



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE DIFERENTES TIPOS DE DIETAS DE ALIMENTACIÓN HUMANA EN FUNCIÓN DEL ORIGEN, ANIMAL O VEGETAL, DE LOS NUTRIENTES

Autor: Ortega Torremocha, Ángel.

Directores: Martín Sastre, Carlos. González Arechavala, Yolanda.

Co-Director: Santos Montes, Ana María.

Entidad colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia de Comillas

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Evaluación medioambiental de diferentes tipos de dietas de alimentación humana en
función del origen, animal o vegetal, de los nutrientes
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2019/2020 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.
El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Ángel Ortega Torremocha

Fecha: 20/07/2020

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Carlos Martín Sastre

Fecha: 20/ 07/2020



Fdo.: Yolanda González Arechavala Fecha: 20/ 07/2020



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE DIFERENTES TIPOS DE DIETAS DE ALIMENTACIÓN HUMANA EN FUNCIÓN DEL ORIGEN, ANIMAL O VEGETAL, DE LOS NUTRIENTES

Autor: Ortega Torremocha, Ángel.

Director: Martín Sastre, Carlos. González Arechavala, Yolanda.

Co-Director: Santos Montes, Ana María.

Entidad colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia de Comillas

Madrid

Agradecimientos

Gracias a Yolanda González Arechavala, Ana María Santos Montes y Carlos Martín Sastre, cuya supervisión y orientación ha sido fundamental en la realización de este proyecto. Por supuesto gracias también a mi familia, que me ha apoyado a lo largo de todos estos años de estudio.

EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE DIFERENTES TIPOS DE DIETAS DE ALIMENTACIÓN HUMANA EN FUNCIÓN DEL ORIGEN, ANIMAL O VEGETAL, DE LOS NUTRIENTES

Autor: Ortega Torremocha, Ángel.

Director: Santos Montes, Ana María. Martín Sastre, Carlos.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es la comparación del impacto medioambiental de diferentes dietas humanas: vegana, vegetariana y equilibrada. Para ello, se han definido estas dietas cuidando su comparabilidad nutricional, y se ha realizado un Análisis de Ciclo de Vida en Simapro. Se demuestra que las dietas tienen un mayor impacto medioambiental en la medida en que contienen mayor cantidad de productos de origen animal.

Palabras clave: Análisis de Ciclo de Vida, Dietas, Sostenibilidad, Nutrición

1. Introducción

Las actividades humanas encaminadas a la producción de alimentos a través de la agricultura, ganadería e industria representan aproximadamente un 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el ser humano. La distribución de los alimentos y el tratamiento de los residuos generados eleva esta cifra hasta aproximadamente el 30% de las emisiones totales. Por ello, en el contexto actual de preocupación social y gubernamental en los países desarrollados por el cambio climático, el impacto medioambiental de las dietas humanas cobra un papel cada vez más relevante.

Además, el crecimiento económico de algunos países como la India, Brasil, Tailandia o China trae consigo la aparición de una nueva clase media integrada por cientos de millones de personas capaces de alimentarse con dietas más ricas en alimentos de alto impacto medioambiental. De esta manera, entender el impacto medioambiental de las elecciones nutricionales que hacemos es capital para luchar contra el cambio climático.

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992 dio el pistoletazo de salida a la cooperación internacional en la lucha contra el cambio climático. Las cumbres climáticas más importantes desde entonces fueron la COP3, con el acuerdo del Protocolo de Kyoto, la COP15 de Copenhague y el COP21 celebrado en París, donde se alcanzaron los Acuerdos de París. En estos acuerdos se adquirió un compromiso de alcanzar la neutralidad climática a finales del siglo XXI, y en particular la Unión Europea se comprometió a:

- Reducir sus emisiones en 2030 en un 40% con base en el año 1990
- Reducir sus emisiones en 2050 en un 80% con base en el año 1990

2. Definición del Proyecto

El proyecto propone la definición de 3 dietas humanas de valor nutricional comparable, durante una semana y con un contenido calórico de 2000 kcal diarias, para posteriormente

realizar un Análisis de Ciclo de Vida y calcular el impacto medioambiental de cada una de ellas. Las dietas objeto de estudio son:

- Dieta vegana, caracterizada por la ausencia de alimentos de origen animal
- Dieta ovolactovegetariana, a la que por simpleza a partir de ahora denominaremos “vegetariana”, similar a la vegana pero que permite el consumo de huevos y lácteos
- Dieta equilibrada española, caracterizada por consumir todo tipo de productos sin imponer ninguna restricción sobre ninguna categoría de alimentos

El proyecto se estructura en tres grandes fases. En la primera fase se define el contenido de las dietas, y se hace un perfilado nutricional de las mismas para asegurar su comparabilidad nutricional, realizando ajustes mediante suplementos nutricionales cuando es necesario. En la segunda fase se realiza el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) propiamente dicho, el cual se lleva a cabo utilizando el software especializado Simapro. El inventario de datos se compone fundamentalmente de las bases de datos Ecoinvent 3 y LCA Food DK, dos de las bases de datos más extensamente utilizadas para ACVs alimentarios. Los indicadores medioambientales más importantes en ACVs alimentarios son el potencial de calentamiento global y el uso de tierras. Por último, existe una tercera fase de análisis económico, en el que se calcula el coste de llevar a cabo cada una de estas dietas. Cada una de estas secciones tiene sus propias conclusiones parciales y contribuye a las conclusiones globales del proyecto. La Figura 1 muestra esquemáticamente las fases del proyecto.

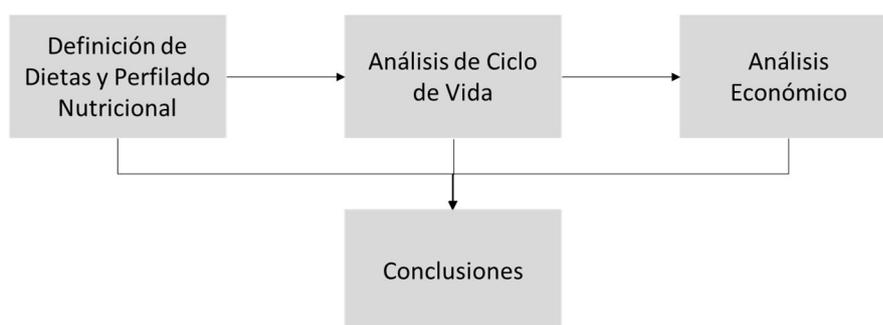


Figura 1: Esquema de las fases del proyecto

3. Descripción del modelo

Se han utilizado dos modelos: un modelo construido en Excel® para el perfilado nutricional y el análisis económico, y otro modelo construido en Simapro® para el Análisis de Ciclo de Vida.

El modelo construido en Excel® parte de la definición minuciosa de las dietas, para descomponerlas en sus alimentos en cantidades exactas. Estas cantidades exactas son cruzadas con los datos nutricionales de la Base Española de Datos de Composición de Alimentos para conocer el valor nutricional de cada una de las dietas. Adicionalmente, el modelo también cruza dichas cantidades con los precios de los alimentos de un reconocido supermercado español (Hipercor), de cuya página web se han obtenido los precios mínimos de cada alimento.

El modelo de Simapro se nutre de un inventario de datos constituido principalmente de procesos de Ecoinvent 3, LCA Food DK y “The International EPD System”, para construir cada una de las dietas a partir de los procesos de sus alimentos en sus cantidades exactas. El

método de asignación de impactos elegido es EDIP, LCA Food v1.00. Cabe resaltar que un 62.9% de los alimentos no se encontraban como tal en las bases de datos y ha sido necesario recurrir a hipótesis, bien de asimilación de unos alimentos por otros, bien de construir unos alimentos como combinación lineal de otros.

4. Resultados

Como se puede apreciar en la Ilustración 1, en una escala que combina en un resultado único todas las categorías de impacto, la dieta equilibrada tiene un 42.1% más de impacto que la vegetariana y un 142.7% más que la vegana.

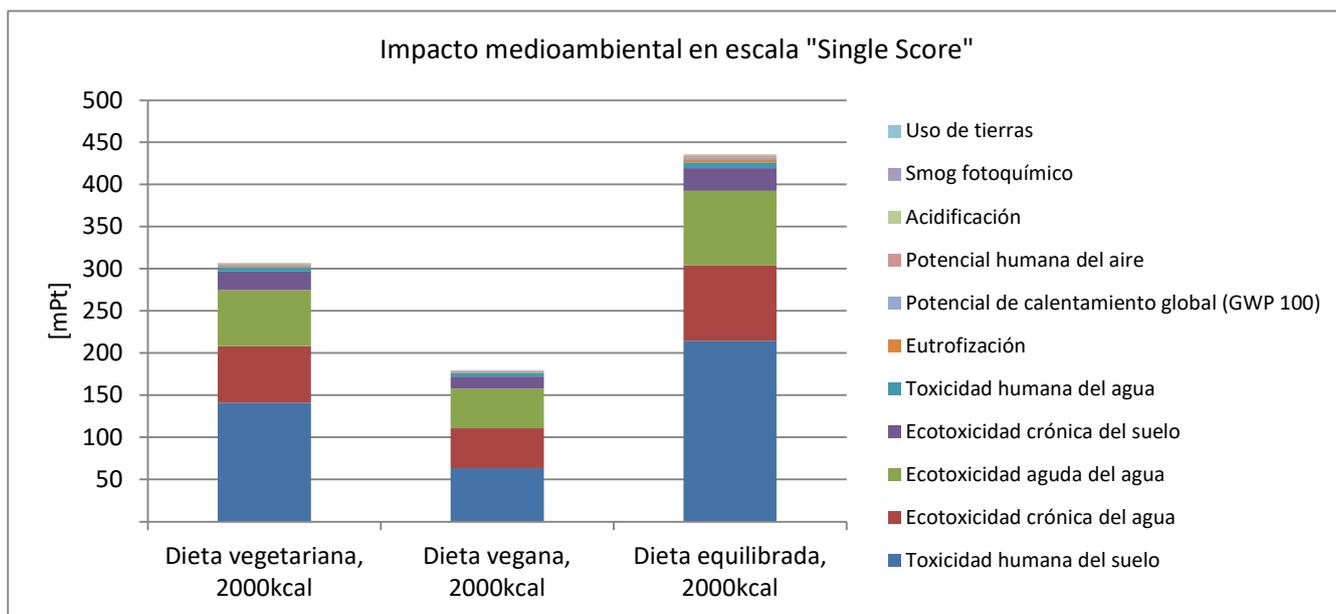


Ilustración 1: Comparación de resultado único del impacto medioambiental de las dietas estudiadas

Además, como se puede apreciar en la Ilustración 2:

- el potencial de calentamiento global de la dieta equilibrada es un 90.2% superior a la vegetariana y un 86.7% superior a la vegana

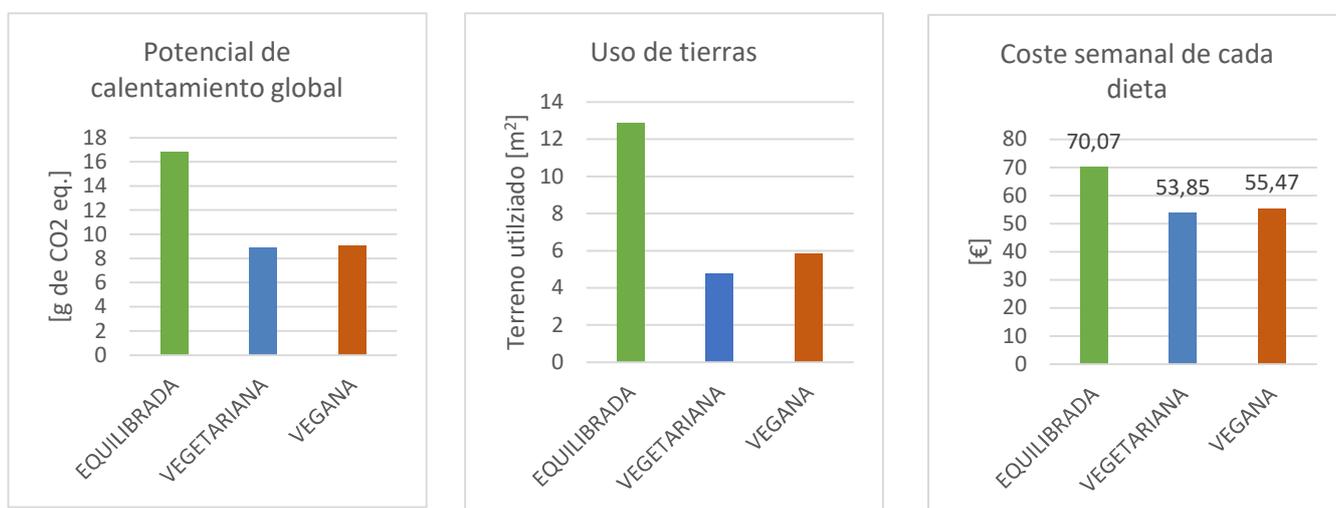


Ilustración 2: Principales impactos de las dietas (potencial de calentamiento global y uso de tierras) y coste semanal

- el uso de tierras de la dieta equilibrada es un 170.8% superior a la equilibrada y un 121.1% superior a la vegana
- el coste semanal más elevado es el de la dieta equilibrada, aventajando a la dieta vegetariana en un 30.1% y a la vegana en un 26.3%
- En las otras 9 categorías de impacto (toxicidad humana del aire, suelo, y agua, ecotoxicidad crónica y aguda del agua, ecotoxicidad crónica del suelo, eutrofización, acidificación, y smog fotoquímico), se cumple que el impacto de la dieta equilibrada siempre es superior al de las dietas vegetariana y vegana

5. Conclusiones

- A nivel nutricional, las dietas vegana y vegetariana necesitan suplementación para poder competir con la dieta equilibrada.
- A nivel económico, las dietas vegana y vegetariana resultan más baratas que la dieta equilibrada, aunque el aspecto económico no es un impedimento para llevarlas a cabo.
- El impacto medioambiental de la dieta equilibrada es más elevado que el de las dietas vegetariana y vegana debido a la presencia de productos de origen animal, que tienen un mayor impacto medioambiental. En particular:
 - En potencial de calentamiento global, la dieta equilibrada tiene un impacto 1,9 veces mayor que la dieta vegetariana y un 1,86 veces mayor que la vegana.
 - En uso de tierras, la dieta equilibrada tiene impacto 2,7 veces mayor que la dieta vegetariana y 2,2 veces mayor que la vegana.
- Por las razones anteriores, sería de esperar un aumento progresivo del interés por el impacto de las dietas humanas en los ámbitos político y social, que podría desembocar en: una fiscalidad alimentaria en función del impacto medioambiental de cada producto; una mayor información al consumidor sobre el impacto medioambiental de los productos que compra; y en el desarrollo de tecnologías alternativas de producción de productos de origen animal.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF DIFFERENT TYPES OF HUMAND DIETS DEPENDING ON THE SOURCE, ANIMAL OR PLANT-BASED, OF THE NUTRIENTS

Author: Ortega Torremocha, Ángel.

Supervisor: Santos Montes, Ana María. Martín Sastre, Carlos.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

The aim of the project is to compare the environmental impact of different human diets: vegan, vegetarian, and balanced. To this end, these diets have been defined taking care of their nutritional comparability, and a Life Cycle Assessment has been carried out in Simapro. It is shown that diets containing a greater amount of animal-based products have a greater environmental impact.

Keywords: Life Cycle Assessment, Diets, Sustainability, Nutrition

1. Introduction

Human activities aimed at food production through agriculture, livestock and industry account for approximately 25% of man-made greenhouse gas emissions. The distribution of food and the treatment of waste generated raises this figure to approximately 30% of total emissions. Therefore, in the current context of social and governmental concern in developed countries about climate change, the environmental impact of human diets takes on an increasingly important role.

In addition, the economic growth of some countries such as India, Brazil, Thailand or China comes along with the appearance of a new middle class made up of hundreds of millions of people capable of feeding themselves with diets richer in food with a high environmental impact. Therefore, understanding the environmental impact of the nutritional choices we make is crucial to fighting climate change.

The 1992 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) set the stage for international cooperation in the fight against climate change. The most important climate summits since then were COP3, with the agreement of the Kyoto Protocol, COP15 in Copenhagen and COP21 in Paris, where the Paris Accords were reached. In these agreements a commitment was made to achieve climate neutrality by the end of the 21st century, and in particular the European Union committed to:

- Reduce its emissions in 2030 by 40% based on 1990
- Reduce its emissions in 2050 by 80% based on the year 1990

2. Project definition

The project proposes the definition of 3 human diets of comparable nutritional value, during one week and with a caloric content of 2000kcal per day, to later carry out a Life Cycle Assessment and calculate the environmental impact of each one of them. The diets are:

- Vegan diet, characterized by the absence of food of animal origin

- Ovacto-vegetarian diet, which from now on we will simply call "vegetarian", similar to the vegan diet but allows the consumption of eggs and dairy products
- Balanced Spanish diet, characterized by consumption of all types of products without imposing any restrictions on any food category

The project is structured in three major phases. In the first phase the content of the diets is defined, and a nutritional profiling of the diets is made to ensure their nutritional comparability, making adjustments through nutritional supplements when necessary. In the second phase, the Life Cycle Analysis (LCA) itself is carried out, using the specialized Simapro software. The data inventory is mainly composed of the Ecoinvent 3 and LCA Food DK databases, two of the most widely used databases for food LCAs. The most important environmental indicators in food LCAs are global warming potential and land use. Finally, there is a third phase of economic analysis, in which the cost of carrying out each of these diets is calculated. Each of these sections has its own partial conclusions and contributes to the overall conclusions of the project. Figura 2 shows schematically the phases of the project.

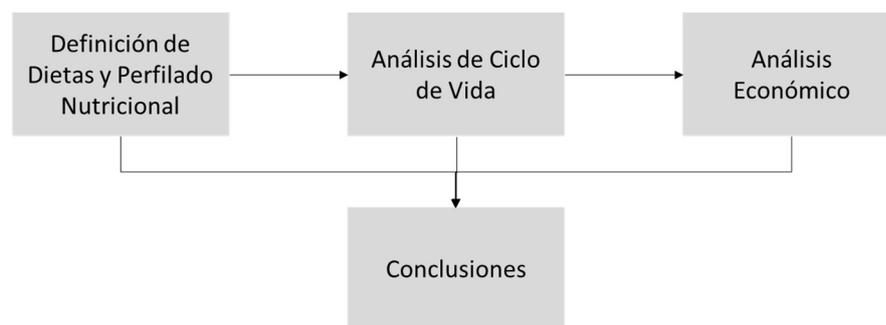


Figura 2: Outline of the project phases

3. Model Description

Two models have been created: a model built in Excel® for nutritional profiling and economic analysis, and another model built in Simapro® for the Life Cycle Assessment.

The model built in Excel® starts from the detailed definition of the diets, to decompose them into their foods in exact amounts. These exact amounts are matched with the nutritional data from the Spanish Food Composition Database to know the nutritional value of each of the diets. In addition, the model also matches these quantities with the prices of the food from a well-known Spanish supermarket (Hiperacor), from whose website the minimum prices of each food have been obtained.

Simapro's model is based on an inventory of data mainly made up of Ecoinvent 3, LCA Food DK and EPD processes, to build each of the diets from the processes of their foods in their exact quantities. The method of impact allocation chosen is EDIP, LCA Food v1.00. It should be noted that 62.9% of the foods were not found as such in the databases and it has been necessary to resort to hypotheses, either of assimilation of some foods by others, or of constructing some foods as a linear combination of others.

4. Results

As can be seen in Ilustración 3 Ilustración 3, on a scale that combines all impact categories into a single result, the balanced diet has 42.1% more impact than the vegetarian and 142.7% more than the vegan diets, respectively

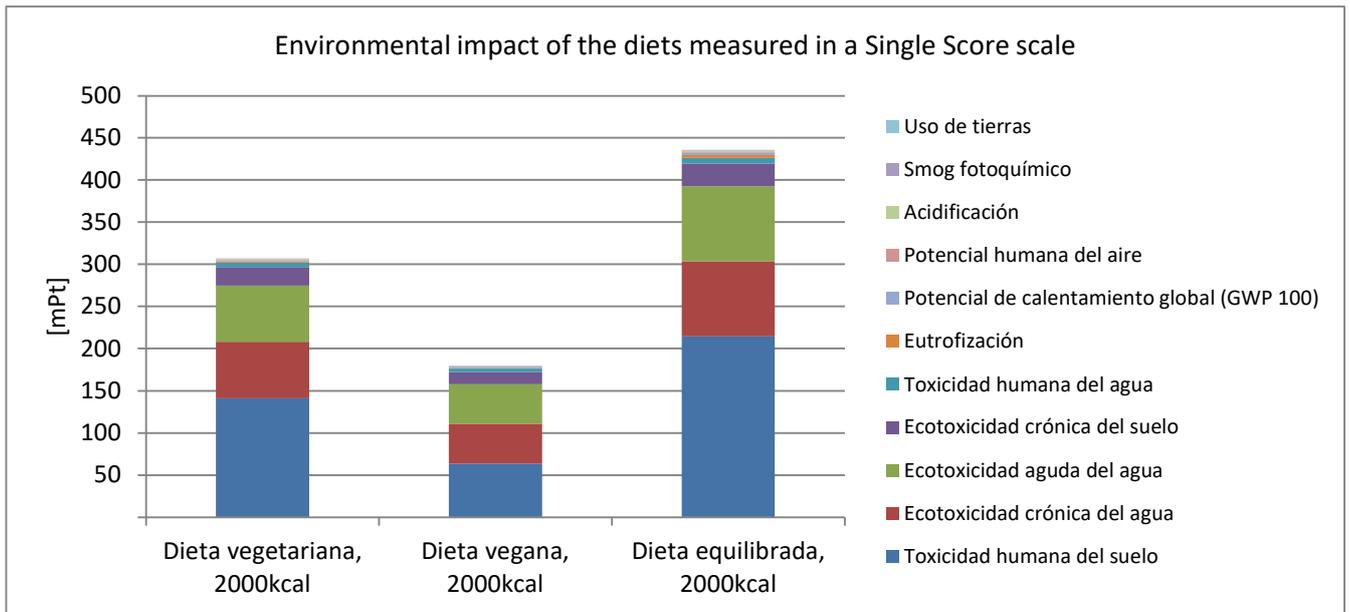


Ilustración 3: Single-score-scale comparison of the environmental impact of the analyzed diets

Additionally, as it can be observed on Ilustración 4:

- global warming potential of a balanced diet is 90.2% higher than a vegetarian diet and 86.7% higher than a vegan die
- land use of the balanced diet is 170.8% higher than the balanced and 121.1% higher than the vegan
- the highest weekly cost is that of the balanced diet, leading to a 30.1% advantage over the vegetarian diet and 26.3% over the vegan diet
- In the other 9 impact categories (human toxicity of air, soil, and water, acute and chronic ecotoxicity of water, chronic ecotoxicity of soil, eutrophication, acidification, and photochemical smog), the impact of a balanced diet is always higher than that of vegetarian and vegan diets

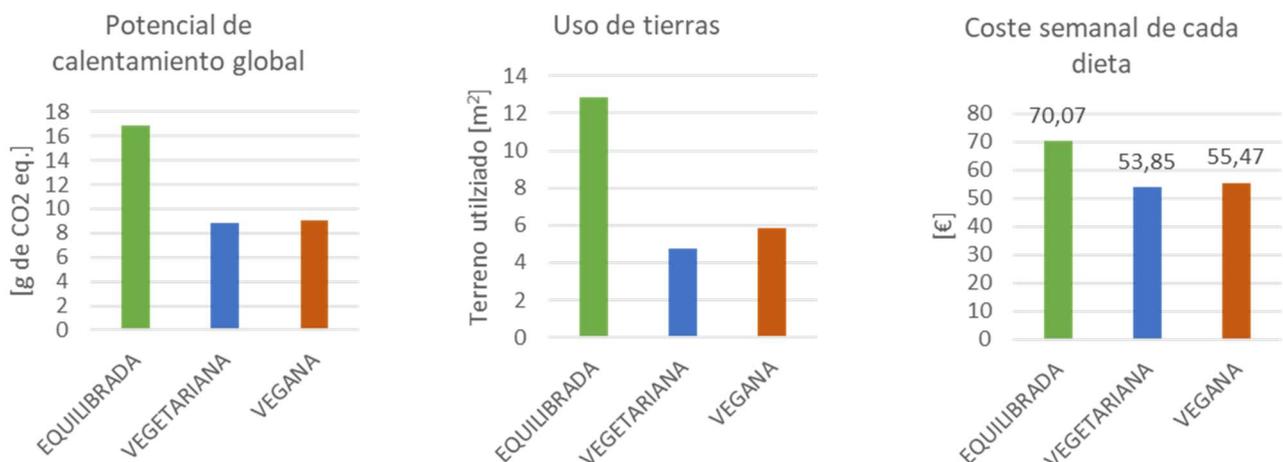


Ilustración 4: Main impacts of diets (global warming potential, land use) and weekly cost

5. Conclusions

- On a nutritional level, vegan and vegetarian diets need supplementation in order to compete with the balanced diet.
- On an economic level, vegan and vegetarian diets are cheaper than the balanced diet, so the economic aspect is not an obstacle to practice them.
- The environmental impact of a balanced diet is higher than that of vegetarian and vegan diets due to the presence of animal products, which have a greater environmental impact. In particular:
 - In terms of global warming potential, a balanced diet has a 1.9 times greater impact than a vegetarian diet and a 1.6 times greater impact than a vegan diet.
 - In land use, balanced diet has an impact 2.7 times greater than vegetarian and 2.2 times greater than vegan.
- For the above reasons, one would expect a progressive increase in interest in the impact of human diets in the political and social fields, which could lead to food taxation according to the environmental impact of each product, and to the development of alternative technologies of animal foods manufacturing.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	9
1.1 Análisis de ciclo de vida.....	11
1.2 Estado de la cuestión	12
1.3 Mejores prácticas en ACVs alimentarios	16
1.4 Motivación	18
1.5 Objetivos	19
1.6 Recursos empleados	20
Capítulo 2. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LAS DIETAS	23
2.1 Definición de las dietas	23
2.2 Análisis de los nutrientes más importantes	25
2.3 Cantidades diarias recomendadas.....	29
2.4 Análisis Nutricional genérico de las dietas vegana, vegetariana y equilibrada.....	30
2.5 Comparación nutricional	32
<i>Bases de datos</i>	32
<i>Modelado nutricional de las dietas</i>	37
Capítulo 3. Análisis Económico.....	49
Capítulo 4. Análisis de Ciclo de Vida.....	53
4.1 Definición de objetivo y Alcance del ACV.....	53
<i>Objetivo del estudio</i>	53
<i>Alcance del estudio</i>	53
<i>Software utilizado</i>	54
4.2 Inventario de Datos	54
<i>Procedimiento de inventario de datos</i>	55
<i>Listado completo de alimentos e hipótesis realizadas</i>	56
<i>Modelado en Simapro</i>	67
<i>Ejecución del modelo y obtención de resultados</i>	69
4.3 Resultados	70
<i>Potencial de calentamiento global</i>	72
<i>Uso de tierras</i>	74

<i>Potencial de toxicidad humana del aire</i>	75
<i>Potencial de toxicidad humana del agua</i>	77
<i>Potencial de toxicidad humana del suelo</i>	78
<i>Ecotoxicidad crónica del suelo</i>	79
<i>Ecotoxicidad crónica del agua</i>	80
<i>Ecotoxicidad aguda del agua</i>	81
<i>Eutrofización</i>	82
<i>Acidificación</i>	83
<i>Smog fotoquímico</i>	84
4.4 Conclusiones y áreas de mejora	85
Capítulo 5. CONCLUSIONES	86
5.1 Conclusiones acerca del Análisis Nutricional	86
5.2 Conclusiones acerca del Análisis Económico	86
5.3 Conclusiones acerca del Análisis de Ciclo de Vida	87
5.4 Recomendaciones y áreas de mejora.....	91
Capítulo 6. Bibliografía	93
Capítulo 7. ANEXOS	99
7.1 Extractos publicados de las dietas	99
7.2 Aportaciones nutricionales y económicas de cada alimento en cada dieta	102
<i>Dieta Vegana (1/4)</i>	102
<i>Dieta Vegana (2/4)</i>	103
<i>Dieta Vegana (3/4)</i>	104
<i>Dieta Vegana (4/4)</i>	105
<i>Dieta Vegetariana (1/4)</i>	106
<i>Dieta Vegetariana (2/4)</i>	107
<i>Dieta Vegetariana (3/4)</i>	108
<i>Dieta Vegetariana (4/4)</i>	109
<i>Dieta Equilibrada (1/4)</i>	110
<i>Dieta Equilibrada (2/4)</i>	111
<i>Dieta Equilibrada (3/4)</i>	112
<i>Dieta Equilibrada (4/4)</i>	113
7.3 Inventario de datos	114

7.4	Desglose de aportaciones a potencial de calentamiento global.....	117
	<i>Dieta vegana</i>	117
	<i>Dieta vegetariana</i>	118
	<i>Dieta equilibrada</i>	119
7.5	Nota sobre las unidades de toxicidad del método edip.....	120
7.6	Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	122

Índice de figuras

Figura 1: Esquema de las fases del proyecto	10
Figura 2: Outline of the project phases.....	14
Figura 3: Esquema de las fases del proyecto	11
Figura 4: Cantidades Diarias Recomendadas por la Unión Europea seleccionadas para este estudio.....	30
Figura 5: Ficha nutricional de cada alimento en base de datos BEDCA, en este caso “Atún, crudo”	35
Figura 6: Extracto ilustrativo del listado de alimentos de la dieta vegana	37
Figura 7: Frutas más consumidas en España y % que representan sobre el top 10.....	38
Figura 8: Frutos secos más consumidos en España en 2018 y % que representan sobre el Top 10	39
Figura 9: Lista de alimentos en dietas Vegana 2000kcal y Equilibrada 2000 kcal	40
Figura 10: Lista de alimentos en dietas Equilibrada Proteica 2000kcal y Ovolactovegetariana 2000 kcal	41
Figura 11: Resultados originales de los valores nutricionales de las dietas	42
Figura 12: Valores nutricionales de las dietas ajustados por calorías	43
Figura 13: Valores nutricionales de los suplementos elegidos en los campos nutricionales de interés	45
Figura 14: Valores nutricionales de las dietas suplementando la vegana y la vegetariana con “Spectro MultiVitaMin Vegetarian”	46
Figura 15: Valores nutricionales de las dietas suplementando la vegana y la vegetariana con “Vegetarian Multiple”	46
Figura 16: Cálculo del coste económico (€/100g) de cada alimento.....	49
Figura 17: Coste semanal de llevar a cabo cada dieta	50
Figura 18: Coste semanal de cada dieta ajustado para 2000 kcal diarias	50
Figura 19: Coste semanal de cada dieta ajustado para 2000kcal diarias y los suplementos nutricionales	51

Figura 20: Ficha de impactos medioambientales de aceite de oliva virgen extra de EPD [25]	57
Figura 21: Contenido del proceso "assembly" dieta equilibrada, 2000kcal	68
Figura 22: Parámetros de los cálculos	69

Índice de tablas

Tabla 1: Factor de conversión de proteínas para distintas fuentes de proteínas [4]	16
Tabla 2: Resultados de calentamiento global	72
Tabla 3: Potencial de calentamiento global anual (toneladas de CO2 equivalentes)	73
Tabla 4: Concentración del Top 5 de cada dieta en potencial de calentamiento global.....	74
Tabla 5: Resultados de uso de tierras	74
Tabla 6: Superficie anual requerida para mantener cada tipo de dieta	75
Tabla 7: Resultados de potencial de toxicidad humana del aire.....	76
Tabla 8: Resultados de toxicidad humana del agua.....	77
Tabla 9: Resultados de toxicidad humana del suelo.....	78
Tabla 10: Resultados de ecotoxicidad crónica del suelo	79
Tabla 11: Resultados de ecotoxicidad crónica del agua	80
Tabla 12: Resultados de ecotoxicidad aguda del agua	81
Tabla 13: Resultados de Eutrofización.....	82
Tabla 14: Resultados de acidificación.....	83
Tabla 15: Resultados de smog fotoquímico	84
Tabla 16: Resultados de emisiones de CO2 equivalentes frente a bibliografía.....	88
Tabla 17: Resultados de uso de tierras frente a bibliografía	89
Tabla 18: Ratios de resultados esperados vs obtenidos.....	89

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Comparación de resultado único del impacto medioambiental de las dietas estudiadas	11
Ilustración 2: Principales impactos de las dietas (potencial de calentamiento global y uso de tierras) y coste semanal.....	11
Ilustración 3: Single-score-scale comparison of the environmental impact of the analyzed diets.....	15
Ilustración 4: Main impacts of diets (global warming potential, land use) and weekly cost	15
Ilustración 5: Comparación de resultado único del impacto medioambiental de las dietas estudiadas	71
Ilustración 6: Comparación de la magnitud relativa de cada categoría de impacto para las dietas.....	72
Ilustración 7: Comparativa de la categoría de impacto "Potencial de calentamiento global"	73
Ilustración 8: Comparativa de la categoría de impacto "Uso de tierras".....	75
Ilustración 9: Comparativa de la categoría de impacto "Toxicidad humana del aire"	76
Ilustración 10: Comparativa de la categoría de impacto "Toxicidad humana del agua"	77
Ilustración 11: Comparativa de la categoría de impacto "Toxicidad humana del suelo"....	78
Ilustración 12: Comparativa de la categoría de impacto "Ecotoxicidad crónica del suelo" 79	
Ilustración 13: Comparativa de la categoría de impacto "Ecotoxicidad crónica del agua".	80
Ilustración 14: Comparativa de la categoría de impacto "Ecotoxicidad aguda del agua" ...	81
Ilustración 15: Comparativa de la categoría de impacto "Eutrofización"	82
Ilustración 16: Comparación de la categoría de impacto "Acidificación"	83
Ilustración 17: Comparativa de la categoría de impacto "Smog fotoquímico"	84

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas encaminadas a la producción de alimentos a través de la agricultura, ganadería e industria representan aproximadamente un 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el ser humano. La distribución de los alimentos y el tratamiento de los residuos generados eleva esta cifra hasta aproximadamente el 30% de las emisiones totales [1].

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992 dio el pistoletazo de salida a la cooperación internacional en la lucha contra el cambio climático. Las cumbres climáticas más importantes desde entonces han sido la COP3, con el acuerdo del Protocolo de Kyoto, la COP15 de Copenhague y el COP21 celebrado en París, donde se alcanzaron los Acuerdos de París [2]. En los Acuerdos de París de 2015 (COP 21), 195 países acordaron el primer compromiso vinculante en la lucha contra el cambio climático, y se fijó como objetivo el control de las emisiones responsable del calentamiento global para evitar una subida de la temperatura media de la superficie de la Tierra de 2°C a finales de siglo, y a hacer esfuerzos para tratar de dejar dicha subida en 1,5°C. Todo ello respecto a la temperatura media preindustrial de la superficie terrestre. Además, se adquirió el compromiso de alcanzar la neutralidad climática a finales del siglo XXI. Por su parte, la Unión Europea se comprometió a:

- Reducir sus emisiones en 2030 en un 40% con base en el año 1990.
- Reducir sus emisiones en 2050 en un 80% con base en el año 1990 [3].

Es complicado encontrar consenso científico en la reducción mundial de emisiones necesaria, y en la velocidad en la que esta reducción debería tener lugar, para cumplir con estos objetivos. En todo caso, y a la luz del peso que tienen la agricultura y la ganadería sobre el total de emisiones de origen humano, parece claro que la agricultura y la ganadería deben jugar un papel importante en la consecución de estos objetivos. No en vano, estas

emisiones representan, como se ha mencionado anteriormente, un 25% de las emisiones totales. De hecho, los objetivos europeos mencionados tienen pocas probabilidades de éxito si no se produce una reducción importante en las emisiones de agricultura y ganadería, ya que según algunos estudios, para el año 2050, las emisiones europeas por esta fuente superarían las totales acordadas [4].

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV), o Lifecycle Assessment (LCA) en inglés, es una herramienta de evaluación ambiental para cuantificar los impactos ambientales de un producto o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida (de la cuna a la tumba). Las etapas del ciclo de vida del producto incluyen la extracción y el procesamiento de materias primas (incluidos los materiales de embalaje); la fabricación; distribución; uso; reutilización o mantenimiento; reciclaje; tratamiento de residuos y transporte en todas las etapas [5]. Esta metodología puede aplicarse, como de hecho se hace habitualmente en la bibliografía referenciada, para la evaluación del impacto medioambiental que tiene un determinado alimento o dieta.

