitrogenado, que tiene una huella energética más de 7,5 veces mayor que otros fertilizantes como el fosfato y la potasa 3 [68].

Se tienen algunos datos de las HC de las legumbres, que se muestran a continuación.

Tabla 7.26: Huella de carbono de algunas legumbres.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Audsley et al., 2009).)

Legumbre	Huella de carbono [kg CO_2 eq]
Poroto	0,61
Lenteja	0,9
Garbanzo	0,8
Arveja	0,15

7.2.10. Plátanos

Las principales huellas para 1 kg de plátano se muestran en la siguiente tabla[69].

Tabla 7.27: Principales huellas ambientales para 1kg de plátanos.
(Fuente: Elaboración propia.)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	1,33
Huella de Agua	m^3 eq	0,79
Huella Energética	kg petrl. eq	s/i

En otro estudio se calculó un valor promedio de huella hídrica de 0,58 m^3/kg (48 % verde, 34 % azul y 18 % gris) para una muestra pequeños productores en Ecuador y de 0,6 m^3/kg (94 % azul y 6 % verde)

[67] Fuente: *Legumbres y comida sostenible*. Confederación Global de Legumbres (GPC), 2016. Disponible en: http://bit.ly/2nbyPCy.

[68] Fuente: Pulse Canada, Las legumbres usan la mitad de las entradas de energía no renovables de otros cultivos. Disponible en: http://www.pulsecanada.com/environment/sustainability

[69] La huella de agua se obtuvo de (Mekonnen y Hoekstra, 2011), y la HC de (Audsley et al., 2009).

para la muestra Peruana (Clercx et al., 2016). Estos valores son relativamente similares a los 0,79 m^3 que proponen Mekonnen y Hoekstra (2011). En promedio, un plátano grande (200 gramos) cuesta 160 litros de agua.

La HC de plátanos productidos en Costa Rica desde la cuna hasta la venta al por menor es de 1,37 kg de CO_2 por kilogramo, según un estudio de Svanes y Aronsson (2013). Por otro lado, la HC del plátano de exportación ecuatoriano varía de 0,45 a 1,04 kg de CO_2 eq / kg de plátano (Iriarte et al., 2014). Estos valores están dentro del rango del valor utilizado en este análisis, que corresponde al promedio de varios países (Audsley et al., 2009).

7.2.11. Pan

El impacto de este producto se obtuvo de un EPD de pan de la marca Mulino Bianco, productido en Italia. Los datos se refieren a 1 kg de producto y un embalaje relacionado de 350 g, hecho con películas de plástico reciclables (multicapa y monocapa) y una bandeja de papel (por lo tanto 1kg de pan equivaldría a 3 paquetes aproximadamente).

Los límites del sistema consideran toda la cadena de producción, desde el cultivo de la materia prima hasta el transporte del producto terminado hacia las principales plataformas de distribución (Mulino Bianco, 2015).

Las principales huellas para 1 kg de pan se muestran en la siguiente tabla[70].

Tabla 7.28: Principales huellas ambientales para 1kg de pan.
(Fuente: Elaboración propia con datos de (Mulino Bianco, 2015).)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	0,81
Huella de Agua	m^3 eq	1,226
Huella Energética	kg petrl. eq	0,384*

El detalle de los potenciales impactos ambientales se encuentra disponible en las tablas A.28 del Anexo A.4.

Un estudio de Goucher et al. (2017) analizó el ciclo de vida de un pan, desde cultivar, cosechar y transportar granos para moler, hasta producir harina, enviarlos a una panadería, hornear panes y envasarlos (No considera el desperdicio de pan o los residuos y fin de vida). Ellos encontraron que una barra de pan emite aproximadamente 0,5 kg de CO_2 eq, 43 % de las emisiones de GEI del pan se pueden atribuir a los fertilizantes utilizados para cultivar trigo. En este caso la unidad funcional fue de 800 g de pan de una marca particular. Obteniendo un total de 0,625 kg de CO_2 eq por kg de pan.

Cabe destacar que tanto las huellas hídrica, de carbono o de energía precisas del pan dependen del origen del trigo, de dónde y cómo se cultivó y de su forma y distancia de transporte, al igual que muchos otros productos.

7.2.12. Arroz

En este caso se analizará un EPD de arroz de la marca SOS, producido en España y presente en 72 países a lo largo de Europa, América, Asia y África con varias marcas del grupo Ebro Foods (). La unidad funcional (FU) establecida es 1 kg de arroz procesado industrialmente de la marca SOS, incluido el embalaje, correspondiente a un paquete de papel de 1kg de capacidad (SOS, 2016).

Los límites del sistema cubierto por el estudio incluyen todo el ciclo de vida del arroz ("de la cuna a la tumba"), es decir, que abarca los procesos iniciales del ciclo de vida del producto, los procesos industriales

[70]*La huella energética fue calculada a partir de los datos de uso de recursos energéticos declarados en el EPD.

para el procesamiento del arroz, la distribución del arroz envasado y los procesos posteriores del ciclo de vida como el uso y la disposición final.

Las principales huellas para 1kg de arroz se muestran en la siguiente tabla[71].

Tabla 7.29: Principales huellas ambientales para 1kg de arroz.
(Fuente: Elaboración propia con datos de ().)

Categoría de impacto	Unidad	Valor
Huella de carbono	kg CO_2 eq	3,15
Huella de Agua	m^3 eq	1,22
Huella Energética	kg petrl. eq	

El detalle de potenciales impactos ambientales del arroz se encuentra disponible en la tabla A.30 del Anexo A.4.

7.3. Resultados impacto ambiental 2003-2013

Luego de recopilar los datos de impactos ambientales para algunos alimentos más consumidos en Chile, se calcularon impactos totales según el consumo anual de estos alimentos en el año 2003 versus el año 2013 (última información disponible).

Las huellas calculadas fueron la Huella de Carbono (HC), Huella de Agua (HA) y Huella Energética (HE), obtenidas de distintos EPD y ACV disponibles, además de la Ecobase.

Por otra parte, los datos de consumo de alimentos se obtuvieron del documento de estadísticas de consumo de los principales alimentos en Chile, publicada por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) en 2014 (ODEPA, 2014). Este documento contiene datos de los años 2003 a 2013 y analiza los cambios en la estructura de consumo en Chile a través de un indicador llamado consumo aparente, el cual se aproxima a la disponibilidad de un producto para una población en un tiempo dado [72]. El cálculo se sintetiza en la fórmula:

Consumo aparente = (Producción + Importaciones) – (Exportaciones + Otros usos).

Si bien la información de consumo de la Encuesta de Consumo Alimentario en Chile (ENCA) es más detallada, no permite realizar una comparación en el tiempo, al existir una única encuesta del año 2010, por lo que se optó por los datos de consumo aparente.

Por otra parte, los promedios de consumo se calcularon de manera general, es decir, sin separar los datos por género ni edad.

Los resultados obtenido indican las huellas ambientales anuales de un chileno o chilena promedio, correspondientes al consumo de los principales alimentos detallados anteriormente. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 7.30: Huellas ambientales anuales para un chileno promedio correspondientes al consumo de los principales alimentos.

Huella ambiental	2003	2013	Unidad	Diferencia	Diferencia porcentual
Huella de Carbono	1096,6	1262,4	kg CO_2 eq	165,7	15 %
Huella de Agua	386,5	423,9	m^3 eq	37,4	10 %
Huella Energética	154,9	181,8	kg petrl. eq	26,9	17 %

[71] *La huella energética fue calculada a partir de los datos de uso de recursos energéticos declarados en el EPD.

[72] El indicador fue calculado de acuerdo a la información estadística de producción y de comercio exterior. En algunos casos se estimaron las pérdidas que ocurren en la cadena comercial y otros usos del producto, que no son para alimentación humana.

Se obtuvo un aumento en todas las huellas, siendo el mayor en la HE, con 26,9 kg petrl. eq más desde 2003 a 2013, seguido de la HC (165,7 kg CO_2 eq) y la HA (37,4 m^3 eq).

Si se pasan estos datos a huella diaria, al año 2013, un chileno promedio emite 3,5 kg de CO_2 eq, utiliza 1,2 m^3 eq de agua y 0,5 kg petróleo eq.

A continuación se muestra el detalle de los impactos ambientales seleccionados por cada alimento, y su diferencia entre 2003 y 2013 en cifras anuales.

Tabla 7.31: Detalle de las huellas ambientales anuales de los principales alimentos consumidos en Chile.

Productos kg/hab - lt/hab	HC 2003 kg CO2 eq	HA 2003 m3 eq	HE 2003 kg petrl. eq	HC 2013 kg CO2 eq	HA 2013 m3 eq	HE 2013 kg petrl. eq	Diferencia %
Aceite oliva	0,85	1,55	0,03	2,13	3,87	0,07	150 %
Arroz	44,73	17,32	0,74	35,60	13,79	0,59	-20 %
Azúcar	7,49	57,02	0,55	8,87	67,54	0,65	18 %
Carne aviar	86,78	3,88	14,71	117,49	5,25	19,91	35 %
Carne bovina	519,75	28,61	44,62	549,00	30,22	47,13	6 %
Carne ovina	3,70	3,12	0,24	2,46	2,08	0,16	-33 %
Carne porcina	75,69	8,02	18,22	105,42	11,17	25,38	39 %
Huevos	21,44	25,56	5,31	26,06	31,07	6,46	22 %
Lácteos*	105,65	3,87	7,54	123,62	4,53	8,83	17 %
Leguminosas	2,10	17,03	0,00	1,65	13,38	0,00	-21 %
Mantequilla	7,74	5,00	0,74	11,18	7,22	1,07	44 %
Manzana	2,55	0,83	0,74	3,25	1,05	0,94	27 %
Palta	4,26	0,80	0,39	6,15	1,15	0,56	44 %
Pan	69,66	105,44	32,98	69,66	105,44	32,98	0 %
Papa	12,34	82,08	4,93	13,78	91,66	5,51	12 %
Plátanos	13,30	7,90	0,00	14,23	8,45	0,00	7 %
Queso**	60,07	1,64	6,17	97,61	2,66	10,02	63 %
Uva de mesa	1,80	0,72	0,52	2,09	0,83	0,61	16 %
Vino	18,83	0,11	5,49	19,07	0,11	5,56	1 %
Yogur	37,90	16,00	11,00	53,06	22,40	15,39	40 %
TOTAL	1096,61	386,50	154,92	1262,35	423,88	181,82	

* El cálculo del impacto de los lácteos fue calculado a partir de la leche fresca, obtenida de Ecobase.

** El consumo original es para queso y quesillo, pero se calculó en base al producto Quego Gouda, disponible en Ecobase.

Las únicas huellas que disminuyeron fueron la del Carne ovina (33 %), el Arroz (21 %) y las Leguminosas (20 %), ya que estos alimentos han tenido una tasa media anual de crecimiento de -4,0, -2,4 y -2,3 kg per cápita respectivamente. De las legumbres, el consumo de arveja y poroto fue el que más disminuyó.

Por otro lado los alimentos con mayor aumento en cuanto a consumo y por ende, mayor impacto ambiental, son Aceite oliva, Queso, Mantequilla, Palta y Yogur, además de la carne porcina y aviar.

Los alimentos con mayor HC son Carne bovina, Lácteos, Carne aviar y Carne porcina, que tuvieron aumentos de 6, 17, 35 y 39 % respectivamente, en cuanto a su HC anual. Entre los alimentos con menor HC están la Uva de mesa, Leguminosas y Manzana, con diferencias de 16, -21 y 27 % respectivamente. El caso de las legumbres es particular, ya que es un alimento con bajo impacto ambiental y saludable[73], a pesar de esto su consumo ha disminuido.

[73]Las legumbres son una buena fuente de proteínas de origen vegetal, fibra y aminoácidos. Fuente: Beneficios Nutricionales de las Legumbres. FAO (2016).

8 | Propuestas de Políticas Públicas

8.1. Los desafíos de Chile en materia de sustentabilidad alimentaria

La alimentación es vital para la vida, salud y bienestar de las personas. Sin embargo, no cualquier tipo de alimentación es suficiente, esta debe cumplir con requerimientos nutricionales, adaptarse a las diferentes culturas y ambientes y asegurar disponibilidad de alimento de calidad para generaciones futuras. Para eso es necesario contar con un sistema alimentario confiable, sustentable, y accesible, que garantice al país acceso a una alimentación saludable y sostenible.

Evaluar y mejorar la sostenibilidad de los sistemas alimentarios es un desafío complejo que involucra dimensiones y carece de marcos conceptuales y criterios de medición universalmente acordados. Al formular políticas se suelen realizar *trade-offs* difíciles, por ejemplo, al intentar mejorar el aspecto nutritivo y el desempeño ambiental de los alimentos, mientras se minimizan los costos y el esfuerzo de realizar cambios de hábitos.

El modelo alimentario actual está influenciado por el sistema político, administrativo, legal, sanitario, educativo, cultural, económico, la publicidad, entre otros. Esto hace que las soluciones se aborden necesariamente desde distintos puntos de vista, entendiendo que el problema tiene múltiples dimensiones y así lo serán las soluciones.

No hace falta realizar un diagnóstico exhaustivo para darse cuenta que Chile tiene un largo camino por recorrer en materia de sustentabilidad alimentaria; el aspecto ambiental de los alimentos es un tema que casi no se toca, por otro lado las cifras de salud nacional son alarmantes. Alcanzar un sistema alimentario sostenible es un desafío a nivel país y requiere de una amplia legitimidad social y sentido de urgencia.

Chile debe asumir este reto ya que las decisiones que se tomen hoy, o que se dejen de tomar, se reflejarán en la salud de las familias chilenas y en los efectos en el medio ambiente que asumirán las futuras generaciones. Las medidas propuestas se enfocan en alcanzar objetivos para lograr un sistema alimentario sostenible a largo plazo, poniendo énfasis en las urgencias del corto plazo.

8.2. Políticas Públicas

Es importante mencionar que la sustentabilidad debe ser un tema instalado a nivel país, transversal a todos los ministerios y aplicable a cada materia posible. De esta manera se podrá ir desacoplando el crecimiento económico de Chile para que este no sea a costa del deterioro ambiental y social, en línea con la Estrategia de Crecimiento Verde de 2013, los compromisos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables, entre otras iniciativas en desarrollo.

El desarrollo sustentable es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida, entendiendo sustentabilidad como un

concepto amplio, que involucra los conceptos de medio ambiente, economía, salud y nutrición, aceptación sociocultural y Ética y que tiene un nivel de implicación multisectorial.

Se necesita una acción intersectorial coordinada en todas las comunidades agrícolas, nutricionales, de salud pública y de cambio climático de todo Chile, y del mundo, para proporcionar dietas asequibles, saludables y con bajas emisiones para todas las sociedades. Además de un trabajo en conjunto con expertos locales, científicos e investigadores.

8.2.1. Ecoetiquetado

Los consumidores a menudo están mal informados y equivocados sobre el contenido nutricional exacto de los alimentos procesados, o poseen conocimientos nutricionales que son limitados a la luz de la complejidad técnica de la relación comida-salud. Sin embargo, según la investigación de (Lando y Lo, 2013), la mayoría de los consumidores (70 % o más) usan etiquetas de alimentos al menos algunas veces. El estudio también respalda que las etiquetas de información nutricional ayudan a las personas a elegir alimentos más saludables. Sin embargo, los consumidores tienen muchas influencias en sus decisiones alimenticias (como gusto, calidad, origen, etc.).

Las etiquetas ecológicas[74] son sistemas voluntarios de calificación ambiental que identifican y certifican de forma oficial que ciertos servicios o productos dentro de una categoría determinada tienen un menor impacto sobre el medio ambiente. El ecoetiquetado intenta premiar con un liderazgo ambiental aquellos productos que no contaminen. En general, las etiquetas ambientales basan su análisis en el ACV del producto o servicio.

Existen tres tipos de etiquetas ecológicas:

1. **Ecoetiquetas**: Distinguen a los productos con un menor impacto ambiental.
2. **Autodeclaraciones**: son autodeclaraciones informativas de aspectos ambientales de los productos que permite considerarlos como ecológicos, realizadas por el fabricante en forma de enunciados, símbolos o gráficos de un producto.
3. **Declaraciones ambientales de producto (EPD)**: Ofrecen información objetiva, relevante y resumida basada en estudios de ACV elaborados por la empresa y que pueden ser verificados por una tercera parte.

La información juega un papel crucial tanto para las decisiones de los consumidores como de los productores. Dadas las actuales tendencias, los consumidores están dispuestos a pagar un precio más alto para estar informados sobre el aspecto "verde" de un producto, y una etiqueta puede ser realmente un factor determinante en la elección de qué marca comprar. Del lado de la oferta, la divulgación de información sobre el desempeño ambiental de una empresa puede afectar las decisiones de inversión y el valor de sus acciones. Pero también existen beneficios para los productores, al diferenciar su producto respecto la competencia.