El proyecto se estructura en tres grandes fases. En la primera fase se define el contenido de las dietas, y se hace un perfilado nutricional de las mismas para asegurar su comparabilidad nutricional, realizando ajustes mediante suplementos nutricionales cuando es necesario. En la segunda fase se realiza el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) propiamente dicho, utilizando el software especializado Simapro. El inventario de datos se compone fundamentalmente de las bases de datos Ecoinvent 3 y LCA Food DK, dos de las bases de datos más extensamente utilizadas para ACVs alimentarios. Los indicadores medioambientales más importantes en ACVs alimentarios son el potencial de calentamiento global y el uso de tierras. Por último, existe una tercera fase de análisis económico, en el que se calcula el coste de llevar a cabo cada una de estas dietas. En la Figura 3 se puede apreciar un esquema con las fases del proyecto.

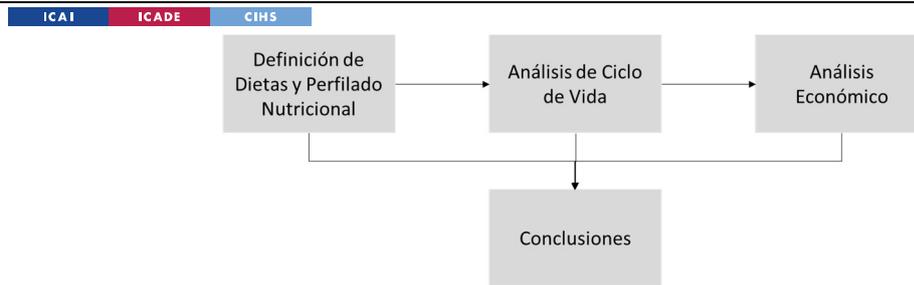


Figura 3: Esquema de las fases del proyecto

1.1 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de evaluación ambiental utilizada para cuantificar los posibles impactos medioambientales que tiene un producto o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida. Las etapas del ciclo de vida del producto incluyen la extracción y el procesamiento de materias primas (incluidos los materiales de embalaje); fabricación; distribución; uso; reutilización y mantenimiento; reciclaje; tratamiento final de residuos y transporte en todas las etapas.

La evaluación se realiza compilando entradas y salidas relevantes del sistema del producto y calculando los posibles impactos asociados. Los impactos ambientales se calculan en función de una unidad funcional que proporciona una referencia con la que están relacionadas las entradas y salidas.

La magnitud de los impactos ambientales se utiliza para evaluar el desempeño ambiental del producto. Las categorías de impacto ambiental evaluadas en ACV se pueden dividir en tres grupos principales: agotamiento de recursos, impactos en la salud humana y consecuencias para el ecosistema. La metodología ACV, como se describe en el estándar ISO 14040 y ISO14044, comprende cuatro fases:

1. **Definición de objetivos y alcance.** ¿Qué estamos estudiando? ¿Cómo lo estamos estudiando, por qué y para quién? Identificación de objetivos, aplicación prevista del estudio, límites del sistema y análisis de las opciones metodológicas identificadas.

-
- ICAI ICADE CIHS
2. **Análisis de inventario.** Recopilación y cálculo de datos, procedimientos para cuantificar entradas y salidas relevantes (energía, materias primas, coproductos, desechos, emisiones al aire, agua y suelo) a través de cada proceso unitario dentro del límite del sistema.
 3. **Evaluación de impacto.** Asociación de datos de inventario con categorías específicas de impacto ambiental, y elección del método de evaluación de impactos.

Las categorías de impacto más comunes son las siguientes:

- Calentamiento global.
 - Uso de tierras.
 - Consumo de recursos.
 - Reducción de la capa de ozono.
 - Acidificación.
 - Eutrofización.
 - Formación de oxidantes fotoquímicos.
 - Generación de residuos.
 - Toxicidad humana del aire, suelo y agua
 - Ecotoxicidad del agua
 - Ecotoxicidad del suelo
4. **Interpretación de los resultados.** En esta parte se analizan los resultados obtenidos, identificando las fases del ciclo de vida del producto que entrañan un mayor impacto y extrayendo conclusiones de los datos. Por último, se sugieren recomendaciones para la mejora medioambiental [4][11].

1.2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

La agricultura y la ganadería están teniendo impactos globales cada vez más fuertes tanto sobre el medio ambiente como sobre la salud humana, a menudo impulsadas por cambios en la dieta de países en desarrollo. La agricultura y la producción de alimentos liberan más del 25% de todos los gases de efecto invernadero de origen antropogénico, contaminan las aguas

dulces y marinas con productos químicos, utilizando como terrenos de cultivo alrededor de la mitad del área no helada de la Tierra [4].

El aumento de la urbanización y los ingresos de gran parte de la población mundial están impulsando una transición alimentaria global en la que las dietas tradicionales son reemplazadas por dietas con mayor contenido en azúcares refinados, grasas refinadas, aceites y carnes. Estas dietas generan mayor impacto medioambiental que las dietas a las que reemplazan, y si su proliferación no se controla, contribuirían en gran medida a un aumento estimado del 80% en las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero por agricultura y ganadería para el año 2050, así como al incremento de tierras de cultivo del planeta [6].

En la referencia [4], Tilman et al. analizan la evolución histórica del comportamiento nutricional medio de distintos grupos de países en función de la renta per cápita. Se centran en: **los niveles de proteínas, los niveles de calorías vacías, y los niveles de calorías totales**, consumidos por un individuo medio de un determinado grupo de países en función de la renta per cápita de dicho individuo. Los grupos analizados contienen 15 países por orden de riqueza, de tal forma que el grupo A contiene los 15 países más ricos. India y China tienen grupo propio debido a sus comportamientos particulares y su inmensa población. La conclusión es que todos los grupos de países a excepción de la India aumentan el consumo de carne según va creciendo su PIB per cápita según una curva de forma similar para todos. Lo mismo se puede decir tanto de las “calorías vacías”, es decir, grasas animales refinadas, azúcares, aceites y alcohol, como del valor calórico de la dieta. Por desgracia, estas variables guardan una relación directa con el impacto medioambiental de una dieta, ya que la carne y las calorías vacías son las categorías de alimentos de mayor impacto medioambiental.

Este análisis sirve para reflexionar sobre el hecho que gran parte de la población mundial se sitúa todavía en niveles bajos de estas curvas debido a la pobreza. Sin cambios en la manera en la producimos los alimentos, las tendencias de dietas, y las previsiones de crecimiento económico mundial, para el año 2050 tendremos unas emisiones derivadas de alimentarnos que supondrían el 45% de las emisiones totales actuales de gases de efecto invernadero

[3][4]. Bajo este probable escenario sería muy complicado alcanzar los objetivos del Acuerdo de París para el año 2050.

Adicionalmente, hay numerosos estudios médicos que ligan el crecimiento de estas dietas (más ricas en calorías, proteínas, y calorías vacías) con un incremento considerable de la incidencia de diabetes tipo II, la enfermedad coronaria y otras enfermedades crónicas no transmisibles que reducen las expectativas de vida a nivel mundial [7][8]. Por tanto, a la vista de que estas nuevas dietas tienen mayor impacto medioambiental y son peores para la salud, se concluye que existen dietas alternativas que ofrecen beneficios sustanciales para la salud, y que podrían, si se adoptaran ampliamente, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, reducir la deforestación y la extinción de especies resultante del incremento de terrenos cultivados, así como ayudar a prevenir tales enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con la dieta [4][7][8].

La bibliografía consultada refiere sus estudios a una frontera de control que varía entre los estudios, pero que forzosamente incluye alguna de estas etapas del ciclo de vida de los alimentos:

- Agricultura y ganadería.
- Procesamiento de alimentos.
- Distribución.
- Venta al por mayor.
- Transporte a los hogares.
- Almacenamiento en la vivienda.
- Cocinado de alimentos.
- Recogida y tratamiento de residuos.
- Tratamiento de la excreción humana, como la referencia [9] (muy interesante también metodológicamente por la dieta definida: la española media).

Respecto a este ciclo, cabe destacar que la primera fase representa el 80% de las emisiones que se generan a lo largo de todo el proceso, y es por ello que la mayoría de los estudios

consultados se ciñen a este marco, lo que se conoce como un marco “cradle to farm gate” (de la cuna a la puerta de la granja). Existen publicaciones muy interesantes que cubren todo el ciclo de vida, pero tienen el inconveniente de tener poco retorno marginal al trabajo que requiere desarrollarlos. Se considera como un buen estimador para el impacto del resto del proceso, añadir un 25% al impacto de la agricultura y ganadería [10]. Además, globalmente $\frac{1}{4}$ de los alimentos producidos se pierde a lo largo de la cadena de distribución [4]. A cambio, dichos estudios son más trabajosos, ya que incluyen modelos de gran complejidad para la estimación de impactos tales como el impacto de la electricidad consumida en función del mix energético del país en el que se desarrolla el estudio; o el impacto del tratamiento de las aguas [9]. Por tanto, típicamente se considera más relevante centrar los estudios en el primer paso del ciclo (agricultura y ganadería).

Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la producción de alimentos varían enormemente entre alimentos, y entre métodos de producción de un mismo alimento. Por ejemplo:

- En comparación con los alimentos de origen animal, los alimentos de origen vegetal tienen menores emisiones de gases de efecto invernadero. Esta diferencia puede ser grande, ya que las carnes de rumiantes (carne de res y cordero) tienen emisiones por gramo de proteína producido que pueden llegar a ser de 250 veces las de las legumbres [10].
- Además, los huevos, lácteos, pescado (sin pesca de arrastre), la acuicultura tradicional (no recirculante), las aves y la carne de cerdo tienen emisiones por gramo de proteína mucho menores que las carnes de rumiantes. Este hecho encuentra una doble justificación: por una parte, los rumiantes generan más metano debido a su particular proceso digestivo (fermentación entérica); y por otra parte, tienen los peores ratios de conversión de proteína alimentada – proteína generada. La Tabla 1 muestra dicha relación para distintos tipos de proteínas.

Alimento	Ratio de conversión de proteínas
Tenera	20,0 ± 0,82
Cabra y cordero	14,5 ± 0,21
Cerdo	5,7 ± 0,63
Pollo	4,7 ± 0,24
Huevos	2,6 ± 0,29
Leche	3,9 ± 0,53
Carpa	12 ± 0,72
Siluros	8,8 ± 0,4
Trucha	4,8 ± 1,43
Bacalao	4,8 ± 0,42
Cangrejo	11,5 ± 0,09
Lenguado	4,4 ± 0,08
Salmón	4,6 ± 0,2

Tabla 1: Factor de conversión de proteínas para distintas fuentes de proteínas [4]

- La pesca de arrastre tiene aproximadamente el triple de impacto que el pescado de piscifactoría debido a las emisiones de las actividades pesqueras [11].
- También entre cereales encontramos grandes diferencias: el arroz genera unas cinco veces más emisiones de gases de efecto invernadero por gramo de proteína que el trigo, debido a la generación de metano fruto de la necesaria inundación del terreno en el cultivo del arroz [10].

1.3 MEJORES PRÁCTICAS EN ACVS ALIMENTARIOS

Para encontrar las mejores prácticas en estudios similares al que se propone en este Trabajo Fin de Máster, se han analizado los métodos de la bibliografía referenciada, y en especial los de la referencia [12], ya que hace un repaso a 32 estudios ACV alimentarios y establece las mejores prácticas para llevarlos a cabo.

- Se distingue entre análisis por “comidas” y por “dietas”. Por “comidas” nos referimos a una colección de alimentos que un individuo puede consumir en una sesión, mientras que las dietas son comidas agregadas o promediadas a lo largo del

tiempo sobre una población. Comparar diferentes tipos de comidas (ejemplo: omnívoro, vegetariano, vegano) puede servir a modo ilustrativo para sacar algunas conclusiones sobre los efectos de la elección de alimentos, pero no se consideran representativas de los patrones de consumo diario. En cambio, los estudios de nivel de “dieta” pueden proporcionar información sobre las opciones de dieta de poblaciones enteras y formar la base para recomendaciones a los consumidores. Además, las dietas tienden a consistir en una mayor cantidad de alimentos individuales, disminuyendo el impacto de una elección particular de alimentos y proporcionando una base más sólida para conectar la nutrición humana con su impacto sobre el medio ambiente.

- La **unidad funcional** elegida es fundamental. Idealmente, todos los ACVs de alimentación deberían tener la misma unidad funcional, ya que así se podrían hacer comparaciones directas entre estudios con distintos sistemas elegidos (fronteras de control del apartado 2.1). Lo más frecuente es definirla en calor calórico. Debido a que la comida sirve varias funciones (nutricional, sabor, interacción social, emocional), la definición de unidad funcional puede variar entre estudios. Si se supone que vamos a centrarnos únicamente en el aspecto nutricional de la comida, la unidad funcional tiene que ser el valor nutricional de la comida. Por tanto, si comparamos dietas, no es razonable comparar a igualdad de masa o volumen de alimentos ingeridos, sino a igualdad de valor nutricional (por ejemplo a igualdad de kcal, proteínas, y vitaminas). Por ello, sería razonable tomar como unidad funcional la dieta recomendada por profesionales de nutrición durante un cierto periodo de tiempo.
- **Definición del sistema.** Aquí se trata fundamentalmente de establecer los límites del sistema de estudio. Es decir, en qué procesos del ciclo de vida nos vamos a centrar, y cuáles vamos a dejar fuera. Como se ha explicado anteriormente, lo más valioso es centrarse en la agricultura y ganadería, aunque también es frecuente encontrar la frontera del estudio a nivel de supermercado. A continuación se pueden definir las

dietas de estudio, los alimentos que las forman, y construir el inventario de datos para los límites definidos.

- Elección de **método de impacto y correcciones**.
 - **Método de impacto:** Casi la mitad de las publicaciones estudiadas en la referencia [11] consideran solo el **potencial de calentamiento global**, actuando éste como un estimador de todos los impactos ambientales. Dichos estudios reconocen las limitaciones de este alcance limitado y reconocen que hay impactos adicionales que deberían incluirse. El otro indicador importante para ACVs alimentarios es el **uso de tierras**. Otras categorías de impacto, como la eutrofización, el uso del agua, y la toxicidad humana y ecotoxicidad deberían tenerse en cuenta, pero al ser impactos regionales, los conjuntos de datos son menos aplicables en todas las geografías y se añade mucha incertidumbre a los resultados.
 - **Consideraciones de calidad nutricional.** Para hacer las dietas realmente comparables, es posible evaluarlas mediante Índices de Calidad de Dieta [13], técnicas de Perfilado Nutricional (“nutrient profiling” en inglés), y estudios epidemiológicos. Sin embargo, estas técnicas incluyen mucha dificultad al estudio de comparación de dietas, y lo más frecuente es considerar dietas recomendadas por profesionales de la nutrición que aseguren la correcta nutrición del individuo.

1.4 MOTIVACIÓN

Como se ha explicado en la introducción, la agricultura y la ganadería han de jugar un rol fundamental en la consecución de los objetivos europeos del Acuerdo de París. Para conseguir dichos objetivos, deberán producirse cambios a un doble nivel:

- A nivel de la **eficiencia ambiental de la producción:** minimizar desperdicios, mejorar la conservación de los alimentos, autogenerar la energía para los procesos,

sustituir la pesca por la acuicultura, o en un hipotético futuro, encontrar fuentes de proteínas que puedan sustituir a la carne de rumiantes, como las proteínas cultivadas [14].

- A través de la **elección de las dietas**: concienciación de la población del impacto medioambiental de determinados alimentos y dietas, o de impuestos relacionados con la mayor huella de carbono de determinados alimentos.

Este trabajo podría precisamente servir de ayuda a la elección de dieta a personas potencialmente sensibles a modificar su dieta por razones medioambientales.

1.5 OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

1. Definir varias dietas basadas en alimentos accesibles en la Unión Europea. Estas dietas estarán referenciadas en la masa de cada alimento incluido en la dieta que consumiría un individuo a lo largo de una semana. Habrá que:

- Trabajar en los criterios para que las dietas sean comparables entre sí a nivel nutricional.
- Recurrir a complementos alimenticios para aquellas dietas que lo necesiten, a fin de asegurar la comparabilidad a nivel nutricional.

Las dietas analizadas son las siguientes, publicadas todas ellas por el servicio de Endocrinología y Nutrición del Hospital Clínico Universitario de Valladolid [14]:

- **Dieta española equilibrada.** Tomaremos como referencia una dieta equilibrada de 2000 kcal diarias.
- **Dieta vegana,** que excluye todas las carnes y productos animales. Tomaremos como referencia una dieta vegana de 2000 kcal diarias y añadiremos los suplementos

nutricionales pertinentes en caso de que la comparativa nutricional no fuese satisfactoria.

- **Dieta vegetariana**, que es similar a la vegana pero añadiendo los siguientes productos de origen animal: leche, queso y huevos. También de 2000 kcal diarias.

2. Realizar un Análisis de Ciclo de Vida de dichas dietas que permita calcular el impacto medioambiental de cada una. Habrá que:

- Definir los límites del sistema.
- Construir un amplio inventario de datos para los alimentos incluidos en la dieta, adaptando el inventario a los límites del sistema definidos.
- Definir los métodos de impacto más relevante, teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, y los métodos de impacto disponibles en el programa (Simapro).
- Valorar la validez de los resultados y discutir dichos resultados en busca de conclusiones. Comparación de los impactos producidos por las distintas dietas.

3. Análisis Económico. Análisis del coste económicos que tienen estas dietas, con el fin de analizar si la economía de cada persona puede ser una barrera para acceder a ellas.

1.6 RECURSOS EMPLEADOS

Los recursos empleados son:

- Simapro: software de referencia para la realización de ACVs.
- Base Española de Datos de Composición de Alimentos (BEDCA) [15], para analizar el valor nutricional de las dietas.
- Bases de datos para caracterizar el impacto de los alimentos: Se ha recurrido principalmente a las bases de datos LCA DK Food [16] y a Ecoinvent3, ambas disponibles en Simapro. Para determinados alimentos se ha recurrido a Ecoinvent y a “The international EPD System”, base de datos internacional de declaración ambiental de productos [17].

- La página web del supermercado español Hipercom [18], para la elaboración del análisis económico.

Capítulo 2. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS

NUTRICIONAL DE LAS DIETAS

2.1 *DEFINICIÓN DE LAS DIETAS*

En esta sección se describen las 4 dietas objeto de estudio (como veremos, definimos dos dietas equilibradas), así como los criterios que debían cumplir para ser seleccionadas.

El primer paso en la confección de este proyecto es la elección de las dietas que serán objeto de análisis. Como hemos analizado en la bibliografía, resulta fundamental que las dietas definidas sean comparables a nivel nutricional. Esto ha de cumplirse a un doble nivel:

- por una parte las dietas han de ser iguales a nivel calórico,
- pero además deben serlo también a nivel nutricional, y es aquí donde la complejidad se incrementa notablemente. A pesar de que en los epígrafes siguientes se presenta un análisis nutricional pormenorizado de las dietas seleccionadas, no habría sido eficiente elegir dietas al azar, ya que existe un alto riesgo de que no se ajustasen a las cantidades diarias recomendadas por las instituciones de nutrición, y habrían debido ser descartadas tras el considerable trabajo que requiere analizarlas. Previendo esta posibilidad, se buscaron 3 dietas (vegana, ovolactovegetariana, y equilibrada), que proviniesen de una misma fuente, y estuvieran definidas para un mismo nivel calórico.

Esto fue finalmente posible a través de la referencia [14]: el servicio de Endocrinología y Nutrición del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, dependiente de la junta de Castilla y León. En efecto, este instituto publica numerosas dietas con diversos propósitos y definidas para varios niveles calóricos. Afortunadamente, esta institución tiene publicadas dietas de 2000 kcal vegana, ovolactovegetariana, y equilibrada española. El hecho de

provenir de un organismo público oficial y colegiado, estar definidas para la misma cuantía calórica razonable, y ser los 3 tipos de dietas que se había previsto definir en un principio, convertían estas dietas en las ideales para el proyecto.

La estructura de cada uno de los documentos que recogen estas dietas es semejante:

- En primer lugar, establecen recomendaciones generales sobre la dieta, remarcando los posibles déficits nutricionales en que se puede incurrir si no se sigue con fidelidad.
- Continúa con recomendaciones nutricionales generales y de estilo de vida saludable.
- A continuación, establece posibles suplementos nutricionales que pudiera ser necesario ingerir.
- Prosigue con una tabla de equivalencias de alimentos, ya que cada dieta está definida únicamente para 7 días.
- El documento sigue con la presentación de la dieta de manera pormenorizada. Todas las dietas tienen 5 comidas al día: desayuno, almuerzo, comida, merienda y cena. Para las comidas y las cenas hay definidos 7 menús (uno para cada día de la semana), pero para los desayunos, almuerzos y cenas hay típicamente 3-4 posibilidades.
- Finalmente, encontramos una pequeña guía de referencia de medidas caseras.

Para no alargar el documento innecesariamente, los extractos de las dietas se encuentran en los Anexos 7.1 de este documento.

Analizando estas dietas, todo parecía estar en orden salvo en lo referente a la dieta equilibrada, la cual aparentaba tener a simple vista un cierto déficit de proteínas, ya que las ingestas de carne y pescado se realizaba en porciones menores de lo que es habitual en España. Por esta razón se decidió incluir una segunda dieta equilibrada aunque fuese necesario recurrir a una fuente distinta. La dieta escogida se encuentra en la referencia [19] y fue escogida sobre otras debido a su aparente mayor contenido proteico para un mismo nivel calórico. Es la que llamamos dieta “Equilibrada proteica”. Igualmente los detalles de esta dieta se encuentran en los Anexos 7.1 de este documento.

2.2 ANÁLISIS DE LOS NUTRIENTES MÁS IMPORTANTES

Con el fin de poder analizar nutricionalmente una dieta son necesarios unos conocimientos mínimos de nutrición, para poder identificar cuáles son los nutrientes más importantes y entender las funciones que tiene cada uno en el cuerpo humano. Para ello, tomamos como referencia la publicación [20], que define los nutrientes como “las sustancias químicas contenidas en los alimentos que el cuerpo descompone, transforma y utiliza para obtener energía y materia para que las células lleven a cabo sus funciones correctamente.” Existen 3 grandes grupos de nutrientes:

- **Macronutrientes.** Se necesitan en grandes cantidades y son las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono.
- **Micronutrientes.** Se necesitan en cantidades muy pequeñas, en varios órdenes de magnitud más pequeñas que los macronutrientes, y son principalmente las vitaminas y los minerales.
- **Otros.** Como el agua y la fibra alimentaria.

Los nutrientes que el cuerpo humano no puede producir a partir de otros son los llamados **nutrientes esenciales**. Así, para cubrir las necesidades nutricionales de nuestro organismo es necesario llevar a cabo una dieta variada que contenga en suficiente medida y variedad los nutrientes esenciales.

Los nutrientes cubren 3 grandes funciones en nuestro organismo: energéticas, estructurales y funcionales/reguladoras.

La energía obviamente no es un nutriente, sino que se obtiene a través de la utilización de los macronutrientes. Nuestro organismo utiliza la energía para: mantener las funciones vitales y regular la temperatura (metabolismo basal), crecer, y desplazarnos.

Los **macronutrientes** son tres:

1. **Proteínas.** Cumplen la función estructural de la nutrición, formando parte de todo nuestro cuerpo. Están compuestas por grandes cantidades de aminoácidos, formando cadenas de cientos o miles de ellos. El cuerpo humano descompone estas cadenas hasta obtener los aminoácidos, que son las unidades funcionales útiles dentro del organismo. Existen 21 aminoácidos distintos, 9 de los cuáles son esenciales. La variedad de estos aminoácidos esenciales es lo que determina la “calidad” de una proteína. Las proteínas de mayor calidad se encuentran en alimentos animales. Las proteínas vegetales pueden llegar a ser de gran calidad, pero nunca van a tener los 9 aminoácidos esenciales, por lo que para dietas veganas/vegetarianas hay que cuidar las combinaciones de alimentos ricos en proteínas que se toman.
2. **Hidratos de carbono.** Cumplen principalmente la función energética. Existen hidratos de carbono simples, cuya unidad funcional es el monosacárido (como la glucosa o la fructosa) y en este estado los encontramos en la fruta, leche y verduras. Sin embargo, existen cadenas más largas llamadas polisacáridos, que en la ingesta se encuentran típicamente en cereales y derivados, legumbres y patatas. Ejemplo: el almidón en el arroz.
3. **Grasas.** “Las grasas son un grupo heterogéneo de sustancias que se caracterizan por ser insolubles en agua y de aspecto untuoso o aceitoso” [20]. Principalmente sirven como medio intensivo de almacenamiento de energía en el organismo, aunque también forman parte de la membrana de las células, absorben y transportan las vitaminas liposolubles, y forman parte de algunas hormonas. Hay varias clases.
 - 3.1 **Saturadas.** Son sólidas a temperatura ambiente y las encontramos principalmente en productos animales: carne, tocino, mantequilla, etc. También se encuentran en algunos aceites vegetales, como el aceite de palma y el de coco. Su consumo excesivo puede ser peligroso, ya que aumentan el colesterol “peligroso” (LDL) y los triglicéridos en sangre.
 - 3.2 **Insaturadas.** Estas grasas son mucho más saludables, puesto que aumentan el colesterol “beneficioso” en sangre (HDL) y reducen el “peligroso”, así como los triglicéridos. Distinguimos entre monoinsaturadas (aceite de oliva, frutos secos) y

poliinsaturadas, que incluyen algunas grasas esenciales como el omega-3 y omega-6, y los encontramos en pescado azul, nueces, frutos secos y yema de huevo.

3.3 Colesterol. Tiene un papel importante en la síntesis de algunas hormonas, la vitamina D, y forma parte de la membrana celular. Se encuentra principalmente en productos de origen animal, y como se hacía referencia anteriormente, existe el colesterol “beneficioso”, de tipo HDL, y el “peligroso”, de tipo LDL.

Respecto a los **micronutrientes**, estos son principalmente las vitaminas y los minerales, y tienen típicamente una función reguladora del organismo.

1. Las **vitaminas**. El cuerpo humano las necesita en pequeñas cantidades, pero juegan un papel vital, ya que regulan multitud de reacciones químicas del metabolismo celular. Existen dos grandes grupos:
 - 1.1 **Vitaminas liposolubles.** Necesitan de grasas para poder ser absorbidas. Son las vitaminas A, D, E y K, y se encuentran principalmente en alimentos grasos. En particular, la vitamina D es complicada de encontrar fuera de alimentos grasos animales.
 - 1.1.1 **Vitamina A.** Está implicada en: la visión, piel, reproducción, metabolismo del colesterol, y respuesta inmunitaria, entre otros. Se encuentra en aceites de pescado, lácteos, yema de huevo, y en algunas verduras.
 - 1.1.2 **Vitamina D.** Está implicada en: la absorción del calcio, la respuesta inflamatoria, el sistema inmunitario, y otorga protección frente a enfermedades cardiovasculares. Se encuentra en pescados grasos, huevos y lácteos, y para su correcta asimilación es necesaria la exposición a luz solar.
 - 1.1.3 **Vitamina E.** Juega un papel en: la agregación de las plaquetas, protección de la rotura de glóbulos rojos, y actúa como antioxidante. Se encuentra principalmente en aceites vegetales, frutos secos, hortalizas, verduras y cereales.
 - 1.1.4 **Vitamina K.** Interviene en mecanismos de coagulación y de metabolismo del calcio. Se encuentra principalmente en verduras, aceites vegetales y legumbres.

- 1.2 **Vitaminas hidrosolubles.** Como su nombre indica, son solubles en agua. Son las vitaminas del grupo B (1-12) y la vitamina C. Las más importantes son la B6, B12, y la vitamina C.
- 1.2.1 **Vitamina B6.** Interviene de forma fundamental en el metabolismo de los aminoácidos. Se encuentra principalmente en carnes rojas, hígado, legumbres, frutos secos y plátano.
- 1.2.2 **Vitamina B12.** También interviene en el metabolismo de los aminoácidos, y además en el metabolismo del ácido fólico. Se encuentra exclusivamente en alimentos animales: pescado, carnes, huevos, vísceras, marisco, etc.
- 1.2.3 **Vitamina C.** Tiene función antioxidante, interviene en la formación de colágeno y neurotransmisores, fortalece el sistema inmunitario y participa en la absorción del hierro. Se encuentra en frutas (principalmente en cítricos) y en verduras como el pimiento o el brécol.
2. **Minerales.** A diferencia de los nutrientes presentados hasta ahora, no son sustancias orgánicas. Están relacionados con la regulación de muchos procesos del organismo, y también forman parte de estructuras sólidas de nuestro cuerpo, como los huesos. Existen más de 20 minerales con función nutricional, pero los más importantes son los siguientes:
- 2.1 **Calcio:** Está implicado en la formación y mantenimiento de los huesos, el control de los impulsos nerviosos y la contracción muscular, la coagulación sanguínea, y numerosas reacciones metabólicas. Se encuentra fundamentalmente en los lácteos, los frutos secos y las legumbres.
- 2.2 **Fósforo:** Como el calcio, también está implicado en la formación de los huesos. Además, juega un papel relevante en el metabolismo de hidratos de carbono y lípidos, en la producción de energía y en la regulación de las enzimas. Se encuentra fundamentalmente en carnes y pescados, frutos secos, legumbres y cereales.
- 2.3 **Magnesio:** Como los anteriores, juega un papel en la formación de los huesos, y en particular, regula el nivel de calcio. Además está involucrado en la contracción muscular, las secreciones de algunas glándulas, y la regulación del metabolismo.

- 2.4 **Hierro:** Juega un papel muy importante en el transporte y almacenamiento del oxígeno, así como en la liberación de energía en la respiración celular y los mecanismos de inmunidad. Es abundante en carnes, especialmente las rojas, pescados, lácteos y determinados vegetales.
- 2.5 **Zinc:** Es relevante en la reproducción celular, la inmunidad, la cicatrización de heridas, y la regulación de enzimas. Es abundante en las carnes de vacuno, de aves, pescados y mariscos.
- 2.6 **Yodo:** Interviene en la regulación del metabolismo de macronutrientes, producción de energía, crecimiento y desarrollo. Se encuentra en pescados, mariscos y sal.
- 2.7 **Sodio:** Participa en el control de líquidos corporales, control de la función cardiovascular, y la tensión arterial. Predomina como es lógico en la sal, pero también en embutidos y carnes.
- 2.8 **Potasio:** También juega un papel relevante en el control de los líquidos corporales. Abunda en algunas frutas, verduras, legumbres, frutos secos y carne.

Todo este análisis extraído de la referencia [20], en combinación con el epígrafe siguiente, es clave para entender qué bases de datos son suficientemente completas para realizar un análisis detallado del valor nutricional de las dietas definidas.

2.3 CANTIDADES DIARIAS RECOMENDADAS

Las Cantidades Diarias Recomendadas (CDR) de la Unión Europea fueron revisadas en 2008 según la directiva 2008/100/CE. Dicha directiva se basó en los Valores de Referencia para el etiquetado de 2003 definidos por el el Comité Científico de la Alimentación Humana de la UE en 2003, y actualizaba la anterior directiva 90/496/CE, haciendo ajustes sobre algunos nutrientes y estableciendo niveles para nutrientes para los que previamente no existía CDR [21]. Dichas Cantidades Diarias Recomendadas, extraídas de dicha referencia, y para los nutrientes que nos interesan en este estudio están resumidas en la Figura 4:

ICAI	ICADE	CIHS						
Energía (kcal)	Grasa (g)	Proteínas (g)	Fibra (g)	Carbohidratos (g)	Grasas mono (g)	Grasas poli (g)	Grasas saturadas (g)	
2.000,00	70,00	50,00	25,00	260,00	N/A	N/A	20,00	
Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	
N/A	800,00	5,00	12,00	2,50	1,40	80,00	800,00	
Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)	
14,00	2.000,00	375,00	N/A	700,00	150,00	55,00	10,00	

Figura 4: Cantidades Diarias Recomendadas por la Unión Europea seleccionadas para este estudio

Sobre esta tabla hay que hacer varias observaciones:

- Nótese que **para algunos nutrientes no hay una cantidad recomendada**. Es el caso de las grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, el colesterol y el sodio. En el caso de las mencionadas grasas, la Directiva hace mención a algunos tipos particulares de estas grasas que son de gran importancia para la salud humana, y para las que sí establece unos mínimos. Sin embargo, esta referencia no es para todo el grupo de nutrientes sino solo para determinados elementos dentro de la categoría. Entrar en tanto detalle sería innecesario y nos alejaría de los verdaderos objetivos de este trabajo. En cuanto al **colesterol y el sodio, no se establecen cantidades diarias recomendadas**.
- Los niveles de **grasas y grasas saturadas son cantidades diarias recomendadas máximas**.

2.4 ANÁLISIS NUTRICIONAL GENÉRICO DE LAS DIETAS VEGANA, VEGETARIANA Y EQUILIBRADA

Las dietas objeto de estudio tienen típicamente unas características nutricionales que analizamos en este apartado.

La dieta equilibrada es aquella que busca aportar al individuo la totalidad de nutrientes requeridos por la Cantidad Diaria Recomendada sin imponer restricciones al consumo de ningún alimento. Puede adoptar muchas formas, pero típicamente la literatura consultada

hace referencia a un consumo energético que debería provenir de los diferentes macronutrientes en las siguientes proporciones aproximadamente:

- Hidratos de carbono: 50% de la energía total consumida.
- Grasas: 30% de la energía total consumida.
- Proteínas: 20% restante de la energía total consumida.

Es frecuente encontrar asociada a esta dieta la famosa “pirámide de los alimentos”, que establece la proporción en la que debe consumirse cada grupo de alimentos. Una dieta equilibrada bien ejecutada hace innecesario el consumo de suplementos alimenticios, pues aporta todos los nutrientes necesarios en cantidades suficientes.

La dieta vegana es aquella que no incluye productos de origen animal como carne, pescado, leche, queso, huevos y miel. Cumplir con los requerimientos de las Cantidades Diarias Recomendadas del epígrafe anterior se vuelve más complicado, pues hay determinados nutrientes de gran importancia que es complicado encontrar fuera de productos de origen animal. En particular, la dieta vegana tiene una demostrada dificultad para proveer a sus seguidores de determinados nutrientes, como detalla la conclusión de la publicación [22]: “En general, estas dietas son ricas en fibra dietética, magnesio, fitoquímicos, antioxidantes, vitaminas C y E, Fe+3, el ácido fólico y ácidos grasos poliinsaturados n-6 (PUFA), pero baja en colesterol, grasa total y grasa saturada, sodio, Fe+2 +3, zinc, vitamina A, B12 y D, y en especial ácidos grasos omega 3 (EPA y DHA).”

Es por ello que los seguidores de la dieta vegana deben hacer un seguimiento rutinario de analítica de sangre y, en la mayoría de los casos, tomar suplementos alimenticios que les permitan compensar el déficit de estos nutrientes.

Por su parte, la dieta ovolactovegetariana, se encuentra a mitad de camino entre las dos anteriores. Por una parte, sigue la dieta vegana, pero hace ciertas concesiones al consumo de productos de origen animal. En particular, los seguidores de dietas de este tipo consumen huevos y lácteos. De esta manera, se mitigan notablemente los déficits nutricionales que

produce la dieta vegana, pero se mantiene razonablemente bien la filosofía de no consumir animales en sí mismos. Como tal, una dieta ovo-lacto-vegetariana estándar tendrá menos déficits nutricionales que la dieta vegana, pero es probable que siga necesitando suplementación nutricional. Al menos desde el punto de vista estricto de las Cantidades Diarias Recomendadas.

2.5 COMPARACIÓN NUTRICIONAL

Antes de analizar el impacto medioambiental de las dietas definidas se ha realizado un estudio nutricional para aceptar que son comparables entre sí. Este análisis ha requerido:

- la elección de bases de datos de nutrientes;
- la confección manual de una base de datos con los nutrientes de nuestro estudio en base a los nutrientes más importantes de los presentados en la sección 2.2;
- y el modelado en Excel® del valor nutricional las dietas cruzando las cantidades de cada alimento con sus valores nutricionales correspondientes.

BASES DE DATOS

Existen numerosas bases de datos con información de valores nutricionales de alimentos. Los criterios exigidos para la selección de una de ellas para nuestro estudio son dos: coherencia y exhaustividad. Se trata de que la base de datos sea coherente en los métodos de determinación de los valores nutricionales, y coherente en los campos analizados, es decir, que los campos informados sean siempre los mismos. Además, la base de datos ha de ser exhaustiva, e idealmente debe informar todos los campos con un valor, es decir, que no tenga campos vacíos a causa de que la información no esté disponible.

2.5.1.1 Base de datos de US Department of Agriculture

En un primer momento se identificó la base de datos del departamento de Agricultura de Estados Unidos [23], la cual permite buscar un alimento, y obtener resultados en distintas bases de datos. Sería por tanto, una base de datos que contiene varias bases de datos. De

entre ellas, la que en un principio pareció cumplir mejor con los criterios arriba mencionados es la base de datos “Branded”. Como su nombre indica, esta base de datos contiene los valores nutricionales que aparecen en el envasado de cualquier producto, y como tal, contiene los 16 campos que es obligatorio reportar en los envases de comida en Estados Unidos. Estos campos son los siguientes:

- Energía (kcal)
- Proteínas (g)
- Total de lípidos (g)
- Carbohidratos (g)
- Total de fibra (g)
- Azúcares totales (g)
- Calcio (mg)
- Potasio (mg)
- Hierro (mg)
- Sodio (mg)
- Vitamina C (mg)
- Vitamina (IU)
- Total de ácidos grasos saturados(g)
- Total de ácidos grasos transaturados (g)
- Total de colesterol (mg)
- Vitamina K (ug)

Como se puede observar, es una base de datos relativamente completa, y que podría servir para nuestro propósito, si no fuese por el hecho de que obvia algunos nutrientes para los que las dietas vegana y vegetariana suelen presentar déficit, como la vitamina B12, la vitamina D, y el zinc. En un primer momento se llegó a utilizar esta base de datos para el análisis de los alimentos incluidos en las dietas de este estudio, pero finalmente se desechó el trabajo por encontrar una base de datos mejor adaptada. No se incluyen en este documento los análisis realizados con esta base de datos para no sobrecargarlo.

2.5.1.2 Base de Datos Española de Composición de Alimentos

Debido a las limitaciones de la base de datos presentada en el epígrafe anterior, se decidió finalmente utilizar la Base de Datos Española de Composición de Alimentos [15]. Esta base de datos es a todas luces mucho mejor para nuestro propósito ya que, además de cumplir los criterios de coherencia y exhaustividad, contiene una mucho mayor cantidad de campos de análisis. En concreto, esta base de datos tiene un total de 42 campos, con lo que nos permite hacer un análisis más exhaustivo de las capacidades nutricionales de las dietas, y en particular, de los déficits que las dietas vegana y ovolactovegetariana puedan presentar. Para cada alimento buscado en la base de datos obtenemos una ficha del alimento como la de la Figura 5:

Información de composición (por 100 g de porción comestible)

Componente	Valor	Unidad	Fuente
Proximales			
alcohol (etanol)	0	g	61
energía, total	496 (119)	kJ (kcal)	236
grasa, total (lípidos totales)	3.3	g	61
proteína, total	22	g	61
agua (humedad)	67.3	g	61
Hidratos de Carbono			
fibra, dietética total	0	g	61
carbohidratos	0	g	61
Grasas			
ácido graso 22:6 n-3 (ácido docosahexaenóico)	0.648	g	292
ácidos grasos, monoinsaturados totales	0.65	g	61
ácidos grasos, poliinsaturados totales	1.32	g	61
ácidos grasos saturados totales	0.96	g	61
ácido graso 12:0 (láurico)	-	-	-
ácido graso 14:0 (ácido mirístico)	-	-	-
ácido graso 16:0 (ácido palmítico)	0.508	g	292
ácido graso 18:0 (ácido esteárico)	0.186	g	292
ácido graso 18:1 n-9 cis (ácido oléico)	0.262	g	292
colesterol	28	mg	61
ácido graso 18:2	0.029	g	292
ácido graso 18:3	0.007	g	292
ácido graso 20:4 n-6 (ácido araquidónico)	0.077	g	292
ácido graso 20:5 (ácido eicosapentaenóico)	0.101	g	292
Vitaminas			
Vitamina A equivalentes de retinol de actividades de retinos y carotenoides	26	ug	61
Vitamina D	7.2	ug	61
Vitamina E equivalentes de alfa tocoferol de actividades de vitámeros E	1	mg	61
folato, total	15	ug	61
equivalentes de niacina, totales	12.8	mg	61
riboflavina	0.13	mg	61
tiamina	0.1	mg	61
Vitamina B-12	4	ug	61
Vitamina B-6, Total	0.4	mg	61
Vitamina C (ácido ascórbico)	traza	mg	61
Minerales			
calcio	16	mg	61
hierro, total	1.3	mg	61
potasio	400	mg	61
magnesio	33	mg	61
sodio	47	mg	61
fósforo	230	mg	61
ioduro	8	ug	32
selenio, total	82	ug	32
zinc (cinc)	0.7	mg	61

Figura 5: Ficha nutricional de cada alimento en base de datos BEDCA, en este caso "Atún, crudo"

De los 42 campos disponibles se han seleccionado un total de 24 para realizar el análisis. Se han descartado los otros 18 ya que, como veremos a continuación, el modelado nutricional de las dietas requiere un esfuerzo importante de inventario de datos en el que se deben copiar todos los campos nutricionales para cada uno de los alimentos que integran cada una de las dietas. Por esta razón, se ha hecho una selección de los nutrientes que son más significativos a la hora de valorar una dieta en concordancia con el epígrafe 2.2. Los nutrientes seleccionados son los siguientes:

- Energía (kcal)
- Grasa, lípidos totales (g)
- Proteínas (g)
- Fibra dietética (g)
- Carbohidratos (g)
- Grasas monoinsaturadas (g)
- Grasas poliinsaturadas (g)
- Colesterol (mg)
- Vitamina A (ug)
- Vitamina D (ug)
- Vitamina E (mg)
- Vitamina B12 (ug)
- Vitamina B6 (mg)
- Vitamina C (mg)
- Calcio (mg)
- Hierro (mg)
- Potasio (mg)
- Magnesio (mg)
- Sodio (mg)
- Fósforo (mg)
- Ioduro (ug)
- Selenio (ug)
- Zinc (mg)

Como se puede observar, esta base de datos es homogénea y exhaustiva, y los campos que hemos seleccionado nos permiten hacer un buen análisis comparativo de los aportes nutricionales que consigue cada dieta, ya que tenemos en cuenta los nutrientes que son

típicamente conflictivos en las dietas con escasez de alimentos de origen animal (principalmente vitamina B12, vitamina D, y zinc).

MODELADO NUTRICIONAL DE LAS DIETAS

Una vez definidas qué dietas van a analizarse y de qué base de datos se va a obtener la información nutricional de cada alimento, el siguiente paso es construir un modelo que asigne a cada alimento de cada dieta los nutrientes que le corresponden en función de la masa que dicho alimento tiene en la dieta.

El primer paso consiste en elaborar una lista que permita dividir cada dieta en todas sus ingestas durante 7 días, con los alimentos y las cantidades que le corresponden en cada ingesta durante una semana. Para ello, se ha optado por una solución como la mostrada en la Figura 6:

Comida	Opción	Concept	g	ml
Desayuno	1	Bebida vegetal		200
Desayuno	1	Café	5	
Desayuno	1	Cereales ma	45	
Desayuno	1	Pieza de frut	150	
Desayuno	1	Bebida vegetal		200
Desayuno	1	Café	5	
Desayuno	1	Cereales ma	45	
Desayuno	1	Pieza de frut	150	
Desayuno	1	Bebida vegetal		200
Desayuno	1	Café	5	
Desayuno	1	Cereales ma	45	
Desayuno	1	Pieza de frut	150	
Desayuno	2	Bebida vegetal		200
Desayuno	2	Café	5	
Desayuno	2	Tostadas pa	40	
Desayuno	2	Aguacate	50	
Desayuno	2	Tomate	30	
Desayuno	2	Zumo de naranja natural		150
Desayuno	2	Bebida vegetal		200
Desayuno	2	Café	5	
Desayuno	2	Tostadas pa	40	
Desayuno	2	Aguacate	50	
Desayuno	2	Tomate	30	
Desayuno	2	Zumo de naranja natural		150
Desayuno	3	Bebida vegetal		200
Desayuno	3	Avena	50	
Desayuno	3	Avellana	20	
Desayuno	3	Frutos del bc	50	
Desayuno	3	Zumo de naranja natural		150

Figura 6: Extracto ilustrativo del listado de alimentos de la dieta vegana

En la primera columna informamos de qué ingesta se trata (desayuno, almuerzo, comida, merienda o cena); en la segunda columna informamos de qué opción se trata (típicamente 1,2 ó 3 para desayunos, almuerzos y meriendas, y del 1 al 7 para comidas y cenas); en la tercera columna se especifica de qué alimentos se trata; y en las columnas 4ª y 5ª se informa la masa en g o el volumen en mL que se requieren para dicha ingesta.

En Anexos 7.1 se encuentra el detalle del listado de ingestas de cada dieta. Aquí simplemente vamos a nombrar las hipótesis que se han utilizado para transformar los documentos de dietas en dichas listas:

1. Para aquellas ingestas en que la dieta no define una opción para cada día, sino que establece varias opciones (desayunos, almuerzos y meriendas), se establece que habrá un número igual de cada opción a lo largo de la semana, salvo que como la semana tiene 7 días, la primera opción será la que se repita una vez más que las demás.
2. Cuando se estipula que se tomará **“fruta”** o **“pieza de fruta”**, pero no cuál, se ha resuelto utilizar la media ponderada por consumo en masa de las 10 frutas más consumidas en España según el “Informe de Consumo Alimentario en España 2018” publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [24]. Dicho informe establece lo siguiente:

Fruta	Cantidad (kg/año)	%
Naranja	17,04	23,4%
Plátano	11,75	16,1%
Manzana	9,44	13,0%
Sandía	7,82	10,7%
Melón	7,62	10,5%
Mandarina	5,67	7,8%
Pera	5	6,9%
Melocotón	3,07	4,2%
Kiwi	2,79	3,8%
Fresa	2,65	3,6%

Figura 7: Frutas más consumidas en España y % que representan sobre el top 10

3. Cuando se estipula que se tomarán **“fruta secos”** pero no cuál, se ha resuelto utilizar la media ponderada por consumo en masa de las 6 frutas más consumidas en España según el “Informe de Consumo Alimentario en España 2018” publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [24]. Dicho informe establece lo siguiente:

Frutos secos	Cantidad (kg/año)	%
Almendra	0,5	18,8%
Cacahuete	0,55	20,7%
Nueces	1,24	46,6%
Avellana	0,06	2,3%
Pistacho	0,11	4,1%
Surtido	0,2	7,5%

Figura 8: Frutos secos más consumidos en España en 2018 y % que representan sobre el Top 10

4. Cuando se estipula que se tomarán **frutos del bosque**, se ha supuesto que se tomarán a partes iguales mora, arándanos y frambuesas, ya que se sabe que son los 3 frutos secos más consumidos, pero el informe no establece en qué cantidades.
5. Cuando se estipula que se tomará **“café con bebida vegetal”**, se ha supuesto que la bebida resultante contiene un 30% de café y un 70% de bebida vegetal.
6. Cuando se estipula que se tomará **“verduras con patatas”**, se ha supuesto que la comida resultante contiene un 70% de “menestra de verduras” y un 30% patatas.

Usando estas hipótesis, se ha convertido el documento de recomendación de dieta en una lista de todos los alimentos que la componen con su masa o volumen correspondiente. En las dos siguientes figuras se muestra el resultado de dichas listas.

La Figura 9 muestra el desglose en alimentos en masa que tienen las dietas vegana y equilibrada, mientras que la Figura 10 muestra el desglose en alimentos en masa que tienen las dietas vegetariana y equilibrada proteica.

Vegana 2000 kcal

Etiquetas de fila	Suma de g	Suma de mL
Aceite de oliva		45,00
Aceitunas	20,00	
Acelgas	60,00	
Aguacate	200,00	
Ajitos	4,00	
Alubias	70,00	
Arroz	40,00	
Bebida vegetal		1.400,00
Bechamel	100,00	
Berenjena	50,00	
Brócoli	230,00	
Café	25,00	
Calabacín	130,00	
Calabaza	200,00	
Cebolla	130,00	
Cereales maíz	135,00	
Champiñones	80,00	
Cous-cous	60,00	
Espinacas	350,00	
Frutos del bosque	100,00	
Frutos secos	150,00	
Guisantes	80,00	
Lechuga	220,00	
Lentejas crudas	70,00	
Maíz	50,00	
Manzana	100,00	
Nueces	20,00	
Pan integral de barra	580,00	
Pasas	50,00	
Pasta	140,00	
Patatas	450,00	
Pepino	40,00	
Pieza de fruta	2.300,00	
Pimiento rojo	100,00	
Pimiento Verde	30,00	
Pimientos asados	100,00	
Piñones	20,00	
Puerro	30,00	
Queso vegano	80,00	
Quinoa	50,00	
Salsa de tomate	90,00	
Té	-	
Tempeh	70,00	
Tomate	400,00	
Tomates cherry	30,00	
Tostadas pan integral	80,00	
Verduras con patatas	100,00	
Vinagre		10,00
Vinagre de módena		5,00
Yogur de soja	1.750,00	
Zanahoria	130,00	
Zumo de naranja natural (en blanco)		600,00
Tofu	100,00	
Pan de barra	80,00	
Café con bebida vegetal o infusión		400,00
Espárragos trigueros	60,00	
Avellana	40,00	
Avena	100,00	

Equilibrada 2000 kcal

Etiquetas de fila	Suma de g	Suma de mL
Aceite de oliva	15,00	140,00
Aceitunas	30,00	
Ajo	10,00	
Alcachofas	150,00	
Arroz	70,00	
Atún al natural	56,00	
Bacalao	160,00	
Berenjena	220,00	
Calabacín	550,00	
Calabaza	90,00	
Cebolla	280,00	
Cereales	120,00	
Champiñones	100,00	
Espárragos	290,00	
Espinacas	120,00	
Frutos secos	90,00	
Garbanzos	80,00	
Huevo	120,00	
Huevo revuelto	60,00	
Jamón	50,00	
Jamón york/Pavo	200,00	
Judías verdes	120,00	
Leche semidesnatada		1.250,00
Lechuga	470,00	
Lentejas	90,00	
Lomo de cerdo	100,00	
Maíz	90,00	
Merluza	130,00	
Pan de barra	200,00	
Pasta	60,00	
Patatas	1.150,00	
Pechuga de pavo	100,00	
Pechuga de pollo	200,00	
Pimiento rojo	70,00	
Puerro	30,00	
Quesitos	20,00	
Salmón	100,00	
Salsa de tomate	30,00	
Sepia	140,00	
Solomillo de cerdo	100,00	
Ternera	60,00	
Tomate	630,00	
Tostada de pan de barra	100,00	
Yogur natural	1.250,00	
Zanahoria (en blanco)	170,00	
Avena	190,00	
Pimiento verde	140,00	
Pieza de fruta	3.380,00	
Queso parmesano	20,00	
Total general	12.001,00	1.390,00

Figura 9: Lista de alimentos en dietas Vegana 2000kcal y Equilibrada 2000 kcal

ICAI			ICADE			CIHS		
Equilibrada proteica				Ovolactovegetariana				
Etiquetas de fila	Suma de g	Suma de mL	Etiquetas de fila	Suma de g	Suma de mL			
Acelgas	200,00		Aceite de oliva	20,00	70,00			
Albóndigas de ternera	125,00		Acelgas	60,00				
Alcachofas	100,00		Aguacate	50,00				
Almejas	150,00		Ajo	5,00				
Arroz	120,00		Almendras	50,00				
Avellana	225		Alubias	70,00				
Bacalao	115,00		Arroz	60,00				
Berenjena	80,00		Avena	50,00				
Biscotes	60,00		Bebida vegetal		400,00			
Café	65,00		Bechamel	200,00				
Calabacín	80,00		Berenjena	400,00				
Cebolla	90,00		Café	10,00				
Cereales	90,00		Calabacín	250,00				
Cereales integrales	120,00		Canela	5,00				
Coles de bruselas	100,00		Cebolla	200,00				
Conejo	125,00		Cereales sin azúcar	45,00				
Espinacas	300,00		Champiñones	800,00				
Galletas	180,00		Espárragos	160,00				
Gambas	105,00		Espinacas	200,00				
Guisantes	90,00		Garbanzos	70,00				
Huevo	60,00		Guisantes	50,00				
Jamón york/Pavo	315,00		Huevo	320,00				
Judías verdes	200,00		Leche semidesnatada		1.200,00			
Leche		2.100,00	Lechuga	40,00				
Lechuga	350,00		Lentejas	70,00				
Lenguado	150,00		Maíz	70,00				
Lubina	150,00		Manzana	75,00				
Manzana	450,00		Mayonesa	10,00				
Menestra de verduras	250,00		Mermelada	30,00				
Merluza	180,00		Miel	10,00	5,00			
Naranja	400,00		Mozzarella	50,00				
Pan de barra	660,00		Nueces	80,00				
Pasta	150,00		Pan integral de barra	980,00				
Patatas	1.050,00		Pasta	130,00				
Pechuga de pavo	245,00		Patatas	250,00				
Pera	300,00		Pepino	40,00				
Pieza de fruta	2.150,00		Pieza de fruta	2.250,00				
Pimiento rojo	180,00		Pimiento rojo	260,00				
Pisto	300,00		Pimiento verde	160,00				
Queso de Burgos	560,00		Plátano	100,00				
Salmón	130,00		Puerro	30,00				
Sardinas	265,00		Queso vegano	15,00				
Setas	300,00		Quinoa	70,00				
Ternera	200,00		Salsa de tomate	90,00				
Tomate	1.200,00		Soja texturizada	50,00				
Trucha	150,00		Tofu	100,00				
Yogur desnatado	500,00		Tomate	310,00				
Zanahoria	230,00		Vinagre		15,00			
(en blanco)			Vinagre de módena		5,00			
Total general	13.595,00	2.100,00	Zanahoria	140,00				
			(en blanco)					
			Brócoli	100,00				
			Espárragos trigueros	60,00				
			Queso de Burgos	230,00				
			Tomates cherry	30,00				
			Pasas	50,00				
			Yogur natural	875,00				
			Total general	9.830,00	1.695,00			

Figura 10: Lista de alimentos en dietas Equilibrada Proteica 2000kcal y Ovolactovegetariana 2000 kcal

El siguiente paso consiste en la construcción de una matriz que tenga por columnas todos los alimentos que entran en las 4 anteriores dietas, y por filas los 24 valores nutricionales de dicho alimento según la base de la BEDCA. Como tenemos un total de 109 alimentos distintos, la matriz será de 24x109, lo cual da una idea de la cantidad de datos que hay que ingresar manualmente en dicha matriz. Dicha matriz se encuentra en la pestaña “Valores nutricionales BEDCA” del modelo en Excel®.

El paso final para obtener los valores nutricionales que tiene cada una de las dietas requiere cruzar las cantidades de cada alimento de las tablas de las figuras 9 y 10 con la matriz de valores nutricionales presentada en el párrafo anterior. El resultado de esta operación se encuentra en la pestaña “Resumen” del Excel. Ahí podemos observar el aporte nutricional que tiene cada alimento en cada dieta para cada uno de los 24 valores nutricionales definidos. Nuevamente, estas tablas se encuentran en los Anexos 7.2. A nivel agregado, los resultados nutricionales que obtenemos con cada dieta son los siguientes:

2.5.1.3 Ajuste calórico de las cantidades de alimentos

Dieta	Energía (kcal)	Grasa (g)	Proteínas (g)	Fibra (g)	Carbohidratos (g)	Grasas mono (g)	Grasas poli (g)	Grasas saturadas (g)
Vegana	12.062,56	372,88	440,91	284,53	1.712,41	130,14	100,53	52,64
Ovolacteovegetariana	11.979,44	427,49	510,72	281,74	1.500,06	167,33	101,08	117,89
Equilibrada	11.455,22	389,66	654,94	249,21	1.312,51	180,89	75,70	104,13
Equilibrada proteica	14.921,40	474,81	865,81	284,59	1.735,14	204,49	66,78	169,00

Dieta	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)
Vegana	26,00	6.298,13	6,53	6.724,26	2,01	17,62	2.186,15	8.654,93
Ovolacteovegetariana	1.529,35	6.591,93	10,27	3.503,44	18,99	17,97	1.785,94	7.820,07
Equilibrada	1.942,36	6.186,00	21,35	2.133,60	33,31	23,29	2.002,37	5.973,94
Equilibrada proteica	2.372,18	10.777,73	41,44	5.268,20	115,53	29,68	2.164,53	9.219,70

Dieta	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)
Vegana	146,83	27.460,73	3.162,44	7.844,11	6.438,45	220,71	438,78	50,06
Ovolacteovegetariana	136,24	31.124,65	3.275,15	10.317,66	10.899,82	619,77	697,22	67,14
Equilibrada	115,75	35.748,93	3.090,77	9.594,02	11.660,78	1.118,06	616,88	81,46
Equilibrada proteica	184,21	38.206,35	3.711,03	16.278,57	15.240,39	1.436,87	964,97	92,15

Figura 11: Resultados originales de los valores nutricionales de las dietas

Como se puede observar, las dietas del instituto endocrinológico tienen un valor calórico en torno a 12.000 kcal semanales, frente a las 14.000 kcal prometidas, mientras que la dieta extraída de la referencia [18] está más bien en torno a las 15.000 kcal. Esta diferencia respecto al valor teórico de 14.000 kcal semanales puede ser fruto de:

- el diseño fortuito de las dietas para dejar algo de margen a ingerir alimentos no incluidos;
- las hipótesis realizadas;
- la propia precisión calórica del creador de la dieta.

Para solventar este problema que dificulta la comparabilidad, se ha optado por ajustar los contenidos en masa de cada alimento de las dietas por un factor que haga corregir el contenido de cada dieta a 14.000 kcal. Aplicando este ajuste metodológico, e incluyendo ya las Cantidades Diarias Recomendadas (CDR), los resultados que se obtienen son los de la Figura 12, donde aparecen marcados los nutrientes que no cumplen con las C.D.R:

Sobre estos valores nutricionales cabe hacer varios comentarios.

Dieta	Energía (kcal)	Grasa (g)	Proteínas (g)	Fibra (g)	Carbohidratos (g)	Grasas mono (g)	Grasas poli (g)	Grasas saturadas (g)
Vegana	14.000,00	432,76	511,73	330,23	1.987,45	151,05	116,68	61,09
Ovolactovegetariana	14.000,00	499,59	596,86	329,27	1.753,07	195,56	118,13	137,77
Equilibrada	14.000,00	476,22	800,43	304,57	1.604,08	221,07	92,52	127,26
Equilibrada proteica	14.000,00	445,49	812,35	267,01	1.627,99	191,87	62,65	158,56
C.D.R	14.000,00	490,00	350,00	175,00	1.820,00	N/A	N/A	140,00

Dieta	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)
Vegana	30,18	7.309,71	7,58	102,29	2,33	20,45	2.537,28	10.045,05
Ovolactovegetariana	1.787,30	7.703,78	12,01	89,84	22,19	21,00	2.087,17	9.139,07
Equilibrada	2.373,85	7.560,21	26,10	94,91	40,71	28,46	2.447,20	7.301,05
Equilibrada proteica	2.225,70	10.112,20	38,88	120,42	108,40	27,85	2.030,87	8.650,38
C.D.R	N/A	5.600,00	35,00	84,00	17,50	9,80	560,00	5.600,00

Dieta	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)
Vegana	170,41	31.871,37	3.670,38	9.104,00	7.472,57	256,16	509,26	58,10
Ovolactovegetariana	159,22	36.374,41	3.827,56	12.057,93	12.738,28	724,30	814,82	78,47
Equilibrada	141,47	43.690,55	3.777,38	11.725,33	14.251,22	1.366,44	753,92	99,55
Equilibrada proteica	172,83	35.847,09	3.481,87	15.273,36	14.299,29	1.348,14	905,38	86,46
C.D.R	98,00	14.000,00	2.625,00	N/A	4.900,00	1.050,00	385,00	70,00

Figura 12: Valores nutricionales de las dietas ajustados por calorías

1. Las dietas **vegana y vegetariana** presentan un 30% menos de proteínas que las equilibradas.
2. La dieta **vegana** prácticamente **no tiene colesterol**, mientras que la ovolactovegetariana tiene ligeramente menos colesterol que las dietas equilibradas.
3. Las dietas **vegana y vegetariana** destacan sobre las dietas equilibradas por su contenido en **calcio** (la vegana un 40% más que la equilibrada).

-
- ICAI ICADE CIHS
4. La intuición inicial de que la dieta equilibrada tenía pocas proteínas es infundada, ya que la denominada “equilibrada proteica” tiene un nivel muy similar de proteínas. Dicha intuición inicial, venía en realidad motivada por el menor contenido calórico de la “equilibrada” frente a la “equilibrada proteica” antes del ajuste.
 5. La dieta **vegana presenta un claro déficit de:**
 - Vitamina D. Con cerca de 5 veces menos que la cantidad diaria recomendada.
 - Vitamina B12. Con cerca de 5 veces menos que la cantidad diaria recomendada.
 - Yoduro. Con cerca de 4 veces menos que la cantidad diaria recomendada.
 - Zinc. En este caso el déficit es más estrecho, pero sigue siendo de cerca del 17% de la cantidad diaria recomendada.

Pudiera parecer que la dieta vegana tiene también un déficit de grasas saturadas, pero en realidad el umbral establecido por la cantidad diaria recomendada en este caso es un límite máximo. Por tanto, todo lo que esté por debajo de ese umbral es adecuado. Haber llegado a estos resultados es importante ya que confirman la teoría presentada en el epígrafe 2.4 respecto a la dieta vegana.

6. La **dieta vegetariana presenta déficit de:**
 - Vitamina D. Con cerca de 3 veces menos que la cantidad diaria recomendada.
 - Ioduro. Con alrededor de un 30% menos que la cantidad diaria recomendada.

Nuevamente, encontramos resultados que van en línea con lo esperado por la teoría del epígrafe 2.4 respecto a la dieta ovolactovegetariana, es decir, que puede potencialmente presentar los mismos déficits que la dieta vegana, pero que la ingesta de huevos y lácteos puede mitigar sensiblemente alguno de ellos.

7. La **dieta equilibrada presenta un inesperado déficit de vitamina D.** Este déficit es de alrededor del 30% de la CDR y es claramente un pequeño fallo de diseño de la dieta. No obstante, ya que la dieta deja cierto margen (unas 2000 kcal por semana) para ingestas fuera de dieta, este déficit podría paliarse y no ser significativo.

8. La dieta **equilibrada proteica presenta un exceso de grasas saturadas**. Este exceso es de 18,56g semanales, es decir, un 13.2% por encima de la cantidad máxima recomendada.

La conclusión inmediata de estos resultados es que las dietas vegana y ovolactovegetariana tienen déficits importantes de algunos nutrientes, siendo éstos más evidentes en el caso de la dieta vegana. Por tanto, si queremos asegurar la absoluta comparabilidad nutricional entre las dietas, lo más apropiado sería añadir un suplemento nutricional que ayude a compensar estos déficits.

2.5.1.4 Ajuste nutricional adicional mediante suplementación

Como hemos visto en el epígrafe anterior, las dietas vegana y ovolactovegetariana necesitan suplementación nutricional para sostener la comparación nutricional con las dietas equilibradas. A través de una búsqueda bibliográfica se han seleccionado los suplementos nutricionales más comúnmente utilizados por seguidores de estas dietas, y se han seleccionado dos: el “Spectro MultiVitaMin Vegetarian” del laboratorio Solaray y el “Vegetarian Multiple” del laboratorio Solgar.

En los campos nutricionales que nos interesan, dichos suplementos tienen los siguientes valores:

Suplemento	Vitamina D (ug)	Vitamina B12 (ug)	Ioduro (ug)	Zinc (mg)
Spectro MultiVitaMin Vegetarian	1,66	16,6	37,5	2,5
Vegetarian Multiple de Solgar	10	150	150,0	15

Figura 13: Valores nutricionales de los suplementos elegidos en los campos nutricionales de interés

Se puede observar que el suplemento “Vegetarian Multiple” presenta valores entre 6 y 9 veces más elevados que el suplemento “Spectro MultiVitaMin Vegetarian”. Analizemos si ambos son suficientes para suplementar las dietas vegana y ovolactovegetariana. Para ello, habría que añadir a cada una de las dietas los importes nutricionales correspondientes a una semana de ingesta diaria de dichos suplementos nutricionales.

Con el suplemento “Spectro MultiVitaMin Vegetarian” el valor nutricional de las dietas es el de la Figura 14:

Dieta	Energía (kcal)	Grasa (g)	Proteínas (g)	Fibra (g)	Carbohidratos (g)	Grasas mono (g)	Grasas poli (g)	Grasas saturadas (g)
Vegana	14.000,00	432,76	511,73	330,23	118,53	151,05	116,68	61,09
Ovolactovegetariana	14.000,00	499,59	596,86	329,27	138,39	195,56	118,13	137,77
Equilibrada	14.000,00	476,22	800,43	304,57	40,71	221,07	92,52	127,26
Equilibrada proteica	14.000,00	445,49	812,35	267,01	108,40	191,87	62,65	158,56
CDR	14.000,00	490,00	350,00	175,00	1.820,00	N/A	N/A	140,00

Dieta	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)
Vegana	30,18	7.309,71	19,20	7.804,28	118,53	20,45	2.537,28	10.045,05
Ovolactovegetariana	1.787,30	7.703,78	23,63	4.094,36	138,39	21,00	2.087,17	9.139,07
Equilibrada	2.373,85	7.560,21	26,10	2.607,58	40,71	28,46	2.447,20	7.301,05
Equilibrada proteica	2.225,70	10.112,20	38,88	4.942,88	108,40	27,85	2.030,87	8.650,38
CDR	N/A	5.600,00	35,00	84,00	17,50	9,80	560,00	5.600,00

Dieta	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)
Vegana	170,41	31.871,37	3.670,38	9.104,00	7.472,57	518,66	509,26	75,60
Ovolactovegetariana	159,22	36.374,41	3.827,56	12.057,93	12.738,28	986,80	814,82	95,97
Equilibrada	141,47	43.690,55	3.777,38	11.725,33	14.251,22	1.366,44	753,92	99,55
Equilibrada proteica	172,83	35.847,09	3.481,87	15.273,36	14.299,29	1.348,14	905,38	86,46
CDR	98,00	14.000,00	2.625,00	N/A	4.900,00	1.050,00	385,00	70,00

Figura 14: Valores nutricionales de las dietas suplementando la vegana y la vegetariana con “Spectro MultiVitaMin Vegetarian”

Como se puede observar, los déficits de vitamina B12 y de zinc han sido cubiertos, no pudiendo decir lo mismo de los déficits de vitamina D y Ioduro.

Con el suplemento “Vegetarian Multiple” el valor nutricional de las dietas es el de la Figura 15:

Dieta	Energía (kcal)	Grasa (g)	Proteínas (g)	Fibra (g)	Carbohidratos (g)	Grasas mono (g)	Grasas poli (g)	Grasas saturadas (g)
Vegana	14.000,00	432,76	511,73	330,23	1.987,45	151,05	116,68	61,09
Ovolactovegetariana	14.000,00	499,59	596,86	329,27	1.753,07	195,56	118,13	137,77
Equilibrada	14.000,00	476,22	800,43	304,57	1.604,08	221,07	92,52	127,26
Equilibrada proteica	14.000,00	445,49	812,35	267,01	1.627,99	191,87	62,65	158,56
CDR	14.000,00	490,00	350,00	175,00	1.820,00	N/A	N/A	140,00

Dieta	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)
Vegana	30,18	7.309,71	77,58	102,29	1.052,33	20,45	2.537,28	10.045,05
Ovolactovegetariana	1.787,30	7.703,78	161,48	89,84	1.072,19	21,00	2.087,17	9.139,07
Equilibrada	2.373,85	7.560,21	26,10	94,91	40,71	28,46	2.447,20	7.301,05
Equilibrada proteica	2.225,70	10.112,20	38,88	120,42	108,40	27,85	2.030,87	8.650,38
CDR	N/A	5.600,00	35,00	84,00	17,50	9,80	560,00	5.600,00

Dieta	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)
Vegana	170,41	31.871,37	3.670,38	9.104,00	7.472,57	1.306,16	509,26	163,10
Ovolactovegetariana	159,22	36.374,41	3.827,56	12.057,93	12.738,28	1.774,30	814,82	183,47
Equilibrada	141,47	43.690,55	3.777,38	11.725,33	14.251,22	1.366,44	753,92	99,55
Equilibrada proteica	172,83	35.847,09	3.481,87	15.273,36	14.299,29	1.348,14	905,38	86,46

Figura 15: Valores nutricionales de las dietas suplementando la vegana y la vegetariana con “Vegetarian Multiple”

Vemos como en este caso todos los déficits han sido cubiertos. En efecto, si utilizamos este suplemento nutricional nuestras 4 dietas serán comparables, al estar recomendadas por organismos nutricionales de prestigio, y cumplir con las cantidades diarias recomendadas por la Unión Europea para todos los valores nutricionales definidos. **Por tanto, utilizaremos el suplemento “Vegetarian Multiple” para suplementar las dietas vegana y vegetariana.**

Capítulo 3. ANÁLISIS ECONÓMICO

En este apartado se busca asignar un coste económico a cada dieta para determinar si existen diferencias significativas en el coste económico de llevar a cabo unas dietas frente a otras.

Para la realización de este análisis se ha añadido una dimensión a la tabla de valores nutricionales en la que figuran los 24 valores nutricionales para cada alimento. Esta nueva dimensión es el coste en € para 100g de dicho alimento. La recogida de datos se ha hecho desde la página web de un reconocido supermercado español: Hipercor [18].

El método elegido para asegurar la comparabilidad entre alimentos ha sido el de escoger para cada búsqueda aquel producto que tenga un menor precio por unidad de masa, aprovechando que la página web del supermercado ofrece esta métrica. Para cada producto se ha tomado nota de su precio y de la masa de producto que contiene, de tal forma que con estos dos datos se puede calcular fácilmente la dimensión adicional que hemos añadido a la tabla de valores nutricionales (€/100g). A modo de ejemplo, y ocultando las 24 columnas de las otras dimensiones que tiene cada alimento, se muestra la Figura 16 con la información económica para los primeros alimentos del listado:

Alimento	Precio lista (€)	Masa (g)	Precio ref(€/100g)
Aceite de oliva	2,68	1000	0,27
Aceitunas	0,6	75	0,80
Acelgas	2,1	425	0,49
Aguacate	4,95	420	1,18
Ajitos	0,99	150	0,66
Alubias	1,69	1000,00	0,17
Arroz	0,79	1000,00	0,08
Avena	0,85	500,00	0,17
Bebida vegetal	1,33	1000,00	0,13
Bechamel	1,15	39,00	2,95
Berenjena	2,35	1000,00	0,24
Brócoli	1,19	750,00	0,16
Café	1,19	250,00	0,48

Figura 16: Cálculo del coste económico (€/100g) de cada alimento

Una vez preparada la lista para los 128 alimentos de nuestro estudio, podemos cruzar los datos de manera análoga a lo realizado en el Capítulo 2, y obtener un coste semanal de llevar a cabo cada dieta. Los resultados se muestran en la Figura 17:

Dieta	Precio
Vegana	47,80 €
Ovolacteovegetariana	46,08 €
Equilibrada	57,34 €
Equilibrada proteica	75,48 €

Figura 17: Coste semanal de llevar a cabo cada dieta

Dichos costes se corresponden con los derivados de ejecutar la dieta tal y como se recoge en los documentos publicados, pero recordemos que en el apartado anterior se hizo un ajuste por calorías, para igualar todas las dietas a las 14.000kcal semanales recomendadas. Haciendo los ajustes pertinentes, se obtienen los siguientes costes para cada dieta, reflejados en la Figura 18:

Dieta	Precio
Vegana	55,47 €
Ovolacteovegetariana	53,85 €
Equilibrada	70,07 €
Equilibrada proteica	70,82 €

Figura 18: Coste semanal de cada dieta ajustado para 2000 kcal diarias

Como se puede observar, las dietas vegana, ovolacteovegetariana y equilibrada aumentan su coste, mientras que la equilibrada proteica lo reduce. Esto es simplemente porque las 3 primeras tenían menos de 14.000 kcal semanales y la equilibrada proteica tenía más que esa cantidad. Sin embargo, falta realizar un último ajuste económico. Recordemos que las dietas vegana y ovolacteovegetariana usan un suplemento alimentario diariamente (“Vegetarian

Multiple”), y éste también tiene un cierto coste. Realizando este ajuste definitivo, los costes de cada dieta son los de la Figura 19:

Dieta	Precio
Vegana	57,18 €
Ovolacteovegetariana	55,56 €
Equilibrada	70,07 €
Equilibrada proteica	70,82 €

Figura 19: Coste semanal de cada dieta ajustado para 2000kcal diarias y los suplementos nutricionales

Como se puede observar, la suplementación alimentaria tiene un coste de unos 2€ semanales.

Como conclusión parcial de este apartado se puede concluir que las dietas equilibradas basadas en el consumo de productos de origen animal tienen un mayor coste que las dietas basadas en productos vegetales. Este resultado era esperable y se justifica por los mayores costes de producción asociados a la cría y procesado de animales frente a los vegetales. Si pensamos por ejemplo en el pescado, el proceso de pesca requiere de un barco, una tripulación, consumo de combustible, herramientas específicas de pesca, de una subasta, y de un transporte y distribución de la pesca. Además, el precio del pescado queda determinado por la demanda, ya que la oferta queda limitada por la propia producción de los océanos y las cuotas de pesca. De esta manera, un pescado puede alcanzar precios muy por encima de sus costes de producción en función del comportamiento del consumidor. Por el contrario, la producción de productos de origen vegetal tiene un comportamiento más semejante al de las materias primas: sigue el esquema “producción - transporte - distribución”, y el precio de un producto queda regido por la oferta y la demanda, siendo la oferta escalable, por ejemplo, incrementando la superficie cultivada.