Además, el proceso de obtención de ecoetiquetas conlleva un mejor conocimiento del producto y su proceso productivo. La calidad ambiental y el ecoetiquetado están estrechamenre relacionados, ya que las empresas que adoptan un proceso de producción más respetuosas con el medio ambiente que otras pueden querer hacerlo público, por lo que al ir avanzando las políticas de exigencias ambientales y de producción y consumo sustentable, el uso de eco-etiquetas se hará cada vez más necesario.

Las autodeclaraciones ambientales (tipo II) no se recomiendan ya que pueden efectuarlas los propios fabricantes de los productos, sin necesidad de una certificación dada por una parte independiente.

La recomendaciones para Eco-etiquetas en Chile son las siguientes:

[74] Según la ISO 14020 el etiquetado ambiental es "un conjunto de herramientas voluntarias que intentan estimular la demanda de productos y servicios con menores cargas ambientales ofreciendo información relevante sobre su ciclo de vida para satisfacer la demanda de información ambiental por parte de los compradores".

- Comenzar a involucrar las múltiples partes interesadas que no han sido sensibilizadas ni han participado en los debates iníciales, tales como los miembros clave de la industria, las ecoetiquetas existentes, ONG y la comunidad científica.
- Educación de los consumidores, quienes tienen la capacidad de impulsar la demanda de productos certificados y más sustentables. Actualmente, la demanda está limitada debido a la falta general de una cultura de sustentabilidad y debido al poder adquisitivo limitado con respecto a productos más sustentables, de los que muchas veces se supone que son más caros.
- Incentivar, a través de las compras públicas sustentables (CPS), la incorporación de sellos y certificaciones ambientales. La existencia de ecoetiquetas creíbles, fuertes y estandarizadas puede promover el trabajo técnico de implementarlas.

  Hacer lo mismo con los sectores de exportación, creando conciencia del tema y en miras de la creación de un " mercado verde".
- Participar en acuerdos internacionales sectoriales o por categorías de productos liderados por la industria, que involucren estudios en base a ACV de toda la cadena productiva.
- Promoción de sistemas o programas de carácter nacional y regional, con un fuerte involucramiento de los gobiernos y organismo multilaterales promoviendo estándares regionales y globales.
- Estudiar cuál ecoetiquetado (tipo I o tipo III) es conveniente para el sector agroalimentario chileno.
- Ampliar la Base de Datos de ACV a nivel nacional Ecobase.

También podría crearse un sello correspondiente a la participación en Acuerdos de Producción Limpia (APL), especialmente para emprendimientos, que si bien, no significa que el producto sea sustentable, dan un indicio de esfuerzos de la empresa por mejorar sus sistemas de producción. En cuanto a las ecoetiquetas, podría ser usada una gráfica similar a la Etiqueta Energética Europea (aparatos de uso doméstico), ya que es conocida por los chilenos y podría ser más fácil de comprender.

La participación de ONGs es de gran importancia ya que pueden aportar con diversos sellos y certificaciones, como Fundación Basura, quienes entregan el Sello Basura Cero, que certifica prácticas de prevención, medición y gestión sustentable de residuos en distintos niveles y a categorías de productos, servicios y eventos[75].

8.2.2. Información sobre reciclaje de materiales y reducción del uso de plástico

Exigir a los productores información sobre la reciclabilidad de los empaques y contenedores de alimentos para que puedan ser reciclados de manera correcta. Los empaques conforman una gran parte los residuos domiciliarios, por lo que la gestión sustentable de este tipo de residuos es clave.

Sin embargo, no todos los empaques, envoltorios o recipientes de comida contienen información sobre su materialidad, o no está lo suficientemente clara.

Se deben crear incentivos para que las empresas productoras informen adecuadamente de los asuntos de materialidad, es decir, en los informes de sostenibilidad ir más allá de los requisitos de cumplimiento legal (aunque otra opción es endurecer los requisitos).

Además, una forma de sensibilizar a los consumidores es creando un sistema gráfico estandarizado, que permita identificar el tipo de materiales y su reciclabilidad de manera visible en el producto, simple y clara.

A medida que los consumidores dispongan de la información sobre los productos que compran, podrán elegir los productos que sean más responsables con el planeta y con su salud, de acuerdo a sus estándares personales y niveles de consumo responsable.

[75] Fuente: Fundación Basura, disponible en: https://sellobasuracero.com/

8.2.3. Disminución del desperdicio de alimentos

Una cantidad significativa de alimentos producidos no se consume realmente, este desperdicio de alimentos proviene de dos fuentes principales, la producción y en el hogar. Sin embargo, para solucionar el problema se requiere un enfoque más amplio de promoción de sistemas alimentarios sostenibles

Dada la magnitud y complejidad de las pérdidas y desperdicios de alimentos, es necesario emprender acciones en colaboración con organizaciones regionales e internacionales, así como con los actores de la cadena alimentaria, desde ganaderos, agricultores, pescadores hasta las compañías multinacionales. A continuación se listan algunas propuestas de iniciativas públicas.

- Establecimiento de una línea de base para medir el estado actual y los avances hacia la disminución de la pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) en Chile.
- Financiar o crear una campaña de sensibilización en televisión, radio y otros medios de comunicación, para concientizar a la población sobre la reducción del desperdicio de alimentos y promover la compra de frutas y verduras "feas", derribando estándares cosméticos.
- Diálogo sostenido con las empresas agrícolas y los pequeños productores, generando instancias informativas y de capacitación, para que los productores puedan disminuir pérdidas a través de mejoras técnicas y de implementación de políticas de cero desperdicio.
- Incorporar el concepto de cero desperdicio en los programas de innovación. En ese sentido las organizaciones de productores pueden desempeñar un papel importante agregando valor y reduciendo las pérdidas mediante innovaciones organizativas y de gestión, apoyando actividades como planificación de producción, clasificación, clasificación y logística.
- Creación de un entorno político e institucional favorables. Asegurar el cumplimiento de las normas alimentarias y difusión de buenas prácticas agrícolas y no agrícolas para mantener estándares mínimos de seguridad alimentaria y reducir las pérdidas. Las organizaciones de productores son clave para el desarrollo de estrategias y planes de acción para reducir la PDA y deben considerarse socios del Estado, quien debe brindar apoyo a través del desarrollo institucional.
- Apoyar el desarrollo de mercados para productos de "segundo nivel", es decir, alimentos menos perfectos estéticamente, pero seguros y nutritivos. Y fomento de la innovación tecnológica local para la reducción de la PDA.
- Creación de un entorno propicio para la provisión de servicios agrícolas locales. Facilitar que los proveedores de servicios comerciales operen localmente puede contribuir a cadenas de suministro más eficientes y a reducir las PDA.
- Colaboración y coordinación de iniciativas mundiales para reducir las PDA. Apoyo a la creación de plataformas nacionales para la pérdida de alimentos, que reúnan a organizaciones de productores, representantes de la industria alimentaria e institutos de investigación y tecnología en un esfuerzo coordinado para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos, o asociarse con instituciones de países desarrollados que puedan proveer información y capacitación para implementar soluciones.
- Apoyar el desarrollo de productos basados en economía circular, que tomen como materia prima algún subproducto o residuo del proceso de elaboración de un alimento, añadiéndole valor.
- Fijar metas vinculantes para la reducción del despilfarro de alimentos y desalentar el envío de los desperdicios alimentarios a vertederos, por ejemplo, a través de la creación de zonas de compostaje comunitarias o jornadas de recuperación de alimentos (como Disco Sopa Chile), entre otras.
- Realizar una estrategia o Programa para la reducción de las PDA y la valorización de los alimentos desechados.
- Evaluar la viabilidad técnica, económica, social y ambiental del desarrollo de plantas de generación de energía a partir de la conversión de desechos o *waste to energy*.

8.2.4. Prácticas Agrícolas Sostenibles

El desarrollo agrícola sostenible es el que contribuye a mejorar el aprovechamiento eficaz de los recursos, fortalecer la resiliencia y garantizar la equidad y responsabilidad sociales de la agricultura y los sistemas alimentarios con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y la nutrición para todos, ahora y en el futuro (HLPE - Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición, 2016). En ese sentido, fomentar técnicas de producción más limpias es esencial para transitar a un sistema de alimentación sostenible.

Algunas sugerencias en este tema son:

- Llevar a cabo evaluaciones del impacto en salud de las políticas agrícolas y de los planes de comercialización de alimentos que promueven la agricultura familiar, sistemas alimentarios y dietas saludables y sostenibles y circuitos cortos de comercialización.
- Acordar las metas y objetivos en materia de seguridad alimentaria y nutrición a largo plazo a nivel nacional, alineándolos con los ODS.
- Fomentar los sistemas de cultivos orgánicos o con un menor uso de fertilizantes químicos nocivos y de pesticidas, además de promover la progresiva eliminación del uso de antibióticos como promotores del crecimiento animal y el uso prudente de los mismos en la agricultura.
- Creación de redes metropolitanas de mercados minoristas de alimentos para ofrecer nuevas oportunidades a los agricultores y consumidores locales y acercar el consumidor a los productores de los alimentos (Agricultura familiar y local).
- Incentivar que parte de las empresas productoras mida su huella de carbono, huella hídrica y que cuenten con programas de reducción. Además de aumentar la reutilización de aguas residuales.
- Realizar programas de asistencia técnica y capacitación para productores. Fomentar mejoras de la eficiencia en la utilización de recursos y mejoras en materia de equidad y responsabilidad social (RSE).
- Fomento de prácticas productivas más sustentables en los sectores agrícola, ganadero, pesca y acuicultura, a través de diversos Programas, APL, Protocolos de diversos organismos públicos y privados.
- Poner a disposición de todos los sistemas agrícolas las tecnologías adecuadas para la agricultura sostenible y adaptarlas a circunstancias y contextos concretos.
- Impulsar certificaciones de producción orgánica, agricultura sustentable y sellos de eficiencia energética, hídrica o de reducción de emisiones en los mercados de exportación, como se hizo con el Código de Sustentabilidad de Vinos de Chile.
- Estudiar la implementación de un mercado de carbono (regulado o voluntario) en los sectores agrícolas y ganaderos y de instrumentos económicos como el Pago por Servicios Ecosistémicos, entre otros. Incentivar también a las empresas a realizar reducciones de emisiones certificadas (CERs por su sigla en inglés) del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

8.2.5. Identificación y fomento del consumo de Productos estratégicos

Se recomienda realizar un análisis de los principales impactos ambientales de los productos consumidos en Chile (similar al Capítulo 7), cruzando esta información con aspectos nutricionales, para determinar la posición estratégica de los productos, que permita identificar aquellos que por ejemplo, tengan un bajo impacto ambiental y un alto valor nutritivo.

La posición estratégica de los productos en dietas sostenibles y saludables depende del equilibrio entre el valor nutritivo y el impacto ambiental. Si este es favorable, un aumento en la cantidad de producto disminuye el impacto global de la dieta. También se pueden generar indicadores para saber qué tan difícil de reemplazar es un producto, con el fin de escoger aquellos que las personas estén más dispuestas a cambiar.

Con base en este análisis, los productos y grupos de productos pueden ubicarse en distintas categorías. Un producto que es difícil de reemplazar y con una contribución positiva al impacto ambiental de la dieta tiene una posición fuerte, mientras que un producto que es fácil de eliminar y cuyo aumento implicaría un peor perfil de impacto ambiental, tiene una posición estratégica débil.

Con esta información se pueden identificar productos con potencial para añadirlos a la dieta, con bajo impacto y un buen perfil de nutrientes. Por ejemplo, se puede incentivar el consumo de productos como las legumbres, que poseen un alto valor nutricional y un bajo impacto ambiental (además de su capacidad de adaptarse al cambio climático) con respecto a otras fuentes de proteína, y que en Chile se han dejado de consumir porque tienen el estigma de ser un "alimento de pobres", además del tiempo que lleva cocinarlas y la producción de gases en algunas personas. Sin embargo, las legumbres también son ricas en carbohidratos complejos, micronutrientes, proteínas y vitaminas B, que forman parte vital de una dieta saludable.

Las empresas de alimentos pueden hacer esfuerzos para disminuir el impacto por unidad de producto o hacer que los alimentos sean más nutritivos por unidad, disminuyendo el impacto ambiental por unidad de producto alimenticio. Sin embargo, se requieren métodos para evaluar el rendimiento de la sostenibilidad de los alimentos en una dieta saludable. Las prioridades dependen del contexto, ya que las necesidades dietéticas, los hábitos alimenticios y el nivel de desarrollo varían según los mercados.

8.2.6. Nuevas Guías alimentarias

Hasta la fecha, las pautas o guías dietéticas han sido basadas en los resultados de la nutrición humana. Teniendo en cuenta los desafíos actuales y previstos de sostenibilidad global, es esencial considerar los impactos más amplios de las dietas y los sistemas alimentarios. El cambio en la dieta tiene el potencial de beneficiar a la salud y reducir la presión sobre los recursos ambientales de manera equitativa.

En Chile, las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos (GABA), son consideradas un aporte esencial al logro de las metas de la OMS sobre régimen alimentario, actividad física y salud, sin embargo, no consideran los aspectos ambientales de la producción y consumo de alimentos.

Las Guías Alimentarias fueron actualizadas el año 2013, con el fin de abordar mejor los problemas de salud generados por el actual estilo de vida de los chilenos, con especial enfoque en el creciente sobrepeso y obesidad. Sin embargo, en países desarrollados existe una tendencia a incorporar la variable ambiental a la ecuación, sin perjudicar por eso las metas nutricionales.

Cabe destacar que las dietas saludables pueden tener un gran impacto ambiental si, por ejemplo, los alimentos se transportan por vía aérea o son cultivados con grandes cantidades de fertilizante y otros recursos. Por otro lado, las dietas menos perjudiciales para el medio ambiente no son necesariamente nutricionalmente adecuadas si, por ejemplo, incluyen alimentos procesados con alto contenido de azúcar. Por esta razón se debe realizar en primer lugar un estudio acerca de cuál es el tipo de dieta que cumple con los requerimientos nutricionales de los chilenos, al mismo tiempo que minimiza el impacto ambiental.

En la actualidad se cuenta con estudios que definen este tipo de dietas sostenibles y saludables, tales como la Doble Pirámide de la BCFN. También existe una variedad de ejemplos de incorporación de la dimensión ambiental a las guías alimentarias, como la *Eatwell Guide* de Inglaterra, la nueva pirámide alimenticia de Bélgica (que relega la carne procesada a una burbuja de alimentos que deben consumirse "lo menos posible", como caramelos y pizza), las guías alimentarias de Canadá, que considera el aspecto medioambiental dentro de sus principios, incluso "El Plato para Comer Saludable" de la Escuela de Salud Pública de Harvard, entre otras, que pueden ser estudiadas y adaptados a la realidad chilena para generar una guía alimentaria que incluya tanto los objetivos de salud como los objetivos ambientales del país.

Incluso un reporte de Public Health England (PHE) estudió los impactos ambientales de la guía nutricional (*Eatwell*) en comparación con la dieta actual del Reino Unido. Según el análisis de The Carbon Trust (2016), la Guía de *Eatwell* muestra un impacto ambiental apreciablemente menor que la dieta actual. También se notaron mejoras paralelas en la eficiencia de la producción y la reducción de desperdicios. Varias diferencias contribuyen a la reducción, como el aumento de papas, pescado, pan integral y blanco, verduras y frutas, mientras que se reducen las cantidades de productos lácteos, carne, arroz, pasta, pizza y dulces.

Otros principios importantes para añadir a las bases de las guías alimentarias son el comercio justo, la equidad, la disminución del desperdicio de alimentos en el hogar y la compra local y estacional. En este sentido una opción interesante sería crear guías alimentarias por región, ya que la variedad de alimentos en el país varía bastante según la zona geográfica y su clima. Además, se pueden realizar campañas en los gobiernos regionales para fomentar el consumo de frutas y verduras de estación y de productos locales obtenidos de manera sostenible. Junto con esto se sugiere fomentar la economía comunitaria y los emprendimientos con alto valor social y ambiental.

8.2.7. Adhesión a la campaña Lunes Sin Carne

Adaptar el consumo occidental de carne a los desafíos de salud y sostenibilidad es clave para el logro de la seguridad alimentaria sostenible y la salud pública, y requiere una reducción general de las proteínas animales producidas industrialmente, sumado a un reemplazo parcial por proteínas vegetales.

El futuro suministro mundial de proteínas requiere nuevas iniciativas para mitigar la presión ambiental y para producir las cantidades necesarias de proteínas de alta calidad. Aunque las iniciativas para reducir el consumo de productos ganaderos tendrían importantes efectos de mitigación a un costo relativamente bajo con efectos positivos para la salud (Gerber et al., 2013).