El análisis económico pone de manifiesto que las dietas vegana y vegetariana son un 18.4% y un 23.2% más baratas, respectivamente, que la dieta equilibrada, aún incluyendo éstas suplementos nutricionales. Por lo tanto, la transición entre una dieta equilibrada a una de las otras dos no encuentra una barrera desde el punto de vista económico.

Capítulo 4. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

En esta sección se describe el trabajo realizado sobre el software especializado Simapro para realizar el análisis comparativo del impacto medioambiental de cada una de las dietas. Se siguen los pasos pautados en las normas UNE-EN ISO 14040 y UNE-EN ISO 14044.

4.1 DEFINICIÓN DE OBJETIVO Y ALCANCE DEL ACV

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio es el análisis de tres tipos de dietas de alimentación humana: equilibrada, vegetariana y vegana, para evaluar los impactos medioambientales que tienen a lo largo de su ciclo de vida. Se trata de determinar el impacto que tiene la presencia de alimentos de origen animal frente a alimentos de origen vegetal en dichas dietas.

ALCANCE DEL ESTUDIO

A continuación, se definen los parámetros en los que se ejecuta el Análisis de Ciclo de Vida de este proyecto, a nivel de profundidad, amplitud y nivel de detalle.

4.1.1.1 Unidad funcional

La unidad funcional del estudio es una dieta nutricionalmente satisfactoria de 2000 kcal durante una semana (7 días).

4.1.1.2 Definición y límites del sistema

Los límites del sistema son de la cuna al supermercado. Es decir, desde el origen de cada producto, hasta el momento en el que el consumidor lo compra.

4.1.1.3 Dietas analizadas

Las dietas objeto de análisis son la equilibrada, vegetariana y vegana definidas en la referencia [14] de 2000 kcal.

4.1.1.4 Ámbito geográfico del estudio

Inicialmente la idea era realizar este estudio en el ámbito español, pero la escasez de disponibilidad de datos ha hecho que el ámbito geográfico sea más bien el europeo. Gran parte de los datos provienen de la base de datos LCA DK Food, que refiere los impactos de los productos al ámbito de Dinamarca. Otra gran parte de los datos proviene de Ecoinvent 3, que ofrece datos a nivel global, y en ocasiones a nivel de Suiza. Unos pocos alimentos provienen de la base de datos “The International EPD System” [17], y en este caso los datos están definidos para el país de origen del producto principalmente, aunque en ocasiones también para países europeos y a nivel global.

SOFTWARE UTILIZADO

El software utilizado es Simapro, comúnmente utilizado en ACVs alimentarios.

4.2 INVENTARIO DE DATOS

Como se explicaba en la introducción, para realizar un Análisis de Ciclo de Vida la parte más trabajosa del proyecto es el inventario de datos. Se trata de encontrar bases de datos que tengan información medioambiental del impacto de los productos que son objeto de análisis, y realizar modificaciones sobre los datos para asegurar que si usamos distintas bases de datos, los métodos y los límites del sistema sean lo más parecidos posible.

Por suerte, la versión de Simapro a la que se ha tenido acceso cuenta con varias bases de datos de alimentos relativamente buenas. En particular, Ecoinvent 3 y DK Food son bases de datos extensamente utilizadas en la bibliografía consultada, y que constituyen la espina dorsal del inventario de datos de este proyecto. Otras bases de datos integradas en Simapro

que han sido utilizadas han sido Ecoinvent y Agri-Footprint. Sin embargo, como se verá más adelante, estas bases de datos no son las más completas del mercado, y se ha tenido que recurrir a numerosas hipótesis para asimilar los productos de las dietas a los productos existentes en estas bases de datos. Eventualmente, cuando no había una hipótesis razonable que justificase la asimilación de unos productos por otros, se ha recurrido a bases de datos externas y se ha modelado el proceso en Simapro. Este procedimiento se ha hecho desde “The International EPD System” [17] (EPD de aquí en adelante), una base de datos de declaración medioambiental de productos de todo tipo, y que contiene 138 procesos de alimentos.

Se recuerda que hemos decidido tomar como unidad funcional 2000kcal semanales de dieta, y que los límites del sistema son desde la granja hasta el supermercado.

PROCEDIMIENTO DE INVENTARIO DE DATOS

El procedimiento que se ha seguido para conseguir un inventario de datos completo para la simulación en Simapro ha seguido los siguientes pasos:

1. Listado de los 97 procesos que eran necesarios para el modelado de las dietas.
2. Mapeo de la disponibilidad de datos en Simapro, indicando qué base de datos contiene qué proceso.
3. Listado de todos los procesos, 67, que no aparecían en Simapro.
4. Sobre estos, hipótesis razonables para 61 procesos, qué o bien pueden asimilarse a otros que sí existen en las bases de datos de Simapro, o qué pueden obtenerse a partir de procesos que sí existen. Por ejemplo, la mayonesa puede obtenerse a partir de aceite de oliva y huevos.
5. Modelado externo de 6 procesos que no pueden razonablemente asemejarse a procesos existentes en las bases de datos de Simapro.
6. Listado definitivo de cómo se modelará cada proceso.

En Anexos 7.3 se encuentra el listado completo de los alimentos necesarios, así como el mapeo de disponibilidad de inventario de datos en cada base de datos. A modo de resumen, y tras las hipótesis que se detallan más adelante:

- 32 alimentos han sido identificados con procesos de Ecoinvent 3
- 31 alimentos han sido identificados con procesos de LCA DK Food
- 8 alimentos han sido identificados con procesos de Ecoinvent
- 6 alimentos han sido modelados según la base de datos externa “The International EPD System”
- 20 alimentos han sido modelados utilizando hipótesis o combinaciones de elementos las bases de datos.

LISTADO COMPLETO DE ALIMENTOS E HIPÓTESIS REALIZADAS

Recordamos que los límites del sistema son desde la granja hasta el supermercado. Puesto que 8 de los 97 procesos se han encontrado definidos a nivel de granja, es necesario imputarles un transporte y distribución hasta el supermercado. Se ha hecho la hipótesis clave de que:

- el transporte total será de 1000km. Es razonable, puesto que el informe “The International EPD System” de la salsa de tomate “Berillio” establece que la salsa de tomate de consumo local en Italia recorre 1137km.
- que se realizará en un camión de capacidad superior a 20 toneladas,
- con un factor de carga del 50% (capacidad efectivamente utilizada),
- y que el camión cumple normativa de emisiones EURO2.

Se ha tomado el proceso “GLO”, es decir, la media global, con estas características y de la base de datos Agri-footprint.

A continuación se detalla la resolución que se ha tomado para el modelado de cada alimento:

- Aceite de oliva.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido al modelado aceite de oliva virgen extra marca Borges a nivel de supermercado, botella de cristal de 1L, usando datos de EPD [17]. A modo de ejemplo, y para no repetir este proceso con los otros alimentos modelados desde la base de datos de EPD, se muestra la Figura 20: Ficha de impactos medioambientales de aceite de oliva virgen extra de EPD [25], con las entradas para modelar el proceso en Simapro [25]:

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 ₂ H ₄ eq	1.28E-03	4.55E-05	2.89E-04	1.59E-04	1.35E-04	2.50E-05	1.94E-03
Terrestrial 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
Use of resources	Unit	Olive Production	Olive Oil Extration	Packaging	Distribution	Use	End of Life	TOTAL
Non renewables resources								
Non renewables energetic resources								
Crude Oil	MJ	3.30E-01	7.12E-03	7.85E-02	6.41E-02	6.01E-03	-2.88E-02	4.57E-01
Other fossil resources	MJ	2.42E-01	3.02E-02	3.77E-02	1.02E-02	2.28E-02	-1.33E-02	3.30E-01
Natural Gas	MJ	0.00E+00	-4.38E-03	0.00E+00	0.00E+00	1.42E+00	-6.90E-03	1.41E+00
Other resources	MJ	3.06E-02	3.26E-03	9.72E-03	1.42E-03	5.80E-03	-6.40E-03	4.44E-02
Non renewables inputs								
Al	kg	3.72E-03	2.10E-04	6.12E-04	1.10E-04	1.65E-05	-2.01E-04	4.46E-03
Chromium	kg	1.06E-03	7.93E-05	1.55E-04	2.46E-05	5.71E-06	-5.12E-05	1.27E-03
Cu	kg	1.44E-03	4.79E-05	1.41E-04	3.96E-05	3.37E-05	-4.48E-05	1.66E-03



Figura 20: Ficha de impactos medioambientales de aceite de oliva virgen extra de EPD [25]

- Aceitunas.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por asimilarlo a el aceite de oliva definido en el punto anterior. Seguramente esta hipótesis sobreestime los impactos medioambientales, al tener asociado un mayor procesado, pero entre las 3 dietas sólo se usan 50g de aceitunas a la semana, por lo que no es una hipótesis que ponga en riesgo la validez de los resultados.
- Acelgas.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por asimilarlo a las espinacas, que sí que aparecen en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado. La hipótesis es razonable puesto que se trata de hojas comestibles de la familia de las Amarantáceas.
- Aguacate.** Se encuentra en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado.

5. **Ajo.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por asimilarlo a la cebolla, que sí que aparece en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado. La hipótesis es razonable puesto que se trata de vegetales de la familia de las Amarilidáceas.
6. **Alcachofas.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por asimilarlo a la lechuga, que sí que aparece en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado. La hipótesis es razonable puesto que se trata de vegetales de la familia de las Asteraceae.
7. **Alubias.** Existe “fava beans” a nivel de granja en la base de datos Ecoinvent. Se ha creado un proceso nuevo que incorpora el transporte según la hipótesis de transporte.
8. **Arroz.** Se encuentra en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado.
9. **Atún al natural.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por asimilarlo a “Mackerel fish, fresh, at supermarket” de LCA DK Food. Es decir, se trata de asimilar el atún a la caballa, lo cual es bastante razonable, dado que ambos son túnidos de la familia Scombridae.
10. **Avena.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado, como “Oats, export from DK”.
11. **Bacalao.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
12. **Bebida vegetal.** No se encontraba en las bases de datos de Simapro. Se ha modelado usando datos de EPD [25] la bebida vegetal de la marca Granarollo y envase de 1L.
13. **Bechamel.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por realizar la receta a partir de sus ingredientes, que sí están en Simapro. Para ello, se ha tomado la receta de [26], y se ha definido que para 1kg de salsa bechamel se necesitan:
 - 100g de **mantequilla**, alimento disponible en LCA Food DK a nivel de supermercado.
 - 100g de **harina**, alimento disponible en LCA Food DK a nivel de supermercado.

- 800 de **leche entera**, alimento disponible en LCA Food DK a nivel de supermercado.
14. **Berenjena**. Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
 15. **Brócoli**. Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
 16. **Café**. Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
 17. **Calabacín**. Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
 18. **Calabaza**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por asimilarlo a una combinación al 50% de patata y zanahoria, que sí que aparecen en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado. La hipótesis está basada más en las semejanzas nutricionales que en parentesco botánico, aunque también es razonable desde ese punto vista.
 19. **Cebolla**. Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
 20. **Cereales (de desayuno)**. Se ha asimilado a “Oat flakes” en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
 21. **Cereales de maíz (de desayuno)**. Se ha asimilado a “Oat flakes” en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
 22. **Cereales sin azúcar (de desayuno)**. Se ha asimilado a “Oat flakes” en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
 23. **Champiñones**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a la berenjena. Esta hipótesis se hace por necesidad, y por parentesco nutricional. La dieta que más champiñones tiene, tiene 80g, por lo tanto no es una hipótesis que ponga en riesgo la validez de los resultados.
 24. **Cous-cous**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a grano de trigo (el cous cous es sémola de trigo). Se ha asimilado a “Wheat grain” de Ecoinvent a nivel de granja. Por tanto, se ha creado un nuevo proceso que incluye también el transporte según la hipótesis de transporte definida al comienzo de este epígrafe.
 25. **Espárragos**. Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado (white asparagus).

26. **Espárragos trigueros.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado (green asparagus).
27. **Espinacas.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
28. **Fresa.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
29. **Frutos del bosque.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas ningún fruto del bosque (arándano, mora ni frambuesa), se ha recurrido a asimilarlo a la fresa. Es una hipótesis razonable ya que ambos pertenecen a la familia de los Rosaceae.
30. **Frutos secos.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas ningún fruto seco más que “husked nuts” (nueces), se ha asimilado a nueces. Además, como el proceso disponible está a nivel de granja, se ha creado un proceso nuevo que contiene además el transporte según la hipótesis de transporte.
31. **Garbanzos.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a guisantes, que sí que se encuentra en LCA Food DK a nivel de granja. Por tanto, se ha creado un proceso nuevo y se le ha añadido la hipótesis de transporte.
32. **Guisantes.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de granja. Por tanto, se ha creado un proceso nuevo y se le ha añadido la hipótesis de transporte.
33. **Huevo.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
34. **Huevo revuelto.** Lo mismo que el anterior.
35. **Jamón.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
36. **Judías verdes.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de granja (fava beans). Se ha creado un proceso nuevo para incorporar la hipótesis de transporte.
37. **Kiwi.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
38. **Leche entera.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
39. **Leche semidesnatada.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
40. **Lechuga.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
41. **Lentejas.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a granos de soja, que como hemos visto, sí que está

disponible en Ecoinvent (a nivel de granja). La hipótesis es razonable puesto que ambas son legumbres.

42. **Lomo de cerdo.** Se encuentra en LCA DK Food, a nivel de supermercado (“pork tenderloin”).

43. **Maíz.** Se encuentra en Ecoinvent a nivel de granja. Por tanto, se ha creado un proceso nuevo y se le ha añadido la hipótesis de transporte.

44. **Mandarina.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a una combinación al 50% de uva y de piña. Es una hipótesis razonable puesto que todos son cítricos. La uva es más pequeña y la piña es más grande.

45. **Manzana.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.

46. **Mayonesa.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por realizar la receta a partir de sus ingredientes, que sí están en Simapro. Para ello, se ha tomado la receta de [27], y se ha definido que para 1kg de salsa mayonesa se necesitan:

- 400g de **huevo**, alimento disponible en LCA Food DK a nivel de supermercado.
- 600g de **aceite**, alimento que hemos modelado a partir de datos disponibles en EPD.

47. **Melocotón.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a una combinación al 50% de pera y manzana, alimentos que se encuentran en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado

48. **Melón.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.

49. **Menestra de verduras.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por realizar la receta a partir de sus ingredientes, que sí están en Simapro. Para ello, se ha tomado la receta de [28], y se ha definido que para 1kg de menestra de verduras se necesitan:

- 250g de **patatas**, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
- 100g de **cebolla**, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado

- 80g de **zanahorias**, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
- 275g de **judías verdes**, disponible en Ecoinvent a nivel de granja
- 275g de **coliflor**, disponible en Ecoinvent a nivel de supermercado
- 20g de **aceite de oliva**, alimento que hemos modelado a partir de datos disponibles en EPD

50. **Merluza**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al bacalao, que como hemos visto, sí que está disponible. Es una hipótesis razonable puesto que son peces de un tamaño similar que se pescan en aguas relativamente similares.

51. **Mermelada**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por realizar la receta a partir de sus ingredientes, que sí están en Simapro. Para ello, se ha tomado la receta de [29], y se ha definido que para 1kg de mermelada de fresa se necesitan:

- 607g de **fresa**, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
- 327g de **azúcar**, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
- 66g de **limón**, que al no estar disponible en Simapro se ha tomado como la mandarina anteriormente descrita.

52. **Miel**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al sirope, que sí que está disponible en Ecoinvent a nivel de granja. Por tanto, se ha creado un nuevo proceso para incorporar la hipótesis del transporte. Es una hipótesis razonable puesto que la miel y el sirope tienen procesos de fabricación similares.

53. **Mora**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a fresa, que sí que está disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado.

54. **Mozzarella**. Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a queso, que sí que está disponible en LCA Food DK, a nivel de supermercado.

55. **Naranja.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha seguido el mismo proceso que con la mandarina y el limón anteriormente descritos.
56. **Nueces.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha seguido el mismo proceso que con los frutos secos.
57. **Pan de barra.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
58. **Pan integral de barra.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido a la combinación de pan de barra al 90% con frutos secos al 10%, que sí están en Simapro.
59. **Uvas pasas.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido a las uvas, que sí que están en Ecoinvent 3, pero considerando 4,7 veces su masa. Esta hipótesis se hace porque es la relación entre el calcio que tienen las uvas y el que tienen las uvas pasas, y puesto que el calcio no se puede sintetizar en las uvas durante el proceso de secado, se concluye que una uva pasa tiene 4,7 veces menos masa que una uva normal. Por tanto, el impacto medioambiental de 1kg de uvas pasas es el de 4,7kg de uvas.
60. **Pasta.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido al modelado de la pasta usando datos de EPD para espagueti marca Berillio [25].
61. **Patatas.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
62. **Pechuga de pavo.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido a la carne de pollo, que sí que se encuentra en LCA Food DK a nivel de supermercado.
63. **Pechuga de pollo.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
64. **Pepino.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
65. **Pera.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
66. **Pieza de fruta.** Se ha recurrido al mix de frutas de expuesto en las hipótesis de las dietas, es decir, al mix de consumo español medio.

67. **Pimiento rojo.** Al no haber pimiento rojo se ha recurrido al pimiento verde, que sí que está definido en Ecoinvent 3.
68. **Pimiento verde.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
69. **Piñones.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido a la hipótesis de frutos secos presentada anteriormente.
70. **Pisto.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha optado por realizar la receta a partir de sus ingredientes, que sí están en Simapro. Para ello, se ha tomado la receta de [30], y se ha definido que para 1kg de pisto se necesitan:
- 388g de tomate, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
 - 97g de cebolla, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
 - 145 de pimiento, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
 - 295g de calabacín, disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado
 - 10g de ajo, definido en hipótesis anterior
 - 20g de aceite de oliva, modelado a partir de EPD.
71. **Plátano.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
72. **Puerro.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a la cebolla, que sí que está disponible en Ecoinvent 3 a nivel de supermercado. Es una hipótesis razonable, puesto que amabas pertenecen a la familia de las liliáceas.
73. **Quesitos.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
74. **Queso de Burgos.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
75. **Queso parmesano.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al queso normal, pero teniendo en cuenta que es un queso con una curación mucho mayor, y que tiene el doble de proteínas que un queso normal, consideramos que tiene el doble de impacto que el queso disponible (en el proceso de curación del queso se pierde mucha cantidad de queso que podría haberse vendido como fresco, y las proteínas se conservan).

76. **Queso vegano.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido a la combinación de sus constituyentes, es decir, por cada kilo:
- 500g de grano de soja, ya definidos previamente.
 - 500g de aceite de coco, disponible a nivel de supermercado en Ecoinvent 3.
77. **Quinoa.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a la harina de trigo, puesto que la quinoa y el trigo son cereales razonablemente semejantes. La harina de trigo se ha tomado de LCA Food DK a nivel de supermercado.
78. **Salmón.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al bacalao, que está disponible en LCA Food DK a nivel de supermercado. La hipótesis es razonable puesto que son peces relativamente similares.
79. **Salsa de tomate.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido a su modelado a través de datos disponibles en EPD para salsa de tomate de la marca Berillia.
80. **Sandía.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al melón, que está disponible en Ecoinvent 3a nivel de supermercado. Es una hipótesis razonable ya que melón y sandía pertenecen a la familia de las Cucurbitáceas.
81. **Sepia.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al bacalao, que está disponible en LCA Food DK a nivel de supermercado.
82. **Soja texturizada.** Se ha modelado como granos de soja, puesto que no está disponible entre las bases de datos visitadas. Hipótesis ya analizada.
83. **Solomillo de cerdo.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
84. **Tempeh.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado a los granos de soja, hipótesis ya analizada anteriormente. Es razonable puesto que el tempeh se produce a partir de la fermentación de la soja.

85. **Filetes de ternera.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
86. **Tofu.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
87. **Tomate.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
88. **Tomates cherry.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
89. **Verduras con patatas.** Se ha repetido la hipótesis hecha anteriormente: 70% de menestra de verduras y 30% de patatas, ambos procesos ya analizados en esta lista.
90. **Vinagre.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al aceite de oliva. No porque sean similares, sino porque el vinagre es prescindible, aporta muy poco a nivel nutricional, y una hipótesis mediocre aquí no va a afectar sustancialmente a la calidad de los resultados (se consumen 15mL en la dieta que más uso hace del vinagre).
91. **Vinagre de Módena.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha asimilado al aceite de oliva. No porque sean similares, sino porque el vinagre es prescindible, aporta muy poco a nivel nutricional, y una hipótesis mediocre aquí no va a afectar sustancialmente a la calidad de los resultados (se consumen 15mL en la dieta que más uso hace del vinagre).
92. **Yogur de soja.** Al no encontrarse en las bases de datos de Simapro ni en bases de datos externas, se ha recurrido a su modelado a través de datos disponibles en EPD para yogur de soja de la marca “Cremasittá di Soia dolce”. Esta hipótesis es de gran relevancia, ya que este producto se consume en grandes cantidades en las dietas vegana y vegetariana, y el hecho de que se tenga que recurrir a una fuente externa para obtenerlo le resta fiabilidad a los resultados.
93. **Yogur natural.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
94. **Zanahoria.** Se encuentra en Ecoinvent 3, a nivel de supermercado.
95. **Zumo de naranja natural.** Se ha recurrido a la misma hipótesis que para la mandarina, el limón y la naranja: 50% de uva + 50% de piña.
96. **Vino.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.
97. **Mantequilla.** Se encuentra en LCA Food DK, a nivel de supermercado.

MODELADO EN SIMAPRO

Una vez decidido qué procesos van a utilizarse en el modelado en Simapro, se puede pasar a crear las dietas. Para ello, es necesario crear procesos tipo “Assembly” en la pestaña “producto stages” de simapro. Ya había sido necesario crear procesos de este tipo para añadir a los procesos cuna a “puerta de la granja” el transporte y distribución. De esta manera, se crearon 3 procesos de tipo “assembly”:

- Dieta vegana, 2000kcal
- Dieta vegetariana, 2000kcal
- Dieta equilibrada, 2000kcal

A modo de ejemplo, la Figura 21 muestra el contenido de uno de estos 3 procesos, la dieta equilibrada:

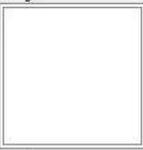
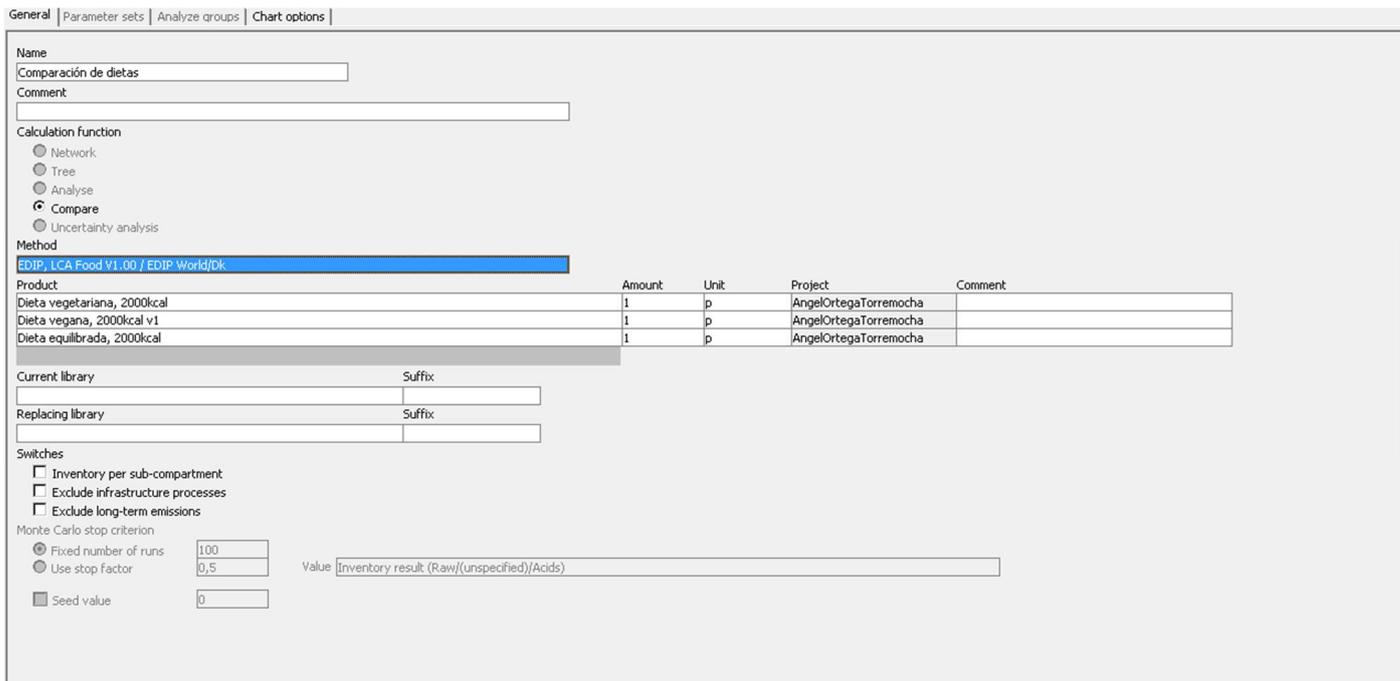
Input/output		Parameters					
Name	Image	Comment					
Dieta equilibrada, 2000kcal							
Status	None						
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Olive oil borges extra virgin 1L, supermarket	0,155	kg	Undefined				
Olive oil borges extra virgin 1L, supermarket	0,03	kg	Undefined				
Onion {GLO} market for Alloc Rec, U	0,01	kg	Undefined				
Lettuce {GLO} market for Alloc Rec, U	0,15	kg	Undefined				
Rice {GLO} market for Alloc Rec, U	0,07	kg	Undefined				
Mackerel, fresh, in supermarket (no quotas)	0,056	kg	Undefined				
Oat flakes, in supermarket	0,19	kg	Undefined				
Cod, fresh, in supermarket (no quotas)	0,19	kg	Undefined				
Aubergine {GLO} market for Alloc Rec, U	0,22	kg	Undefined				
Zucchini {GLO} market for Alloc Def, U	0,55	kg	Undefined				
Calabaza, kg	0,09	p	Undefined				
Onion {GLO} market for Alloc Rec, U	0,28	kg	Undefined				
Oat flakes, in supermarket	0,12	kg	Undefined				
Aubergine {GLO} market for Alloc Def, U	0,1	kg	Undefined				
White asparagus {GLO} market for Alloc Rec, U	0,29	kg	Undefined				
Spinach {GLO} market for Alloc Rec, U	0,12	kg	Undefined				
Nuts	0,09	p	Undefined				
Garbanzos	0,08	p	Undefined				
Egg	0,12	kg	Undefined				
Egg	0,06	kg	Undefined				
Ham (skinke), fresh, in supermarket	0,25	kg	Undefined				
Fava beans, supermarket	0,12	p	Undefined				
Lowfat milk, in supermarket, no quotas	1,25	kg	Undefined				
Lettuce {GLO} market for Alloc Rec, U	0,47	kg	Undefined				
Soy beans, kg	0,09	p	Undefined				
Pork tenderloin (svinemørbrad), fresh, in superm.	0,1	kg	Undefined				
Maíz, kg	0,09	p	Undefined				
Cod, fresh, in supermarket (no quotas)	0,13	kg	Undefined				
Bread, wheat, fresh, in supermarket	0,2	kg	Undefined				
Pan integral de barra	0,1	p	Undefined				
Spaguetti Barilla	0,06	kg	Undefined				
Potato {GLO} market for Alloc Rec, U	1,15	kg	Undefined				
Chicken, fresh, in supermarket	0,1	kg	Undefined				
Chicken, fresh, in supermarket	0,2	kg	Undefined				
Pieza de fruta, kg	3,38	p	Undefined				
Green bell pepper {GLO} market for Alloc Rec, U	0,07	kg	Undefined				
Green bell pepper {GLO} market for Alloc Rec, U	0,14	kg	Undefined				
Onion {GLO} market for Alloc Rec, U	0,03	kg	Undefined				
Cheese, in supermarket	0,02	kg	Undefined				
Cod, fresh, in supermarket (no quotas)	0,1	kg	Undefined				
Tomato sauce Berillia, 1kg, supermarket	0,03	kg	Undefined				

Figura 21: Contenido del proceso "assembly" dieta equilibrada, 2000kcal

El proceso de producción de estos procesos "assembly" se ha replicado para las otras dos dietas.

EJECUCIÓN DEL MODELO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Cuando los procesos de cada una de las dietas ya están definitivamente creados, es posible ejecutar los cálculos para comparar los impactos medioambientales de las dietas definidas. Para ello, hay que crear un nuevo “calculation setup” en la pestaña habilitada a tal efecto. La Figura 22 muestra el proceso:



General | Parameter sets | Analyze groups | Chart options

Name
Comparación de dietas

Comment

Calculation function
 Network
 Tree
 Analyse
 Compare
 Uncertainty analysis

Method
EDIP, LCA Food V1.00 / EDIP-World/ok

Product	Amount	Unit	Project	Comment
Dieta vegetariana, 2000kcal	1	p	AngelOrtegaTorremocha	
Dieta vegana, 2000kcal v1	1	p	AngelOrtegaTorremocha	
Dieta equilibrada, 2000kcal	1	p	AngelOrtegaTorremocha	

Current library Suffix

Replacing library Suffix

Switches
 Inventory per sub-compartment
 Exclude infrastructure processes
 Exclude long-term emissions

Monte Carlo stop criterion
 Fixed number of runs 100
 Use stop factor 0,5 Value [Inventory result (Raw)(unspecified)](Acids)
 Seed value 0

Figura 22: Parámetros de los cálculos

Como se puede observar, se insertan los 3 procesos que se van a comparar, es decir, nuestras 3 dietas de estudio, y se ha de elegir un método de impacto. La bibliografía consultada considera como categorías de impacto más significativas las dos siguientes: potencial de calentamiento global y uso de tierras. Esto es así porque son los dos parámetros considerados de mayor importancia en el desafío de la sostenibilidad en la alimentación humana. Por tanto, el método de impacto elegido ha de incluir esas categorías. Entre los métodos más comunes encontramos:

- CML baseline

- Recipe Endpoint H
- EDIP, LCA Food v1.00, que es el método de impacto creado específicamente para la base de datos LCA DK Food, y que representa el 32% de los procesos de este proyecto

De entre los 3 métodos seleccionados, sólo el tercero (EDIP, LCA Food v1.00) tiene las dos categorías de impacto mencionadas, conque es el método de impacto elegido.

Finalmente, se presiona el botón “Calculate”, y tras unos minutos se obtienen los resultados del estudio.

4.3 RESULTADOS

El método de impacto EDIP, LCA Food v1.00 tiene las siguientes categorías de impacto:

1. Potencial de calentamiento global
2. Uso de tierras
3. Potencial de toxicidad humana del aire
4. Potencial de toxicidad humana del agua
5. Potencial de toxicidad humana del suelo
6. Ecotoxicidad crónica del suelo
7. Ecotoxicidad crónica del agua
8. Ecotoxicidad aguda del agua
9. Eutrofización
10. Acidificación
11. Smog fotoquímico

Además de todas estas categorías de impacto, existe una métrica única de medición de impactos, “single score” que unifica las anteriores categorías en una única sola, medida en puntos “mPt”. En esta métrica obtenemos los resultados observables en la Ilustración 5:

Como se puede apreciar, la dieta equilibrada tiene un impacto total de 435.8 puntos, mientras que la dieta vegetariana lo tiene de 306.6 puntos y la vegana lo tiene de 179.6 puntos.

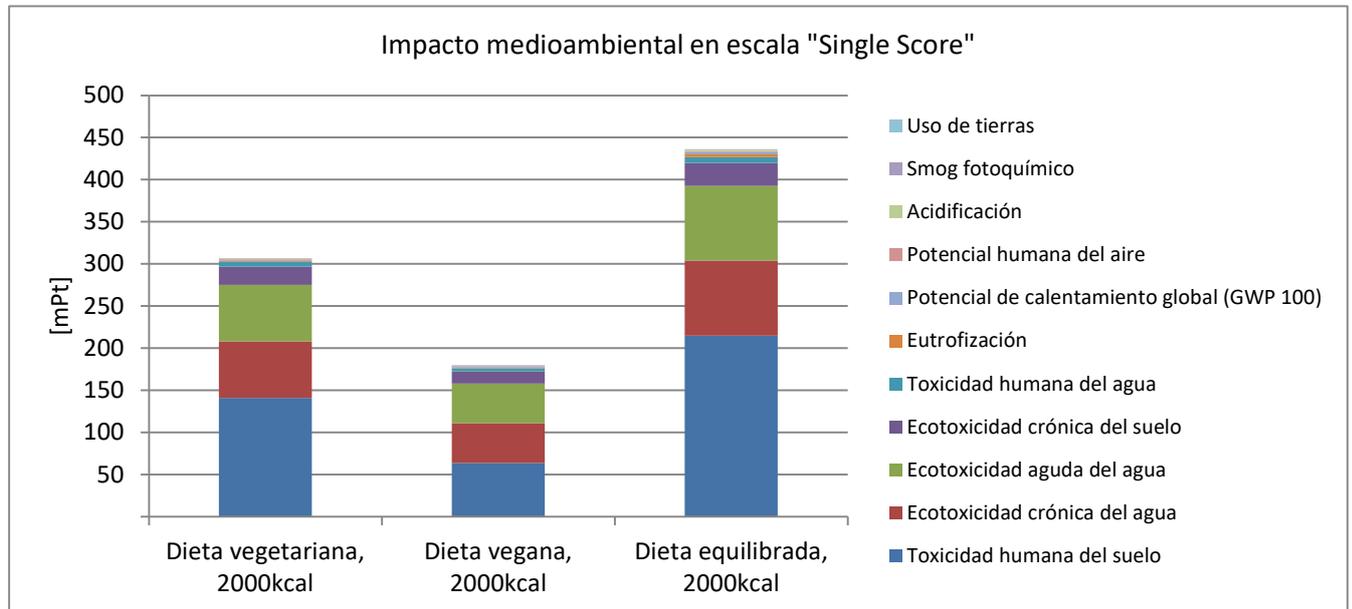


Ilustración 5: Comparación de resultado único del impacto medioambiental de las dietas estudiadas

Otra manera de comparar la magnitud de los impactos consiste en establecer como base de 100 puntos el impacto de la dieta que tenga el mayor impacto en cada categoría. De esta manera, ver Ilustración 6, la dieta equilibrada domina por un amplio margen en todas las categorías de impacto, con la dieta vegetariana segunda en todas las categorías.

Si bien la bibliografía consultada se centra en los impactos de calentamiento global y uso de tierras, aprovecharemos los resultados para analizar todas las categorías de impacto disponible. A pesar de ello, se hará especial hincapié en el potencial de calentamiento global y en el uso de tierras.