Lunes Sin Carne es una campaña internacional que alienta a las personas a no comer carne los lunes para mejorar su salud y ayudar al planeta. Miles de ciudadanos de todo el mundo se han sumado a esta campaña desde el año 2003, para combatir la obesidad y reducir el impacto de la dieta en el planeta.

Chile puede implementar esta medida en sus colegios públicos e incentivar la adhesión a la campaña por parte de los colegios privados y subvencionados, para que cada lunes ofrezcan un menú vegetariano. De esta manera se ayudaría a combatir la obesidad, que es un problema grave en la educación básica (ver Sección 5.2), con un enfoque medioambiental. Esta iniciativa podría también estar a cargo de Contrapeso, el plan contra la obesidad infantil de JUNAEB, con la colaboración del Ministerio de Medio Ambiente.

Este tipo de campaña ayudaría a las personas a ir dejando de a poco la dieta carnívora, al conocer platos vegetarianos y veganos nutricionalmente equilibrados y desmitificar este tipo de dietas. Además, ayudaría a los niños a familiarizarse con este estilo de alimentación desde una etapa temprana, lo que puede generar hábitos saludables de manera más fácil que en el caso de sus padres, quienes ya tienen una cultura de alimentación arraigada.

Sería ideal complementar esta campaña con talleres de alimentación saludable, que pueden ser gestionados a través del sistema “Elige Vivir Sano”, organismo encargado de fomentar la alimentación saludable en Chile.

Junto con esto se sugiere promover porciones más pequeñas de carne todos los días, idealmente utilizando carne criada de manera más sostenible adoptando una filosofía de “menos pero mejor”, añadir más proteína vegetal y más variada, y comidas sin carne con o sin sustitutos de la carne. Todas estas son vías complementarias para facilitar cambios paso a paso en las cantidades y las fuentes de proteínas consumidas, sobretodo para quienes se resisten mas a realizar cambios en su alimentación.

8.2.8. Restricciones a la Publicidad

En Chile existe una restricción a la publicidad dirigida a los menores de 14 años para aquellos alimentos a los que se les hayan adicionado en su elaboración azúcares, grasas saturadas o sodio y superen los límites establecidos por el MINSAL. Sin embargo, no existen restricciones en términos ambientales.

Si bien las compañías productoras de alimentos están respondiendo a la demanda de los consumidores por productos menos procesados y más saludables, todavía no se ven cambios sustanciales. Además, la respuesta hasta ahora se ha enfocado más en la publicidad que en los mismos productos.

Se propone, más que una prohibición, una revisión de los conceptos "ecológico", "natural", "sustentable", "eco amigable", etc. y una definición de los mismos para determinar cuándo estas palabras pueden usarse en la publicidad de un producto, siendo respaldadas por certificaciones y estándares de sustentabilidad a nivel corporativo, participación en APL, Certificación ISO 14001, Protocolo de Agricultura Sustentable o el Código de Sustentabilidad de Vinos de Chile, entre otros. De esta manera se realizan esfuerzos por evitar el *Greenwashing* [76] y el mal uso de la publicidad o de las ecoetiquetas cuando la información no es verídica.

Una forma de discriminar aquellos productos que pueden llamarse "naturales" o "sustentables" es crear una nueva clasificación de alimentos que asigne los productos alimenticios de acuerdo con el alcance y el propósito del procesamiento industrial al que fueron sometidos. Separándolos, por ejemplo, en tres grupos; alimentos no procesados o mínimamente procesados, alimentos o ingredientes procesados y productos alimenticios ultraprocesados. Concentrándose en la fiscalización de la publicidad del tercer grupo, o en su defecto, identificar aquellos productos ultraprocesados en la etiqueta.

Este punto se apoya en la mejora de leyes medioambientales y exigencia de estándares de sustentabilidad cada vez más mejores, de manera que las personas puedan informarse, en lenguaje claro y comprensible, de las medidas reales que las marcas de productos estén tomando en cuanto a este tema.

Otro aspecto importante es exigir a las empresas información detallada acerca de las declaraciones, compromisos o eslóganes medioambientales a través su la página web, departamento de atención al cliente o *call center*, para que las personas puedan tomar decisiones de manera informada.

En Chile urge un plan de modernización de la institucionalidad regulatoria y su eficiencia en relación a los recursos naturales, además de una política de fomento a la certificación ambiental del sector productivo, en particular aquel orientado a la exportación.

8.2.9. Políticas de precios

La políticas de precios son un tema delicado y que debe ser analizado en detalle tanto social como económicamente. Sin embargo, los fracasos de la racionalidad como fundamento para la regulación, las fallas de mercado y las malas decisiones de consumo de alimentos pueden ser razones para pensar en usar los impuestos y subsidios como una herramienta para la intervención en opciones nutricionales.

Si bien las personas intentan comer de una manera saludable, las decisiones de consumo de alimentos están sujetas a los ingresos de los individuos y los precios que enfrentan, además de otros factores como la cultura, la publicidad entre otros, y rara vez consideran los impactos ambientales y el uso de recursos necesarios para obtener el alimento o producto final. Existe una persistencia, por diversas razones, a consumir algunos alimentos que no son saludables ni sostenibles, además de una conveniencia al consumir productos listos para servir y empaquetados, en desmedro del consumo de comida casera, que genera menor desperdicio.

Incentivos y desincentivos al consumo relacionados con el medio ambiente.

La políticas de precios pueden centrarse en el contenido nutricional y/o huella ambiental de cada producto por sí solo o en grupos de alimentos específicos. Una opción es aprovechar la ley de etiquetado nutricional, combinada con una nueva ley de Ecoetiquetado, fijando impuestos específicos sobre productos perjudiciales para la salud y el planeta, que por ejemplo, tengan dos o más sellos tanto ambiental como nutricional.

Sin embargo, este es un tema difícil de combinar en cuanto a impuestos y subsidios, por lo que otra opción es concentrarse sólo en el tema ambiental en cuanto a política de precios, gravando aquellos con altas emisiones de CO_2 o un gran consumo de agua o energía, además de subsidiar emprendimientos de productos "cero emisión". También se deben desarrollar instrumentos de incentivo y desincentivo económico al comportamiento ambiental del sector productivo.

[76] El *Greenwashing* o "lavado verde" es el acto de inducir erróneamente a los consumidores sobre las prácticas ambientales de una compañía o los beneficios ambientales de un producto o servicio.

Con respecto a la comida casera, gravar los alimentos preparados puede ser una política a considerar. Sin embargo, para aquellas personas que no pueden ajustar sus horas de trabajo para cocinar más en casa, aumentar el precio de los alimentos preparados puede ser ineficaz y tener costos de bienestar.

Incentivos y desincentivos a la producción relacionados con el medio ambiente.

Por otro lado están los impuestos ambientales o impuestos "Pigouvianos", que tienen como objetivo que los agentes internalicen las externalidades que producen a través de un cargo o impuesto directamente a la emisión generada por la actividad económica. En Chile la Ley 20.780 (promulgada en 2014) establece dos tipos de impuestos; uno que grava las emisiones de algunos GEI y material particulado (MP) y un segundo que grava la primera venta de vehículos de acuerdo a su rendimiento urbano y emisiones de NO_x. Se sugiere agregar un tercer impuesto a la huella de agua y de energía, para ampliar la internalización de los impactos ambientales más allá de solo los GEI.

En cuanto a la producción y comercialización de productos ultra-procesados, también se pueden incluir impuestos a aquellos sin o con insignificante valor nutricional. Se recomienda también entregar subsidios a la producción de alimentos saludables, de forma que sean más accesibles a la población.

Por último, las elecciones de alimentos dependen del suministro de alimentos disponible. Si las tiendas locales ofrecen comida chatarra y con alto impacto ambiental en lugar de frutas y verduras, será difícil de sustituirla incluso si los precios relativos cambian. Por lo tanto existe un desafío para trabajar en los "desiertos alimentarios", para hacer que las barreras a la alimentación saludable disminuyan y una dieta balanceada y con menor impacto ambiental sea accesible y asequible para todos.

8.2.10. Otras propuestas

Se necesita fortalecer las políticas intersectoriales, con especial atención en favorecer los sistemas alimentarios con políticas que privilegien la producción de alimentos saludables, apoyar la agricultura familiar en la producción sostenible de alimentos saludables y seguros para el consumo humano y promover y proteger los sistemas de producción y las dietas tradicionales sostenibles, así como asegurar la inocuidad alimentaria, la ambiental y la protección de los recursos naturales y de la biodiversidad.

Algunas medidas a mediano y largo plazo pueden ser: aplicar en Chile algún sistema de comercio de carbono en la industria de alimentos y servicios alimentarios, comenzar a medir la huella de carbono personal, gravar un impuesto sobre los productos (sobretodo los cárnicos) fabricados de manera no sostenible y aprovechar el poder de compra del Estado para adquisición de alimentos sostenibles o de agricultura familiar y locales y abastecer programas nacionales que ofrecen alimentos con ellos (ej. escuelas, hospitales, agencias públicas, comedores populares, etc.).

Por otro lado, es importante ejercer la regulación gubernamental para proteger a los consumidores de prácticas comerciales fraudulentas, información errónea sobre beneficios a la salud o medio ambiente. Sería útil realizar una Guía de Consumo Sustentable de alimentos, para orientar los criterios de sustentabilidad a la hora de comprar, que incluya alimentos y listas de etiquetas y esquemas de certificación con información sobre organizaciones orgánicas, de comercio justo, pesquerías sostenibles, etc.

9 | Conclusiones, limitaciones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

El impacto ambiental de la dieta chilena ha empeorado desde 2003 a 2013, utilizando más energía (26,9 kg petrl. eq) liberando más GEI (165,7 kg CO_2 eq) y utilizando más agua (37,4 m^3 eq), por persona al año, solamente por concepto de alimentación y considerando algunos alimentos básicos, siendo el impacto total de la dieta chilena mucho mayor. Este aumento se puede explicar por varias razones, una de ellas el aumento en el consumo de alimentos con alto impacto, como los lácteos y la carne, el mayor consumo de alimentos ultra- procesados y de productos listos para servir (que en general utilizan más energía y recursos), y el aumento de ingesta de calorías totales, entre otras.

Además de aumentar el impacto al medio ambiente, los cambios en la dieta han deteriorado la salud de los chilenos, por lo que los cambios en el consumo y la producción de alimentos son urgentes.

Los impactos medidos en este análisis fueron las huellas de agua, energía y emisiones de GEI, sin embargo, los efectos que la dieta (y el consumo y producción de alimentos) tiene en el medio ambiente van mucho más allá, afectando también a las comunidades y teniendo un impacto social importante en algunos casos.

Chile está en una etapa en que la manera de alimentarse debe cambiar si o sí, ya sea por salud o por el medio ambiente. Los resultados de la ENCA confirman una situación nutricional con niveles alarmantes de sobrepeso y obesidad, mala alimentación en los diferentes grupos etarios y refleja desigualdad, con niveles socio-económicos bajos y medios bajos que presentan una mayor proporción de alimentación poco saludable. Pero este problema debe verse como una oportunidad de cambiar el sistema alimentario chileno, incorporando conceptos de sustentabilidad (económica, ambiental y social) e inculcando hábitos de vida saludables a la ciudadanía, entendiendo que la generación de sistemas alimentarios sostenibles pasa por organizaciones públicas y privadas, pero sobretodo por consumidores informados y responsables.

Es posible disminuir el impacto ambiental a través de cambios en la dieta, no sólo cambiando los productos o alimentos que se ingieren sino también modificando la manera en que estos son producidos (cultivo, procesos industriales, empaques, transporte, etc.) eligiendo productos con menor impacto ambiental y social o disminuyendo su consumo. Hay muchas maneras de ser consumidores responsables, eligiendo local, orgánico, estacional, acercándose a una dieta basada en plantas, entre otras. También hay muchas formas de producir alimentos más sustentables, a través de la tecnología, mercados locales, agricultura orgánica y sustentable etc. La soluciones existen y solo resta evaluarlas y ponerlas en práctica.

Incluso se logró medir teóricamente la disminución de algunos impactos ambientales al modificar la dieta actual chilena. Como el caso de la HC, la cual se pudo disminuir en un 20 % a través de cambios en el consumo de ciertos alimentos de la dieta chilena como las bebidas, cerveza y café, entre varios otros. Esto no quiere decir que todos tengan que renunciar a estos alimentos, sino que se debe hacer un esfuerzo por reducir su consumo y por producirlos de manera sostenible, teniendo en cuenta el costo ecológico y social que puede haber detrás de un producto.

Son varias las medidas que se pueden tomar para reducir el impacto negativo del consumo de alimentos, sobretodo de aquellos con alta huella ambiental, por lo que la solución no es única y viene de diversos sectores y actores.

En Chile existe un bajo cumplimiento de las guías alimentarias, por lo que antes de generar las nuevas guías e incorporar el aspecto medioambiental en ellas, es necesario estudiar el ambiente alimentario actual en Chile y definir el ambiente que se quiera lograr para cumplir los objetivos de un sistema alimentario sostenible. También se deben estudiar los motivos e influencias internas y externas que llevan a los chilenos a tener los hábitos alimenticios y de consumo actuales. En síntesis, para obtener mejores resultados es necesario analizar las causas de los resultados actuales.

Cabe destacar que la segunda fuerza exportadora de Chile son los alimentos, y con ellos exporta los recursos necesarios para producirlos, por lo que cabe preguntarse cuáles son las medidas a implementar para proteger los recursos naturales nacionales y su biodiversidad.

Está claro que ninguna medida será eficaz para lograr la reducción de las emisiones por sí sola. Es esencial que exista una combinación de enfoques reglamentarios, económicos y voluntarios, así como el etiquetado, la información y la concientización, y que éstas medidas se lleven a cabo de la mejor manera posible.

Finalmente, se debe considerar que dada la complejidad de las relaciones en el sistema alimentario y sus múltiples dimensiones, se deben hacer intentos por equilibrar los objetivos de desarrollo económico y social del país con el desarrollo sostenible, para proveer alimentos sanos a las personas de manera segura y que la alimentación saludable sea un derecho social protegido por el Estado, sin por ello afectar otros sectores.

9.2. Limitaciones

Una de las principales limitaciones de este estudio fue la falta de información disponible. Una gran cantidad de industrias, gobiernos y centros de investigación han desarrollado estudios aplicando la herramienta de Gestión Ambiental del ACV. Sin embargo, dado el carácter estratégico que poseen los resultados obtenidos, es difícil encontrarlos publicados en documentos científicos disponibles y en Chile no existe evidencia de estudios relacionados con el tema, a pesar de la importancia que representa llevar a cabo este tipo de evaluaciones.

Por el lado del consumo, sólo se cuenta con una Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA) del año 2010, que permitió generar una dieta promedio para optimizar en el softwate Optimeal, pero que no permite comparaciones en el tiempo. Por lo mismo se tuvo que optar por los datos de consumo aparente de ODEPA para calcular los impactos de la dieta chilena en 2003 y 2013, utilizando datos de un grupo acotado de alimentos y que además no miden el consumo de manera directa.

Además existen limitaciones metodológicas, puesto que el ACV de cada producto varía en función de una serie de elementos, como el lugar en que se produce el producto/alimento, la tecnología utilizada, fuentes de energía, etc. Por lo que a pesar de existir ACV regionales, siempre existirá un sesgo al tomar la información de un ACV que no es idéntico al producto en estudio y los resultados serán más bien una aproximación.

El desafío de definir una dieta sostenible no es sólo una cuestión de mezclar los discursos científicos de la salud pública y el medio ambiente. La alimentación es también un asunto cultural y económico, que debe ser abordado de manera integral. Si bien se ha progresado en términos de disminución de la desnutrición y falta de alimento, Chile ha transitado hacia el otro extremo, en el cual la sobre o mala alimentación ha generado diversas enfermedades y problemas relacionado a los nuevos estilos de vida. El desajuste de la salud humana y ambiental está mediado por la economía y la cultura, inmerso en el consumismo y con falta de visión a largo plazo. Es por eso el desafío de las dietas sostenibles requiere también cambios culturales, que son procesos lentos y difíciles de lograr.

9.3. Recomendaciones

Los desafíos para la evaluación ambiental de la nutrición son varios e involucran diversos campos de estudio desde los cuales enfocar el análisis.

En primer lugar, se sugiere determinar si existe una relación entre el cambio en la dieta y la salud de los chilenos, cruzando los datos con estadísticas de salud pública que muestren si el cambio en la composición de la dieta ha sido perjudicial para el medio ambiente y la salud, o son dos aspectos que no tienen ninguna relación.

En cuanto a la evaluación de la sostenibilidad, ésta debe ser integral. La dimensión social sigue siendo el pilar más débil, por lo que se sugiere desarrollar estudios en torno a esta dimensión. Por otro lado, la mayoría de los estudios se enfocan en los impactos climáticos, aunque los datos, métodos y herramientas están disponibles para un análisis más completo.

La disponibilidad de datos sigue siendo un obstáculo, pero se han realizado progresos significativos en los últimos años y se recomienda seguir avanzando ya que la información es la base para tomar cualquier medida. Un aspecto que ha sido escasamente estudiado en Chile son los impactos del comportamiento del consumidor y su importancia en cuanto a resultados ambientales.

Se recomienda levantar información sobre ACVs locales y ampliar el alcance de las bases de datos como Ecobase, añadiendo cada vez más productos. También se recomienda actualizar la encuesta ENCA, para analizarr la evolución de los patrones de consumo de alimentos y evaluar el impacto de las políticas e iniciativas que se implementaron en ese período.

Con esta información se podrá medir el impacto ambiental de la dieta chilena completa (o al menos con un conjunto más amplio y representativo de productos) y además calcular el cambio en los impactos ambientales desde el año 2010 al año de actualización de la ENCA, además del análisis de salud y nutrición correspondientes.

Finalmente, se deben desarrollar políticas públicas basadas en información nacional y que respondan a las necesidades generales y específicas de la población, que contribuyan mejorar el sistema alimentario chileno y a disminuir las desigualdades del mismo.

Decir “lo suficiente” ya no es suficiente, el planeta no puede resistir el nivel de extracción de recursos naturales y de contaminación actual, la sociedad no puede estar obesa y hambrienta al mismo tiempo. No se debería estar botando la comida que sería suficiente para acabar con el hambre. Hay que preguntarse cuáles son los objetivos que deben dar forma al sistema alimentario para el futuro y reorganizar la cultura en torno a la complejidad de cumplir múltiples metas de calidad, medio ambiente, salud, sociales, económicas y de gobernanza. Para que el sistema alimentario mejore a través de todas estas dimensiones, sin entrar en una competencia ruinosa entre ellas.

Bibliografía

Alper, Aslan y Oguz, Ocal (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953–959. 1

Alsaffar, A. A. (2016). Sustainable diets: The interaction between food industry, nutrition, health and the environment. *Food Science and Technology International*, 22(2), 102–111. 1.1, 3.1.2

Araneda F., Jacqueline; Pinheiro F., Anna Christina; Rodriguez O., Lorena; y Rodriguez F., Alejandra (2016). Consumo Aparente De Frutas, Hortalizas Y Alimentos Ultraprocesados En La Población Chilena. *Revista chilena de nutrición*, 43(3), 6–6. 1.1

Audsley, Eric; Brander, Matthew; Chatterton, Julia; Murphy-Bokern, Donal; Webster, Catriona; y Williams, Adrian (2009). *How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system end and the scope to reduce them by 2050.* Technical Report November, WWF-UK. 7.26, 69, 7.2.10

Barilla Center for Food & Nutrition (BCFN) (2016). *Double Pyramid 2016: Tech Document*. Technical report, Barilla Center for Food and Nutrition Foundation, Parma - Italy. 4.4, 4.4.1

Bellarby, Jessica; Foereid, Bente; Hastings, Astley Francis St John; y Smith, Pete (2008). Cool Farming : Climate impacts of agriculture and mitigation potential. *Greenpeace International*, (pp.44). 2.1.1, 2.1.1

Borges Agricultural & Industrial Edible Oils (2016). Environmental Product Declaration for Extra Virgin Olive Oil. 7.2.6, 7.22, A.24

Busdiecker, Sara; Castillo, Carlos; y Salas, Isabel (2014). Revista chilena de pediatría Cambios en los hábitos de alimentación durante la infancia : una visión antropológica. (pp. 1–7). 5

Canetti, Laura; Bachar, Eytan; y Berry, Elliot M (2002). Food and emotion. 60. 4.1

Carlsson-Kanyama, Annika y González, Alejandro D (2009). Potential contributions of food consumption patterns to climate change. *The American journal of clinical nutrition*, 89(5), 1704S–1709S. 3.2.1

Chapagain, A. K. y Hoekstra, A. Y. (2007). The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands. *Ecological Economics*, 64(1), 109–118. 2.5.1

Clercx, L.; Zarate, E.; y Kuiper, J. D. (2016). Water footprint assessment of bananas produced by small banana farmers in Peru and Ecuador. *Acta Horticulturae*, 1112(1112), 1–7. 7.2.10

Comisión Nacional del Medio Ambiente (2002). *Guia Metodologica: Estudio De Ciclo De Vida ECV*. Technical report, CONAMA, Santiago. 2.3.2, 2.3.3

Coop (2016). *Environmental Product Declaration of Coop Beef Meat*. Technical report, EPD, Italy. 7.2.1, 7.17, A.17

Cuéllar, Amanda D. y Webber, Michael E. (2010). Wasted food, wasted energy: The embedded energy in food waste in the United States. *Environmental Science and Technology*, 44(16), 6464–6469. 1

Darnton, Andrew y Evans, David (2013). *Influencing Behaviours - A Technical Guide to the ISM Tool*. Número June. 3.3, 3.1.4.1

Departamento de Medio Ambiente Gobierno Vasco (2009). Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. *Ihobe*, (pp. 1–53). 2.11, 2.4, 2.4.2, 2.12, 2.4.2.1, 2.4.3

Donoso, Guillermo y Franco, Gabriela (2013). La huella hídrica agrícola de Chile. *Agronomía y Forestal*, 47. 3.2.2, 3.2.2

Dorward, Leejiah J. (2012). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? A comment. *Food Policy*, 37(4), 463–466. 1.1

Economist, The y Unit, Intelligence (2013). Nutrición en Chile Cambios globales , soluciones locales. *The Economist Intelligence Unit*. 3.1.5

Etilé, Fabrice (2012). Food Consumption and Health. In *The Oxford Handbook of the Economics of Food Consumption and Policy*. Oxford University Press. 4.1

FAO (2010). Ganadería y deforestación. *Revista Politicas Pecuarias*, 3, 1– 8. 3.2.3

FAO (2012a). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, (pp.$\tilde{4}$2). 3.1.2

FAO (2012b). *Sustainable Diets and Biodiversity*. Rome. 4.3.1, 4.3.1, 4.3.3

FAO (2013). *Food wastage footprint. Impacts on natural resources. Summary Report*. 3.1.7

FAO (2014). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe - Julio 2014. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, (pp.$\tilde{7}$). 3.1.7

FAO (2015). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, (pp.$\tilde{3}$1). 3.1.7

FAO (2016). Beneficios Nutricionales de las Legumbres. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentaciòn y la Agricultura*, 3(2), 2–5. 73

FAO y OPS (2017). *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de América Latina 2016*. Technical report, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Panamericana de la Salud, Santiago. 5.2

Finkbeiner, Matthias; Inaba, Atsushi; Tan, Reginald; Christiansen, Kim; y Klüppel, Hans-Jürgen (2006). The New International Standards for Life Cycle Assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2), 80–85. 2.3

Finkelstein, Eric A.; Trogdon, Justin G.; Cohen, Joel W.; y Dietz, William (2009). Annual medical spending attributable to obesity: Payer-and service-specific estimates. *Health Affairs*, 28(5). 3.1.5

Fitzherbert, Emily B.; Struebig, Matthew J.; Morel, Alexandra; Danielsen, Finn; Brühl, Carsten A.; Donald, Paul F.; y Phalan, Ben (2008). How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution*, 23(10), 538–545. 3.2.3

Food Climate Research Network (FCRN) (2017). Overview of food system challenges. 3.1.1

Foster, C.; Green, K.; Bleda, M.; Dewick, P.; Evans, B.; Flynn, a.; y Mylan, J. (2006). Environmental impacts of food production and consumption: A report to the Department for Environment Food and Rural Affairs. *London, Manchester Business School*, Defra(December), 199. 4.2, A.1

Friedrich, Johannes; Ge, Mengpin; y Damassa, Thomas (2015). Infographic: What Do Your Country's Emissions Look Like? 1

Fundación Chile (2015). Metodología de recolección de datos para inventarios de ciclo de vida y evaluación de impactos ambientales, proyecto Ecobase alimentos. (pp.$\tilde{7}$5). 2.6.1

Fundación Chile (2016). Chile Saludable. Oportunidades y desafíos de innovación para el auments del consumo de productos del mar. *Área Alimentos y Biotecnología de Fundación Chile*, (pp. 137). 3.1.5

Fundación Chile (2017). *Desafíos del Agua para la Región Latinoamericana*. Technical report. 3.2.2

Fundación Chile; Collect Gfk; Elige Vivir Sano; y Fundación de la Familia (2012). Chile Saludable: oportunidades y desafíos de innovación vol 1. *Área Alimentos y Biotecnología de Fundación Chile*, 1, 4–46. 3.1.5

Fundación Chile (FCH) (2016). *Manual de aplicación para evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046*. Technical report. 2.5, 2.14, 2.5.3

Garnett, Tara (2012). *Climate change and agriculture: Can market governance mechanisms reduce emissions from the food system fairly and effectively?* 2.1.1, 2.1.1

Garnett, Tara (2013). Food sustainability: problems, perspectives and solutions. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(01), 29–39. 3.1.3, 3.2.1, 3.2.3

Gephart, Jessica A.; Davis, Kyle F.; Emery, Kyle A.; Leach, Allison M.; Galloway, James N.; y Pace, Michael L. (2016). The environmental cost of subsistence: Optimizing diets to minimize footprints. *Science of the Total Environment*, 553, 120–127. 4.2, 4.3.2

Gerber, Pierre; Steinfeld, Henning; Henderson, Benjamin; Mottet, Anne; Opio, Carolyn; Dijkman, Jeroen; Falcucci, Alessandra; y Tempio, Giuseppe (2013). *Tackling Climate Change through Livestock*. 8.2.7

Geyer, Roland; Jambeck, Jenna R.; y Law, Kara Lavender (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 25–29. 3.2.4

Godfray, H. C. J.; Beddington, J. R.; Crute, I. R.; Haddad, L.; Lawrence, D.; Muir, J. F.; Pretty, J.; Robinson, S.; Thomas, S. M.; y Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812–818. 1.1, 3.1.2

Goucher, Liam; Bruce, Richard; Cameron, Duncan D.; Lenny Koh, S. C.; y Horton, Peter (2017). The environmental impact of fertilizer embodied in a wheat-to-bread supply chain. *Nature Plants*, 3(3), 17012. 7.2.11

Granarolo (2013). Environmental Product Delaration of fresh organic eggs. 7.2.5, 7.21, A.22, A.23

Granarolo (2015). Dichiarazione Ambientale di prodotto degli YOGURT alta qualità gusti vari. 7.2.3, 7.19, A.19, A.20

Greenpeace (2009). *Amazon Cattle Footprint*. Technical report, Greenpeace, Sao Paulo. 2.1, 3.2.3

Greenpeace España (2016). Plásticos en los océanos: datos, comparativas e impactos. *Dosier de prensa*, (pp.7̃). 3.2.4

Guinée, Jeroen B; Heijungs, Reinout; Huppes, Gjalt; Zamagni, Alessandra; Masoni, Paolo; Buonamici, Roberto; Ekvall, Tomas; y Rydberg, Tomas (2011). Life cycle assessment: past, present, and future. *Environmental science & technology*, 45(1), 90–96. 2.3.1

Hamerschlag, Kari y Venkat, Kumar (2011). *Meat Eaters Guide to Climate Change + Health*. Technical report, Environmental Working Group. 3.2

Hertwich, Edgar G. y Peters, Glen P. (2009). Carbon footprint of nations: A global, trade-linked analysis. *Environmental Science and Technology*, 43(16), 6414–6420. 3.2.1

Hillier, Jonathan; Hawes, Cathy; Squire, Geoff; Hilton, Alex; Wale, Stuart; y Smith, Pete (2009). The carbon footprints of food crop production. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(2), 107–118. 7.2.9, A.27

HLPE - Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición (2016). Desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria y la nutrición: ¿qué función desempeña la ganadería? 8.2.4

Hoekstra, A.Y. (2010). The Water Footprint of Animal Products. In *The meat crisis: Developing more sustainable production and consumption* (pp. 22–33). London, UK: Earthscan. 1.1

Hoekstra, Arjen Y. (2008). The water footprint of food. *Jonas Förare (Ed.), Water for food. The Swedish Research Council for Environment*, 109(9), 49–60. 1.1

Hoekstra, Arjen Y; Chapagain, Ashok K; Aldaya, Maite M; y Mekonnen, Mesfin M (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*. 2.5, 2.5.1

Hoolohan, C.; Berners-Lee, M.; McKinstry-West, J.; y Hewitt, C. N. (2013). Mitigating the greenhouse gas emissions embodied in food through realistic consumer choices. *Energy Policy*, 63, 1065–1074. 4.3.2

INECC (2013). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010. (pp. 412). 2.3, 2.1.1

Instituto Nacional de Normalización (INN) (2003). Norma Chilena Oficial NCh-ISO14042. 2.3.2

INTA (2014). Encuesta Nacional de Consumo Alimentos (ENCA). *Escuela de Nutrición, Universidad de Chile*, (pp. 329). 5.1.2, 7.1.2, 7.1.3

International Standard Organization (1997). ISO 14040: Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework. 2.3, 2.3.1, 2.3.2

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2.1, 2.2, 2.1, 2.1.1

IPCC; Stocker, Thomas F.; Qin, Dahe; Plattner, Gian-Kasper; Tignor, Melinda M.B.; Allen, Simon K.; Boschung, Judith; Nauels, Alexander; Xia, Yu; Bex, Vincent; y Midgley, Pauline M. (2013). *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*. 2.1

Iriarte, Alfredo; Almeida, Maria Gabriela; y Villalobos, Pablo (2014). Carbon footprint of premium quality export bananas: Case study in Ecuador, the world's largest exporter. *Science of the Total Environment*, 472, 1082–1088. 7.2.10

Jones, Andrew D; Hoey, Lesli; Blesh, Jennifer; Miller, Laura; Green, Ashley; y Shapiro, Lilly Fink (2016). A Systematic Review of the Measurement of Sustainable Diets. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 7(4), 641–664. 4.3.1

Kain, J; Uauy, R; Vio, F; y Albala, C (2002). Trends in overweight and obesity prevalence in Chilean children: comparison of three definitions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(3), 200–204. 3.1.5

Kearney, J. (2010). Food consumption trends and drivers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2793–2807. 3.1.2

Keeling, Charles D.; Bacastow, Robert B.; Bainbridge, Arnold E.; Ekdahl Jr., Carl A.; Guenther, Peter R.; Waterman, Lee S.; y Chin, John F. S. (1976). Atmospheric carbon dioxide variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii. *Tellus*, 28(6), 538–551. 2.1

Koh, Lian Pin y Wilcove, David S. (2008). Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters*, 1(2), 60–64. 3.2.3

Krech, Rüdiger (2013). Determinantes sociales de la salud: soluciones prácticas para tratar un problema ampliamente reconocido. *World Health Organization*, (Boletín de la Organización Mundial de la Salud). 5

Lando, Amy M. y Lo, Serena C. (2013). Single-Larger-Portion-Size and Dual-Column Nutrition Labeling May Help Consumers Make More Healthful Food Choices. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(2), 241–250. 8.2.1

Le Quéré, Corinne; Andrew, Robbie M.; Canadell, Josep G.; Sitch, Stephen; Ivar Korsbakken, Jan; Peters, Glen P.; Manning, Andrew C.; Boden, Thomas A.; Tans, Pieter P.; Houghton, Richard A.; Keeling, Ralph F.; Alin, Simone; Andrews, Oliver D.; Anthoni, Peter; Barbero, Leticia; Bopp, Laurent; Chevallier, Frédéric; Chini, Louise P.; Ciais, Philippe; Currie, Kim; Delire, Christine; Doney, Scott C.; Friedlingstein, Pierre; Gkritzalis, Thanos; Harris, Ian; Hauck, Judith; Haverd, Vanessa; Hoppema, Mario; Klein Goldewijk, Kees; Jain, Atul K.; Kato, Etsushi; Kortzinger, Arne; Landschutzer, Peter; Lefèvre, Nathalie; Lenton, Andrew; Lienert, Sebastian; Lombardozzi, Danica; Melton, Joe R.; Metzl, Nicolas; Millero, Frank; Monteiro, Pedro M.S.; Munro, David R.; Nabel, Julia E.M.S.; Nakaoka, Shin Ichiro; O'Brien, Kevin; Olsen, Are; Omar, Abdirahman M.; Ono, Tsuneo; Pierrot, Denis; Poulter, Benjamin; Rödenbeck, Christian; Salisbury, Joe; Schuster, Ute; Schwinger, Jörg; Séférian, Roland; Skjelvan, Ingunn; Stocker, Benjamin D.; Sutton, Adrienne J.; Takahashi, Taro; Tian, Hanqin; Tilbrook, Bronte; Van Der Laan-Luijkx, Ingrid T.; Van Der Werf, Guido R.; Viovy, Nicolas; Walker, Anthony P.; Wiltshire, Andrew J.; y Zaehle, Sönke (2016). Global Carbon Budget 2016. *Earth System Science Data*, 8(2), 605–649. 2.1, 2.2.1