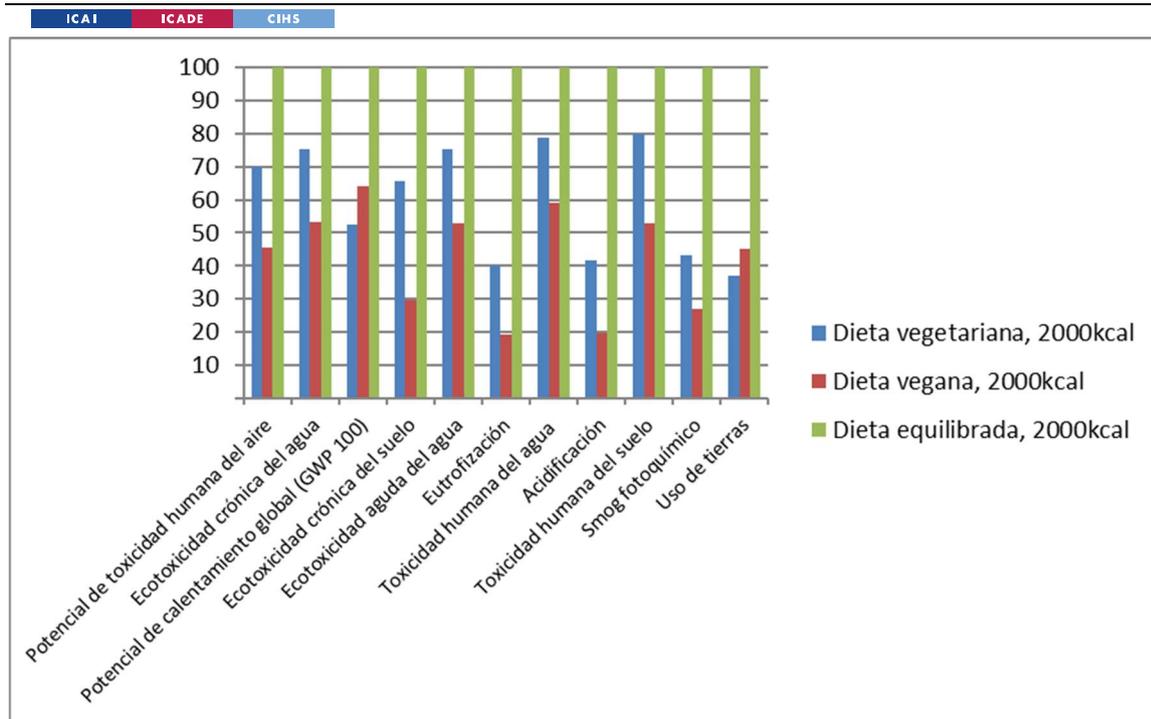


Ilustración 6: Comparación de la magnitud relativa de cada categoría de impacto para las dietas

POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL

Mide el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero del conjunto de procesos medido en g de CO₂ equivalentes usando un horizonte temporal de 100 años. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
g CO ₂ eq.	16.869,69	8.869,63	9.033,89

Tabla 2: Resultados de calentamiento global

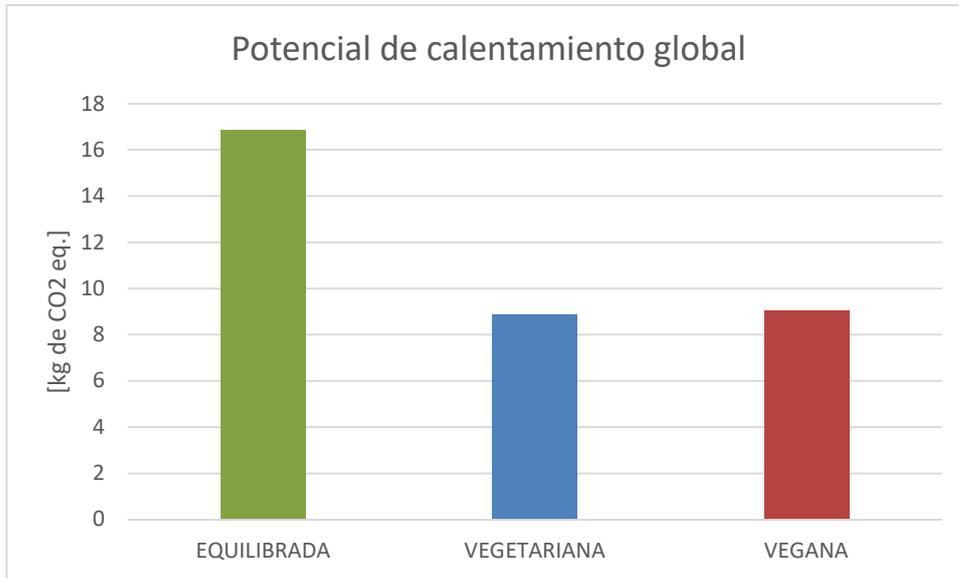


Ilustración 7: Comparativa de la categoría de impacto "Potencial de calentamiento global"

Como se puede observar, la dieta equilibrada tiene aproximadamente un 90.2% más de impacto de potencial de calentamiento global que la dieta vegetariana, y un 86.7% más que la dieta vegana. El hecho de que la dieta vegana supuestamente tenga un mayor impacto de calentamiento global que la dieta vegetariana se debe a que la dieta vegana incorpora yogur de soja en grandes cantidades, y este alimento tiene un gran potencial de calentamiento global según nuestro inventario de datos. Hay que tener en cuenta que ese dato en particular está extraído de la base de datos EPD y que por tanto tiene un origen distinto a la gran mayoría de los otros datos del estudio. Las emisiones por dicho yogur de soja representan el 26.3% de las emisiones de la dieta vegana.

Estos resultados se pueden analizar asumiendo la repetición de esta dieta durante 52 semanas, para obtener los resultados siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
ton CO ₂ eq/año	0,88	0,46	0,47

Tabla 3: Potencial de calentamiento global anual (toneladas de CO2 equivalentes)

Además, la concentración de las emisiones en alimentos para cada dieta se muestra en la Tabla 4:

Equilibrada			Vegetariana			Vegana		
Alimento	Emisiones	% total	Alimento	Emisiones	% total	Alimento	Emisiones	% total
Carne de ternera	1712,27	10%	Aceite de oliva	401,28	5%	Yogur de soja	2380,00	26%
Leche	1598,94	9%	Pan de barra	357,27	4%	Bebida vegetal	1092,00	12%
Aceite de oliva	340,25	3%	Bebida vegetal	312,00	4%	Aceite de oliva	340,252	4%
Granos de soja	769,17	5%	Salsa de tomate	204,30	2%	Salsa de tomate	204,3	2%
Carne de cerdo	544,24	3%	Huevo	138,92	2%	Spaguetti Barilla	115,22	1%
TOTAL	4964,87	31%	TOTAL	1413,77	16%	TOTAL	4131,77	46%

Tabla 4: Concentración del Top 5 de cada dieta en potencial de calentamiento global

Como se puede apreciar, la carne de ternera y la leche son los productos que más impacto tienen en la dieta equilibrada. Este resultado era previsible puesto que el ganado bovino es, como vimos en la bibliografía, una de las categorías animales que mayor impacto tiene, debido a su fermentación entérica. La dieta vegetariana es la menos contrada de las tres, puesto que entre los 5 alimentos que mayor potencial de calentamiento global tienen, solo representan el 16% de las emisiones de la dieta.

La dieta vegana merece mención aparte, puesto que es de largo la más concentrada de las tres. Entre los dos alimentos de mayor impacto ya totalizan el 46% de las emisiones de la dieta. Esto es debido a productos que se consumen mucho (yogur de soja y bebida vegetal) y que además tenemos la mala fortuna de que no proceden de bases de datos integradas en Simapro, sino que se han sacado de EPD [17]

USO DE TIERRAS

Como su nombre indica, se refiere a la cantidad de terreno usados durante el ciclo de vida del producto. Se mide en m². Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m ²	12,89	4,76	5,83

Tabla 5: Resultados de uso de tierras

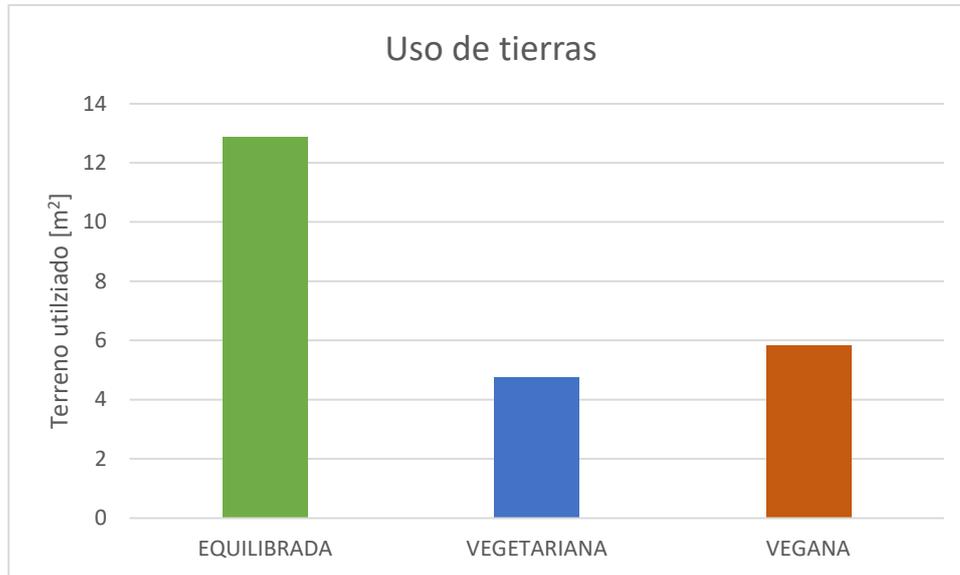


Ilustración 8: Comparativa de la categoría de impacto “Uso de tierras”

Como se puede observar, y en línea con la bibliografía consultada, la categoría de impacto con mayores diferencias entre dietas es el uso de tierras. No en vano los productos de origen animal incluidos en las dietas equilibrada y vegetariana tienen su origen en animales que necesitan ser alimentados, típicamente con alimentos de origen vegetal. En particular, la dieta equilibrada presenta un 170.8% más de uso de tierras que la dieta vegetariana, y un 121.1% más que la dieta vegana. Es decir, llevar a cabo una dieta equilibrada implica 2.21 veces más terreno utilizado que una dieta vegana.

Estos resultados se pueden analizar asumiendo la repetición de esta dieta durante 52 semanas, para obtener los resultados siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m ² /año	670,13	247,43	303,12

Tabla 6: Superficie anual requerida para mantener cada tipo de dieta

POTENCIAL DE TOXICIDAD HUMANA DEL AIRE

Es un potencial de equivalencia tóxica cuantitativa para expresar el daño potencial de una unidad de producto químico liberado en el medio ambiente, en términos de toxicidad para el

ser humano. Incluye tanto la toxicidad inherente como las relaciones genéricas de fuente a dosis para las emisiones de contaminantes. El grado de potencial de toxicidad de una determinada sustancia depende de la concentración, la vía de administración, y el tipo y tiempo de exposición. Típicamente se mide en g de 1,4 dicloro benceno equivalente (1,4-DB eq.), pero en este método de impactos se mide en m³/g y el horizonte temporal es infinito. El epígrafe 7.5 analiza el uso de estas unidades. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m³/g	4.381.605,10	3.057.253,05	1.997.606,58

Tabla 7: Resultados de potencial de toxicidad humana del aire

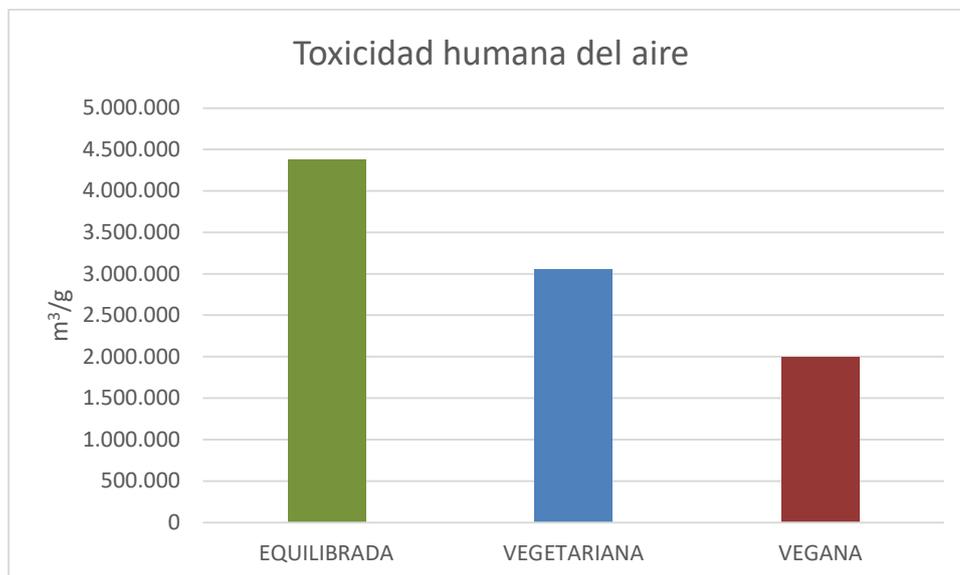


Ilustración 9: Comparativa de la categoría de impacto "Toxicidad humana del aire"

Como se puede observar, la dieta equilibrada tiene aproximadamente un 43.3% más de impacto de toxicidad humana del aire que la dieta vegetariana, y un 119.7% más que la dieta vegana.

POTENCIAL DE TOXICIDAD HUMANA DEL AGUA

Mide el nivel de contaminación del agua en términos de productos tóxicos para la salud humana. El grado de potencial de toxicidad de una determinada sustancia depende de la concentración, la vía de administración, y el tipo y tiempo de exposición. Típicamente se mide en g de 1,4 dicloro benceno equivalente (1,4-DB eq.), pero en este método de impacto se mide en m^3/g y el horizonte temporal es infinito. El epígrafe 7.5 analiza el uso de estas unidades. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m^3/g	161,92	127,78	95,88

Tabla 8: Resultados de toxicidad humana del agua

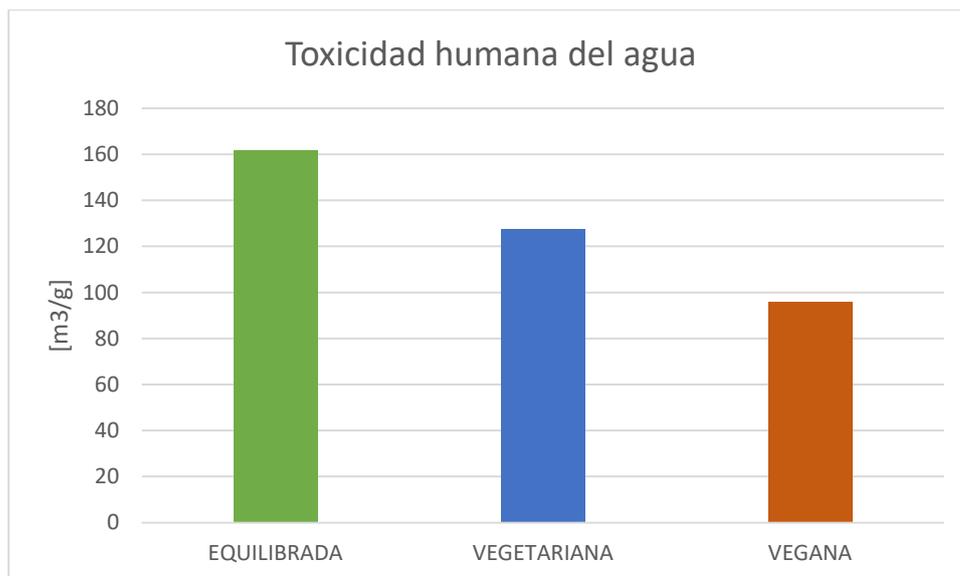


Ilustración 10: Comparativa de la categoría de impacto "Toxicidad humana del agua"

Como se puede observar, nuevamente la dieta equilibrada domina sobre las demás en esta categoría de impacto. En particular, tiene aproximadamente un 26.7% más de impacto de ecotoxicidad humana del agua que la dieta vegetariana, y un 68.9 % más que la dieta vegana.

POTENCIAL DE TOXICIDAD HUMANA DEL SUELO

Mide el nivel de contaminación de los suelos en términos de productos tóxicos para la salud humana. El grado de potencial de toxicidad de una determinada sustancia depende de la concentración, la vía de administración, y el tipo y tiempo de exposición. Típicamente se mide en g de 1,4 dicloro benceno equivalente (1,4-DB eq.), pero en este método de impacto se mide en m^3/g y el horizonte temporal es infinito. El epígrafe 7.5 analiza el uso de estas unidades. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m^3/g	3,37	2,69	1,78

Tabla 9: Resultados de toxicidad humana del suelo

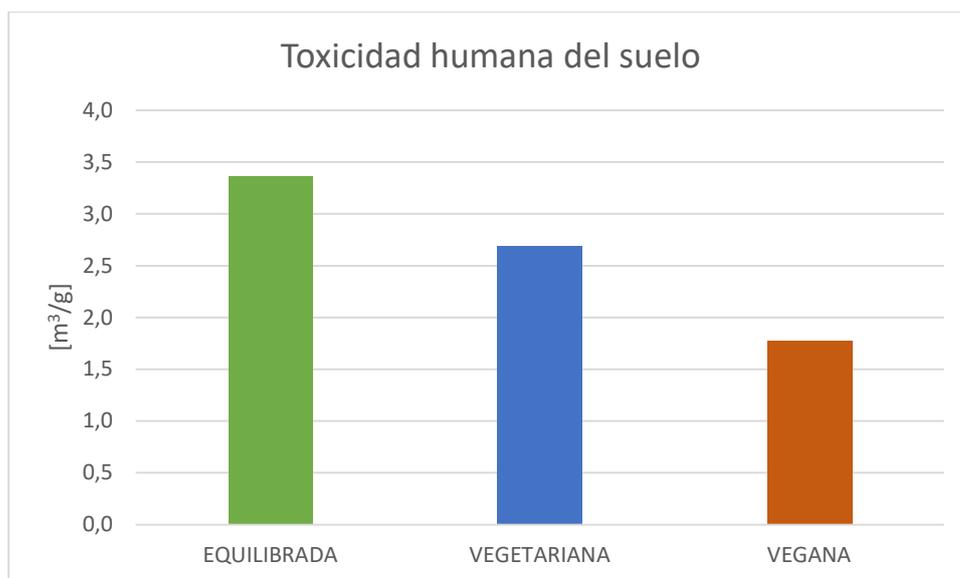


Ilustración 11: Comparativa de la categoría de impacto "Toxicidad humana del suelo"

Como se puede observar, la categoría de toxicidad humana del suelo es de las que menos diferencias presenta, aunque siguen siendo importantes. En particular, la dieta equilibrada tiene aproximadamente un 25.2% más de impacto en toxicidad humana del suelo que la dieta vegetariana, y un 89.6% más que la dieta vegana. Esto implica que la capacidad de

contaminar los suelos con productos que son tóxicos para los seres humanos es mayor al llevar una dieta equilibrada.

ECOTOXICIDAD CRÓNICA DEL SUELO

Describe el potencial tóxico de una exposición al agente que produce el impacto superior a 15 días. Típicamente se mide en g de 1,4 dicloro benceno equivalente (1,4-DB eq.), pero en este método de impacto se mide en m^3/g y el horizonte temporal es infinito. El epígrafe 7.5 analiza el uso de estas unidades. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m^3/g	2803,85	1839,95	829,13

Tabla 10: Resultados de ecotoxicidad crónica del suelo

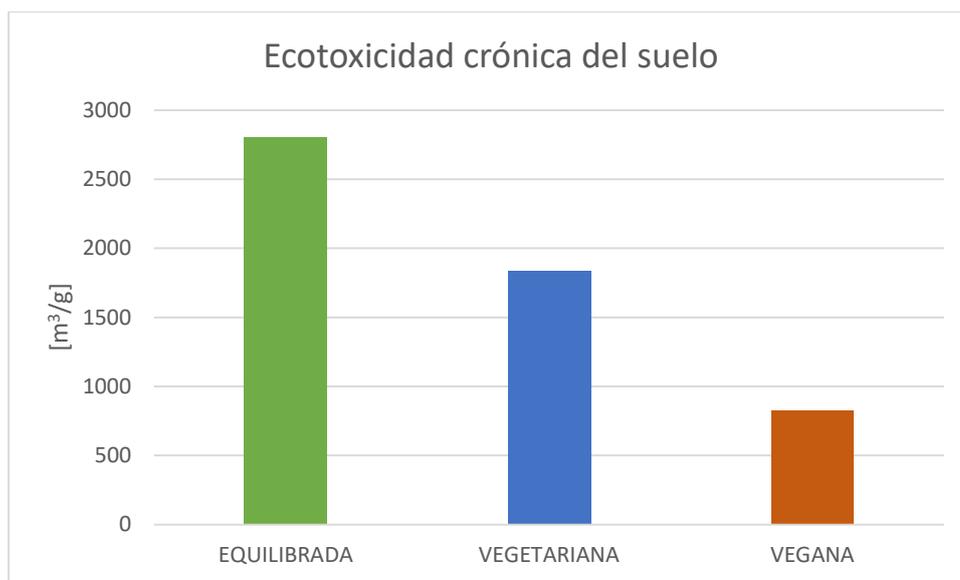


Ilustración 12: Comparativa de la categoría de impacto "Ecotoxicidad crónica del suelo"

Como se puede observar, nuevamente la dieta equilibrada domina sobre las demás en esta categoría de impacto. En particular, tiene aproximadamente un 52.4% más de impacto de ecotoxicidad crónica del suelo que la dieta vegetariana, y un 238.2% más que la dieta vegana. De nuevo parece tener mucho impacto en esta categoría el dispar reparto de alimentos modelados de otras bases de datos, ya que la dieta vegana contiene abundantemente "yogur

de soja” y “bebida vegetal”, que son modelados a partir de la base de datos EPD, y que puede tener un menor impacto en esta categoría.

ECOTOXICIDAD CRÓNICA DEL AGUA

Describe el potencial tóxico sobre el agua de una exposición al agente que produce un impacto durante un período superior a 15 días. Típicamente se mide en g de 1,4 dicloro benceno equivalente (1,4-DB eq.), pero en este método de impacto se mide en m³/g y el horizonte temporal es infinito. El epígrafe 7.5 analiza el uso de estas unidades. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m ³ /g	18.171,36	13.717,41	9.687,58

Tabla 11: Resultados de ecotoxicidad crónica del agua

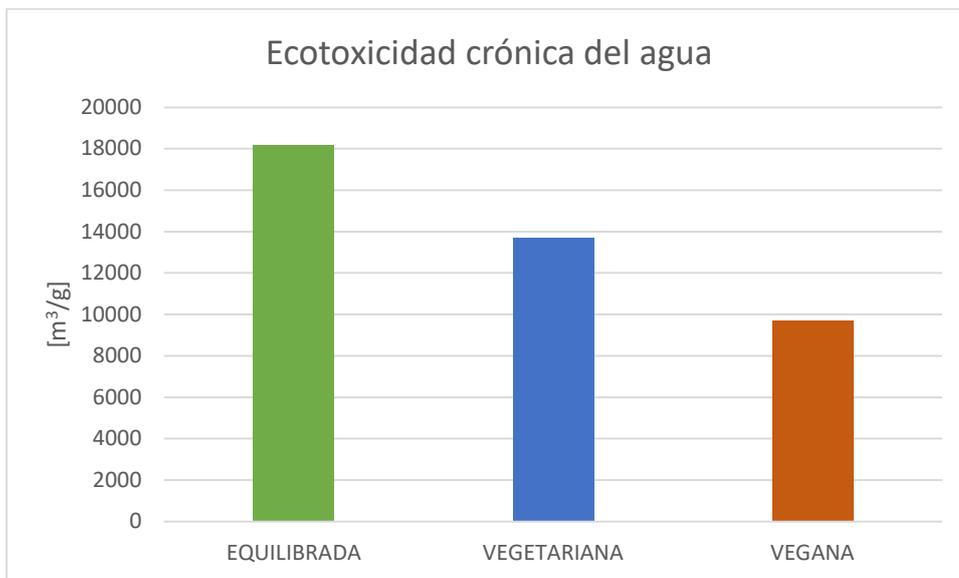


Ilustración 13: Comparativa de la categoría de impacto "Ecotoxicidad crónica del agua"

Como se puede observar, la dieta equilibrada tiene aproximadamente un 32.5% más de impacto de ecotoxicidad crónica del agua que la dieta vegetariana, y un 87.5% más que la dieta vegana.

ECOTOXICIDAD AGUDA DEL AGUA

Describe el potencial tóxico sobre el agua de una exposición al agente que produce un impacto durante un período inferior a 15 días. Típicamente se mide en g de 1,4 dicloro benceno equivalente (1,4-DB eq.), pero en este método de impacto se mide en m³/g y el horizonte temporal es infinito. El epígrafe 7.5 analiza el uso de estas unidades. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
m ³ /g	1853,12	1397,26	979,89

Tabla 12: Resultados de ecotoxicidad aguda del agua

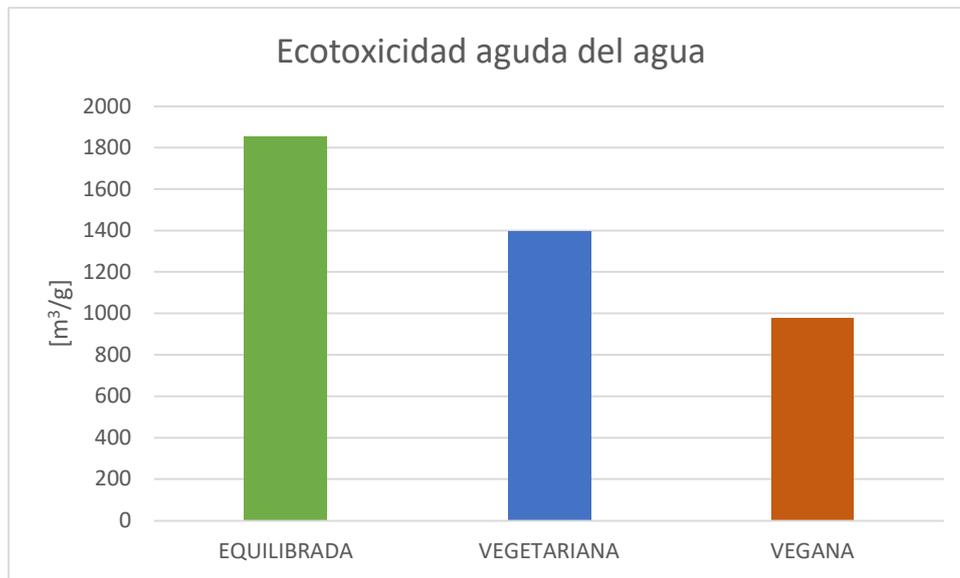


Ilustración 14: Comparativa de la categoría de impacto “Ecotoxicidad aguda del agua”

Como se puede observar, nuevamente la dieta equilibrada domina sobre las demás en esta categoría de impacto. En particular, tiene aproximadamente un 32.6% más de impacto de ecotoxicidad aguda del agua que la dieta vegetariana, y un 89.11% más que la dieta vegana.

EUTROFIZACIÓN

Es el “proceso natural en ecosistemas acuáticos, especialmente en lagos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos. Las aguas eutróficas en contraste con las oligotróficas son más productivas. Sin embargo, más allá de ciertos límites, el proceso reviste características negativas al aparecer grandes cantidades de materia orgánica cuya descomposición microbiana ocasiona un descenso en los niveles de oxígeno. La eutrofización se produce en muchas masas de agua como resultado de los vertidos agrícolas, urbanos e industriales” [31]. Se mide en g equivalentes de NO_3 . Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
g de NO_3 eq.	849,14	340,95	163,34

Tabla 13: Resultados de Eutrofización

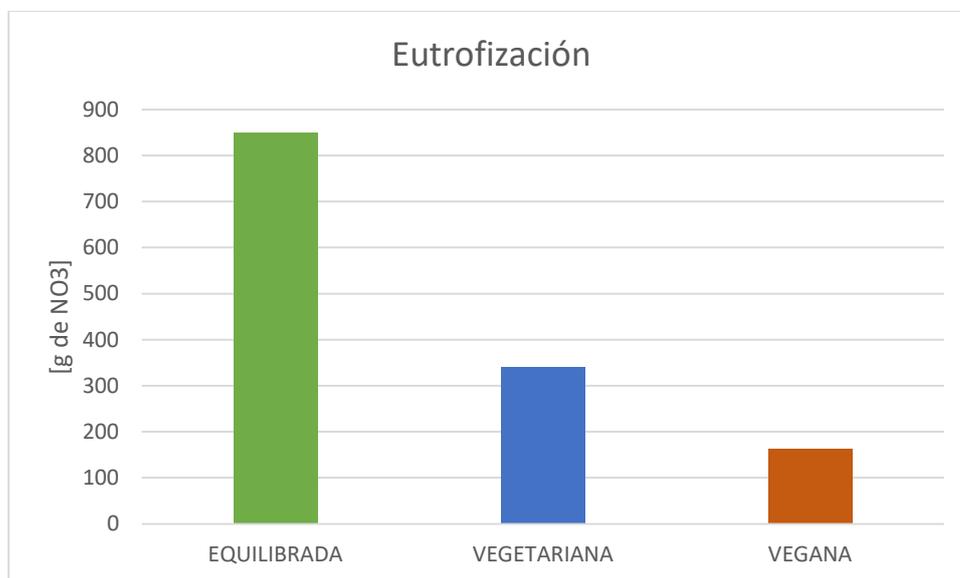


Ilustración 15: Comparativa de la categoría de impacto "Eutrofización"

Como se puede observar, en la categoría de eutrofización la dieta equilibrada tiene un impacto extremadamente superior al de las dietas vegetariana y vegana. En particular, tiene aproximadamente un 149% más de impacto que la dieta vegetariana, y un 419.9% más que la dieta vegana. Esto quiere decir que la dieta equilibrada tiene gran potencial de alterar o dañar los ecosistemas acuáticos en comparación a las otras dos.

ACIDIFICACIÓN

Mide el impacto medioambiental de algunos gases (NO_x , SO_2 y NO_3 principalmente) que al combinarse con los gases presentes en la atmósfera (vapor de agua y oxígeno principalmente), se transforman en ácidos, como el ácido nítrico o el sulfúrico, y que posteriormente caen sobre el terreno en forma de lluvia ácida. Se mide en g de SO_2 equivalentes. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
g de SO_2 eq.	162,67	68,02	32,16

Tabla 14: Resultados de acidificación

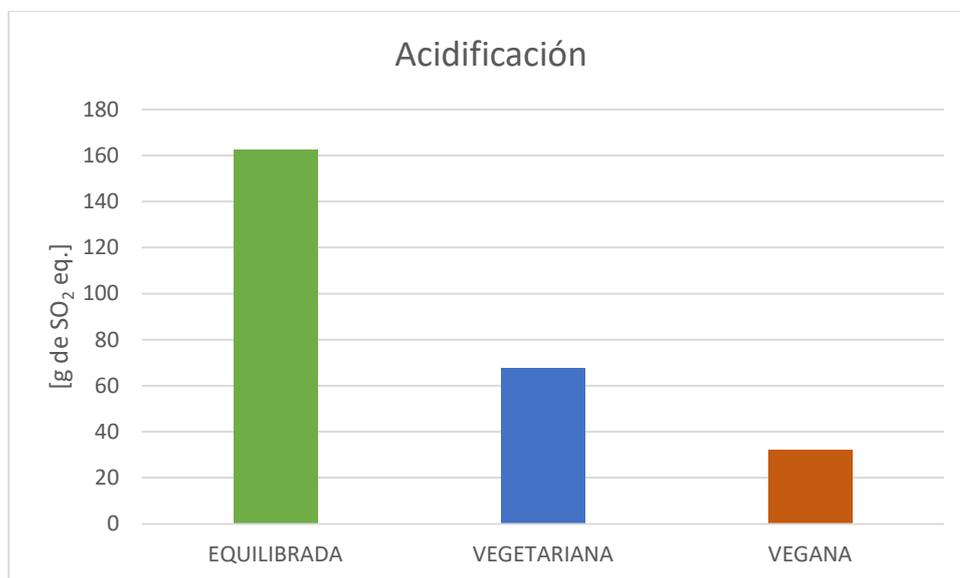


Ilustración 16: Comparación de la categoría de impacto "Acidificación"

Como se puede observar, en la categoría de acidificación la dieta equilibrada tiene un impacto extremadamente superior al de las dietas vegetariana y vegana. En particular, tiene aproximadamente un 139.1% más de impacto que la dieta vegetariana, y un 405.7% más que la dieta vegana. Esto quiere decir que la dieta equilibrada tiene gran potencial de generar lluvia ácida comparada con las otras dos.

SMOG FOTOQUÍMICO

Es un tipo de niebla producida cuando la luz ultravioleta del sol reacciona con los óxidos de nitrógeno de la atmósfera. Es visible como una neblina marrón, y es más prominente durante la mañana y la tarde, especialmente en ciudades densamente pobladas y cálidas. Se mide en g de etileno (C_2H_4) [32]. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA
g de C_2H_4	5,37	2,31	1,45

Tabla 15: Resultados de smog fotoquímico

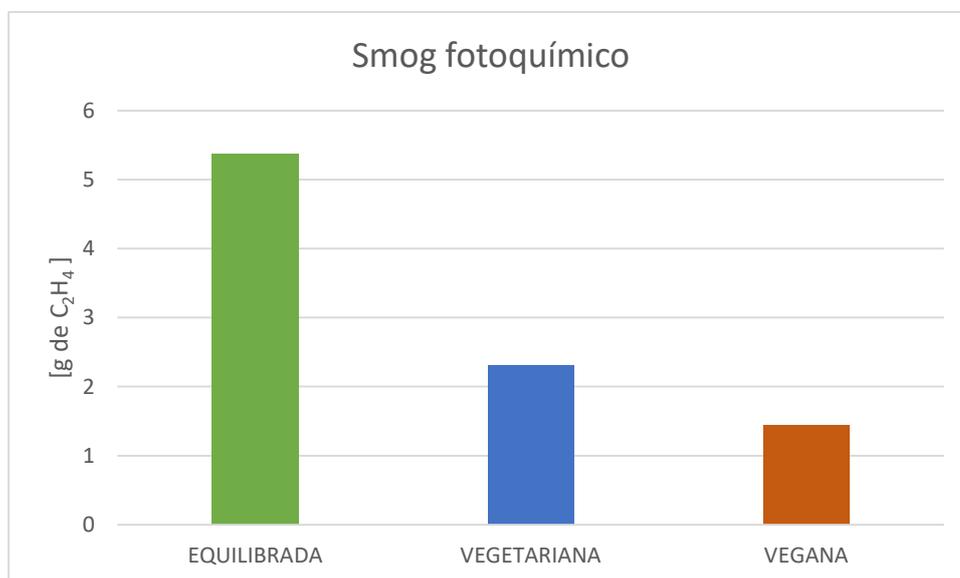


Ilustración 17: Comparativa de la categoría de impacto “Smog fotoquímico”

Como se puede observar, la categoría de smog fotoquímico es de las que más diferencias presenta entre dietas. Así, la dieta equilibrada presenta un 132.1% más de generación de smog fotoquímico que la dieta vegetariana, y un 269.7% más que la dieta vegana.

4.4 CONCLUSIONES Y ÁREAS DE MEJORA

Esta última fase del Análisis de Ciclo de Vida se ha integrado en el capítulo 5 “CONCLUSIONES”.

Capítulo 5. CONCLUSIONES

5.1 *CONCLUSIONES ACERCA DEL ANÁLISIS NUTRICIONAL*

Se concluye que las dietas vegana y ovolactovegetariana analizadas presentan, en ausencia de suplementación nutricional, un déficit grave de vitamina D, vitamina B12, yoduro y zinc. Dicho déficit es más acusado en la dieta vegana.

Sin entrar en el complejo terreno de la asimilación de nutrientes provenientes de la suplementación nutricional, y asumiendo que éstos se asimilan de la misma manera que los nutrientes provenientes de alimentos, estos déficits se pueden solventar holgadamente con nutracéuticos de venta libre como el “Vegetarian Multiple”. Sin embargo, se debe prestar atención a qué nutracéutico se utiliza, pues como hemos visto, no todos son capaces de paliar totalmente el déficit nutricional que presentan estas dietas.

5.2 *CONCLUSIONES ACERCA DEL ANÁLISIS ECONÓMICO*

El análisis económico pone de manifiesto que las dietas vegana y vegetariana son un 18.4% y un 23.2% más baratas, respectivamente, que la dieta equilibrada, aún incluyendo éstas suplementos nutricionales. Por lo tanto, la transición entre una dieta equilibrada a una de las otras dos no encuentra una barrera desde el punto de vista económico.

Se concluye que las dietas equilibradas basadas en el consumo de productos de origen animal tienen un mayor coste que las dietas basadas en productos vegetales. Este resultado era esperable y se justifica por los mayores costes de producción asociados a la cría, alimentación (a menudo con alimentos de origen vegetal), y procesado de animales frente a los costes de producción de alimentos de origen vegetal.

5.3 CONCLUSIONES ACERCA DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

En este apartado se presentan las conclusiones del Análisis de Ciclo de Vida realizado para los tres tipos de dietas.

- La dieta equilibrada es, de forma destacada, la que mayor impacto medioambiental tiene en cualquiera de las 11 categorías de impacto analizadas.
- El indicador más importante del desempeño medioambiental de una dieta es el potencial de calentamiento global. En esta métrica, la dieta equilibrada tiene un 90.2% más de impacto que la dieta vegetariana y un 87.6% más que la dieta vegana. La validez de este resultado se discute más adelante. En todo caso, queda claro que una mayor proporción de productos de origen animal aumenta el potencial de calentamiento global de una determinada dieta.
- El segundo indicador más importante del desempeño medioambiental de una dieta es el uso de tierras. En esta métrica, la dieta equilibrada tiene un 170.8% más de impacto que la dieta vegetariana y un 121.1% más que la dieta vegana. La validez de este resultado se discute más adelante. En todo caso, queda claro que una mayor proporción de productos de origen animal aumenta el uso de tierras de una determinada dieta.
- A nivel de toxicidad humana:
 - Del aire, la dieta equilibrada tiene un 43.3% más de impacto que la dieta vegetariana y un 119.7% más que la dieta vegana.
 - Del agua, la dieta equilibrada tiene un 26.7% más de impacto que la dieta vegetariana, y un 68.9% más que la dieta vegana.
 - Del suelo, la dieta equilibrada tiene un 25.2% más de impacto que la dieta vegetariana, y un 89.6% más que la dieta vegana.
- A nivel de daños sobre ecosistemas acuáticos,
 - De ecotoxicidad crónica del agua, la dieta equilibrada tiene un 32.5% más de impacto que la dieta vegetariana y un 87.5% más que la dieta vegana.