Lupo, Christopher D.; Clay, David E.; Benning, Jennifer L.; y Stone, James J. (2013). Life-Cycle Assessment of the Beef Cattle Production System for the Northern Great Plains, USA. *Journal of Environment Quality*, 42(5), 1386. 7.2.1

Marsh, Kenneth y Bugusu, Betty (2007). Food packaging - Roles, materials, and environmental issues: Scientific status summary. *Journal of Food Science*, 72(3). 3.2.4

Mekonnen, M. M. y Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577–1600. 38, 3.1, 7.2.9, 69, 7.2.10

Mekonnen, Mesfin M. y Hoekstra, Arjen Y. (2012). A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15(3), 401–415. 7.2.2, 7.2.4, 7.2.7

Mekonnen, M. M. y Hoekstra, A. Y. (2016). Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*, 2(2), e1500323–e1500323. 3.2.2

Mekonnen, Mesfin M.; Pahlow, Markus; Aldaya, Maite M.; Zarate, Erika; y Hoekstra, Arjen Y. (2015). Sustainability, efficiency and equitability of water consumption and pollution in latin America and the Caribbean. *Sustainability (Switzerland)*, 7(2), 2086–2112. 3.2.2, 3.2.3

Melina, Vesanto; Craig, Winston; y Levin, Susan (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970–1980. 4.3.3

Mendoza V, Carolina; Pinheiro F, Anna Christina; y Amigo C, Hugo (2007). Evolucion de la situación alimentaria en Chile. *Revista chilena de nutrición*, 34(1), 62–70. 5.2

Ministerio de Energía (2015). *Energía 2050: Política Energetica De Chile*. Technical report. 2.2.1, 2.2.1, 2.2.3, 2.8, 2.2.3

Ministerio de Salud (2013). Estudio para revisión y actualización de las guías alimentarias para la población chilena. 5.1.1, 5.2

Ministerio de Salud de Chile (2010). *Encuesta Nacional de Salud. Chile 2009-2010*. Technical report. 5, 5.2

Ministerio de Salud de Chile (2011). *Estrategia Nacional de Salud para el cumplimiento de los Objetivos Sanitarios de la Década 2011-2020*. 3.1.4, 3.1.5

Ministerio del Medio Ambiente (2014). *Plan Nacional de Adaptación al cambio climático*. Technical Report Cambio Climático. 2.1.2

Ministerio del Medio Ambiente (2015). Huella de carbono. 2.4.2.1, 2.4.2.3

Monteiro, C. A.; Moubarac, J. C.; Cannon, G.; Ng, S. W.; y Popkin, B. (2013). Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obesity Reviews*, 14(S2), 21–28. 3.1.6

Moubarac, Jean-Claude; Martins, Ana Paula Bortoletto; Claro, Rafael Moreira; Levy, Renata Bertazzi; Cannon, Geoffrey; y Monteiro, Carlos Augusto (2013). Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. *Public health nutrition*, 16(12), 2240–8. 3.1.6

Moubarac, Jean-Claude; Parra, Diana C.; Cannon, Geoffrey; y Monteiro, Carlos A. (2014). Food Classification Systems Based on Food Processing: Significance and Implications for Policies and Actions: A Systematic Literature Review and Assessment. *Current Obesity Reports*, 3(2), 256–272. 3.1.6

Mulino Bianco (2015). Dichiarazione Ambientale di Prodotto: Pagnotta di Grano Duro e Integrale. 7.2.11, 7.28, A.28, A.29

Nemecek, Thomas; Jungbluth, Niels; i Canals, Lloren?? Mil??; y Schenck, Rita (2016). Environmental impacts of food consumption and nutrition: where are we and what is next? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(5), 607–620. 4.2, 4.3.3

Nilsson, Katarina; Flysjö, Anna; Davis, Jennifer; Sim, Sarah; Unger, Nicole; y Bell, Simon (2010). Comparative life cycle assessment of margarine and butter consumed in the UK, Germany and France. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(9), 916–926. 7.2.4, 7.20, A.21

OCDE/IEA (2016). World Energy Outlook 2016: Resumen Ejecutivo. (pp.1̃1). 2.2.2

ODEPA (2014). Evolución del Consumo Aparente de los Principales Alimentos en Chile:2003-2013. *Oficina de Estudios y Políticas Agrarias*, (pp. 1–6). 7.3

OECD (2017). Obesity Update 2017. (pp. 1–16). 3.1.5

OPS y OMS (2015). *Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas*. 3.1.6

Osorio E., Jessica; Weisstaub N., Gerardo; y Castillo D., Carlos (2002). Desarrollo de la conducta alimentaria en la infancia y sus alteraciones. *Revista chilena de nutrición*, 29(3), 280–285. 3.1.4

Peters, Gregory M.; Rowley, Hazel V.; Wiedemann, Stephen; Tucker, Robyn; Short, Michael D.; y Schulz, Matthias (2010). Red Meat Production in Australia: Life Cycle Assessment and Comparison with Overseas Studies. *Environmental Science & Technology*, 44(4), 1327–1332. 7.2.2, 7.18, A.18

Pfister, Stephan; Koehler, Annette; y Hellweg, Stefanie (2009). Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. *Environmental Science and Technology*, 43(11), 4098–4104. 2.5

Rebitzer, Gerald; Ekvall, T.; Frischknecht, R.; Hunkeler, D.; Norris, G.; Rydberg, T.; Schmidt, W. P.; Suh, S.; Weidema, B. P.; y Pennington, D. W. (2004). Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, 30(5), 701–720. 2.3.1

Seabra, Joaquim E. A.; Macedo, Isaias C.; Chum, Helena L.; Faroni, Carlos E.; y Sarto, Celso A. (2011). Life cycle assessment of Brazilian sugarcane products: GHG emissions and energy use. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 5(5), 519–532. 7.23, A.25

Selenella (2016). Dichiarazione ambientale di prodotto della patata classica. 7.2.8, 7.24, A.26

Seltenrich, Nate (2015). New Link in the Food Chain? Marine Plastic Pollution and Seafood Safety. *Environmental Health Perspectives*, 123(2), 34–42. 3.2.4

SOS (2016). *Environmental Product Declaration for SOS Long rice*. Technical report, EPD, Sevilla. 7.2.12, A.30

Springmann, Marco; Godfray, H. Charles J.; Rayner, Mike; y Scarborough, Peter (2016). Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(15), 4146–4151. 4.3.3

Steinfeld, Henning; Gerber, Pierre; Wassenaar, Tom; Castel, Vincent; Rosales, Mauricio; y De Haan, Cees (2006). Livestock's long shadow - environmental issues and options. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 3(1), 1–377. 1, 1.1, 3.1.3, 3.1, 3.1.3, 3.2, 3.1.3, 3.1.5, 3.2.1

Steinhart, J.S. y Steinhart, C.E. (1974). Energy use in the US food system. *Science, v. 184, no. 4134, pp. 307-316*, 184(4134), 2–3. 1

Stella, Luz (2011). Los determinantes sociales de la salud : más allá de los factores de riesgo. *Revista Gerencia y Políticas de Saludolíticas de Salud*, 8(65), 69–79. 3.1.4

Svanes, Erik y Aronsson, Anna K S (2013). Carbon footprint of a Cavendish banana supply chain. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(8), 1450–1463. 7.2.10

Tara Garnett; Sophie Mathewson; Angelides, Philip; y Borthwick, Fiona (2015). Policies and actions to shift eating patterns: What works? *FCRN/Chatham House*, (pp.85). 3.1.2, 3.1.4.1, 4.3.2

The Carbon Trust (2016). The Eatwell Guide: a more sustainable diet. 8.2.6

Tilman, David y Clark, Michael (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518–522. 4.1, 4.2, 4.3.3

Tukker, Arnold (2006). Environmental Impact of Products (EIPRO). *Analysis*, 22284(May), 1–13. 3.2, 3.2.2, 4.2

United Nations (2015). Affordable and Clean Energy: Why it Matters. (pp. 87–95). 2.2.1

U.S. Department of Health and Human Services y U.S. Department of Agriculture (2015). 2015 - 2020 Dietary Guidelines for Americans. *2015 – 2020 Dietary Guidelines for Americans (8th edition)*, (pp.18). 3.4, 3.1.4.1

U.S. Energy Information Administration (2016). *International Energy Outlook 2016*, volume 0484(2016). 2.7, 2.2.2

Van Dooren, C.; Marinussen, Mari; Blonk, Hans; Aiking, Harry; y Vellinga, Pier (2014). Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: A comparison of six dietary patterns. *Food Policy*, 44, 36–46. 4.3.2

Vermeulen, Sonja J.; Campbell, Bruce M.; y Ingram, John S.I. (2012). Climate Change and Food Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37(1), 195–222. 2.1.1, 3.1.2

Victor, David G; Hassan Mohamed Ahmed, Essam; Baiocchi, Giovanni; G, Victor D; Zhou, D; M Ahmed, E H; Dadhich, P K; J Olivier, J G; Rogner, H-h; Sheikho, K; Yamaguchi, M; Kadner, S; Seyboth, K; Adler, A; Baum, I; Brunner, S; Eickemeier, P; Kriemann, B; Savolainen, J; Schlömer, S; von Stechow, C; Zwickel, T; y Minx, JC (2014). Introductory Chapter Mitigating Climate Change. In Cambridge University Press (Ed.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* chapter Introducto. United Kingdom and New York. 3.1.7

von Koerber, Karl; Bader, Nadine; y Leitzmann, Claus (2017). Wholesome Nutrition: an example for a sustainable diet. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(01), 34–41. 4.3.1

Vringer, Kees; Benders, René; Wilting, Harry; Brink, Corjan; Drissen, Eric; Nijdam, Durk; y Hoogervorst, Nico (2010). A hybrid multi-region method (HMR) for assessing the environmental impact of private consumption. *Ecological Economics*, 69(12), 2510–2516. 3.1.2

Weber, Christopher L. y Matthews, H. Scott (2008). Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. *Environmental Science and Technology*, 42(10), 3508–3513. 4.3.1

WEC (2016). World Energy Trilemma Index. 2.2.2

Whaley, Shannon E; Sigman, Marian; Neumann, Charlotte; Bwibo, Nimrod; Guthrie, Donald; Weiss, Robert E; Alber, Susan; y Murphy, Suzanne P (2003). Animal Source Foods to Improve Micronutrient Nutrition and Human Function in Developing Countries. *J. Nutr*, 133, 3965–3971. 3.1.3

Wiedmann, Thomas (2010). Editorial: Carbon Footprint and Input–Output Analysis – an Introduction. *Economic Systems Research*, 21(3), 37–41. 2.4.2.1

World Bank (2012). *Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World must be avoided.* Technical report. 1

World Economic Forum (2015). The Future of Electricity: Attracting investment to build tomorrow's electricity sector. (January). 2.2.2, 2.2.2

World Economic Forum (2016). The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics. *Ellen MacArthur Foundation*, (January), 120. 3.2.4

World Energy Council (2016). *World Energy Resources 2016*. Technical report. 2.2.2

World Watch (2009). What if the key actors in climate change are . . . cows , pigs , and chickens ? *World Watch*, (December), 10–19. 1.1

Worldwatch Institute (2009). Global Palm Oil Demand Fueling Deforestation. 3.2.3

A | Anexos

A.1. Principales impactos ambientales por tipo de alimento.

Tabla A.1: Resumen de los hallazgos principales por tipo de alimento del estudio de (Foster et al., 2006).

Grupo alimenticio	Estudios de LCA	Impactos del agua y eutrofización	Impactos del Uso de la Energía (Potencial de Calentamiento Global (GWP) y Acidificación)	Impactos del calentamiento global fuera del CO2	Impactos de procesamiento	Impactos de Refrigeración y Empaque	Otros impactos
Alimentos básicos de carbohidratos (pan, patatas, arroz, pasta)	Varios para pan y patatas; pocos para la pasta y el arroz.	El pan y las papas son contribuyentes significativos, casi todos en la fase agrícola; la producción de trigo orgánico tiene mayor impacto que la no orgánica.	El uso de energía se distribuye uniformemente durante los ciclos de vida; etapa de consumo muy significativa para patatas / pasta; la producción de trigo orgánico tiene menores requerimientos energéticos que los no orgánicos; producción de papa orgánica los mismos requisitos que los no orgánicos.	Las emisiones de N2O desde el suelo representan aprox. 80 % del total de GWP para la producción primaria de productos alimenticios herbáceos. Esto es casi independiente del método de cultivo.	El procesamiento de papa tiene altos requerimientos energéticos; los datos sobre los impactos de la panificación no son concluyentes.	El almacenamiento refrigerado después de la cosecha es relativamente significativo.	El uso de la tierra es más alto para los productos orgánicos que los no orgánicos, pero el uso de pesticidas es menor. La naturaleza inherente de la panificación lleva a efectos de ozonecreación que son significativos en relación con otras partes del sistema.
Frutas y vegetales	Se han realizado estudios sobre zanahorias, tomates, manzanas y guisantes. La cobertura en términos de temas y etapas es variable.	El uso del agua es una cuestión importante para la producción de tomate.	Los requerimientos de energía varían mucho, dependiendo de los métodos de cultivo y la ubicación.	Amplia variación: para los productos cultivados en el suelo, el N2O es muy significativo.	Puede ser considerable cuando los alimentos están sujetos a procesamiento mayor (por ejemplo, tomates a ketchup).	Grandes diferencias dependiendo de si fresco, congelado, enlatado etc .; los impactos de los envases dependen del grado de reciclaje del uso final.	El uso de la tierra es más alto para los productos orgánicos que los no orgánicos, pero el uso de pesticidas es menor.
Productos lácteos	La producción lechera contribuye de forma significativa a los impactos ambientales totales de la UE; Leche y queso más estudiados que yogur o helado.	Efectos de la eutrofización dominados por la fase agrícola.	La etapa agrícola representa el 90 % del Potencial de Calentamiento Global (GWP) de los ciclos de vida lácteos; la producción de leche orgánica requiere menos aporte de energía, pero más tierra y tiene mayor GWP por unidad de leche producida.	Igual que para los productos cárnicos, ya que estos impactos están vinculados a los animales de cultivo.	El procesamiento (por ejemplo, para leche en polvo) puede tener altas demandas de energía; la diversidad de productos (en yogur / helado) aumenta el uso de agua y energía.	Los tipos de envasado varían ampliamente en sus impactos, especialmente para la leche; los impactos de refrigeración (por ejemplo, para el helado) pueden ser grandes.	El uso de la tierra es más alto para los productos orgánicos que los no orgánicos, pero el uso de pesticidas es menor.

Tabla A.2: (Continuación) Resumen de los hallazgos principales por tipo de alimento.

Grupo alimenticio	**Estudios de LCA**	**Impactos del agua y eutrofización**	**Impactos del Uso de la Energía (Potencial de Calentamiento Global (GWP) y Acidificación)**	**Impactos del calentamiento global fuera del CO2**	**Impactos de procesamiento**	**Impactos de Refrigeración y Empaque**	**Otros impactos**
Productos de carne (carne de res, cordero, cerdo, aves de corral)	En relación con otros alimentos, hay datos considerables disponibles en la etapa agrícola, pero pocos en todo el ciclo de vida.	La ganadería es la fuente principal de los impactos de la eutrofización.	Insumos de alta energía para todas las carnes - carne más alta, luego carne de oveja, cerdo y aves de corral; la producción de alimentos es el mayor contribuyente a estos insumos; los insumos de producción orgánica son más bajos para la carne de res / ovino / porcino, pero más altos para las aves de corral.	Emisiones de metano animal y emisiones de N2O del suelo utilizado para la producción de piensos o forrajes y más significativo que los insumos de energía para el GWP total: poca diferencia entre los métodos agrícolas.	Para el pollo, la energía y el agua los impactos del procesamiento son tan significativos como los impactos en la crianza de los pollos.	Impactos adicionales asociados con la carne congelada (importante para el pollo, pocos datos para otros). Poca evidencia acerca de la importancia del procesamiento en productos más altamente procesados.	El uso de la tierra es más alto para los productos orgánicos que los no orgánicos, pero el uso de pesticidas es menor.
Pescado y otros alimentos básicos proteínicos (huevos, leguminosas)	Algunos estudios sobre la producción y el procesamiento de peces; no hay cobertura en el ACV de los impactos en las poblaciones o en los ecosistemas marinos.	Las emisiones de nutrientes de las granjas piscícolas pueden ser localmente significativas.	La pesca es la fuente dominante de GWP en el ciclo de vida, debido al uso de combustible; pero hay diferentes impactos de diferentes métodos de pesca.		Potencialmente alto uso de agua en la elaboración primaria de pescado.	El uso de energía a lo largo del ciclo de vida de pescado congelado procesado revela la importancia del papel de los consumidores.	Las legumbres son una manera energéticamente más eficiente de proporcionar la proteína comestible que la carne roja.
Bebidas (alcohólicas y no alcohólicas)	Pocos estudios de LCA, con resultados contradictorios.	El uso del agua tiene un impacto (obviamente) importante.	La fase de producción de muchas bebidas (especialmente la cerveza) tiene GWP igual a la de la cebada y el crecimiento del lúpulo; agua embotellada asociada con GWP mayor que el agua del grifo.			La energía utilizada en la refrigeración (especialmente para el almacenamiento de bebidas en el sector de la hostelería) puede tener un impacto importante.	