- De ecotoxicidad aguda del agua, la dieta equilibrada tiene un 32.6% más de impacto que la dieta vegetariana y un 89.1% más que la dieta vegana.
- De eutrofización, la dieta equilibrada tiene un 149% más de impacto que la dieta vegetariana y un 419.9% más que la dieta vegana. Por lo tanto, la dieta equilibrada hace un gran daño a los ecosistemas acuáticos comparado con las otras dos.
- A nivel de ecotoxicidad crónica del suelo, la dieta equilibrada tiene un 52.4% más de impacto de ecotoxicidad crónica del suelo que la dieta vegetariana, y un 238.2% más que la dieta vegana.
- A nivel de acidificación, la dieta equilibrada genera mayores impactos que sus homólogas: un 139.1% más que la vegetariana, y un 405.7% más que la dieta vegana.
- A nivel de generación de smog fotoquímico, la dieta equilibrada tiene un 132.1% más de impacto que la dieta vegetariana, y un 269.7% más que la vegana.

En lo que concierne a la **validez de los resultados**, cabe resaltar que a pesar del hecho de que el inventario de datos haya sido construido usando distintas bases de datos y realizando numerosas hipótesis asimilando unos alimentos a otros, el efecto distorsionador de esta práctica no ha sido demasiado grande, puesto que los resultados obtenidos van en línea con los resultados previstos. Si nos centramos en los dos principales indicadores de desempeño de una dieta, potencial de calentamiento global y uso de tierras:

- **Potencial de calentamiento global.** Los resultados obtenidos son consistentes si los comparamos con la bibliografía referenciada [33]:

Trabajo (t CO ₂ eq.)	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA	Media
Angel Ortega	0,88	0,46	0,56	-
Meier et al.	1,8	1,6	1	-
Hoolovan et al.	3,2	2,1	-	-
Berners et al.	2,7	2	-	-
Media	2,57	1,90	1,00	-
Media / Angel O.	2,93	4,12	1,77	2,94

Tabla 16: Resultados de emisiones de CO₂ equivalentes frente a bibliografía

Como se puede apreciar, los resultados obtenidos en emisiones de CO₂ equivalentes **difieren de media en un factor 2,94** frente a la media publicaciones similares. Esta diferencia entra dentro de lo razonable, como se analiza más adelante, debido a las diferencias metodológicas.

- **Uso de tierras.** Los resultados son consistentes si los comparamos con la bibliografía referenciada [33]:

Trabajo (m2)	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA	Media
Angel O.	670,13	247,43	303,12	-
Vaan Doren et al.	1200,00	900,00	800,00	-
Temme et al.	1400,00	-	700,00	-
Meier et al.	1700,00	1500,00	110,00	-
Arnoult et al.	1600,00	-	-	-
Media	1475,00	1200,00	536,67	-
Media / Angel O.	2,20	4,85	1,77	2,94

Tabla 17: Resultados de uso de tierras frente a bibliografía

Como se puede observar, los resultados obtenidos en uso de tierras también difieren de media en un factor 2,94 frente a la media de publicaciones similares. Esta diferencia entra dentro de lo razonable, y se deben igualmente a decisiones metodológicas que se explican más adelante.

Es significativo lo consistente de la comparación de los resultados obtenidos frente a la bibliografía, como se puede apreciar en la Tabla 18:

Dieta	EQUILIBRADA	VEGETARIANA	VEGANA	Media
PCG Angel O. (t CO ₂ eq.)	0,88	0,46	0,56	-
PCG bibliografía (t CO ₂ eq.)	2,57	1,90	1,00	-
Uso de tierras Angel O. (m ²)	670,13	247,43	303,12	-
Uso de tierras bibliografía (m ²)	1475,00	1200,00	536,67	-
PCG bibliografía / PCG Angel O.	2,93	4,12	1,77	2,94
Uso de tierras bibliografía / Uso de tierras Angel O.	2,20	4,85	1,77	2,94

Tabla 18: Ratios de resultados esperados vs obtenidos

El hecho de que exista consistencia en los ratios en que difieren los resultados entre las dietas puede interpretarse como un indicador de que los resultados tienen una buena validez a nivel relativo, y que la diferencia a nivel absoluta se debe más a **decisiones metodológicas** como:

- Tener en cuenta los **desechos**. Al contrario que la bibliografía elegida para comparar, este trabajo no tiene en cuenta los desechos que se producen a lo largo de la cadena de suministros. Meier et al. [34] tiene en cuenta los desechos que se producen a nivel de producción, de supermercado y de hogar. Ejemplo: la dieta vegetariana utiliza 90g de salsa de tomate a la semana, pero el envase es de 250g, conque 160g se estropearían y en este trabajo no se están teniendo en cuenta, pero sí en Meier et al. Hoolovan et al. [35] hacen la suposición de que a lo largo de la cadena de suministros se desecha un total del 50% de la comida disponible, lo que eleva la ingesta calórica diaria de sus dietas a en torno a 3500 kcal. Berners et al. [36] utiliza un enfoque “top-down” en el que parte del total de calorías disponibles para el consumidor usando datos agregados, y usa esa base calórica diaria como unidad funcional, lo que eleva la ingesta calórica diaria a 3548 kcal. Por tanto, sólo esta decisión metodológica ya explica un factor de 1,77 de la diferencia entre los resultados de la bibliografía y los de este trabajo (3548 kcal / 2000 kcal de nuestra unidad funcional).
- El **valor calórico** de las dietas. Este trabajo define las dietas para un valor de 2000 kcal diarias. La bibliografía referenciada es variada en este aspecto: antes de contabilizar los desechos, Meiers et al. también usan una base calórica diaria de 2000 kcal, y tanto Hoolovan et al. como Berners et al. usan una base calórica de 2220 kcal.
- Las **bases de datos** utilizadas. Este trabajo no es ideal desde el punto de vista del inventario de datos, ya que se han tomado datos de 4 bases de datos diferentes, una de las cuáles (EPD) no está en Simapro. Además, se da la coincidencia de que alimentos de gran incidencia en las dietas vegana y vegetariana han sido modelados de dicha base de datos (yogur de soja, bebida vegetal, aceite de oliva y salsa de tomate). La bibliografía usa las siguientes bases de datos: Meier et al. construye su

inventario de datos a partir de “System of Environmental and Economic Accounting”, y tanto Hoolovan et al. como Berners et al. construyen su inventario de forma variada, pero principalmente a partir de ACVs publicados con anterioridad.

- **Métodos de asignación de impactos.** El método de asignación de impactos también tiene su incidencia en los resultados. En este trabajo se ha utilizado el método EDIP, LCA Food v1.00, distinto de las publicaciones que estamos analizando, pues ninguna de ellas usa la base de datos LCA DK Food.
- **La variedad de alimentos que entran en las dietas.** En el presente trabajo se ha tomado como unidad funcional una dieta de 2000 kcal durante una semana. En todos los otros trabajos, se toman dietas promediadas sobre más tiempo, usando datos agregados, lo cual aumenta significativamente el trabajo, pero hace una representación más fiel de las dietas. Como se ha visto con el yogur vegano, la elección particular de algunos alimentos puede impactar significativamente los resultados. Como referencia, este trabajo utiliza 97 alimentos distintos a la hora del modelado, y Meier et al. utiliza 61 categorías de alimentos, cada una con múltiples alimentos.
- **Distintas dietas “equilibradas”.** La dieta equilibrada de este trabajo es una dieta equilibrada mediterránea, que tiene diferencias importantes con las dietas equilibradas alemanas (Meier et al.) y británicas (Hoolovan et al. y Berners et al.).

5.4 RECOMENDACIONES Y ÁREAS DE MEJORA

Según el trabajo realizado, los impactos medioambientales de seguir una dieta son mayores en la medida en que ésta contenga productos de origen animal. Esta máxima aplica a las 11 categorías de estudio, pero las categorías de mayor relevancia son el potencial de calentamiento global y el uso de tierras.

A la luz de la urgencia requerida para atajar el cambio climático, sería deseable minimizar el impacto medioambiental de la alimentación humana, responsable del 30% de las

emisiones de efecto invernadero a nivel global. Para ello, sería fundamental promover mundialmente el consumo de las dietas vegetariana y vegana, o en cualquier caso desincentivar el consumo de productos de origen animal en la medida de lo posible. En particular, la reducción del consumo de carne y leche de vacuno tendría un gran impacto.

Como ha quedado demostrado en este trabajo, llevar a cabo las dietas vegana o vegetariana permite cumplir con los estándares de calidad nutricional requeridos por las instituciones endocrinológicas, a la vez que permite reducir la huella medioambiental del ser humano. Por tanto, el impacto medioambiental de la alimentación humana debería ganar protagonismo político y social, y probablemente con el tiempo culminar en iniciativas como:

- Una figura impositiva que desincentive el consumo de los productos de origen animal de mayor impacto medioambiental que puedan ser sustituidos sin impacto nutricional por otros productos de origen animal, por ejemplo, la carne de rumiantes. Los ingresos de dicha tasa se podrían invertir en contrarrestar las externalidades negativas producidas por su consumo.
- La obligación de publicar la eficiencia medioambiental de los alimentos en el punto de venta al cliente final. Así, el cliente podría tomar decisiones más informadas sobre su dieta.
- El desarrollo de nuevas tecnologías que permitan la producción de productos de origen animal con un menor impacto medioambiental, por ejemplo, la carne artificial, que empieza a suscitar interés de inversores [1].

Capítulo 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] “(20) Investors seek sustenance in alternative proteins | Financial Times.” [Online]. Available: <https://www.ft.com/content/a176c6b6-ce4c-11e9-b018-ca4456540ea6>. [Accessed: 04-Nov-2019].
- [2] “Acuerdos Internacionales sobre el Cambio Climático - Iberdrola.” [Online]. Available: <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/acuerdos-internacionales-sobre-el-cambio-climatico>. [Accessed: 09-Jul-2020].
- [3] “Paris Agreement | Climate Action.” [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en. [Accessed: 07-Nov-2019].
- [4] D. Tilman and M. Clark, “Global diets link environmental sustainability and human health,” *Nature*, vol. 515, 2014.
- [5] W. Klöpffer, “The Hitch Hiker’s Guide to LCA - An orientation in LCA methodology and application,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 11, no. 2, pp. 142–142, Mar. 2006.
- [6] C. Basto-Silva, I. Guerreiro, A. Oliva-Teles, and B. Neto, “Life cycle assessment of diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) with different protein/carbohydrate ratios and fishmeal or plant feedstuffs as main protein sources,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, 2019.
- [7] F. B. Hu, “Globalization of diabetes: The role of diet, lifestyle, and genes,” in *Diabetes Care*, 2011, vol. 34, no. 6, pp. 1249–1257.
- [8] E. Röö, H. Karlsson, C. Witthöft, and C. Sundberg, “Evaluating the sustainability of diets-combining environmental and nutritional aspects,” *Environ. Sci. Policy*, vol. 47,

-
- ICAI ICADE CIHS
- pp. 157–166, Mar. 2015.
- [9] I. Muñoz, L. Milà I Canals, and A. R. Fernández-Alba, “Life cycle assessment of the average Spanish diet including human excretion,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 15, no. 8, pp. 794–805, Sep. 2010.
- [10] L. Baroni, L. Cenci, M. Tettamanti, and M. Berati, “Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems,” *Eur. J. Clin. Nutr.*, vol. 61, no. 2, pp. 279–286, Feb. 2007.
- [11] “The State of World Fisheries and Aquaculture.”
- [12] M. C. Heller, G. A. Keoleian, and W. C. Willett, “Toward a Life Cycle-Based, Diet-level Framework for Food Environmental Impact and Nutritional Quality Assessment: A Critical Review,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 47, no. 22, pp. 12632–12647, Nov. 2013.
- [13] G. Kourlaba and D. B. Panagiotakos, “Dietary quality indices and human health: A review,” *Maturitas*, vol. 62, no. 1, pp. 1–8, 20-Jan-2009.
- [14] Hospital Clínico Universitario, “Servicio de Endocrinología y Nutrición,” *Sacyl*, pp. 1–5, 2018.
- [15] “Base de Datos BEDCA.” [Online]. Available: <https://bedca.net/bdpub/>. [Accessed: 26-Apr-2020].
- [16] “Danish LCA Food Database,” <http://www.lcafood.dk/>.
- [17] “EPD Search - The International EPD® System.”
- [18] “Comprar Frescos Online en Supermercado Hipercor.” [Online]. Available: <https://www.hipercor.es/supermercado/frescos/>. [Accessed: 31-May-2020].

-
- [19] “(No Title).” [Online]. Available: <https://www.fisterra.com/m/ficha.asp?idFicha=2981#28539>. [Accessed: 29-Mar-2020].
- [20] A. Belén Martínez Zazo and C. Pedrón Giner, *CONCEPTOS BÁSICOS EN ALIMENTACIÓN*. 2016.
- [21] A. G. Gabarra, M. C. Soley, and A. C. Fernández, “Ingestas de energía y nutrientes recomendadas en la Unión Europea: 2008-2016,” *Nutr. Hosp.*, vol. 34, no. 2, pp. 490–498, 2017.
- [22] D. Rojas Allende, F. Figueras Díaz, and S. Durán Agüero, “Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano,” *Rev. Chil. Nutr.*, vol. 44, no. 3, pp. 218–225, 2017.
- [23] “FoodData Central.” [Online]. Available: <https://fdc.nal.usda.gov/>. [Accessed: 04-Nov-2019].
- [24] “(No Title).” [Online]. Available: https://www.mapa.gob.es/images/es/20190807_informedeconsumo2018pdf_tcm30-512256.pdf. [Accessed: 26-Mar-2020].
- [25] “Environmental Product Declaration for Extra Virgin Olive Oil.”
- [26] “Salsa o crema Bechamel. Todos los secretos para que salga bien.” [Online]. Available: <https://www.recetasderechupete.com/salsa-bechamel-todos-los-secretos-para-que-salga-bien/183/>. [Accessed: 28-Jun-2020].
- [27] “Cómo hacer salsa mayonesa o mahonesa casera.” [Online]. Available: <https://www.recetasderechupete.com/como-hacer-salsa-mahonesa-y-alioli-casera/4889/>. [Accessed: 28-Jun-2020].
- [28] “Menestra de verduras con jamón.” [Online]. Available:

-
- <https://www.recetasderechupete.com/menestra-de-verdura-con-jamon/12501/>.
[Accessed: 28-Jun-2020].
- [29] “Receta de Mermelada de fresa - Joseba Arguiñano.” [Online]. Available:
<https://www.hogarmania.com/cocina/recetas/postres/mermelada-fresa-14516.html>.
[Accessed: 28-Jun-2020].
- [30] “Pisto de verduras casero - Recetas de rechupete - Recetas de cocina caseras y fáciles.” [Online]. Available: <https://www.recetasderechupete.com/pisto-de-verduras-casero/24818/>. [Accessed: 28-Jun-2020].
- [31] “Glosario: Eutrofización.” [Online]. Available:
<https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/eutrofizacion.htm>. [Accessed: 05-Jul-2020].
- [32] “Photochemical smog - Energy Education.” [Online]. Available:
https://energyeducation.ca/encyclopedia/Photochemical_smog. [Accessed: 05-Jul-2020].
- [33] E. Hallström, A. Carlsson-Kanyama, and P. Börjesson, “Environmental impact of dietary change: A systematic review,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 91. Elsevier Ltd, pp. 1–11, 15-Mar-2015.
- [34] T. Meier and O. Christen, “Environmental impacts of dietary recommendations and dietary styles: Germany as an example,” *Environ. Sci. Technol.*, vol. 47, no. 2, pp. 877–888, Jan. 2013.
- [35] C. Hoolohan, M. Berners-Lee, J. McKinstry-West, and C. N. Hewitt, “Mitigating the greenhouse gas emissions embodied in food through realistic consumer choices,” *Energy Policy*, vol. 63, pp. 1065–1074, Dec. 2013.
- [36] M. Berners-Lee, C. Hoolohan, H. Cammack, and C. N. Hewitt, “The relative

- greenhouse gas impacts of realistic dietary choices,” *Energy Policy*, vol. 43, pp. 184–190, Apr. 2012.
- [37] L. C. Dreyer, A. L. Niemann, and M. Z. Hauschild, “Comparison of three different LCIA methods: EDIP97, CML2001 and eco-indicator 99: Does it matter which one you choose?,” *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 8, no. 4. Springer Verlag, pp. 191–200, 2003.
- [38] “Hambre y seguridad alimentaria – Desarrollo Sostenible.” [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>. [Accessed: 19-Jul-2020].
- [39] “2019, The World Of Vegan - But, How Many Vegans Are In The World?” [Online]. Available: <https://wtvox.com/sustainable-living/2019-the-world-of-vegan-but-how-many-vegans-are-in-the-world/>. [Accessed: 19-Jul-2020].
- [40] “World Population Clock: 7.8 Billion People (2020) - Worldometer.” [Online]. Available: <https://www.worldometers.info/world-population/>. [Accessed: 19-Jul-2020].
- [41] “CO2 Emissions Will Break Another Record in 2019 - Scientific American.” [Online]. Available: <https://www.scientificamerican.com/article/co2-emissions-will-break-another-record-in-2019/>. [Accessed: 19-Jul-2020].

Capítulo 7. ANEXOS

7.1 *EXTRACTOS PUBLICADOS DE LAS DIETAS*



DIETA EQUILBRADA

DESAYUNO: (Elegir una opción)

1. Leche semidesnatada (250ml) + Copos de avena (30g)+ Fruta (120g) + Frutos secos (10g)
2. Leche semidesnatada (250ml)+ Tostada de pan de barra (50g)+ Aceite de oliva virgen (5g)+ Tomate natural (30g) + Fruta (100g)
3. 2 yogures naturales (250g) + Copos de avena (50g)+ Fruta (100g)+ Frutos secos (10g)

MEDIA MAÑANA Y MERIENDA: (Elegir una opción para cada ingesta)

1. Pan de barra (50g)+ Jamón york o pavo (50g).
2. Fruta (120g) + Frutos secos (10g)
3. 1 yogur natural (125g)+ Cereales (30g)
4. Fruta (120g) + Yogur natural (125g)

COMIDA:

1. *Arroz con verduras* (Arroz (50g)+ Pimiento (40g)+ Cebolla (30g), Calabacín (50g)). *Lomo de cerdo a la plancha* (100g). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (150g)
2. *Garbanzos con bacalao* (Garbanzos (80g)+ Bacalao (60g)+ Espinacas (120g) + Zanahoria (50g)). *Ensalada* (Lechuga (100g), Tomate (70g), Cebolla (30g)), *Aceite de oliva* (10g). Fruta cítrica (200g).
3. *Judías verdes rehogadas* (120g) con jamón (20g) y ajo (5g). *Pechuga de pavo al horno* (100g) con patatas panaderas (100g). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (150g)
4. *Pasta a la boloñesa* (Pasta (60g) + salsa de tomate (30g) + queso parmesano (20g) + ternera (60g)). *Ensalada* (Lechuga (70g) + Tomate (50g) + Cebolla (20g)). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (200g)
5. *Crema de calabacín* (calabacín (200g) + Quesitos (20g) + patata (250g)). *Bacalao* (100g) con patata (250g) al ajo arriero. *Aceite de oliva* (10g). Fruta (150g)
6. *Lentejas con arroz* (lentejas (60g) + arroz (10g) + cebolla (50g) + zanahoria (70g) + pimiento (50g)) *Pechuga de pollo a la plancha* (100g) con champiñones salteados (100g). *Aceite de oliva* (10g). Fruta cítrica (200g).
7. *Parrillada de verduras* (Berenjena (150g) + Pimiento (50g) + Cebolla (50g) + espárragos (70g) + calabacín (100g)). *Salmón al horno* (100g) con patata panadera (150g). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (200g).

CENA:

1. *Ensalada* (Lechuga (100g) + Tomate (100g) + Maíz (60g) + Espárragos (100g)). Huevo revuelto (1 Huevo (60g)). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (120g)
2. *Verdura al horno* (calabacín (100g) + pimiento rojo (70g) + tomate (70g) + cebolla (50g) + berenjena (70g)). *Solomillo de cerdo a la plancha* (100g). *Aceite de oliva* (10g) + Fruta (120g)
3. *Tortilla francesa con atún* ((1 huevo (60g)+ Atún al natural (56 g)). *Ensalada* (Lechuga (100g) + tomate (200g) + cebolla (50g) + aceitunas (30g)). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (120g)
4. *Puré de verduras* (Patata (150g) + zanahoria (50g) + calabaza (60g)). *Sepia a la plancha* (140g). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (120g)
5. *Ensalada mixta* (lechuga (100g) + tomate (80g) + maíz (30g) + espárragos (60g)). *Pechuga de pollo a la plancha* (100g). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (120g)
6. *Alcachofas rehogadas con jamón* (Alcachofas (150g) + Jamón (20g) + Ajo (5g)). *Merluza al horno* (110g) con patata panadera (100g). *Aceite de oliva* (10g). Fruta (120g)
7. *Puré de verduras* (Calabacín (100g) + patata (50g) + puerro (30g) + calabaza (30g)). *Revuelto de espárragos trigueros* ((1 huevos (50g) + Espárragos (60g)) *Aceite de oliva* (10g) + Fruta (120g)

DIETA OVOLACTEOVEGETARIANA 2000 KCAL

DESAYUNO: (Elegir una opción):

1. Leche semidesnatada (200ml) con café (5g) y tostadas de pan integral (60g) con aguacate (50g) y tomate (50g), pieza de fruta (150g).
2. Gachas o "Porridge": Leche semidesnatada caliente (200ml) con avena (50g) y condimento al gusto: canela (5g), plátano (100g), miel, etc.
3. Leche semidesnatada (200ml) con café (5g) y cereales sin azúcar (45g) y una pieza de fruta (150g).
4. Leche semidesnatada (200ml). Tostadas de pan integral (60g) con mermelada (30g), pieza de fruta (150g).

Media mañana: (Elegir una opción para cada ingesta)

1. Yogur entero natural (125g) con frutos secos (almendras/nueces) (50g)
2. Yogur entero natural (125g), Pieza de fruta (150g).
3. Tostada de pan integral (60g) con queso fresco (100g).
4. Tostada de pan integral (60g), tomate triturado (30g), Pieza de fruta (150g).

COMIDA: En todas las comidas una ración de 40 g de pan integral de barra.

Postre: pieza de fruta (150g)

1. **Plato único:** Ensalada de garbanzos (70g): pepino (40g), cebolla (30g), tomate (50g), zanahoria (30g), aceite de oliva (10ml), vinagre (5ml).
2. **Plato único:** Berenjenas (250g) rellenas de verduras: cebolla (30g), pimiento rojo (80g), soja texturizada (50g), salsa de tomate (30g), salsa bechamel (100g).
3. **Plato único:** Lentejas con verduras (Lentejas (70g en crudo), Cebolla (30g), Zanahoria (20g), pimiento (50g) aceite de oliva (10ml)).
4. **Plato único:** Ensalada de pasta (60g): tomate (50g), maíz (40g), mozzarella (50g), aceite de oliva (10ml), vinagre (5ml).
5. **Plato único:** Quinoa (70g) con verduras y huevo grande (80g): pimiento rojo (80g), calabacín (50g), cebolla (30g), zanahoria (30g), aceite de oliva (10ml).
6. **Plato único:** Estofado de alubias (70g): zanahoria (30g), cebolla (30g), acelgas (60g), puerro (30g), patata (50g), pimiento rojo (30g), salsa de tomate (30g), aceite de oliva (10ml).
7. **Plato único:** Lasaña de verduras: pasta (70g), calabacín (50g), pimiento rojo (30g), pimiento verde (30g), cebolla (30g), salsa de tomate (30g), queso vegano (15g), Bechamel 100g.

MERIENDA: (semejante a media mañana)

CENA: En todas las comidas una ración de 40 g de pan integral de barra.

Postre lácteo a elegir: Yogur entero natural (125g), leche vegetal o semidesnatada (200mL)

1. **Plato único:** Arroz (60g) tres delicias: guisantes (20g), maíz (30g), huevo duro mediano (80g).
2. **Plato único:** Sandwich de pan integral (60g): espárragos (80g), lechuga (40g), mayonesa (10g), tomate (50g)
3. **Plato único:** Brochetas de tofu (100g) y verduras con guarnición de patatas al horno (100g): calabacín (50g), tomates cherry (30g), pimiento rojo (40g), vinagre de modena (5ml).
4. **Plato único:** Revuelto (huevo grande 80g) de champiñones (80g), Guisantes (30g) y espárragos (80g) . Aceite de oliva (10g)
5. **Plato único:** Espinacas (200g) con patatas (100g), cebolla (20g), ajo (5g), aceite de oliva (10g)
6. **Plato único:** Ensalada completa: Brocoli (100g), queso light (30g), tomate (50g), nueces (30g), media manzana (75g) uvas pasas (50g), zanahoria rallada (30g) y vinagreta (aceite de oliva 10ml, vinagre 5ml, miel 5g).
7. **Plato único:** *Pamillada de verduras rebozadas con espárragos trigueros (60g):* 1 huevo grande (80g), berenjena (150g), calabacín (100), pimiento (80). Aceite de oliva (10g). Fruta (150g)

RECENA: producto lácteo a elegir

1. Vaso de leche semidesnatada (200ml), cereales sin azúcar (45g)
2. Vaso de leche semidesnatada (200ml), 3 galletas tipo María
3. Yorgur natural o con fruta (125g)

DIETA VEGANA 2000 KCAL	Dátil → 2 mg
-------------------------------	--------------

DESAYUNO: (Elegir una opción):

1. Bebida vegetal (200ml) con café (5g), cereales de maíz (45g) y una pieza de fruta (150g).
2. Bebida vegetal (200ml) con café (5g) y dos tostadas de pan integral (40g) con aguacate (50g) y tomate (30g) y un zumo de naranja natural (150ml).
3. Gachas o "Porridge": Bebida vegetal caliente (200ml) con avena (50g). Condimentos al gusto: avellanas (20g), frutos del bosque (50g) y un zumo de naranja natural (150ml).

MEDIA MAÑANA: (Elegir una opción para cada ingesta):

1. Yogur de soja (125g) + frutos secos (50g)
2. Pieza de fruta (150g) + Té
3. Yogur de soja (125g) + pieza de fruta (100g)

COMIDA:

En todas las comidas una ración de 40 g de pan integral de barra.

1. **Plato único:** Ensalada de pasta (70g): brócoli (150g), tomate (50g), maíz (50g), aceite de oliva (10ml), vinagre(5ml). **Postre:** una pieza de fruta (150g).
2. **Plato único:** Estofado de alubias (70g): zanahoria (40g), cebolla (20g), acelgas (60g), puerro (30g), patata (50g), pimiento rojo (30g), salsa de tomate (30g). **Postre:** Yogur de soja (125g), cambio yogur de soja por yogur natural (125 g).
3. **Plato único:** Tempeh (soja 70g) con salsa de tomate (30g) y guarnición de patatas (80g) y guisantes (50g). **Postre:** una pieza de fruta (150g).
4. **Plato único:** Lasaña de verduras: pasta (70g), calabacín (50g), pimiento rojo (30g), pimiento verde (30g), cebolla (20g), salsa de tomate (30g), queso vegano (40g), Bechamel 100g. **Postre:** Yogur de soja (125g).
5. **Plato único:** Puré de calabaza (Calabaza (200g), Cebolla (20g) Patata (60g)). Ensalada completa (Lechuga (120g) + Tomate natural (60g) + Zanahoria (20g) + Cebolla (20g)). **Postre:** una pieza de fruta (150g).
6. **Plato único:** Espinacas rehogadas con ajitos (ajos 4g) (200g), patata (60g) y queso vegano (queso en porciones 40g). **Postre:** Yogur de soja (125g).
7. **Plato único:** Lentejas con verduras (Lentejas (70g en crudo ó 180 g en cocinado), Cebolla (30g), Zanahoria (30g)). **Postre:** una pieza de fruta (150g).

MERIENDA: (Elegir una opción para cada ingesta)

1. Yogur de soja (125g).
2. Pieza de fruta (150g).
3. Café con bebida vegetal o infusión (200mL)

CENA:

En todas las comidas una ración de 40 g de pan integral de barra (salvo día 4)

1. **Plato único:** Tostada de pan (Pan (80g) + Tomate natural (80g) + pepino (40g), aguacate (50g) + Aceite de oliva (10g). **Postre:** Yogur de soja (125g).
2. **Plato único:** Brochetas de tofu (100g) (soja) y verduras con guarnición de patatas al horno/microondas (100g): calabacín (80g), tomates cherry (30g), pimiento rojo (40g), vinagre de módena (5ml). **Postre:** Una pieza de fruta (150g).
3. **Plato único:** Ensalada de arroz (40g): tomate (50g), aceitunas (20g), guisantes (30g), cebolla (20g), aceite de oliva (10ml). **Postre:** Yogur de soja (125g).
4. **Plato único:** Tostas de pan integral (60g) con pimientos asados (100g) y champiñones (80g) con guarnición de tomate (100g): aceite de oliva (5ml). **Postre:** Pieza de fruta (150g).
5. **Plato único:** Patata (200g) asadas con espinacas (150g), pasas (50g), piñones (10g). **Postre:** Yogur de soja (125g).
6. **Plato único:** Cous-cous (60g) cambio por sémola de trigo 60g, con brócoli (80g), zanahoria (40g), berenjena (50g), piñones (10g). **Postre:** Yogur de soja (125g).

7.2 APORTACIONES NUTRICIONALES Y ECONÓMICAS DE CADA ALIMENTO EN CADA DIETA

DIETA VEGANA (1/4)

Vegana														
Alimento	Cantidad (g)	Fracción	Energía (kcal)	Grasa (g) (lípidos total)	Proteínas (g)	Fibra (g) (dietética)	Carbohidratos (g)	Grasas monoinsaturad.	Grasas poliinsaturadas	Grasas saturadas (g)	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)
Aceite de oliva	45,00	0,45	399,15	44,96	-	-	-	31,95	5,37	7,68	-	1,35	-	5,40
Aceitunas	20,00	0,20	24,00	2,50	0,26	0,96	0,20	1,74	0,12	0,52	-	9,60	-	0,30
Acelgas	60,00	0,60	12,60	0,12	1,26	0,60	1,62	-	-	-	-	109,80	-	0,02
Aguacate	200,00	2,00	274,00	24,00	3,00	12,60	0,80	18,02	2,08	2,82	-	18,00	-	6,40
Ajitos	4,00	0,04	4,68	0,01	0,16	0,05	0,97	0,00	0,00	0,00	-	-	-	0,00
Alubias	70,00	0,70	190,40	0,94	15,56	13,79	29,15	0,07	0,49	0,20	-	0,76	-	0,79
Arroz	40,00	0,40	154,40	0,36	2,80	0,08	34,40	0,09	0,13	0,08	-	-	-	0,12
Bebida vegetal	1.400,00	14,00	742,00	25,76	44,80	18,20	80,64	4,40	11,23	2,88	-	28,00	-	10,36
Bechamel	100,00	1,00	152,00	10,30	4,10	0,30	10,80	3,50	1,80	4,40	26,00	127,83	0,62	0,71
Berenjena	50,00	0,50	10,00	0,10	0,35	1,20	1,90	-	0,05	-	-	4,00	-	0,02
Brócoli	230,00	2,30	59,80	0,92	6,90	6,90	5,52	-	0,46	0,16	-	158,70	-	2,30
Café	25,00	0,25	0,50	0,05	0,03	-	-	-	0,02	0,02	-	-	-	0,00
Calabacín	130,00	1,30	22,10	0,26	2,34	1,30	2,60	0,03	0,12	0,05	-	5,20	-	-
Calabaza	200,00	2,00	64,00	1,00	2,40	4,80	11,20	0,14	-	0,52	-	68,00	-	0,20
Cebolla	130,00	1,30	33,80	-	1,46	2,34	6,89	-	-	-	-	-	-	0,59
Cereales maíz	135,00	1,35	530,55	4,73	8,10	4,05	112,05	-	-	0,95	-	6,35	5,67	0,41
Champiñones	80,00	0,80	20,80	0,24	1,44	2,00	3,20	-	0,14	0,06	-	-	-	0,10
Cous-cous	60,00	0,60	115,20	3,10	3,10	1,98	19,72	-	-	0,28	-	7,04	-	-
Espinacas	350,00	3,50	77,00	2,80	9,49	10,15	3,50	0,28	1,12	0,84	-	1.897,00	-	6,00
Frutos del bosque	100,00	1,00	38,00	0,54	1,07	5,63	7,55	0,02	0,21	0,00	-	6,23	-	1,10
Frutos secos	150,00	1,50	870,72	81,11	24,65	10,20	10,70	30,29	40,14	9,83	-	1,99	-	13,16
Guisantes	80,00	0,80	268,80	1,84	17,28	13,36	44,80	0,53	0,18	0,62	-	33,60	-	0,24
Lechuga	220,00	2,20	35,20	1,32	2,48	3,30	3,08	-	0,81	0,26	-	17,60	-	1,12
Lentejas crudas	70,00	0,70	216,30	0,82	17,34	6,79	34,09	0,15	0,38	0,12	-	9,33	-	0,63
Maíz	50,00	0,50	195,00	0,46	4,20	1,35	42,80	0,12	0,21	0,07	-	12,50	-	0,20
Manzana	100,00	1,00	50,00	-	0,30	2,00	12,00	0,15	0,11	0,20	-	4,00	-	0,53
Nueces	20,00	0,20	118,60	12,66	2,80	1,04	0,66	2,43	8,74	1,48	-	-	-	0,16
Pan integral de barra	580,00	5,80	1.450,00	17,40	63,22	34,80	255,20	8,12	4,64	4,06	-	-	-	3,83
Pasas	50,00	0,50	148,00	0,25	1,23	3,25	34,65	0,07	0,07	0,08	-	2,50	-	0,06

DIETA VEGANA (2/4)

Vegana													
Alimento	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)	Precio (€)
Aceite de oliva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12
Aceitunas	-	0,01	0,01	12,80	0,35	86,40	4,40	10,80	3,40	1,08	0,18	0,10	0,16
Acelgas	-	0,06	21,00	48,00	1,38	226,80	48,60	102,00	25,80	0,60	0,18	0,12	0,30
Aguacate	-	0,84	34,00	32,00	1,40	800,00	82,00	4,00	56,00	4,00	-	0,60	2,36
Ajitos	-	0,01	0,56	0,71	0,05	17,84	0,96	0,76	5,36	0,19	0,02	0,04	0,03
Alubias	-	0,32	1,19	97,07	3,63	1.202,60	94,71	9,59	329,00	1,12	2,24	2,56	0,12
Arroz	-	0,12	-	4,00	0,20	44,00	5,20	2,40	40,00	0,80	4,00	0,08	0,03
Bebida vegetal	-	0,87	-	1.400,00	11,20	2.674,00	392,00	42,00	658,00	-	18,20	5,46	1,86
Bechamel	0,40	0,06	-	130,00	0,20	160,00	15,00	400,00	110,00	19,00	1,00	0,40	2,95
Berenjena	-	0,05	2,00	5,00	0,15	131,00	6,50	1,50	10,50	-	0,20	0,05	0,12
Brócoli	-	0,44	253,00	213,90	3,22	851,00	57,50	29,90	154,10	4,60	6,90	1,38	0,36
Café	-	0,00	0,05	0,50	0,03	28,75	20,00	3,50	1,75	-	-	0,01	0,12
Calabacín	-	0,14	26,00	24,70	0,52	299,00	23,40	3,90	40,30	1,30	0,26	0,39	0,22
Calabaza	-	0,20	24,00	36,00	0,80	608,00	20,00	2,00	60,00	2,00	-	0,40	1,33
Cebolla	-	0,17	8,97	33,02	0,35	210,60	5,46	3,90	42,90	11,57	1,95	0,34	0,17
Cereales maíz	1,08	2,30	0,14	611,55	10,67	106,65	23,49	675,00	69,26	4,46	6,62	0,54	0,31
Champiñones	-	0,08	3,20	7,20	0,80	376,00	11,20	4,00	92,00	2,40	7,20	0,08	0,30
Cous-cous	-	-	1,68	22,80	1,01	-	-	-	-	-	-	-	0,19
Espinacas	-	0,72	91,98	515,66	7,95	1.330,00	187,55	196,00	150,50	3,50	1,05	1,89	0,63
Frutos del bosque	-	0,05	22,66	20,33	0,69	153,32	14,13	1,67	21,33	0,33	0,20	0,32	2,15
Frutos secos	-	0,81	0,15	169,15	4,39	1.045,77	274,03	82,29	578,45	10,94	17,83	4,24	1,28
Guisantes	-	0,10	1,60	57,60	4,24	720,00	98,40	32,00	264,00	1,60	1,28	2,80	0,10
Lechuga	-	0,13	26,84	76,34	2,20	484,00	19,14	6,60	61,60	6,60	2,20	0,51	0,19
Lentejas crudas	-	0,46	1,19	40,10	4,81	324,14	52,02	158,75	179,23	1,12	6,93	2,73	0,09
Maíz	-	0,10	3,00	7,50	0,35	165,00	15,00	3,00	128,00	1,00	0,40	0,15	0,16
Manzana	-	0,04	3,00	6,00	0,40	99,00	5,00	2,00	9,00	-	-	0,10	0,20
Nueces	-	0,15	-	15,40	0,46	138,00	28,00	0,60	60,80	1,80	3,80	0,42	0,20
Pan integral de barra	0,46	1,86	1,74	574,20	21,87	1.287,60	336,40	3.074,00	1.107,80	29,00	186,18	8,00	2,52
Pasas	-	0,13	0,50	40,00	1,15	391,00	20,50	10,50	55,50	1,00	3,65	0,12	0,42