A.2. Pirámides de los indicadores de impacto ambiental de la BCFN

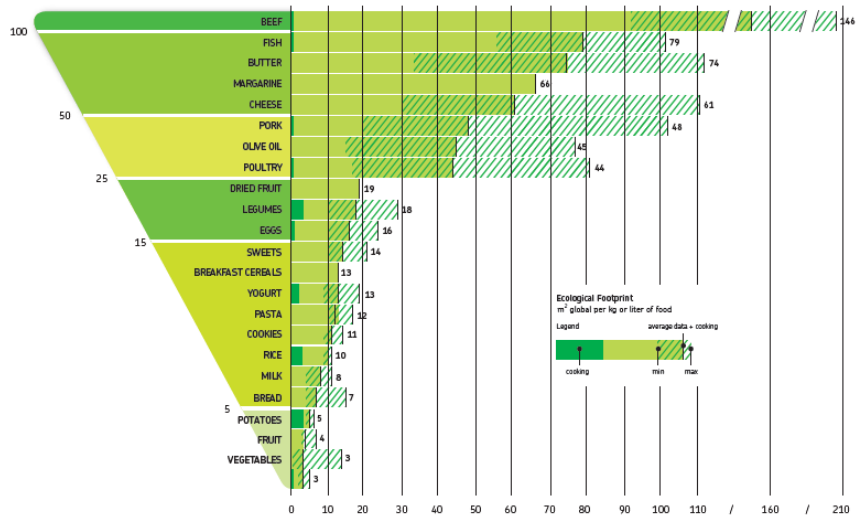


Figura A.1: Pirámide de huella ecológica.
(Fuente: Barilla Center for Food & Nutrition)

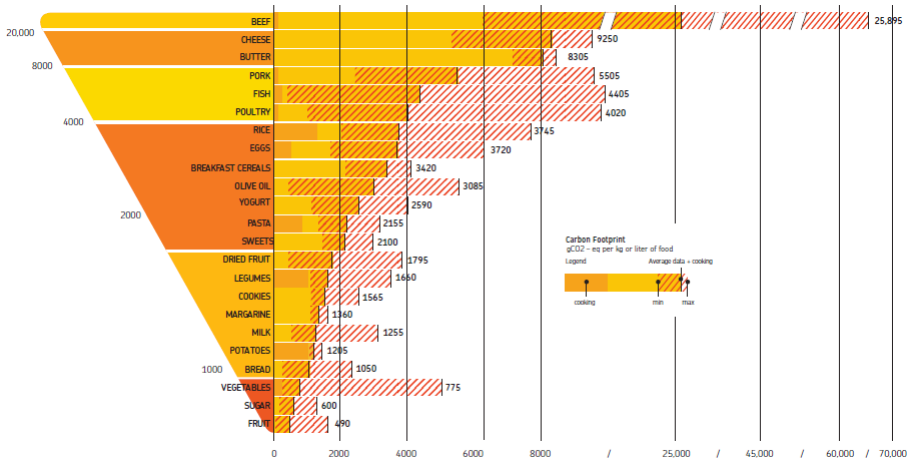


Figura A.2: Pirámide de huella carbono.
(Fuente: Barilla Center for Food & Nutrition)

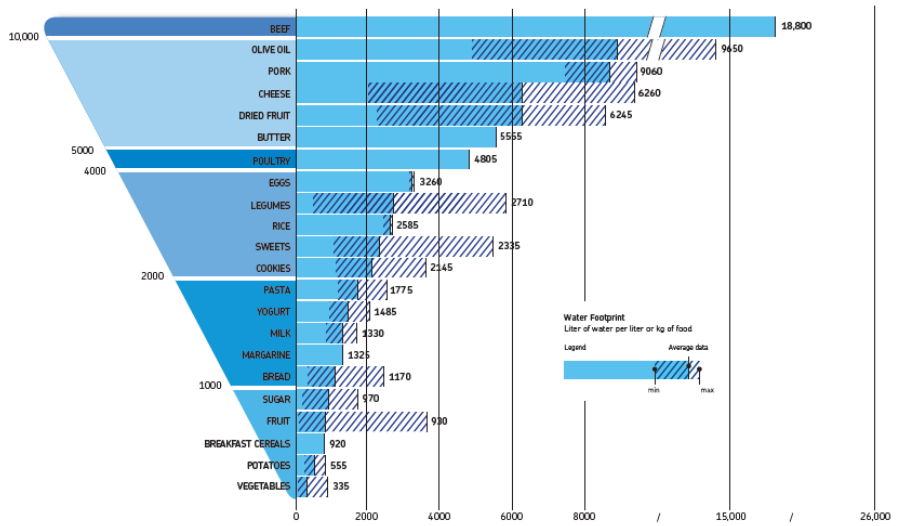


Figura A.3: Pirámide de huella de agua.
(Fuente: Barilla Center for Food & Nutrition)

A.3. Resultados Optimeal

A.3.1. Caso 1

Tabla A.3: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 1.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual	Resultados Optimeal	Diferencia
Carne	1,0751	0,6247	-42%
Pescado	0,1146	0,0795	-31%
Fruta	0,1613	0,1399	-13%
Grasas	0,0679	0,0600	-12%
Otros	0,0000	0,0000	0%
No-especificado	0,5846	0,6053	4%
Semillas/frutos secos	0,0042	0,0044	4%
Papas, pasta, arroz	0,2811	0,3062	9%
Vegetales	0,2864	0,3137	10%
Legumbres	0,0123	0,0135	10%
Lácteos	0,1609	0,1798	12%
Agua, café, té	0,1216	0,1388	14%
Queso	0,1675	0,1924	15%
Pan	0,1998	0,2554	28%
Total	3,2373	2,9135	-10%

A.3.2. Caso 2

Tabla A.4: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 2.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual	Resultados Optimeal	Diferencia
Pescado	0,1014	0,0634	-37%
Carne	0,6681	0,4366	-35%
Fruta	0,1657	0,1141	-31%
Grasas	0,0488	0,0442	-9%
Otros	0,0000	0,0000	0%
Vegetales	0,3013	0,3038	1%
Papas, pasta, arroz	0,1961	0,2007	2%
No-especificado	0,3201	0,3325	4%
Lácteos	0,1392	0,1484	7%
Semillas/frutos secos	0,0022	0,0024	9%
Legumbres	0,0067	0,0073	9%
Agua, café, té	0,1029	0,1196	16%
Queso	0,0913	0,1073	18%
Pan	0,1173	0,1544	32%
Total	2,2610	2,0349	-10%

A.3.3. Caso 3

Tabla A.5: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 3.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kgCO2eq]	Resultados Optimeal [kgCO2eq]	Diferencia
Carne	1,0751	0,5760	-46%
Fruta	0,1613	0,1017	-37%
Pescado	0,1146	0,0732	-36%
Grasas	0,0679	0,0496	-27%
No-especificado	0,5846	0,4604	-21%
Papas, pasta, arroz	0,2811	0,2679	-5%
Agua, café, té	0,1216	0,1209	-1%
Otros	0,0000	0,0000	0%
Vegetales	0,2864	0,2922	2%
Semillas/frutos secos	0,0042	0,0043	2%
Lácteos	0,1609	0,1746	8%
Queso	0,1675	0,1962	17%
Legumbres	0,0123	0,0147	19%
Pan	0,1998	0,2581	29%
Total	3,2373	2,5898	-20%

Tabla A.6: Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 3.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [gr]	Resultados Optimeal [gr]	Diferencia
Vegetales	2,867	4,942	72%
Papas, pasta, arroz	7,931	10,443	32%
Semillas/frutos secos	0,430	0,534	24%
Queso	4,685	5,477	17%
Legumbres	0,736	0,835	13%
Lácteos	4,161	4,660	12%
Carne	22,957	25,440	11%
Pan	22,875	25,263	10%
Pescado	2,858	2,984	4%
Otros	0,000	0,000	0%
No-especificado	5,888	5,758	-2%
Fruta	1,027	0,672	-35%
Grasas	0,039	0,021	-46%
Agua, café, té	0,330	0,090	-73%
Total	76,785	87,119	13%

Tabla A.7: Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 3.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [Puntos]	Resultados Optimeal [Puntos]	Diferencia
Carne	0,1197	0,0731	-39%
Pescado	0,0107	0,0079	-27%
Fruta	0,0157	0,0117	-26%
No-especificado	0,0693	0,0555	-20%
Agua, café, té	0,0153	0,0129	-16%
Otros	0,0000	0,0000	0%
Papas, pasta, arroz	0,0344	0,0366	6%
Lácteos	0,0152	0,0167	10%
Vegetales	0,0263	0,0300	14%
Queso	0,0150	0,0176	17%
Grasas	0,0098	0,0118	20%
Legumbres	0,0017	0,0022	28%
Pan	0,0267	0,0347	30%
Semillas/frutos secos	0,0008	0,0010	31%
Total	0,3606	0,3114	-14%

A.3.4. Caso 4

Tabla A.8: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 4.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kgCO2eq]	Resultados Optimeal [kgCO2eq]	Diferencia
Carne	0,6681	0,3891	-42%
Pescado	0,1014	0,0606	-40%
No-especificado	0,3201	0,2351	-27%
Grasas	0,0488	0,0369	-24%
Fruta	0,1657	0,1401	-15%
Papas, pasta, arroz	0,1961	0,1676	-14%
Vegetales	0,3013	0,2609	-13%
Lácteos	0,1392	0,1363	-2%
Otros	0,0000	0,0000	0%
Agua, café, té	0,1029	0,1106	8%
Semillas/frutos secos	0,0022	0,0024	10%
Legumbres	0,0067	0,0080	19%
Queso	0,0913	0,1091	19%
Pan	0,1173	0,1521	30%
Total	2,2610	1,8088	-20%

Tabla A.9: Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 4.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [gr]	Resultados Optimeal [gr]	Diferencia
Vegetales	2,980	4,869	63%
Papas, pasta, arroz	5,401	7,750	44%
Semillas/frutos secos	0,242	0,292	21%
Queso	2,605	3,097	19%
Legumbres	0,400	0,450	12%
Pan	13,655	14,649	7%
Pescado	2,313	2,464	7%
Carne	15,598	16,139	3%
Lácteos	3,592	3,690	3%
Otros	0,000	0,000	0%
No-especificado	3,728	3,175	-15%
Fruta	0,831	0,682	-18%
Grasas	0,030	0,018	-39%
Agua, café, té	0,216	0,028	-87%
Total	51,590	57,305	11%

Tabla A.10: Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 4.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [Puntos]	Resultados Optimeal [Puntos]	Diferencia
Carne	0,075	0,048	-35%
Pescado	0,009	0,007	-29%
No-especificado	0,039	0,028	-28%
Fruta	0,015	0,014	-10%
Agua, café, té	0,012	0,012	-6%
Vegetales	0,028	0,027	-1%
Otros	0,000	0,000	0%
Lácteos	0,013	0,013	1%
Papas, pasta, arroz	0,024	0,025	4%
Grasas	0,008	0,010	15%
Queso	0,008	0,010	19%
Legumbres	0,001	0,001	29%
Pan	0,016	0,021	33%
Semillas/frutos secos	0,000	0,001	35%
Total	0,248	0,215	-13%

A.3.5. Caso 5

Tabla A.11: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 5.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kgCO2eq/día]	Resultados Optimeal [kgCO2eq/día]	Diferencia
Fruta	0,161	0,070	-56%
No-especificado	0,585	0,327	-44%
Pescado	0,115	0,065	-44%
Carne	1,075	0,648	-40%
Agua, café, té	0,122	0,098	-19%
Vegetales	0,286	0,253	-12%
Semillas/frutos secos	0,004	0,004	-6%
Grasas	0,068	0,066	-2%
Otros	0,000	0,000	0%
Lácteos	0,161	0,180	12%
Queso	0,168	0,196	17%
Legumbres	0,012	0,015	20%
Papas, pasta, arroz	0,281	0,379	35%
Pan	0,200	0,289	44%
Total	3,237	2,590	-20%

Tabla A.12: Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 5.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [gr]	Resultados Optimeal [gr]	Diferencia
Lácteos	4,16	5,42	30%
Semillas/frutos secos	0,43	0,55	28%
Vegetales	2,87	3,60	26%
Queso	4,69	5,73	22%
Legumbres	0,74	0,85	15%
Pan	22,87	24,55	7%
Papas, pasta, arroz	7,93	8,43	6%
Pescado	2,86	2,96	4%
Carne	22,96	23,11	1%
Otros	0,00	0,00	0%
Grasas	0,04	0,03	-13%
No-especificado	5,89	3,20	-46%
Fruta	1,03	0,53	-48%
Agua, café, té	0,33	0,02	-95%
Total	76,78	78,98	3%

Tabla A.13: Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 5.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [Puntos]	Resultados Optimeal [Puntos]	Diferencia
No-especificado	0,0693	0,0376	-46%
Fruta	0,0157	0,0087	-45%
Carne	0,1197	0,0740	-38%
Pescado	0,0107	0,0070	-35%
Agua, café, té	0,0153	0,0103	-33%
Grasas	0,0098	0,0091	-8%
Vegetales	0,0263	0,0245	-7%
Otros	0,0000	0,0000	0%
Lácteos	0,0152	0,0158	4%
Queso	0,0150	0,0175	17%
Semillas/frutos secos	0,0008	0,0009	21%
Papas, pasta, arroz	0,0344	0,0431	25%
Legumbres	0,0017	0,0021	26%
Pan	0,0267	0,0377	41%
Total	0,3606	0,2885	-20%

A.3.6. Caso 6

Tabla A.14: Cambios en la contribución a la HC por grupo de alimento para el Caso 6.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [kgCO2eq/día]	Resultados Optimeal [kgCO2eq/día]	Diferencia
No-especificado	0,320	0,164	-49%
Pescado	0,101	0,056	-45%
Carne	0,668	0,426	-36%
Vegetales	0,301	0,221	-26%
Fruta	0,166	0,126	-24%
Grasas	0,049	0,043	-12%
Semillas/frutos secos	0,002	0,002	-2%
Otros	0,000	0,000	0%
Agua, café, té	0,103	0,106	3%
Lácteos	0,139	0,148	6%
Queso	0,091	0,107	17%
Legumbres	0,007	0,008	19%
Papas, pasta, arroz	0,196	0,242	23%
Pan	0,117	0,159	36%
Total	2,261	1,809	-20%

Tabla A.15: Cambios en la contribución de proteínas por grupo de alimento para el Caso 6.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [gr]	Resultados Optimeal [gr]	Diferencia
Queso	2,605	3,342	28%
Lácteos	3,592	4,566	27%
Semillas/frutos secos	0,242	0,304	26%
Papas, pasta, arroz	5,401	6,431	19%
Legumbres	0,400	0,459	15%
Vegetales	2,980	3,165	6%
Pescado	2,313	2,452	6%
Pan	13,655	14,021	3%
Otros	0,000	0,000	0%
Carne	15,598	13,348	-14%
Grasas	0,030	0,024	-21%
Fruta	0,831	0,626	-25%
No-especificado	3,728	1,532	-59%
Agua, café, té	0,216	0,005	-98%
Total	51,590	50,276	-3%

Tabla A.16: Cambios en la contribución del índice ReCiPe para el Caso 6.
(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del software Optimeal)

Grupo de alimentos	Dieta Actual [Puntos]	Resultados Optimeal [Puntos]	Diferencia
No-especificado	0,039	0,018	-53%
Carne	0,075	0,046	-38%
Pescado	0,009	0,006	-33%
Vegetales	0,028	0,021	-23%
Fruta	0,015	0,012	-18%
Grasas	0,008	0,007	-16%
Agua, café, té	0,012	0,011	-11%
Lácteos	0,013	0,013	-1%
Otros	0,000	0,000	0%
Queso	0,008	0,010	17%
Semillas/frutos secos	0,000	0,001	21%
Papas, pasta, arroz	0,024	0,029	22%
Legumbres	0,001	0,001	30%
Pan	0,016	0,023	45%
Total	0,248	0,198	-20%

A.4. Análisis ambiental de algunos alimentos consumidos en Chile

Leche

Huella de Carbono - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1	Produccion leche	0,519	62%
2	Producción vegetal	0,285	34%
3	Electricidad	0,034	4%
4	Químicos	0,004	1%
5	Agua	0,001	0%
6	Otros	0,000	0%
	Total	0,844	100%

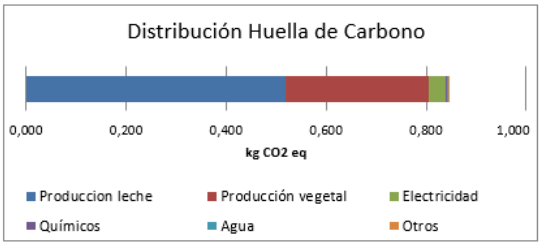


Figura A.4: Distribución de la huella de carbono de 1lt de leche.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1	Producción vegetal	0,028	90%
2	Agua	0,002	7%
3	Electricidad	0,001	2%
4	Químicos	0,000	0%
5	Energía - Combustibles Fósiles	0,000	0%
6	Otros	0,000	0%
	Total	0,031	100%

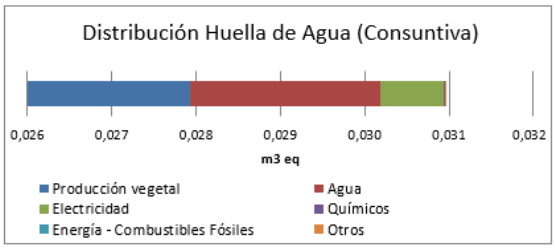


Figura A.5: Distribución de la huella de agua de 1lt de leche.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) -Por proceso/insumo		
# Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1 Producción vegetal	0,049	81%
2 Electricidad	0,010	16%
3 Químicos	0,001	2%
4 Agua	0,000	0%
5 Energía - Combustibles Fósiles	0,000	0%
6 Otros	0,000	0%
Total	0,060	100%

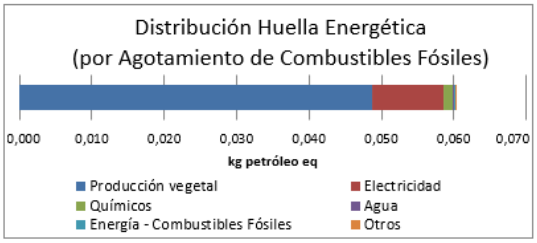


Figura A.6: Distribución de la huella energética de 1lt de leche.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Lomo de cerdo

Huella de Carbono - Por proceso/insumo		
# Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1 Producción vegetal	2,409	61%
2 Producción animal	0,780	20%
3 Papel y cartón	0,313	8%
4 Combustibles	0,181	5%
5 Electricidad	0,106	3%
6 Otros	0,175	4%
Total	3,963	100%

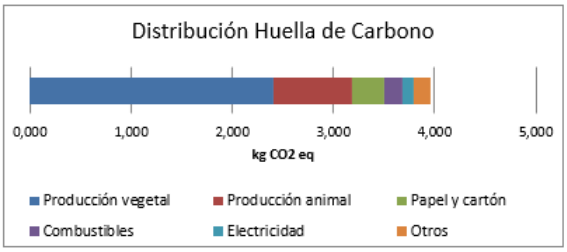


Figura A.7: Distribución de la huella de carbono de lkg de lomo de cerdo.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo		
# Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1 Producción vegetal	0,398	95%
2 Agua	0,022	5%
3 Combustibles	0,001	0%
4 Papel y cartón	0,001	0%
5 Electricidad	0,001	0%
6 Otros	-0,002	-1%
Total	0,420	100%

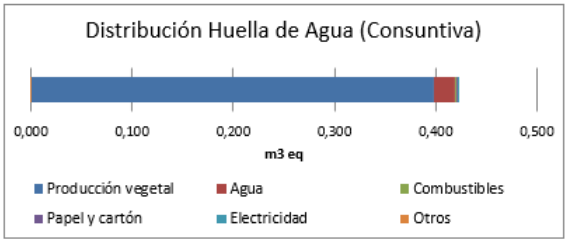


Figura A.8: Distribución de la huella de agua de lkg de lomo de cerdo.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) - Por proceso/insumo		
# Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1 Combustibles	0,462	48%
2 Producción vegetal	0,304	32%
3 Papel y cartón	0,093	10%
4 Electricidad	0,031	3%
5 Transporte	0,029	3%
6 Otros	0,034	4%
Total	0,954	100%

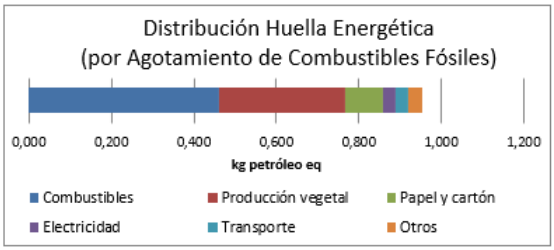


Figura A.9: Distribución de la huella energética de lkg de lomo de cerdo.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Carne aviar

Huella de Carbono - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1	Producción vegetal	1,501	48%
2	Transporte	0,400	13%
3	Papel y cartón	0,313	10%
4	Electricidad	0,296	9%
5	Producción animal - Alimentacion	0,220	7%
6	Otros	0,402	13%
	Total	**3,133**	**100%**

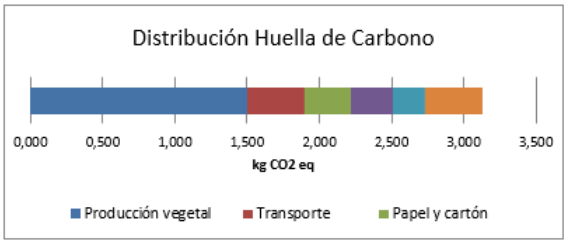


Figura A.10: Distribución de la huella de carbono de 1kg de pollo.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1	Producción vegetal	0,131	93%
2	Agua	0,010	7%
3	Electricidad	0,002	1%
4	Papel y cartón	0,001	1%
5	Madera - Procesamiento	0,000	0%
6	Otros	-0,004	-3%
	Total	**0,140**	**100%**

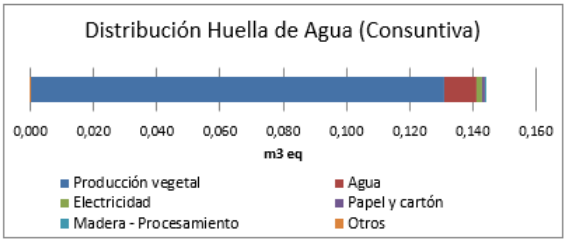


Figura A.11: Distribución de la huella de agua de 1kg de pollo.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1	Transporte	0,138	26%
2	Producción vegetal	0,126	24%
3	Papel y cartón	0,093	18%
4	Electricidad	0,086	16%
5	Energía - Combustibles Fósiles	0,061	12%
6	Otros	0,027	5%
	Total	**0,531**	**100%**

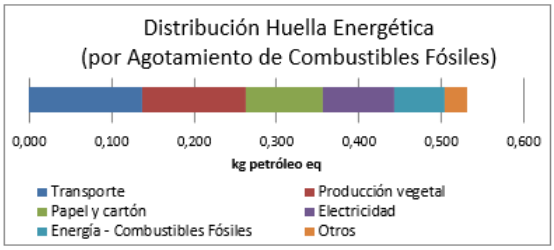


Figura A.12: Distribución de la huella energética de 1kg de pollo.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Queso Gouda

Huella de Carbono - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1	Produccion leche	4,877	45%
2	Producción vegetal	2,681	25%
3	Energía - Combustibles Fósiles	2,537	24%
4	Electricidad	0,424	4%
5	Químicos	0,121	1%
6	Otros	0,085	1%
	Total	**10,726**	**100%**

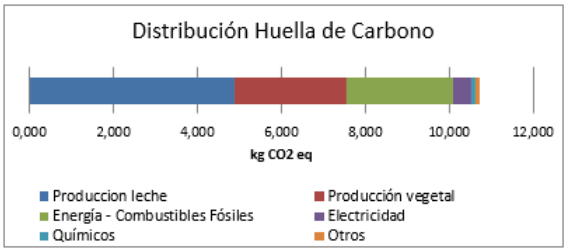


Figura A.13: Distribución de la huella de carbono de 1kg de queso Gouda.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1	Producción vegetal	0,262	90%
2	Agua	0,039	14%
3	Electricidad	0,008	3%
4	Químicos	0,002	1%
5	Energía - Combustibles Fósiles	0,001	0%
6	Otros	-0,020	-7%
	Total	0,292	100%

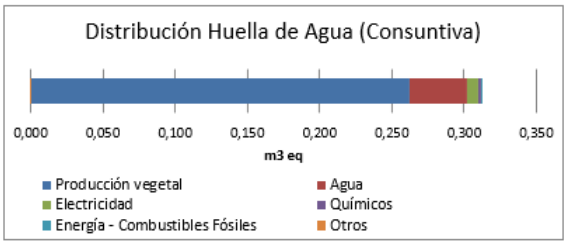


Figura A.14: Distribución de la huella de agua de 1kg de queso Gouda.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1	Energía - Combustibles Fósiles	0,461	42%
2	Producción vegetal	0,458	42%
3	Electricidad	0,124	11%
4	Químicos	0,029	3%
5	Plásticos	0,012	1%
6	Otros	0,018	2%
	Total	1,101	100%

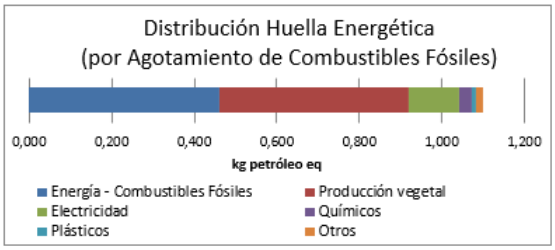


Figura A.15: Distribución de la huella energética de 1kg de queso Gouda.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Manzana promedio

Huella de Carbono - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1	Papel y cartón	0,123	53%
2	Actividad agrícola	0,045	19%
3	Frutas frescas	0,027	12%
4	Fertilizante	0,017	7%
5	Plásticos	0,005	2%
6	Otros	0,014	6%
	Total	0,232	100%

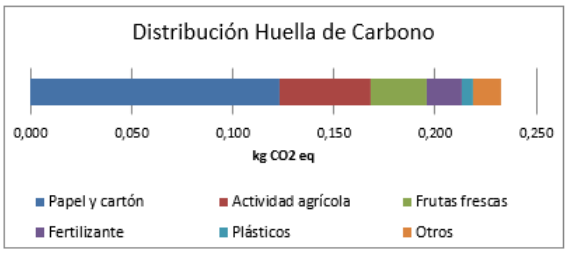


Figura A.16: Distribución de la huella de carbono de 1kg de manzana.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1	Actividad agrícola	0,164	217%
2	Papel y cartón	0,000	1%
3	Fertilizante	0,000	0%
4	Madera	0,000	0%
5	Plásticos	0,000	0%
6	Otros	-0,089	-118%
	Total	0,075	100%

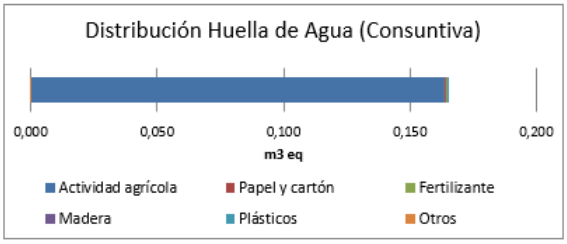


Figura A.17: Distribución de la huella de agua de 1kg de manzana.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1	Papel y cartón	0,037	54%
2	Actividad agrícola	0,018	27%
3	Fertilizante	0,004	6%
4	Plásticos	0,004	6%
5	Madera	0,002	3%
6	Otros	0,002	3%
	Total	**0,067**	**100%**

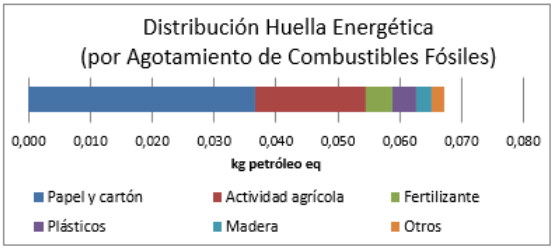


Figura A.18: Distribución de la huella energética de 1kg de manzana.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Uva de mesa

Huella de Carbono - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1	Papel y cartón	0,123	46%
2	Actividad agrícola	0,063	24%
3	Frutas frescas	0,037	14%
4	Fertilizante	0,022	8%
5	Plásticos	0,007	3%
6	Otros	0,016	6%
	Total	**0,268**	**100%**

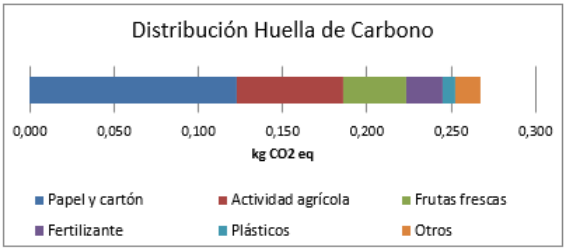


Figura A.19: Distribución de la huella de carbono de 1kg de uva de mesa.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1	Actividad agrícola	0,236	219%
2	Fertilizante	0,000	0%
3	Papel y cartón	0,000	0%
4	Madera	0,000	0%
5	Plásticos	0,000	0%
6	Otros	-0,129	-120%
	Total	**0,107**	**100%**

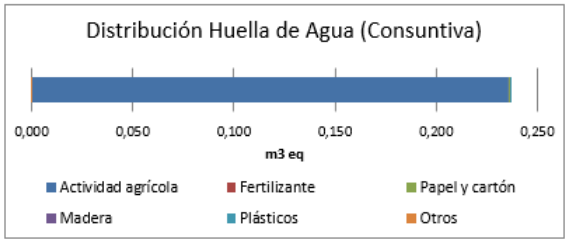


Figura A.20: Distribución de la huella de agua de 1kg de uva de mesa.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) - Por proceso/insumo

#	Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1	Papel y cartón	0,037	47%
2	Actividad agrícola	0,025	32%
3	Fertilizante	0,006	8%
4	Plásticos	0,005	6%
5	Madera	0,002	3%
6	Otros	0,003	4%
	Total	**0,078**	**100%**

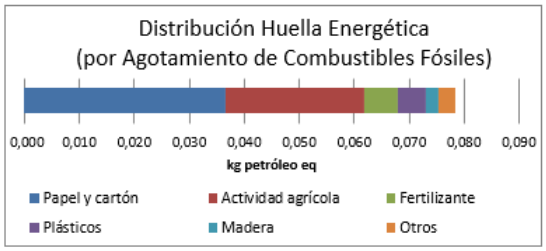


Figura A.21: Distribución de la huella energética de 1kg de uva de mesa.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Palta

Huella de Carbono - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1	Frutas frescas	1,104	70%
2	Electricidad	0,156	10%
3	Papel y cartón	0,123	8%
4	Fertilizante	0,076	5%
5	Actividad agrícola	0,054	3%
6	Otros	0,064	4%
	Total	1,576	100%

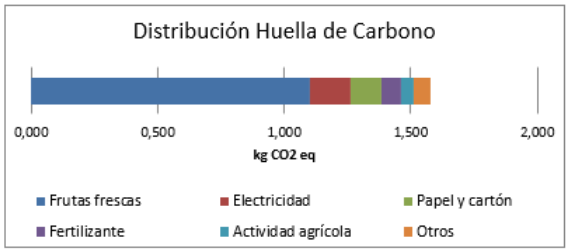


Figura A.22: Distribución de la huella de carbono de 1kg de palta.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1	Actividad agrícola	0,182	62%
2	Frutas frescas	0,108	36%
3	Electricidad	0,003	1%
4	Fertilizante	0,002	1%
5	Papel y cartón	0,000	0%
6	Otros	0,000	0%
	Total	0,295	100%

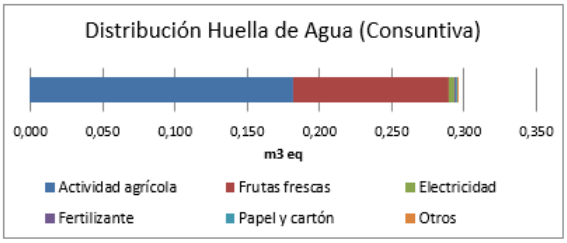


Figura A.23: Distribución de la huella de agua de 1kg de palta.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1	Electricidad	0,046	32%
2	Papel y cartón	0,037	25%
3	Fertilizante	0,023	16%
4	Actividad agrícola	0,021	15%
5	Químicos	0,005	3%
6	Otros	0,013	9%
	Total	0,144	100%

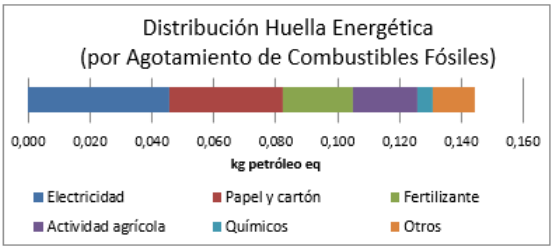


Figura A.24: Distribución de la huella energética de 1kg de palta.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Vino