DIETA VEGANA (3/4)

Vegana														
Alimento	Cantidad (g)	Fracción	Energía (kcal)	Grasa (g) (lípidos totales)	Proteínas (g)	Fibra (g) (dietética)	Carbohidratos (g)	Grasas monoinsaturadas	Grasas poliinsaturadas	Grasas saturadas (g)	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)
Pasta	140,00	1,40	492,80	2,03	17,50	7,00	99,26	0,21	0,88	0,27	-	-	-	-
Patatas	450,00	4,50	324,00	0,90	9,90	7,65	68,40	-	0,50	0,14	-	-	-	0,27
Pepino	40,00	0,40	4,80	0,04	0,28	0,32	0,80	-	-	-	-	0,80	-	0,04
Pieza de fruta	2.300,00	23,00	1.054,31	1,97	16,28	44,88	238,53	1,22	2,12	1,66	-	591,52	-	7,42
Pimiento rojo	100,00	1,00	29,00	0,60	1,30	1,80	4,50	0,04	0,26	0,14	-	90,00	-	0,86
Pimiento Verde	30,00	0,30	8,70	0,18	0,39	0,54	1,35	0,01	0,08	0,04	-	27,00	-	0,26
Pimientos asados	100,00	1,00	29,00	0,60	1,30	1,80	4,50	0,04	0,26	0,14	-	90,00	-	0,86
Piñones	20,00	0,20	136,00	12,52	2,80	0,38	0,80	3,27	5,46	1,98	-	0,32	-	2,74
Puerro	30,00	0,30	7,20	0,09	0,48	0,84	1,11	-	0,06	-	-	24,90	-	0,22
Queso vegano	80,00	0,80	400,00	30,00	20,00	-	20,00	-	-	-	-	-	-	-
Quinoa	50,00	0,50	152,50	2,78	6,90	3,95	24,60	0,70	1,05	0,25	-	-	-	0,23
Salsa de tomate	90,00	0,90	75,60	5,76	1,35	1,44	4,68	0,99	2,97	0,56	-	47,70	0,24	0,52
Té	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tempeh	70,00	0,70	115,50	2,88	9,06	4,13	11,53	-	-	-	-	0,02	-	-
Tomate	400,00	4,00	76,00	0,40	3,60	4,40	14,00	-	0,44	-	-	328,00	-	3,56
Tomates cherry	30,00	0,30	5,70	0,03	0,27	0,33	1,05	-	0,03	-	-	24,60	-	0,27
Tostadas pan integral	80,00	0,80	200,00	2,40	8,72	4,80	35,20	1,12	0,64	0,56	-	-	-	0,53
Verduras con patatas	100,00	1,00	53,10	0,41	2,97	3,31	9,18	0,02	0,20	0,08	-	294,00	-	0,23
Vinagre	10,00	0,10	0,40	-	0,04	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-
Vinagre de módena	5,00	0,05	3,55	-	0,02	-	0,85	-	-	-	-	-	-	-
Yogur de soja	1.750,00	17,50	1.645,00	36,05	61,78	21,00	277,90	-	-	5,08	-	25,81	-	-
Zanahoria	130,00	1,30	44,20	0,39	1,04	3,38	9,10	0,03	0,16	0,07	-	1.749,80	-	0,65
Zumo de naranja natural	600,00	6,00	246,00	1,20	4,20	0,60	54,00	-	-	-	-	438,00	-	1,02
Tofu	100,00	1,00	119,00	6,63	11,50	0,30	3,30	1,30	3,20	0,80	-	0,17	-	1,00
Pan de barra	80,00	0,80	216,80	0,92	6,40	2,80	44,72	0,11	0,32	0,18	-	-	-	0,14
Café con bebida vegetal o infusión	400,00	4,00	69,20	2,71	4,18	1,56	6,91	0,38	1,22	0,50	-	2,40	-	0,92
Espárragos trigueros	60,00	0,60	15,00	0,36	1,74	1,02	1,20	0,06	0,12	0,06	-	31,80	-	1,20
Avellana	40,00	0,40	261,60	22,50	4,80	3,29	4,20	18,56	1,96	1,96	-	1,92	-	10,48
Avena	100,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	12.134,00	121,34	12.062,56	372,88	440,91	284,53	1.712,41	130,14	100,53	52,64	26,00	6.298,13	6,53	88,13

DIETA VEGANA (4/4)

Vegana													
Alimento	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)	Precio (€)
Pasta	-	0,11	-	33,60	2,52	330,40	77,00	7,00	233,80	14,00	87,08	2,10	0,14
Patatas	-	1,35	85,50	49,50	3,15	2.362,50	90,00	67,50	207,00	11,70	6,75	1,35	0,45
Pepino	-	0,02	2,00	7,60	0,12	60,00	4,80	1,20	9,20	0,12	0,32	0,04	0,09
Pieza de fruta	-	3,03	564,83	429,98	9,00	4.893,57	351,20	84,21	470,53	31,58	10,59	3,77	11,92
Pimiento rojo	-	0,30	152,00	9,00	0,40	155,00	8,00	6,00	15,00	0,78	0,10	0,10	0,30
Pimiento Verde	-	0,09	45,60	2,70	0,12	46,50	2,40	1,80	4,50	0,23	0,03	0,03	0,07
Pimientos asados	-	0,30	152,00	9,00	0,40	155,00	8,00	6,00	15,00	0,78	0,10	0,10	0,26
Piñones	-	0,02	-	2,20	1,12	156,00	54,00	0,20	130,00	0,04	0,40	1,30	1,25
Puerro	-	0,09	5,40	9,30	0,27	76,80	3,30	3,60	10,50	2,58	0,23	0,06	0,13
Queso vegano	-	-	-	-	14,40	800,00	-	700,00	-	-	-	-	1,26
Quinoa	-	0,10	-	39,50	3,90	390,00	105,00	30,50	115,00	-	4,25	1,65	0,35
Salsa de tomate	-	0,10	15,75	11,34	0,46	252,00	11,25	306,00	35,10	1,26	0,86	0,18	0,30
Té	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tempeh	-	-	280,00	65,80	1,78	164,50	-	197,40	-	-	-	-	1,38
Tomate	-	0,40	76,00	44,00	2,00	944,00	40,00	72,00	88,00	8,80	3,96	0,80	0,50
Tomates cherry	-	0,03	5,70	3,30	0,15	70,80	3,00	5,40	6,60	0,66	0,30	0,06	0,12
Tostadas pan integral	0,06	0,26	0,24	79,20	3,02	177,60	46,40	424,00	152,80	4,00	25,68	1,10	0,35
Verduras con patatas	-	0,17	14,80	27,80	0,77	248,50	17,20	71,70	53,70	1,48	1,15	0,37	0,11
Vinagre	-	-	0,05	0,60	0,05	3,90	0,40	0,80	0,80	-	-	0,00	0,01
Vinagre de módena	-	-	-	1,35	0,04	5,60	0,60	1,15	0,95	-	-	0,00	0,03
Yogur de soja	-	-	-	3.080,00	11,20	-	-	210,00	-	-	-	-	4,20
Zanahoria	-	0,26	9,10	54,60	0,39	371,80	13,00	91,00	20,80	8,45	1,69	0,26	0,17
Zumo de naranja natural	-	0,24	234,00	42,00	0,60	630,00	48,00	120,00	48,00	12,00	6,00	-	1,77
Tofu	-	0,10	-	200,00	1,70	180,00	70,00	7,00	190,00	1,00	8,40	0,70	0,86
Pan de barra	-	0,10	-	18,40	1,20	96,00	20,80	520,00	72,00	5,84	4,48	0,48	0,14
Café con bebida vegetal o infusión	-	0,08	0,56	125,60	1,32	551,20	257,60	42,80	76,00	-	1,56	0,61	0,94
Espárragos trigueros	-	0,04	12,96	16,62	0,78	124,20	7,50	1,80	35,40	4,80	0,60	0,31	1,10
Avellana	-	0,24	1,20	90,40	1,52	254,40	62,40	2,40	133,20	0,60	1,80	0,84	0,64
Avena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2,01	17,62	2.186,15	8.654,93	146,83	27.460,73	3.162,44	7.844,11	6.438,45	220,71	438,78	50,06	47,80 €

DIETA VEGETARIANA (1/4)

Ovolacteovegetariana														
Alimento	Cantidad (g)	Fracción	Energía (kcal)	Grasa (g) (lípidos total)	Proteínas (g)	Fibra (g) (dietética)	Carbohidratos (g)	Grasas monoinsaturad	Grasas poliinsaturadas	Grasas saturadas (g)	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)
Aceite de oliva	90,00	0,90	798,30	89,91	-	-	-	63,90	10,74	15,35	-	2,70	-	10,80
Acelgas	60,00	0,60	12,60	0,12	1,26	0,60	1,62	-	-	-	-	109,80	-	0,02
Aguacate	50,00	0,50	68,50	6,00	0,75	3,15	0,20	4,51	0,52	0,71	-	4,50	-	1,60
Ajo	5,00	0,05	5,85	0,01	0,20	0,06	1,22	0,00	0,01	0,00	-	-	-	0,01
Almendras	50,00	0,50	293,50	22,61	9,57	4,17	3,10	13,99	5,57	2,16	-	-	-	12,00
Alubias	70,00	0,70	190,40	0,94	15,56	13,79	29,15	0,07	0,49	0,20	-	0,76	-	0,79
Arroz	60,00	0,60	231,60	0,54	4,20	0,12	51,60	0,14	0,19	0,13	-	-	-	0,18
Avena	50,00	0,50	200,50	3,45	8,45	5,30	33,15	1,10	1,25	0,60	-	-	-	0,35
Bebida vegetal	400,00	4,00	212,00	7,36	12,80	5,20	23,04	1,26	3,21	0,82	-	8,00	-	2,96
Bechamel	200,00	2,00	304,00	20,60	8,20	0,60	21,60	7,00	3,60	8,80	52,00	255,66	1,24	1,42
Berenjena	400,00	4,00	80,00	0,80	2,80	9,60	15,20	-	0,36	-	-	32,00	-	0,12
Café	10,00	0,10	0,20	0,02	0,01	-	-	-	0,01	0,01	-	-	-	0,00
Calabacín	250,00	2,50	42,50	0,50	4,50	2,50	5,00	0,05	0,23	0,10	-	10,00	-	-
Canela	5,00	0,05	18,60	0,16	0,20	2,72	4,03	0,02	0,03	0,03	-	1,29	-	0,00
Cebolla	200,00	2,00	52,00	-	2,25	3,60	10,60	-	-	-	-	-	-	0,90
Cereales sin azúca	45,00	0,45	119,70	1,22	6,30	13,05	20,52	0,14	0,54	0,21	-	-	1,26	0,99
Champiñones	800,00	8,00	208,00	2,40	14,40	20,00	32,00	-	1,36	0,56	-	-	-	0,96
Espárragos	160,00	1,60	38,40	0,48	3,04	1,60	5,44	0,02	0,22	0,11	-	104,00	-	2,40
Espinacas	200,00	2,00	44,00	1,60	5,43	5,80	2,00	0,16	0,64	0,48	-	1.084,00	-	3,43
Garbanzos	70,00	0,70	233,80	4,41	13,51	10,48	34,47	1,26	1,97	0,30	-	15,05	-	2,17
Guisantes	50,00	0,50	168,00	1,15	10,80	8,35	28,00	0,33	0,12	0,39	-	21,00	-	0,15
Huevo	320,00	3,20	476,80	35,52	40,00	-	-	12,70	5,57	9,92	1.232,00	608,00	5,60	3,55
Leche semidesnat	1.200,00	12,00	552,00	19,20	38,40	-	55,20	5,76	0,60	11,40	60,00	246,00	0,12	0,96
Lechuga	40,00	0,40	6,40	0,24	0,45	0,60	0,56	-	0,15	0,05	-	3,20	-	0,20
Lentejas	70,00	0,70	216,30	0,82	17,34	6,79	34,09	0,15	0,38	0,12	-	9,33	-	0,63
Maíz	70,00	0,70	273,00	0,64	5,88	1,89	59,92	0,17	0,29	0,09	-	17,50	-	0,28
Manzana	75,00	0,75	37,50	-	0,23	1,50	9,00	0,11	0,08	0,15	-	3,00	-	0,40
Mayonesa	10,00	0,10	78,20	8,74	0,21	-	0,01	6,23	0,73	1,28	15,00	7,03	0,06	0,46
Mermelada	30,00	0,30	74,70	0,19	0,09	0,78	17,88	0,10	-	0,01	-	6,30	-	-

DIETA VEGETARIANA (2/4)

Ovolactovegetariana														
Alimento	Cantidad (g)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)	Precio (€)
Aceite de oliva	90,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24
Acelgas	60,00	-	0,06	21,00	48,00	1,38	226,80	48,60	102,00	25,80	0,60	0,18	0,12	0,30
Aguacate	50,00	-	0,21	8,50	8,00	0,35	200,00	20,50	1,00	14,00	1,00	-	0,15	0,59
Ajo	5,00	-	0,02	0,70	0,89	0,06	22,30	1,21	0,95	6,70	0,24	0,03	0,06	0,03
Almendras	50,00	-	0,06	-	124,13	1,79	383,63	129,06	5,18	262,44	1,00	2,00	1,80	0,74
Alubias	70,00	-	0,32	1,19	97,07	3,63	1.202,60	94,71	9,59	329,00	1,12	2,24	2,56	0,12
Arroz	60,00	-	0,18	-	6,00	0,30	66,00	7,80	3,60	60,00	1,20	6,00	0,12	0,05
Avena	50,00	-	0,06	-	27,00	2,36	214,50	88,50	1,00	261,50	3,00	2,50	1,99	0,09
Bebida vegetal	400,00	-	0,25	-	400,00	3,20	764,00	112,00	12,00	188,00	-	5,20	1,56	0,53
Bechamel	200,00	0,80	0,12	-	260,00	0,40	320,00	30,00	800,00	220,00	38,00	2,00	0,80	5,90
Berenjena	400,00	-	0,40	16,00	40,00	1,20	1.048,00	52,00	12,00	84,00	-	1,60	0,40	0,94
Café	10,00	-	0,00	0,02	0,20	0,01	11,50	8,00	1,40	0,70	-	-	0,01	0,05
Calabacín	250,00	-	0,28	50,00	47,50	1,00	575,00	45,00	7,50	77,50	2,50	0,50	0,75	0,42
Canela	5,00	-	0,01	1,43	61,40	1,91	25,00	2,78	1,32	3,07	-	0,75	0,10	0,65
Cebolla	200,00	-	0,26	13,80	50,80	0,54	324,00	8,40	6,00	66,00	17,80	3,00	0,52	0,26
Cereales sin azúca	45,00	0,36	0,77	23,85	31,50	6,75	517,50	153,00	360,00	369,00	8,28	3,11	3,02	0,33
Champiñones	800,00	-	0,80	32,00	72,00	8,00	3.760,00	112,00	40,00	920,00	24,00	72,00	0,80	2,97
Espárragos	160,00	-	0,05	24,00	30,40	1,12	256,00	24,00	377,60	68,80	-	1,60	0,51	2,69
Espinacas	200,00	-	0,41	52,56	294,66	4,54	760,00	107,17	112,00	86,00	2,00	0,60	1,08	0,36
Garbanzos	70,00	-	0,11	2,87	100,10	4,76	700,00	85,40	21,00	217,00	1,05	1,40	1,40	0,11
Guisantes	50,00	-	0,07	1,00	36,00	2,65	450,00	61,50	20,00	165,00	1,00	0,80	1,75	0,06
Huevo	320,00	8,00	0,38	-	182,40	6,08	416,00	38,40	448,00	640,00	64,00	35,20	4,16	0,57
Leche semidesnat	1.200,00	4,80	0,36	36,00	1.368,00	0,48	1.992,00	120,00	552,00	1.020,00	103,20	18,00	4,80	0,72
Lechuga	40,00	-	0,02	4,88	13,88	0,40	88,00	3,48	1,20	11,20	1,20	0,40	0,09	0,03
Lentejas	70,00	-	0,46	1,19	40,10	4,81	324,14	52,02	158,75	179,23	1,12	6,93	2,73	0,09
Maíz	70,00	-	0,14	4,20	10,50	0,49	231,00	21,00	4,20	179,20	1,40	0,56	0,21	0,22
Manzana	75,00	-	0,03	2,25	4,50	0,30	74,25	3,75	1,50	6,75	-	-	0,08	0,15
Mayonesa	10,00	0,10	0,00	0,10	1,90	0,12	2,50	0,70	33,00	6,10	3,50	-	0,05	0,04
Mermelada	30,00	-	0,01	6,00	11,70	0,30	103,20	9,00	3,00	2,58	0,81	0,60	0,03	0,05

DIETA VEGETARIANA (3/4)

Ovolactovegetariana

Alimento	Cantidad (g)	Fracción	Energía (kcal)	Grasa (g) (lípidos total)	Proteínas (g)	Fibra (g) (dietética)	Carbohidratos (g)	Grasas monoinsaturadas	Grasas poliinsaturadas	Grasas saturadas (g)	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)
Miel	15,00	0,15	47,10	-	0,08	-	11,52	-	-	-	-	-	-	-
Mozzarella	50,00	0,50	111,00	8,05	9,75	-	-	2,01	0,20	4,34	39,00	-	-	-
Nueces	80,00	0,80	474,40	50,62	11,20	4,16	2,64	9,70	34,96	5,94	-	-	-	0,64
Pan integral de bai	980,00	9,80	2.450,00	29,40	106,82	58,80	431,20	13,72	7,84	6,86	-	-	-	6,47
Pasta	130,00	1,30	457,60	1,88	16,25	6,50	92,17	0,20	0,82	0,25	-	-	-	-
Patatas	250,00	2,50	180,00	0,50	5,50	4,25	38,00	-	0,28	0,08	-	-	-	0,15
Pepino	40,00	0,40	4,80	0,04	0,28	0,32	0,80	-	-	-	-	0,80	-	0,04
Pieza de fruta	2.250,00	22,50	1.031,39	1,93	15,93	43,90	233,34	1,19	2,07	1,62	-	578,66	-	7,26
Pimiento rojo	260,00	2,60	75,40	1,56	3,38	4,68	11,70	0,10	0,68	0,36	-	234,00	-	2,24
Pimiento verde	160,00	1,60	46,40	0,96	2,08	2,88	7,20	0,06	0,42	0,22	-	144,00	-	1,38
Plátano	100,00	1,00	89,00	0,30	1,20	3,40	20,00	0,04	0,09	0,11	-	18,00	-	0,20
Puerro	30,00	0,30	7,20	0,09	0,48	0,84	1,11	-	0,06	-	-	24,90	-	0,22
Queso vegano	15,00	0,15	75,00	5,63	3,75	-	3,75	-	-	-	-	-	-	-
Quinoa	70,00	0,70	213,50	3,89	9,66	5,53	34,44	0,98	1,47	0,35	-	-	-	0,32
Salsa de tomate	90,00	0,90	75,60	5,76	1,35	1,44	4,68	0,99	2,97	0,56	-	47,70	0,24	0,52
Soja texturizada	50,00	0,50	175,00	9,31	17,95	7,85	4,85	1,75	4,55	1,15	-	1,00	-	1,45
Tofu	100,00	1,00	119,00	6,63	11,50	0,30	3,30	1,30	3,20	0,80	-	0,17	-	1,00
Tomate	310,00	3,10	58,90	0,31	2,79	3,41	10,85	-	0,34	-	-	254,20	-	2,76
Vinagre	15,00	0,15	0,60	-	0,06	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-
Vinagre de móden	5,00	0,05	3,55	-	0,02	-	0,85	-	-	-	-	-	-	-
Zanahoria	140,00	1,40	47,60	0,42	1,12	3,64	9,80	0,03	0,17	0,07	-	1.884,40	-	0,70
Brócoli	100,00	1,00	26,00	0,40	3,00	3,00	2,40	-	0,20	0,07	-	69,00	-	1,00
Espárragos triguier	60,00	0,60	15,00	0,36	1,74	1,02	1,20	0,06	0,12	0,06	-	31,80	-	1,20
Queso de Burgos	230,00	2,30	453,10	35,42	28,52	-	5,75	9,84	1,70	21,76	33,35	446,20	-	1,29
Tomates cherry	30,00	0,30	5,70	0,03	0,27	0,33	1,05	-	0,03	-	-	24,60	-	0,27
Pasas	50,00	0,50	148,00	0,25	1,23	3,25	34,65	0,07	0,07	0,08	-	2,50	-	0,06
Yogur natural	875,00	8,75	551,25	34,13	28,00	-	34,13	6,13	-	19,25	98,00	280,88	1,75	-
TOTAL	11.525,00	115,25	11.979,44	427,49	510,72	281,74	1.500,06	167,33	101,08	117,89	1.529,35	6.591,93	10,27	76,87

DIETA VEGETARIANA (4/4)

Ovolactoovegetariana															
Alimento	Cantidad (g)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)	Precio (€)	
Miel	15,00	-	0,05	0,30	2,25	0,11	8,10	0,75	3,45	2,55	0,75	0,08	0,05	0,12	
Mozzarella	50,00	-	0,30	-	316,00	0,10	33,50	12,00	186,50	214,00	-	7,25	-	0,34	
Nueces	80,00	-	0,58	-	61,60	1,84	552,00	112,00	2,40	243,20	7,20	15,20	1,68	0,80	
Pan integral de bai	980,00	0,78	3,14	2,94	970,20	36,95	2.175,60	568,40	5.194,00	1.871,80	49,00	314,58	13,52	4,26	
Pasta	130,00	-	0,10	-	31,20	2,34	306,80	71,50	6,50	217,10	13,00	80,86	1,95	0,13	
Patatas	250,00	-	0,75	47,50	27,50	1,75	1.312,50	50,00	37,50	115,00	6,50	3,75	0,75	0,25	
Pepino	40,00	-	0,02	2,00	7,60	0,12	60,00	4,80	1,20	9,20	0,12	0,32	0,04	0,09	
Pieza de fruta	2.250,00	-	2,97	552,55	420,64	8,80	4.787,19	343,57	82,38	460,30	30,90	10,36	3,69	11,66	
Pimiento rojo	260,00	-	0,78	395,20	23,40	1,04	403,00	20,80	15,60	39,00	2,03	0,26	0,26	0,78	
Pimiento verde	160,00	-	0,48	243,20	14,40	0,64	248,00	12,80	9,60	24,00	1,25	0,16	0,16	0,36	
Plátano	100,00	-	0,51	10,00	9,00	0,60	350,00	38,00	1,00	28,00	2,00	1,00	0,23	0,25	
Puerro	30,00	-	0,09	5,40	9,30	0,27	76,80	3,30	3,60	10,50	2,58	0,23	0,06	0,13	
Queso vegano	15,00	-	-	-	-	2,70	150,00	-	131,25	-	-	-	-	0,24	
Quinoa	70,00	-	0,14	-	55,30	5,46	546,00	147,00	42,70	161,00	-	5,95	2,31	0,49	
Salsa de tomate	90,00	-	0,10	15,75	11,34	0,46	252,00	11,25	306,00	35,10	1,26	0,86	0,18	0,30	
Soja texturizada	50,00	-	0,19	-	120,00	4,85	865,00	125,00	2,50	330,00	5,00	7,00	2,15	0,28	
Tofu	100,00	-	0,10	-	200,00	1,70	180,00	70,00	7,00	190,00	1,00	8,40	0,70	0,86	
Tomate	310,00	-	0,31	58,90	34,10	1,55	731,60	31,00	55,80	68,20	6,82	3,07	0,62	0,39	
Vinagre	15,00	-	-	0,08	0,90	0,07	5,85	0,60	1,20	1,20	-	-	0,00	0,01	
Vinagre de móden	5,00	-	-	-	1,35	0,04	5,60	0,60	1,15	0,95	-	-	0,00	0,03	
Zanahoria	140,00	-	0,28	9,80	58,80	0,42	400,40	14,00	98,00	22,40	9,10	1,82	0,28	0,18	
Brócoli	100,00	-	0,19	110,00	93,00	1,40	370,00	25,00	13,00	67,00	2,00	3,00	0,60	0,16	
Espárragos triguer	60,00	-	0,04	12,96	16,62	0,78	124,20	7,50	1,80	35,40	4,80	0,60	0,31	1,10	
Queso de Burgos	230,00	1,52	0,18	-	777,40	1,15	278,30	36,80	625,60	391,00	11,04	33,35	2,99	2,11	
Tomates cherry	30,00	-	0,03	5,70	3,30	0,15	70,80	3,00	5,40	6,60	0,66	0,30	0,06	0,12	
Pasas	50,00	-	0,13	0,50	40,00	1,15	391,00	20,50	10,50	55,50	1,00	3,65	0,12	0,42	
Yogur natural	875,00	2,63	0,70	9,63	1.146,25	0,88	1.382,50	105,00	376,25	831,25	183,75	28,00	2,80	0,95	
TOTAL	11.525,00	18,99	17,97	1.785,94	7.820,07	136,24	31.124,65	3.275,15	10.317,66	10.899,82	619,77	697,22	67,14	46,08 €	

DIETA EQUILBRADA (1/4)

Equilibrada 2000 kcal

Alimento	Cantidad (g)	Fracción	Energía (kcal)	Grasa (g) (lípidos total)	Proteínas (g)	Fibra (g) (dietética)	Carbohidratos (g)	Grasas monoinsaturad	Grasas poliinsaturadas	Grasas saturadas (g)	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)
Aceite de oliva	155,00	1,55	1.374,85	154,85	-	-	-	110,05	18,49	26,44	-	4,65	-	18,60
Aceitunas	30,00	0,30	36,00	3,75	0,39	1,44	0,30	2,61	0,18	0,78	-	14,40	-	0,44
Ajo	10,00	0,10	11,70	0,02	0,39	0,12	2,43	0,00	0,01	0,01	-	-	-	0,01
Alcachofas	150,00	1,50	34,50	0,30	4,35	14,10	3,39	-	0,14	-	-	6,00	-	0,30
Arroz	70,00	0,70	270,20	0,63	4,90	0,14	60,20	0,16	0,22	0,15	-	-	-	0,21
Atún al natural	56,00	0,56	56,56	0,34	13,16	-	-	0,06	0,11	0,11	28,56	33,60	2,24	0,31
Bacalao	160,00	1,60	132,80	1,60	29,12	-	-	0,27	0,53	0,27	97,60	8,00	-	0,75
Berenjena	220,00	2,20	44,00	0,44	1,54	5,28	8,36	-	0,20	-	-	17,60	-	0,07
Calabacín	550,00	5,50	93,50	1,10	9,90	5,50	11,00	0,11	0,50	0,22	-	22,00	-	-
Calabaza	90,00	0,90	28,80	0,45	1,08	2,16	5,04	0,06	-	0,23	-	30,60	-	0,09
Cebolla	280,00	2,80	72,80	-	3,15	5,04	14,84	-	-	-	-	-	-	1,26
Cereales	120,00	1,20	319,20	3,24	16,80	34,80	54,72	0,37	1,44	0,55	-	-	3,36	2,64
Champiñones	100,00	1,00	26,00	0,30	1,80	2,50	4,00	-	0,17	0,07	-	-	-	0,12
Espárragos	290,00	2,90	69,60	0,87	5,51	2,90	9,86	0,03	0,41	0,20	-	188,50	-	4,35
Espinacas	120,00	1,20	26,40	0,96	3,26	3,48	1,20	0,10	0,38	0,29	-	650,40	-	2,06
Frutos secos	90,00	0,90	522,43	48,67	14,79	6,12	6,42	18,18	24,08	5,90	-	1,19	-	7,90
Garbanzos	80,00	0,80	267,20	5,04	15,44	11,97	39,40	1,44	2,25	0,34	-	17,20	-	2,48
Huevo	120,00	1,20	178,80	13,32	15,00	-	-	4,76	2,09	3,72	462,00	228,00	2,10	1,33
Huevo revuelto	60,00	0,60	89,40	6,66	7,50	-	-	2,38	1,04	1,86	231,00	114,00	1,05	0,67
Jamón	50,00	0,50	57,00	1,50	10,50	-	0,20	0,70	0,18	0,55	25,00	-	0,35	0,04
Jamón york/Pavo	200,00	2,00	228,00	6,00	42,00	-	0,80	2,80	0,72	2,20	100,00	-	1,40	0,16
Judías verdes	120,00	1,20	33,60	0,48	2,64	3,36	4,44	0,04	0,24	0,11	-	56,40	-	0,31
Leche semidesnat:	1.250,00	12,50	575,00	20,00	40,00	-	57,50	6,00	0,63	11,88	62,50	256,25	0,13	1,00
Lechuga	470,00	4,70	75,20	2,82	5,29	7,05	6,58	-	1,74	0,56	-	37,60	-	2,40
Lentejas	90,00	0,90	278,10	1,06	22,29	8,73	43,83	0,20	0,49	0,15	-	12,00	-	0,81
Lomo de cerdo	100,00	1,00	123,00	2,50	24,90	-	-	1,25	0,25	0,98	61,00	4,05	-	-

DIETA EQUILBRADA (2/4)

Equilibrada 2000 kcal														
Alimento	Cantidad (g)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)	Precio (€)
Aceite de oliva	155,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42
Aceitunas	30,00	-	0,01	0,02	19,20	0,53	129,60	6,60	16,20	5,10	1,62	0,27	0,15	0,24
Ajo	10,00	-	0,03	1,40	1,78	0,12	44,60	2,41	1,90	13,40	0,47	0,05	0,11	0,06
Alcachofas	150,00	-	0,14	9,00	66,00	1,50	450,00	40,50	22,50	75,00	1,50	0,30	0,15	0,93
Arroz	70,00	-	0,21	-	7,00	0,35	77,00	9,10	4,20	70,00	1,40	7,00	0,14	0,06
Atún al natural	56,00	2,24	0,26	-	15,68	0,56	128,80	15,12	179,20	95,20	7,28	45,02	0,39	0,58
Bacalao	160,00	1,60	0,32	-	20,80	0,16	544,00	38,40	108,80	288,00	272,00	43,20	0,64	4,24
Berenjena	220,00	-	0,22	8,80	22,00	0,66	576,40	28,60	6,60	46,20	-	0,88	0,22	0,52
Calabacín	550,00	-	0,61	110,00	104,50	2,20	1.265,00	99,00	16,50	170,50	5,50	1,10	1,65	0,93
Calabaza	90,00	-	0,09	10,80	16,20	0,36	273,60	9,00	0,90	27,00	0,90	-	0,18	0,60
Cebolla	280,00	-	0,36	19,32	71,12	0,76	453,60	11,76	8,40	92,40	24,92	4,20	0,73	0,36
Cereales	120,00	0,96	2,04	63,60	84,00	18,00	1.380,00	408,00	960,00	984,00	22,08	8,28	8,04	0,27
Champiñones	100,00	-	0,10	4,00	9,00	1,00	470,00	14,00	5,00	115,00	3,00	9,00	0,10	0,37
Espárragos	290,00	-	0,09	43,50	55,10	2,03	464,00	43,50	684,40	124,70	-	2,90	0,93	4,88
Espinacas	120,00	-	0,25	31,54	176,80	2,72	456,00	64,30	67,20	51,60	1,20	0,36	0,65	0,22
Frutos secos	90,00	-	0,49	0,09	101,49	2,63	627,46	164,42	49,37	347,07	6,56	10,70	2,55	0,77
Garbanzos	80,00	-	0,12	3,28	114,40	5,44	800,00	97,60	24,00	248,00	1,20	1,60	1,60	0,12
Huevo	120,00	3,00	0,14	-	68,40	2,28	156,00	14,40	168,00	240,00	24,00	13,20	1,56	0,21
Huevo revuelto	60,00	1,50	0,07	-	34,20	1,14	78,00	7,20	84,00	120,00	12,00	6,60	0,78	0,11
Jamón	50,00	0,35	0,10	9,50	4,80	1,05	135,00	8,75	485,00	119,50	5,45	5,50	1,40	0,48
Jamón york/Pavo	200,00	1,40	0,40	38,00	19,20	4,20	540,00	35,00	1.940,00	478,00	21,80	22,00	5,60	2,36
Judías verdes	120,00	-	0,24	24,00	46,80	1,20	291,60	30,00	4,80	45,60	4,32	1,68	0,24	0,14
Leche semidesnat:	1.250,00	5,00	0,38	37,50	1.425,00	0,50	2.075,00	125,00	575,00	1.062,50	107,50	18,75	5,00	0,75
Lechuga	470,00	-	0,28	57,34	163,09	4,70	1.034,00	40,89	14,10	131,60	14,10	4,70	1,08	0,40
Lentejas	90,00	-	0,59	1,53	51,56	6,19	416,75	66,89	204,10	230,44	1,44	8,91	3,51	0,12
Lomo de cerdo	100,00	0,20	0,65	-	14,50	0,91	490,00	29,00	41,00	176,50	-	29,00	1,75	0,74

DIETA EQUILBRADA (3/4)

Equilibrada 2000 kcal														
Alimento	Cantidad (g)	Fracción	Energía (kcal)	Grasa (g) (lípidos total)	Proteínas (g)	Fibra (g) (dietética)	Carbohidratos (g)	Grasas monoinsaturad	Grasas poliinsaturadas	Grasas saturadas (g)	Colesterol (mg)	Vitamina A (ug)	Vitamina D (ug)	Vitamina E (mg)
Maíz	90,00	0,90	351,00	0,83	7,56	2,43	77,04	0,22	0,38	0,12	-	22,50	-	0,36
Merluza	130,00	1,30	83,20	2,34	15,51	-	-	0,56	0,60	0,46	87,10	-	-	0,46
Pan de barra	200,00	2,00	542,00	2,30	16,00	7,00	111,80	0,28	0,80	0,46	-	-	-	0,36
Pasta	60,00	0,60	211,20	0,87	7,50	3,00	42,54	0,09	0,38	0,11	-	-	-	-
Patatas	1.150,00	11,50	828,00	2,30	25,30	19,55	174,80	-	1,27	0,35	-	-	-	0,69
Pechuga de pavo	100,00	1,00	107,00	0,99	24,12	-	-	0,22	0,24	0,36	45,00	2,00	-	-
Pechuga de pollo	200,00	2,00	210,00	2,40	46,20	-	-	0,60	0,56	0,66	116,00	0,68	-	0,54
Pimiento rojo	70,00	0,70	20,30	0,42	0,91	1,26	3,15	0,03	0,18	0,10	-	63,00	-	0,60
Puerro	30,00	0,30	7,20	0,09	0,48	0,84	1,11	-	0,06	-	-	24,90	-	0,22
Quesitos	20,00	0,20	61,80	5,10	3,60	-	0,50	2,02	0,21	2,85	18,80	59,80	0,06	0,20
Salmón	100,00	1,00	181,00	12,00	18,40	-	-	5,43	3,10	2,16	50,00	13,00	8,00	2,00
Salsa de tomate	30,00	0,30	25,20	1,92	0,45	0,48	1,56	0,33	0,99	0,19	-	15,90	0,08	0,17
Sepia	140,00	1,40	112,00	1,40	24,64	-	-	0,18	0,42	0,34	212,80	2,80	-	3,36
Solomillo de cerdc	100,00	1,00	123,00	2,50	24,90	-	-	1,25	0,25	0,98	61,00	4,05	-	-
Ternera	60,00	0,60	66,60	1,98	12,12	-	-	0,66	0,20	0,60	48,00	-	-	0,12
Tomate	630,00	6,30	119,70	0,63	5,67	6,93	22,05	-	0,69	-	-	516,60	-	5,61
Tostada de pan de	100,00	1,00	111,00	3,30	20,20	-	-	1,10	0,34	1,00	80,00	-	-	0,20
Yogur natural	1.250,00	12,50	787,50	48,75	40,00	-	48,75	8,75	-	27,50	140,00	401,25	2,50	-
Zanahoria	170,00	1,70	57,80	0,51	1,36	4,42	11,90	0,03	0,20	0,09	-	2.288,20	-	0,85
(en blanco)														
Avena	190,00	1,90	761,90	13,11	32,11	20,14	125,97	4,18	4,75	2,28	-	-	-	1,33
Pimiento verde	140,00	1,40	40,60	0,84	1,82	2,52	6,30	0,06	0,36	0,20	-	126,00	-	1,20
Pieza de fruta	3.380,00	33,80	1.549,38	2,90	23,92	65,95	350,54	1,79	3,11	2,44	-	869,27	-	10,91
Queso parmesano	20,00	0,20	73,20	5,30	6,46	-	-	1,54	0,12	3,34	16,00	73,60	0,09	0,18
TOTAL	13.391,00	133,91	11.455,22	389,66	654,94	249,21	1.312,51	180,89	75,70	104,13	1.942,36	6.186,00	21,35	77,66