Huella de Carbono - Por proceso/insumo			
#	Sector	Cantidad (kg CO2 eq)	%
1	Vidrio	0,528	45%
2	Electricidad	0,229	19%
3	Energía - Combustibles Fósiles	0,129	11%
4	Papel y cartón	0,081	7%
5	Fertilizante	0,058	5%
6	Otros	0,152	13%
	Total	1,177	100%

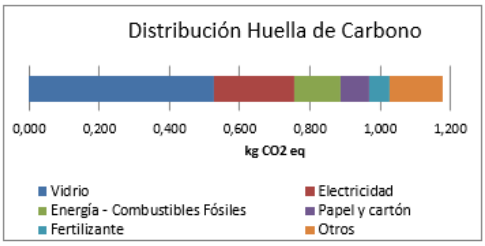


Figura A.25: Distribución de la huella de carbono de 1lt de vino.
(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella de Agua (Consuntiva) - Por proceso/insumo		
# Sector	Cantidad (m3 eq)	%
1 Electricidad	0,003	40%
2 Vidrio	0,002	25%
3 Frutas frescas	0,001	17%
4 Vino	0,001	16%
5 Papel y cartón	0,000	5%
6 Otros	0,000	-3%
Total	0,007	100%

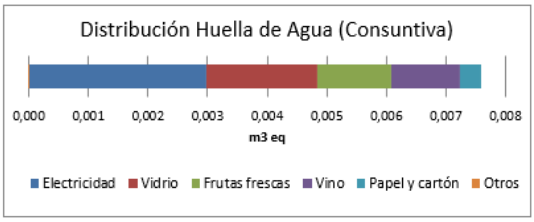


Figura A.26: Distribución de la huella de agua de 1lt de vino.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Huella energética (Por agotamiento combustibles fósiles) - Por proceso/insumo		
# Sector	Cantidad (kg petrl. eq)	%
1 Vidrio	0,162	47%
2 Electricidad	0,067	20%
3 Energía - Combustibles Fósiles	0,043	13%
4 Papel y cartón	0,024	7%
5 Transporte	0,013	4%
6 Otros	0,034	10%
Total	0,343	100%

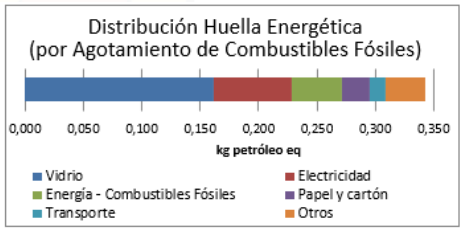


Figura A.27: Distribución de la huella energética de 1lt de vino.

(Fuente: Calculadora Ecobase.)

Carne bovina

Tabla A.17: Principales impactos ambientales de 1kg de carne bovina.

(Fuente: Coop (2016))

IMPACT INDICATORS DATA REFERRED TO 1 KG OF ADULT BOVINE BONELESS MEAT	UPSTREAM					CORE	DOWNSTREAM		TOTAL
	MOTHER COW MANAGEMENT	FEED	MANURE AND ENTERIC FERMENTATION	FARM PHASE AND OTHER	PRIMARY PACKAGING PRODUCTION	SLAUGHTERHOUSE AND MEAT PROCESSING ACTIVITIES	FINAL PROCESSING AND TRANSPORT	PRIMARY PACKAGING END-OF-LIFE	
Greenhouse Gases Potential GWP data in kg CO_2 equivalente	11.1*	3.7	5.1*	0.3	0.2	1.7	0.4	<0.1	22.5
Ozone Creating Potential POCP data in g $C2H_4$ equivalente	294.3	39.9	74.7	2.4	0.7	5.3	1.7	<0.1	418.9
Acidification Potential AP data in g SO_2 equivalente	93.8	46.1	15.1	1.1	0.1	1.0	0.4	<0.1	157.6
Eutrophication Potential EP data in g PO_4 equivalente	1.9	1.7	1.0	0.1	0.1	0.5	0.1	<0.1	5.4

Carne ovina

Tabla A.18: Principales impactos ambientales de 1kg de carne ovina.

(Fuente: Peters et al. (2010))

	carbon footprint (kg of CO_2 equiv/kg of HSCW)		primary energy (MJ/kg of HSCW)		
area (production type)	beef	sheepmeat	beef	sheepmeat	ref
WA, 2002		10.8		47.9	
WA, 2004		10.2		42.2	
Africa (pasture, assumed boneless)	5.9				*10*
Africa (pasture, assumed HSCW)	8.4				*10*
Belgium	10.1	13.0			*13*
U.S. (feedlot)	10.4				*10*
VIC, 2002 (organic)	11.6		10.1		
NSW, 2002 (farm and feedlot)	15.0		24.4		
U.K./Wales (conventional)	15.2	17.5	26.8	23.1	*4*
NSW, 2004 (farm and feedlot)	15.4		20.0		
Sweden	15.6		18.1		*12*
U.K./Wales (organic)	17.5	10.1	17.4	18.4	*4*

Yogur

Tabla A.19: Impactos ambientales potenciales relacionados con el ciclo de vida de 1kg yogur.
(Fuente: Granarolo (2015))

INDICATORI D'IMPATTO	UPSTREAM			CORE	DOWNSTREAM			TOTALE
	Materie prime	Packaging	Materiali ausiliari	Processo	Distribuzione	Conservazione domestica	Fine vita packaging	
Potenziale di riscaldamento globale kg CO_2 eq	1,29	0,86	0,08	0,23	0,23	1,07	0,03	**3,79**
Potenziale di formazione fotochimica di ozono g C_2H_4 eq	1,01	0,17	0,02	0,03	0,03	0,18	<0,01	**1,44**
Potenziale di acidificazione g SO_2 eq	29,51	3,30	0,48	0,39	1,19	4,40	<0,01	**39,27**
Potenziale di eutrofizzazione g PO_4^{---} eq	9,13	0,38	0,07	0,64	0,17	0,47	<0,01	**10,86**

Tabla A.20: Valores de las huellas ambientales (carbono, ecológico y agua) divididas en las distintas etapas del ciclo de vida del yogur (1kg).
(Fuente: Granarolo (2015))

LE IMPRONTE AMBIENTALI	UPSTREAM			CORE	DOWNSTREAM			TOTALE
	Materie prime	Packaging	Materiali ausiliari	Processo	Distribuzione	Conservazione domestica	Fine vita packaging	
ECOLOGICAL FOOTPRINT	4,6	2,6	0,2	0,6	0,6	3,0	<0,1	**11,6** global m²/kg
CARBON FOOTPRINT	1,29[1]	0,86	0,08	0,23	0,23	1,07	0,03	**3,79** kg CO_2eq/kg
VIRTUAL WATER CONTENT	1 580	<10	<10	20	<10	<10	<10	**1 600** [2] litri/kg

Mantequilla

Tabla A.21: Impacto medioambiental de los productos de margarina y mantequilla por unidad funcional (500 gr).
(Fuente: Nilsson et al. (2010))

	PE	GWP	EP	AP	POCP	Land competition
	MJ	kg CO_2 eq	kg PO_4 eq	kg SO_2 eq	kg C_2H_4 eq	m^2a
UK margarine	9.1	0.55	0.0070	0.0078	0.00031	2.3
DE margarine	11	0.66	0.0066	0.012	0.00062	1.6
FR margarine	13	0.83	0.0083	0.012	0.00052	2.3
UK butter	21	4.8	0.030	0.038	0.00011	5.9
UK spreadable	20	3.7	0.023	0.032	0.00028	4.7
DE butter	15	4.5	0.022	0.046	0.000045[a]	4.0
FR butter	16	3.6	0.022	0.025	0.000041[a]	4.4

[a] Contribution from the dairy farm is not included due to lack of data

Huevos

Tabla A.22: Impactos ambientales potenciales relacionados con el ciclo de vida de 1kg de huevos.
(Fuente: Granarolo (2013))

	IMPACT INDICATORS	UPSTREAM			CORE		DOWNSTREAM			TOTAL
		Weaning	Feed production	Packaging production	Eggs production	Selection and packaging	Distribution	Conservation	End of life of packaging	
data for 1 kg of product	Photochemical ozone creation potential g C_2H_4 eq	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	<0.1	**1.2**
	Acidification potential g SO_2 eq	3	18	2	1	2	<1	2	<1	**26**
	Eutrophication potential g PO_4 eq	3	19	<1	1	<1	<1	1	<1	**24**

Tabla A.23: Valores de las tres huellas ambientales de 1 kg de huevos divididas en las distintas etapas de su ciclo de vida.
(Fuente: Granarolo (2013))

		Weaning	Feed production	Packaging production	Eggs production	Selection and packaging	Distribution	TOTAL	Conservation	End of life of packaging
ENVIRONMENTAL FOOTPRINTS	ECOLOGICAL FOOTPRINT	1.9	10.1	1.5	0.8	0.6	0.3	*15.3 global m²/kg*	1.3	0.1
	CARBON FOOTPRINT	0.3	1.3	0.3	0.5	0.2	0.1	*2.7 kg CO_2eq/kg*	0.5	<0.1
	WATER FOOTPRINT	430	2.790	<10	<10	<10	<10	*3.220 litres/kg*	<10	<10

Aceite de oliva

Tabla A.24: Impacto medioambiental del aceite de oliva extra virgen por unidad funcional (botella de vidrio de 1 lt).
(Fuente: Borges Agricultural & Industrial Edible Oils (2016))

Impact Category	Unit	UPSTREAM	CORE		DOWNSTREAM			TOTAL
		Olive Production	Olive Oil Extration	Packaging	Distribution	Use	End of Life	
Abiotic Depletion	kg Sb eq	1.61E-05	1.33E-06	1.28E-06	6.37E-07	9.88E-08	-3.63E-07	**1.91E-05**
Acidification Potential	kg SO_2 eq	2.06E-02	5.32E-04	3.32E-03	1.20E-03	1.83E-03	-1.02E-03	**2.64E-02**
Eutrophication Potential	kg PO_4^{-3} eq	3.09E-02	9.44E-05	6.99E-04	3.23E-04	3.37E-04	9.41E-05	**3.25E-02**
Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot.	kg DCB eq	8.19E+00	1.67E-02	6.97E-02	1.87E-02	2.69E-02	-3.53E-04	**8.32E+00**
Global Warming Potential (100 years)	Kg CO_2 eq	2.80E+00	1.07E-01	4.40E-01	2.16E-01	3.79E-01	3.02E-01	**4.25E+00**
Human Toxicity Potential	kg DCB eq	2.14E+00	5.11E-02	2.84E-01	1.09E-01	5.82E-02	-7.42E-02	**2.57E+00**
Marine Aquatic Ecotoxicity Pot.	kg DCB eq	1.54E+03	5.98E+01	5.39E+02	6.55E+01	1.28E+02	-1.48E+02	**2.19E+03**
Ozone Layer Depletion Potential	kg R^{11} eq	2.38E-07	1.73E-09	5.63E-08	3.84E-08	2.05E-08	-2.02E-08	**3.35E-07**
Photochem. Ozone Creation Potential	kg C_2H_4 eq	1.28E-03	4.55E-05	2.89E-04	1.59E-04	1.35E-04	2.50E-05	**1.94E-03**
Terrestric Ecotoxicity Potential	kg DCB eq	2.02E-02	1.11E-03	2.22E-03	8.49E-04	7.22E-04	-5.59E-04	**2.46E-02**
Land Use	m^2·yr	1.87E+01	1.68E-02	1.32E-01	1.75E-02	4.72E-03	-4.38E-02	**1.89E+01**

Azúcar

Tabla A.25: Uso de energía fósil y emisiones de GEI de la producción de azúcar.
(Fuente: Seabra et al. (2011))

	Fossil energy use (kJ/kg)	GHG emissions (g CO_2eq/kg)
Sugarcane farming	1109	85
Trash burning		48
Field emissions[a]		85
Agr. inputs production	508	48
Sugarcane transportation	237	18
Sugar production	37	31
Credits		
Electricity[b]	–754	–46
Bagasse[c]	–416	–35
Total	**721**	**234**

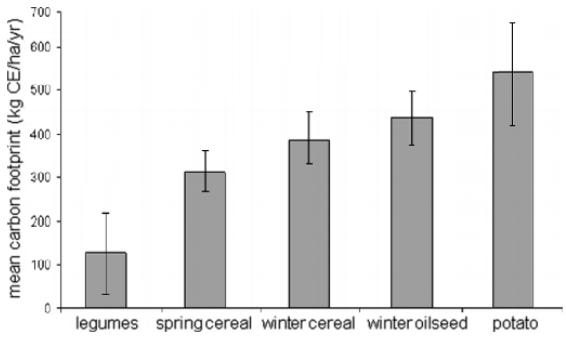
Papa

Tabla A.26: Principales impactos ambientales de 1kg de papas.
(Fuente: Selenella (2016))

IMPACT CATEGORY	udm	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM	TOTAL
GLOBAL WARMING	$kgCO_{2eq}$	0.035	0.074	0.106	**0.215**
GWP NIOGENIC		-0.002	0.002	0.002	**0.001**
PHOTOCHEMICAL OXIDATION	kg C_2H_{4eq}	8.58E-06	1.13E-05	1.94E-05	**3.93E-05**
EUTROPHICATION	kg PO_{4eq}	6.00E-05	6.50E-04	1.02E-04	**8.12E-04**
ACIDIFICATION	kg $SO_{2\,eq}$	1.78E-04	5.22E-04	4.44E-04	**1.14E-03**

Legumbres

Tabla A.27: Huella media de carbono para las legumbres y otros tipos de cultivo.
(Fuente: Hillier et al. (2009))

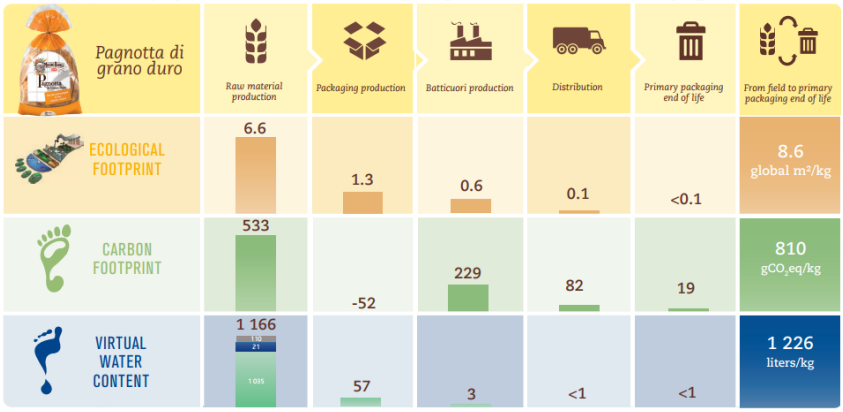


Pan

Tabla A.28: Impactos ambientales potenciales relacionados con el ciclo de vida de 1kg de pan.
(Fuente: Mulino Bianco (2015))

ENVIRONMENTAL IMPACT		GRANO DURO	INTEGRALE
Global Warming Potential - fossil Global Warming Potential - biogenic	kg CO_2 eq.	1.08 -0.27	1.01 -0.27
Acidification Potential	g SO_2 eq.	7.47	7.15
Eutrophication Potential	g PO_4^{---} eq.	4.85	5.19
Ozone - Creating Potential	g C_2H_4 eq.	0.08	0.08

Tabla A.29: Valores de las tres huellas ambientales (carbono, ecológico y agua) para las distintas etapas del ciclo de vida del pan (1kg).
(Fuente: Mulino Bianco (2015))



Arroz

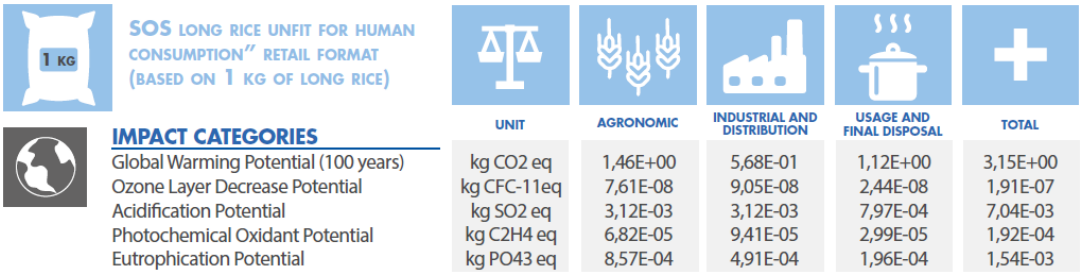



Tabla A.30: Principales impactos ambientales de 1kg de arroz.
(Fuente: SOS (2016))