DIETA EQUILBRADA (4/4)

Equilibrada 2000 kcal															
Alimento	Cantidad (g)	Vitamina B12 (ug)	Vitamina B6 (mg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Fósforo (mg)	Ioduro (ug)	Selenio (ug)	Zinc (mg)	Precio (€)	
Maíz	90,00	-	0,18	5,40	13,50	0,63	297,00	27,00	5,40	230,40	1,80	0,72	0,27	0,28	
Merluza	130,00	1,43	0,21	-	43,03	1,43	382,20	32,63	131,30	184,60	35,10	46,80	0,48	2,07	
Pan de barra	200,00	-	0,24	-	46,00	3,00	240,00	52,00	1.300,00	180,00	14,60	11,20	1,20	0,36	
Pasta	60,00	-	0,05	-	14,40	1,08	141,60	33,00	3,00	100,20	6,00	37,32	0,90	0,06	
Patatas	1.150,00	-	3,45	218,50	126,50	8,05	6.037,50	230,00	172,50	529,00	29,90	17,25	3,45	1,15	
Pechuga de pavo	100,00	0,52	0,46	-	8,00	1,00	333,00	20,00	46,00	210,00	2,00	22,40	1,80	1,19	
Pechuga de pollo	200,00	0,70	0,70	-	45,60	3,00	510,00	44,80	130,00	392,00	3,60	-	2,80	2,33	
Pimiento rojo	70,00	-	0,21	106,40	6,30	0,28	108,50	5,60	4,20	10,50	0,55	0,07	0,07	0,21	
Puerro	30,00	-	0,09	5,40	9,30	0,27	76,80	3,30	3,60	10,50	2,58	0,23	0,06	0,13	
Quesitos	20,00	0,06	0,00	-	55,20	0,02	30,00	6,00	187,00	107,00	7,70	2,90	0,10	0,08	
Salmón	100,00	5,00	0,75	-	27,00	0,70	310,00	26,00	98,00	250,00	28,30	20,00	0,80	3,40	
Salsa de tomate	30,00	-	0,03	5,25	3,78	0,15	84,00	3,75	102,00	11,70	0,42	0,29	0,06	0,10	
Sepia	140,00	3,50	0,55	-	53,20	3,36	597,80	44,80	529,20	375,20	89,60	91,00	3,08	2,10	
Solomillo de cerdo	100,00	0,20	0,65	-	14,50	0,91	490,00	29,00	41,00	176,50	-	29,00	1,75	0,93	
Ternera	60,00	0,60	0,17	-	5,52	1,08	210,00	7,74	36,00	120,00	3,36	5,28	2,10	1,08	
Tomate	630,00	-	0,63	119,70	69,30	3,15	1.486,80	63,00	113,40	138,60	13,86	6,24	1,26	0,79	
Tostada de pan de bñ	100,00	1,00	0,28	-	9,20	1,80	350,00	12,90	60,00	200,00	5,60	8,80	3,50	0,18	
Yogur natural	1.250,00	3,75	1,00	13,75	1.637,50	1,25	1.975,00	150,00	537,50	1.187,50	262,50	40,00	4,00	1,36	
Zanahoria	170,00	-	0,34	11,90	71,40	0,51	486,20	17,00	119,00	27,20	11,05	2,21	0,34	0,22	
(en blanco)															
Avena	190,00	-	0,23	-	102,60	8,97	815,10	336,30	3,80	993,70	11,40	9,50	7,54	0,32	
Pimiento verde	140,00	-	0,42	212,80	12,60	0,56	217,00	11,20	8,40	21,00	1,09	0,14	0,14	0,32	
Pieza de fruta	3.380,00	-	4,46	830,06	631,89	13,22	7.191,42	516,11	123,75	691,48	46,41	15,56	5,55	17,51	
Queso parmesano	20,00	0,30	0,02	-	255,00	0,14	22,60	9,20	167,80	156,40	0,40	4,78	1,06	0,33	
TOTAL	13.391,00	33,31	23,29	2.002,37	5.973,94	115,75	35.748,93	3.090,77	9.594,02	11.660,78	1.118,06	616,88	81,46	57,34 €	

7.3 INVENTARIO DE DATOS

Alimentos sin duplicados	Base de Datos	Nivel supply chain	Parámetros					
			Parámetros vegana	Masa (kg)	Parámetros vegetariana	Masa (kg)	Parámetros equilibrada	Masa (kg)
Aceite de oliva	EPD	Supermarket	Wv_aceite	0,045	Wveg_aceite	0,09	Weq_aceite	0,155
Aceitunas	EPD	Supermarket	Wv_aceitunas	0,02	Wveg_aceitunas	0	Weq_aceitunas	0,03
Acelgas	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_ancelgas	0,06	Wveg_ancelgas	0,06	Weq_ancelgas	0
Aguacate	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_aguacate	0,2	Wveg_aguacate	0,05	Weq_aguacate	0
Ajo	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_ajo	0,004	Wveg_ajo	0,005	Weq_ajo	0,01
Albóndigas de ternera	No usado	Supermarket	Wv_albóndigas	0	Wveg_albóndigas	0	Weq_albóndigas	0
Alcachofas	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_alcachofas	0	Wveg_alcachofas	0	Weq_alcachofas	0,15
Almejas	No usado	Supermarket	Wv_almejas	0	Wveg_almejas	0	Weq_almejas	0
Almendra	No usado	Farm	Wv_almendra	0	Wveg_almendra	0	Weq_almendra	0
Alubias	Ecoinvent 3	Farm	Wv_alubias	0,07	Wveg_alubias	0,07	Weq_alubias	0
Arándanos	No usado	Supermarket	Wv_arándanos	0	Wveg_arándanos	0	Weq_arándanos	0
Arroz	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_arroz	0,04	Wveg_arroz	0,06	Weq_arroz	0,07
Atún al natural	LCA DK	Supermarket	Wv_atún al natural	0	Wveg_atún al natural	0	Weq_atún al natural	0,056
Avellana	No usado	Farm	Wv_avellana	0	Wveg_avellana	0	Weq_avellana	0
Avena	LCA DK	Supermarket	Wv_avena	0	Wveg_avena	0,05	Weq_avena	0,19
Bacalao	LCA DK	Supermarket	Wv_bacalao	0	Wveg_bacalao	0	Weq_bacalao	0,16
Bebida vegetal	EPD	Supermarket	Wv_bebida vegetal	1,4	Wveg_bebida vegetal	0,4	Weq_bebida vegetal	0
Bechamel	Hipótesis 10		Wv_bechamel	0,1	Wveg_bechamel	0,2	Weq_bechamel	0
Berenjena	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_berenjena	0,05	Wveg_berenjena	0,4	Weq_berenjena	0,22
Biscotes	No usado	Supermarket	Wv_biscotes	0	Wveg_biscotes	0	Weq_biscotes	0
Brócoli	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_brócoli	0,23	Wveg_brócoli	0,1	Weq_brócoli	0
Cacahuete	No usado	Supermarket	Wv_cacahuete	0	Wveg_cacahuete	0	Weq_cacahuete	0
Café	LCA DK		Wv_café	0,025	Wveg_café	0,01	Weq_café	0
Café con bebida vegetal o infusión	No usado	Supermarket	Wv_café con bebida vegetal o infusión	0	Wveg_café con bebida vegetal o infusión	0	Weq_café con bebida vegetal o infusión	0
Calabacín	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_calabacín	0,13	Wveg_calabacín	0,25	Weq_calabacín	0,55
Calabaza	Hipótesis		Wv_calabaza	0,2	Wveg_calabaza	0	Weq_calabaza	0,09
Canela	Ignorada		Wv_canela	0	Wveg_canela	0,005	Weq_canela	0
Cebolla	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_cebolla	0,13	Wveg_cebolla	0,2	Weq_cebolla	0,28
Cereales	LCA DK	Supermarket	Wv_cereales	0	Wveg_cereales	0	Weq_cereales	0,12
Cereales integrales	No usado	Supermarket	Wv_cereales integrales	0	Wveg_cereales integrales	0	Weq_cereales integrales	0
Cereales maíz	LCA DK	Supermarket	Wv_cereales maíz	0,135	Wveg_cereales maíz	0	Weq_cereales maíz	0
Cereales sin azúcar	LCA DK	Supermarket	Wv_cereales sin azúcar	0	Wveg_cereales sin azúcar	0,045	Weq_cereales sin azúcar	0
Champiñones	Hipótesis		Wv_champiñones	0,08	Wveg_champiñones	0,08	Weq_champiñones	0,1
Coles de bruselas	No usado	Supermarket	Wv_coles de bruselas	0	Wveg_coles de bruselas	0	Weq_coles de bruselas	0
Conejo	No usado		Wv_conejo	0	Wveg_conejo	0	Weq_conejo	0
Cous-cous	Ecoinvent 3	Farm	Wv_cous-cous	0,06	Wveg_cous-cous	0	Weq_cous-cous	0
Espárragos	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_espárragos	0	Wveg_espárragos	0,16	Weq_espárragos	0,29
Espárragos trigueros	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_espárragos trigueros	0	Wveg_espárragos trigueros	0,06	Weq_espárragos trigueros	0
Espinacas	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_espinacas	0,35	Wveg_espinacas	0,2	Weq_espinacas	0,12
Frambuesa	No usado	Supermarket	Wv_frambuesa	0	Wveg_frambuesa	0	Weq_frambuesa	0

			Parámetros					
Alimentos sin duplicados	Base de Datos	Nivel supply chain	Parámetros vegana	Masa (kg)	Parámetros vegetariana	Masa (kg)	Parámetros equilibrada	Masa (kg)
Fresa	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_fresa	0	Wveg_fresa	0	Weq_fresa	0
Frutos del bosque	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_frutos del bosque	0,1	Wveg_frutos del bosque	0	Weq_frutos del bosque	0
Frutos secos	Ecoinvent	Supermarket	Wv_frutos secos	0,15	Wveg_frutos secos	0	Weq_frutos secos	0,09
Galletas	No usado	Supermarket	Wv_galletas	0	Wveg_galletas	0	Weq_galletas	0
Gambas	No usado		Wv_gambas	0	Wveg_gambas	0	Weq_gambas	0
Garbanzos	LCA DK	LCA Food DK	Wv_garbanzos	0	Wveg_garbanzos	0,07	Weq_garbanzos	0,08
Guisantes	LCA DK	Supermarket	Wv_guisantes	0,08	Wveg_guisantes	0,05	Weq_guisantes	0
Huevo	LCA DK	Supermarket	Wv_huevo	0	Wveg_huevo	0,32	Weq_huevo	0,12
Huevo revuelto	LCA DK	Supermarket	Wv_huevo revuelto	0	Wveg_huevo revuelto	0	Weq_huevo revuelto	0,06
Jamón	LCA DK	Supermarket	Wv_jamón	0	Wveg_jamón	0	Weq_jamón	0,25
Judías verdes	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_judías verdes	0	Wveg_judías verdes	0	Weq_judías verdes	0,12
Kiwi	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_kiwi	0	Wveg_kiwi	0	Weq_kiwi	0
Leche	LCA DK	Supermarket	Wv_leche	0	Wveg_leche	0	Weq_leche	0
Leche semidesnatada	LCA DK	Supermarket	Wv_leche semidesnatada	0	Wveg_leche semidesnatada	1,2	Weq_leche semidesnatada	1,25
Lechuga	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_lechuga	0,22	Wveg_lechuga	0,04	Weq_lechuga	0,47
Lenguado	No usado	LCA Food DK	Wv_lenguado	0	Wveg_lenguado	0	Weq_lenguado	0
Lentejas	Ecoinvent	Farm	Wv_lentejas	0	Wveg_lentejas	0,07	Weq_lentejas	0,09
Lomo de cerdo	LCA DK	Farm (slaughterehouse)	Wv_lomo de cerdo	0	Wveg_lomo de cerdo	0	Weq_lomo de cerdo	0,1
Lubina	No usado	LCA Food DK	Wv_lubina	0	Wveg_lubina	0	Weq_lubina	0
Maíz	Ecoinvent	Farm	Wv_maíz	0,05	Wveg_maíz	0,07	Weq_maíz	0,09
Mandarina	Hipótesis	Supermarket	Wv_mandarina	0	Wveg_mandarina	0	Weq_mandarina	0
Manzana	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_manzana	0,1	Wveg_manzana	0,075	Weq_manzana	0
Mayonesa	Hipótesis 5		Wv_mayonesa	0	Wveg_mayonesa	0,01	Weq_mayonesa	0
Melocotón	Hipótesis	Supermarket	Wv_melocotón	0	Wveg_melocotón	0	Weq_melocotón	0
Melón	Hipótesis	Supermarket	Wv_melón	0	Wveg_melón	0	Weq_melón	0
Menestra de verduras	Hipótesis 1		Wv_menestra de verduras	0	Wveg_menestra de verduras	0	Weq_menestra de verduras	0
Merluza	LCA DK	LCA Food DK	Wv_merluza	0	Wveg_merluza	0	Weq_merluza	0,13
Mermelada	Hipótesis 7		Wv_mermelada	0	Wveg_mermelada	0,03	Weq_mermelada	0
Miel	Ecoinvent	Supermarket	Wv_miel	0	Wveg_miel	0,015	Weq_miel	0
Mora	Hipótesis	Supermarket	Wv_mora	0	Wveg_mora	0	Weq_mora	0
Mozzarella	LCA DK		Wv_mozzarella	0	Wveg_mozzarella	0,05	Weq_mozzarella	0
Naranja	Hipótesis	Supermarket	Wv_naranja	0	Wveg_naranja	0	Weq_naranja	0
Nueces	Ecoinvent	Supermarket	Wv_nueces	0,02	Wveg_nueces	0,13	Weq_nueces	0
Pan de barra	LCA DK	LCA Food DK	Wv_pan de barra	0	Wveg_pan de barra	0	Weq_pan de barra	0,2
Pan integral de barra	Hipótesis	LCA Food DK	Wv_pan integral de barra	0,66	Wveg_pan integral de barra	0,98	Weq_pan integral de barra	0,1
Pasas	Hipótesis		Wv_pasas	0,05	Wveg_pasas	0,05	Weq_pasas	0
Pasta	EPD	Supermarket	Wv_pasta	0,14	Wveg_pasta	0,13	Weq_pasta	0,06
Patatas	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_patatas	0,45	Wveg_patatas	0,25	Weq_patatas	1,15
Pechuga de pavo	LCA DK	Supermarket	Wv_pechuga de pavo	0	Wveg_pechuga de pavo	0	Weq_pechuga de pavo	0,1

			Parámetros					
Alimentos sin duplicados	Base de Datos	Nivel supply chain	Parámetros vegana	Masa (kg)	Parámetros vegetariana	Masa (kg)	Parámetros equilibrada	Masa (kg)
Fresa	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_fresa	0	Wveg_fresa	0	Weq_fresa	0
Pechuga de pollo	LCA DK	Supermarket	Wv_pechuga de pollo	0	Wveg_pechuga de pollo	0	Weq_pechuga de pollo	0,2
Pepino	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_pepino	0,04	Wveg_pepino	0,04	Weq_pepino	0
Pera	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_pera	0	Wveg_pera	0	Weq_pera	0
Pieza de fruta	Hipótesis 4		Wv_pieza de fruta	2,3	Wveg_pieza de fruta	2,25	Weq_pieza de fruta	3,38
Pimiento rojo	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_pimiento rojo	0,1	Wveg_pimiento rojo	0,26	Weq_pimiento rojo	0,07
Pimiento Verde	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_pimiento verde	0,08	Wveg_pimiento verde	0,16	Weq_pimiento verde	0,14
Piñones	Ecoinvent	Supermarket	Wv_piñones	0,07	Wveg_piñones	0	Weq_piñones	0
Pistacho	No usado	Supermarket	Wv_pistacho	0	Wveg_pistacho	0	Weq_pistacho	0
Pisto	Hipótesis		Wv_pisto	0	Wveg_pisto	0	Weq_pisto	0
Plátano	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_plátano	0	Wveg_plátano	0,1	Weq_plátano	0
Puerro	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_puerro	0,03	Wveg_puerro	0,03	Weq_puerro	0,03
Quesitos	LCA DK	Supermarket	Wv_quesitos	0	Wveg_quesitos	0	Weq_quesitos	0,02
Queso de Burgos	LCA DK	Supermarket	Wv_queso de burgos	0	Wveg_queso de burgos	0,23	Weq_queso de burgos	0
Queso parmesano	LCA DK	Supermarket	Wv_queso parmesano	0	Wveg_queso parmesano	0	Weq_queso parmesano	0,02
Queso vegano	Hipótesis 8		Wv_queso vegano	0,08	Wveg_queso vegano	0,015	Weq_queso vegano	0
Quinoa	LCA DK	Supermarket	Wv_quinoa	0,05	Wveg_quinoa	0,07	Weq_quinoa	0
Salmón	LCA DK	Supermarket	Wv_salmón	0	Wveg_salmón	0	Weq_salmón	0,1
Salsa de tomate	EPD	Supermarket	Wv_salsa de tomate	0,09	Wveg_salsa de tomate	0,09	Weq_salsa de tomate	0,03
Sandía	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_sandía	0	Wveg_sandía	0	Weq_sandía	0
Sardinias	No usado	Supermarket	Wv_sardinias	0	Wveg_sardinias	0	Weq_sardinias	0
Sepia	LCA DK	Supermarket	Wv_sepia	0	Wveg_sepia	0	Weq_sepia	0,14
Setas	No usado	Supermarket	Weq_setas	0	Wveg_setas	0	Weq_setas	0
Soja texturizada	Ecoinvent	Farm	Wv_soja texturizada	0	Wveg_soja texturizada	0,05	Weq_soja texturizada	0
Solomillo de cerdo	LCA DK	Farm (slaughterehouse)	Wv_solomillo de cerdo	0	Wveg_solomillo de cerdo	0	Weq_solomillo de cerdo	0,1
Surtido	No usado	Supermarket	Wv_surtido	0	Wveg_surtido	0	Weq_surtido	0
Té	No usado		Wv_té	0	Wveg_té	0	Weq_té	0
Tempeh	Ecoinvent	Farm	Wv_tempeh	0,07	Wveg_tempeh	0	Weq_tempeh	0
Ternera	LCA DK		Wv_ternera	0	Wveg_ternera	0	Weq_ternera	0,06
Tofu	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_tofu	0	Wveg_tofu	0,1	Weq_tofu	0
Tomate	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_tomate	0,4	Wveg_tomate	0,31	Weq_tomate	0,63
Tomates cherry	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_tomates cherry	0,03	Wveg_tomates cherry	0,03	Weq_tomates cherry	0
Trucha	No usado	Supermarket	Wv_trucha	0	Wveg_trucha	0	Weq_trucha	0
Verduras con patatas	Hipótesis 2		Wv_verduras con patatas	0,1	Wveg_verduras con patatas	0	Weq_verduras con patatas	0
Vinagre	Hipótesis		Wv_vinagre	0,01	Wveg_vinagre	0,015	Weq_vinagre	0
Vinagre de módena	Hipótesis		Wv_vinagre de módena	0,005	Wveg_vinagre de módena	0,005	Weq_vinagre de módena	0
Yogur de soja	EPD	Supermarket	Wv_yogur de soja	1,75	Wveg_yogur de soja	0	Weq_yogur de soja	0
Yogur desnatado	No usado	Supermarket	Wv_yogur desnatado	0	Wveg_yogur desnatado	0	Weq_yogur desnatado	0
Yogur natural	LCA DK	Supermarket	Wv_yogur natural	0	Wveg_yogur natural	0,875	Weq_yogur natural	1,25
Zanahoria	Ecoinvent 3	Supermarket	Wv_zanahoria	0,13	Wveg_zanahoria	0,14	Weq_zanahoria	0,17
Zumo de naranja natural	Hipótesis	Supermarket	Wv_zumo de naranja natural	0,6	Wveg_zumo de naranja natural	0	Weq_zumo de naranja natural	0
Vino	LCA DK	Supermarket	Wv_vino	0	Wveg_vino	0	Weq_vino	0
Harina	No usado	Supermarket	Wv_harina	0	Wveg_harina	0	Weq_harina	0
Mantequilla	LCA DK	Supermarket	Wv_mantequilla		Wveg_mantequilla	0	Weq_mantequilla	0

7.4 DESGLOSE DE APORTACIONES A POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL

DIETA VEGANA

VEGANA

Proceso	Aportación (g CO2)	Aportación (%)
Soy yoghurt Granarollo, 250g, supermarket	4182,5	38,6%
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW}	1632,9667	15,1%
Bebida vegetal Granarollo 1L, supermarket	1092	10,1%
Olive oil borges extra virgin 1L, supermarket	340,252	3,1%
Tomato sauce Berillia, 1kg, supermarket	204,3	1,9%
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW}	135,1123	1,2%
Spaguetti Barilla	115,22	1,1%
Hard coal {CN} mine operation Alloc Rec, U	110,077	1,0%
Electricity, high voltage {CN} electricity production, harc	100,5937	0,9%
Soy beans IP, at farm/CH U	85,292	0,8%
Electricity, high voltage {CN} electricity production, harc	65,6152	0,6%
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW}	62,607	0,6%
Fertilising, by broadcaster {RoW} processing Alloc Rec,	59,6857	0,6%
Transport, truck >20t, EURO2, 50%LF, default/GLO Econc	56,3157	0,5%
Transport, freight, light commercial vehicle {RoW} proce	53,9915	0,5%
Oat, conventional, from farm	49,8214	0,5%
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW}	48,7263	0,4%
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW}	48,723	0,4%
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW}	45,8027	0,4%
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW}	45,8027	0,4%
Fertiliser (N)	44,0445	0,4%
Nitric acid, without water, in 50% solution state {RoW}	43,0283	0,4%
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {RoW}	42,5729	0,4%
Fertilising, by broadcaster {RoW} processing Alloc Def,	41,6705	0,4%
Electricity, high voltage {IN} electricity production, hard	39,8072	0,4%
Electricity, high voltage {IN} electricity production, hard	39,5053	0,4%
Nitric acid, without water, in 50% solution state {RoW}	38,9504	0,4%
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO3 {RoW}	34,2781	0,3%
Electricity (natural gas)	32,2264	0,3%
Electricity, high voltage {RoW} electricity production, ha	31,4322	0,3%
Spring Barley, conventional, from farm	-32	-0,3%
Remaining processes	1945,8581	18,0%

DIETA VEGETARIANA

VEGETARIANA	Proceso	Aportación (g CO2)	Aportación (%)
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	1875,7773	21%
	Olive oil borges extra virgin 1L, supermarket	401,28	5%
	Bread wheat, from farm	357,2678	4%
	Bebida vegetal Granarollo 1L, supermarket	312	4%
	Electricity (natural gas)	309,014	3%
	Fertiliser (N)	254,7586	3%
	Tomato sauce Berillia, 1kg, supermarket	204,3	2%
	Wheat, conventional, from farm	203,2285	2%
	Electricity, high voltage {CN} electricity productio	198,0087	2%
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	155,2026	2%
	Hard coal {CN} mine operation Alloc Rec, U	143,7161	2%
	Egg	138,9173	2%
	Soy bean, from farm	130,876	1%
	Cow milk {RoW} milk production, from cow Allc	130,5272	1%
	Transport, freight, light commercial vehicle {RoW}	115,7828	1%
	Spaguetti Barilla	106,99	1%
	Soy beans IP, at farm/CH U	104,6766	1%
	Fertilising, by broadcaster {RoW} processing All	98,5769	1%
	Heat (gas)	96,1284	1%
	Nitric acid, without water, in 50% solution state {F	93,9768	1%
	Traction	81,3209	1%
	Electricity, high voltage {IN} electricity productio	78,858	1%
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	71,9163	1%
	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {	65,109	1%
	Grass silage, Swiss integrated production {CH} gra	64,5433	1%
	Electricity, high voltage {RoW} electricity product	64,4298	1%
	Heat, district or industrial, other than natural gas {	57,7457	1%
	Transport, truck >20t, EURO2, 50%LF, default/GLC	57,0988	1%
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	55,9715	1%
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	55,968	1%
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	52,6132	1%
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	52,6132	1%
	Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO3 {Ri	52,4234	1%
	Truck 28t	52,2999	1%
	Truck 16t	48,5677	1%
	Electricity, high voltage {RFC} electricity producti	47,9959	1%
	Electricity, high voltage {SERC} electricity product	47,2722	1%
	Nitric acid, without water, in 50% solution state {F	46,4112	1%
	Electricity, high voltage {CN} electricity productio	42,8909	0%
	Electricity, high voltage {RoW} electricity product	38,238	0%
	Pig iron {GLO} production Alloc Rec, U	35,6494	0%
	Oat, conventional, from farm	35,0595	0%
	Heat, central or small-scale, other than natural ga:	34,1833	0%
	Ammonia, liquid {RER} ammonia production, part	32,765	0%
	Clinker {RoW} production Alloc Rec, U	31,659	0%
	Heat, district or industrial, other than natural gas {	31,2149	0%
	Green manure IP, until march/CH U	29,7492	0%
	Nitric acid, without water, in 50% solution state {F	29,4375	0%
	Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO} p	28,5564	0%
	Fertilising, by broadcaster {RoW} processing All	27,8973	0%
	Soybean {RoW} production Alloc Rec, U	26,8448	0%
	Hard coal {RoW} mine operation Alloc Rec, U	26,7125	0%
	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {	26,4799	0%
	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {	26,4649	0%
	Ammonia, liquid {RoW} ammonia production, ste	25,2209	0%
	Electricity, high voltage {RoW} electricity product	24,9101	0%
	Rape seed, conventional, from farm	-76	-1%
	Spring Barley, conventional, from farm	-144	-2%
	Remaining processes	2051,4417	23%

DIETA EQUILBRADA

EQUILBRADA			
Proceso	Aportación (g CO2)	Aportación (%)	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	2263,9863	13%	
Beef (farm type 23)	1712,271	10%	
Olive oil borges extra virgin 1L, supermarket	773,3	5%	
Electricity (natural gas)	770,603	5%	
Soy bean, from farm	769,1708	5%	
Milk (farm type 17)	735,2786	4%	
Milk (farm type 18)	677,1933	4%	
Fishing vessel, diesel combusted in	548,7269	3%	
Pork (farm type 20-1)	544,2407	3%	
Fertiliser (N)	490,0646	3%	
Traction	396,0198	2%	
Grower pig (farm type 20-2)	323,685	2%	
Wheat, conventional, from farm	312,2171	2%	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	226,122	1%	
Electricity, high voltage {CN} electricity production, hard coal	215,0704	1%	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	187,3232	1%	
Cow milk {RoW} milk production, from cow Alloc Rec, U	186,4675	1%	
Diesel (kg)	183,9975	1%	
Hard coal {CN} mine operation Alloc Rec, U	169,1989	1%	
Destruction of bone, blood and meat meal	154,4732	1%	
Transport, freight, light commercial vehicle {RoW} processing	150,2977	1%	
Chicken	143,4494	1%	
Manure export, clay	141,3437	1%	
Heat (gas)	140,2272	1%	
Freighter oceanic	126,0807	1%	
Oat, conventional, from farm	110,9403	1%	
Nitric acid, without water, in 50% solution state {RoW} nitric	97,601	1%	
Fertilising, by broadcaster {RoW} processing Alloc Rec, U	97,4582	1%	
Truck 16t	95,4292	1%	
Grass silage, Swiss integrated production {CH} grass silage prc	92,2047	1%	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	86,8	1%	
Electricity, high voltage {IN} electricity production, hard coal	81,8603	0%	
Fertilising, by broadcaster {RoW} processing Alloc Def, U	80,7606	0%	
Truck 28t	79,4928	0%	
Electricity, high voltage {CN} electricity production, hard coal	79,3174	0%	
Egg	77,1763	0%	
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {RoW} tran	77,0618	0%	
Heat (oil)	71,4713	0%	
Soy beans IP, at farm/CH U	69,7844	0%	
Tomato sauce Berillia, 1kg, supermarket	68,1	0%	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	67,5553	0%	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	67,551	0%	
Electricity, high voltage {RoW} electricity production, hard co	67,5004	0%	
Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} heat	65,7827	0%	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	63,502	0%	
Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} he	63,502	0%	
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO3 {RoW} transp	62,0473	0%	
Nitric acid, without water, in 50% solution state {RoW} nitric	52,928	0%	
Electricity, high voltage {RFC} electricity production, hard coa	51,8524	0%	
Electricity, high voltage {SERC} electricity production, hard co	51,0759	0%	
Spaguetti Barilla	49,38	0%	
Nitric acid, without water, in 50% solution state {RER} nitric a	48,201	0%	
Bread wheat, from farm	-85	-1%	
Rape seed, conventional, from farm	-526	-3%	
Remaining processes	3163,5858	19%	

7.5 NOTA SOBRE LAS UNIDADES DE TOXICIDAD DEL MÉTODO EDIP

Como se explicaba en el epígrafe 4.3 “Resultados”, la unidad que utiliza el método de evaluación de impactos “EDIP, LCA Food v1.00” en las categorías de toxicidad es bastante peculiar, alejándose de la medición del impacto en kg equivalentes de alguna sustancia. Lo habitual suele ser medir el impacto de toxicidad en kg de 1,4 dicloro benceno equivalente (1,4-DB eq.). Sin embargo, el método EDIP, utilizado en este trabajo prefiere usar las unidades m^3/g . En la referencia [37] Dreyer et al. hacen una revisión del método EDIP frente a los métodos “CML” y “ecoindicator 99”, y explican la elección y comparabilidad de dichas unidades frente a las más clásicas “kg de 1,4-DB eq”.

En lo relativo a la toxicidad, la publicación explica que “los resultados característicos de las evaluaciones de impacto del CML2001 y del EDIP97 no son directamente comparables porque los resultados del CML2001 para estas categorías se expresan en 1,4-diclorobenceno (1,4-DCB) mientras “que los resultados del EDIP97 se expresan como un volumen de los compartimentos finales de la sustancia” [37]. Es decir, como volumen de aire, agua, suelo, que acaban siendo recipiente de contaminantes. La publicación también explica cómo es posible convertir de unos factores de caracterización en unas unidades a las otras.

Adicionalmente, Dreyer et al. [37] también explican los motivos de la elección de las unidades m^3/g en el método EDIP: “Como ya se ha mencionado, una diferencia notable entre el EDIP97 y el CML2001 es que el método del CML2001 expresa los factores de caracterización tanto para la toxicidad en humanos como para ecotoxicidad en relación con una sustancia de referencia común. Esto es un procedimiento normal en ACV para la mayoría de las otras categorías de impactos, que son más homogéneas en el sentido de que todas las sustancias contribuyentes actúan de acuerdo con los mismos o muy similares mecanismos ambientales. En el caso de las categorías de impacto homogéneas, la sustancia de referencia seguirá el mismo mecanismo que las demás sustancias asignadas a la categoría de impacto. La toxicidad y ecotoxicidad en humanos, en contraste con la mayoría de las otras categorías de impacto, son muy poco homogéneas cubriendo muchos mecanismos

ambientales diferentes. Por lo tanto, el uso de una sustancia de referencia puede ser problemática, y no ha sido implementado en el EDIP97. El uso de la sustancia de referencia puede considerarse como una especie de normalización interna dentro de la categoría de impacto, en la que los impactos de todas las demás sustancias de un determinado compartimento son expresados en relación con el impacto de la sustancia de referencia en el mismo compartimento. Por lo tanto, las características de la sustancia de referencia son muy importantes, no sólo para determinar el tamaño de los factores de caracterización, sino también en determinar la magnitud relativa de los impactos modelizados en los diferentes compartimentos. Si la sustancia de referencia tiene un impacto muy bajo en el agua y un alto impacto en el suelo, los factores de caracterización de todas las demás sustancias estarán sesgados en consecuencia, y el impacto modelizado en el compartimento de agua se mostrará como mayor en comparación con el impacto modelado en el suelo cuando se expresa en relación con la sustancia de referencia. Este sesgo variará con la elección de la referencia y será más pronunciado en el caso de las sustancias con un patrón de toxicidad que difiere del de la sustancia de referencia. En el caso de la toxicidad en humanos, la distorsión así introducida es atraída por la caracterización de la sustancia cuando los impactos para diferentes compartimentos se agregan en un solo factor.”

7.6 RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), aprobó la agenda de desarrollo sostenible para el horizonte 2030. Dicha agenda incorpora 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que son los siguientes (explicados brevemente para aquellos que guardan relación con este trabajo) [38]:

- 1. Fin de la pobreza.** Aproximadamente un 10% de la población mundial vive en situación de pobreza extrema, lo cual dificulta su acceso a servicios básicos. Aunque este porcentaje se ha reducido drásticamente desde un 36% en 1990 hasta el 10% actual, el objetivo es erradicar la pobreza.
- 2. Hambre cero.** Aproximadamente 820M de personas se acuestan diariamente con hambre.
- 3. Salud y bienestar.**
- 4. Educación de calidad.**
- 5. Igualdad de género.**
- 6. Agua limpia y saneamiento.**
- 7. Energía asequible y no contaminante.**
- 8. Trabajo decente y crecimiento económico.**
- 9. Industria, innovación e infraestructura.**
- 10. Reducción de las desigualdades.**
- 11. Ciudades y comunidades sostenibles.**
- 12. Producción y consumo responsable.** “El progreso económico y social conseguido durante el último siglo ha estado acompañado de una degradación medioambiental que está poniendo en peligro los mismos sistemas de los que depende nuestro desarrollo futuro” [38]. Este objetivo consiste en hacer más con menos, y unos ejemplos serían: uso global de bombillas eficientes, o reducción de los desechos a lo largo del ciclo de vida de la alimentación humana.

13. Acción por el clima. “Es necesario tomar medidas urgentes para abordar tanto la pandemia como la emergencia climática con el fin de salvar vidas y medios de subsistencia. El Acuerdo de París, aprobado en 2015, aspira a reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento global de la temperatura durante este siglo muy por debajo de 2 grados Celsius con respecto a los niveles preindustriales “ [38].

14. Vida submarina. Protección de los ecosistemas acuáticos.

15. Vida de ecosistemas terrestres.

16. Paz, justicia e instituciones sólidas.

17. Alianzas para lograr los objetivos.

Los objetivos de desarrollo sostenible que más relación guardan con este trabajo son, sin duda el 12 “Producción y consumo responsable” y el 13 “Acción climática”, siendo este último el principal. También guarda cierta relación con el objetivo 1 “Fin de la pobreza” y el 2 “Hambre cero”, ya que el trabajo analiza el coste de las dietas.

Resulta claro, como se explica en la introducción, que como las actividades encaminadas a la nutrición del ser humano representan un 30% de las emisiones globales de efecto invernadero, no se puede luchar contra el cambio climático sin incrementar la eficiencia de estas actividades. Si bien el trabajo también está alineado con el objetivo 12, su foco principal es el objetivo 13. Como se ha visto en la sección de Conclusiones, desde un punto de vista nutricional es perfectamente posible modificar los hábitos alimentarios globales para pasar de dietas equilibradas a dietas veganas y vegetarianas, puesto que estas dietas son válidas a nivel nutricional si se cuenta con la adecuada suplementación. Según los resultados de este trabajo, dicha transición de dieta reduciría las emisiones de efecto invernadero por alimentación de cada individuo en un 47.4% si la transición se hiciese de una dieta equilibrada a una dieta vegetariana y en un 46.5% si la transición se hiciese de una dieta equilibrada a una dieta vegana.

Una aplicación cuantitativa de estos resultados sería la siguiente:

- En 2019, alrededor de un 8% de la población mundial era vegetariana o vegana. Esta cifra ha subido desde el 3.4% en 2015 [39].
- Las dietas equilibrada, vegetariana y vegana de este trabajo tienen emisiones anuales de 0.88, 0.46 y 0.47 toneladas de CO₂ equivalentes anuales.
- La población mundial actual (2020) es de 7800 millones de personas [40]
- Si la penetración global de las dietas vegana y vegetariana subiera hasta el 40%, el ahorro en emisiones de CO₂ equivalentes sería de:

$$\begin{aligned} &7800 \text{ millones} * (40\% - 8\%) * (0.88 - 0.465 \text{ toneladas } CO_2 \text{ anuales}) \\ &= 1,035 * 10^9 \text{ toneladas de } CO_2 \text{ anuales} \\ &= 1,03 \text{ Gigatoneladas de } CO_2 \text{ anuales} \end{aligned}$$

Por tanto, se podrían ahorrar 1,03 Gigatoneladas de CO₂ equivalentes anualmente si un 40% de la población adoptase las dietas vegetariana y vegana, lo que supondría una reducción de las emisiones globales de un 2.81% (emisiones globales totales de 36.8 gigatoneladas de CO₂ equivalente en 2019 [41]). Esta reducción vendría simplemente del cambio de dieta, manteniendo la eficiencia de los procesos, los cuales también deberían mejorar, en línea con el ODS 12 “Producción y consumo responsable”.