

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL IMPACTO SOBRE LA HUELLA DE
CARBONO ENTRE DIETAS VEGANAS Y DIETAS OMNÍVORAS**

HÉCTOR ANDRÉS VALENZUELA BRAVO

HABILITACIÓN PROFESIONAL
PRESENTADA A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN,
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL.

CHILLÁN – CHILE

2021

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL IMPACTO SOBRE LA HUELLA DE CARBONO ENTRE DIETAS VEGANAS Y DIETAS OMNÍVORAS

Aprobado por:

José Fernando Reyes Aroca
Ingeniero Civil Metalúrgico, Ph. D.
Profesor Asociado

Profesor Guía

Leslie Vidal Jiménez
Profesora de Estado en Química, Dra.
Profesora Asociada

Profesora Asesora

Pedro Aqueveque Muñoz
Profesor de Biología, Dr.
Profesor Asociado

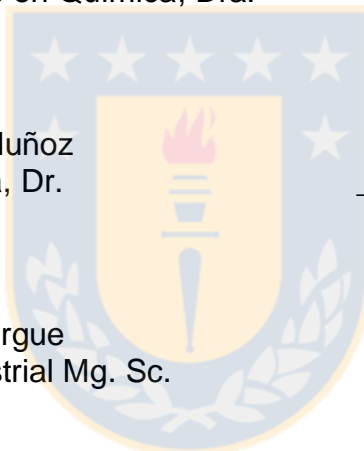
Profesor Asesor

Marco López Roudergue
Ingeniero Civil Industrial Mg. Sc.
Profesor Asistente

Director de Departamento

María Eugenia Rodríguez
Ingeniera Agrónoma Ph. D.
Profesora Asociada

Decana



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi familia, que sin su constante apoyo y atención tanto en mi vida universitaria como personal nada de esto habría sido posible.

Agradecer de igual manera a los y las docentes que me guiaron en todo este camino, en especial al profesor guía Fernando Reyes, quién desde un principio mostró dedicación y motivación en este proyecto el cual quise abordar.

Finalmente agradecer a mis amistades, quienes me acompañaron y ayudaron durante toda esta travesía, lo cual fue de mucha ayuda para llegar hasta aquí.



ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos Específicos	4
3. ANTECEDENTES GENERALES.....	5
3.1 Explicación del problema a abordar	5
3.2 Terminología asociada	5
3.3 Antecedentes de estudios similares	7
4. METODOLOGÍA.....	8
4.1 Herramientas y aplicaciones a utilizar	8
4.2 Etapas de la metodología.....	9
4.3 Descripción de las dietas y sub-dietas a analizar	11
4.3.1 Dieta Vegana	11
4.3.2 Dieta Omnívora.....	13
4.4 Alimentos a utilizar	17
4.5 Elaboración de Minutas Nutricionales	18
4.5.1 Minuta nutricional correspondiente a dieta vegana convencional.....	19
4.5.2 Minuta nutricional correspondiente a sub-dieta basada en plantas.....	20
4.5.3 Minuta nutricional correspondiente a una sub-dieta mediterránea.....	21
4.5.4 Minuta nutricional correspondiente a sub-dieta chilena promedio.....	22
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1 Emisiones de GEI por cada alimento a utilizar	23
5.2 Cuantificación de la de Huella de Carbono para dietas veganas	25
5.2.1 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta vegana convencional	25

5.2.2 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta basada en plantas	26
5.3 Cuantificación de la de Huella de Carbono para dietas omnívoras.....	27
5.3.1 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta mediterránea.....	27
5.3.2 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta promedio chilena.....	29
5.4 Relación macronutrientes correspondientes a cada sub-dieta.....	30
5.5 Impacto de las calorías en las emisiones de GEI.....	33
5.6 Sub-dieta con menor huella de carbono.....	34
6. CONCLUSIONES	37
7. LITERATURA CITADA	40



ÍNDICE DE TABLAS

En el texto	Página
Tabla 1. Alimentos utilizados entre las distintas sub-dietas a analizar.....	16
Tabla 2. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta vegana convencional.....	19
Tabla 3. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta basada en plantas.....	20
Tabla 4. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta mediterránea.....	21
Tabla 5. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta promedio chilena.....	22
Tabla 6. Alimentos utilizados en las distintas sub-dietas con sus correspondientes emisiones de GEI (Kg CO ₂ e).....	24
Tabla 7. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta vegana convencional con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO ₂ e).....	26
Tabla 8. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta basada en plantas con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO ₂ e).....	27
Tabla 9. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta mediterránea con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO ₂ e).....	28
Tabla 10. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta promedio chilena con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO ₂ e).....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto	Página
Figura 1. “ <i>El Plato Vegano</i> ”, pauta estándar para quienes siguen una dieta vegana convencional.....	12
Figura 2. Pauta estandarizada acerca de un plato con una dieta basada en plantas.....	13
Figura 3. Pirámide tradicional de una dieta Mediterránea estandarizada.....	14
Figura 4. Guía de alimentación sana recomendada por el Gobierno de Chile.....	16
Figura 5. Gramos de macronutrientes correspondientes a cada sub-dieta.....	31
Figura 6. Calorías consumidas por día respecto a cada sub-dieta analizada.....	33
Figura 7. Relación entre las emisiones de GEI (Kg CO ₂ e) y las calorías consumidas al día por cada sub-dieta analizada.....	34
Figura 8. Emisiones de GEI (Kg CO ₂ e) respecto a cada sub-dieta analizada.....	35
Figura 9. Incremento de las emisiones de GEI (Kg CO ₂ e) sobre cada sub-dieta analizada en relación a la con menor huella de carbono, expresado en porcentaje.....	37

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL IMPACTO SOBRE LA HUELLA DE
CARBONO ENTRE DIETAS VEGANAS Y DIETAS OMNÍVORAS**
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CARBON FOOTPRINT IMPACT
BETWEEN VEGAN AND OMNIVOROUS DIETS

Palabras claves: Sub-dietas, GEI, alimentos, emisiones.

RESUMEN

La relación entre los alimentos que se consumen diariamente y su impacto hacia el medioambiente es sumamente estrecha, más aún cuando estos son obtenidos a través de fuentes animales o a partir de fuentes vegetales. El siguiente proyecto tuvo como objetivo analizar la huella de carbono respecto a distintas sub-dietas pertenecientes a las dietas omnívoras y dietas veganas, que han surgido este último tiempo, tales como la sub-dieta basada en plantas, la vegana convencional, la mediterránea y la promedio chilena, con el fin de determinar sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), a través de los kg CO₂e producidos durante todo el ciclo de vida de cada producto perteneciente a cada una de estas. A partir de la realización de minutas nutricionales para cada una de estas sub-dietas, se logró cuantificar las emisiones de GEI gracias a los valores obtenidos a través de distintos programas y revisiones bibliográficas referentes al tema. Se logró concluir que la sub-dieta basada en plantas fue la que menor huella de carbono generaba, debido a la preferencia de productos vegetales sobre los productos animales.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE IMPACT ON THE CARBON FOOTPRINT BETWEEN VEGAN AND OMNIVOROUS DIETS

Keywords: Sub-diets, GHG, food, emissions.

SUMMARY

The relationship between the food consumed daily and its impact on the environment is extremely close, even more so when it is obtained from animal or plant sources. The following project aimed to analyze the carbon footprint of different sub-diets belonging to the omnivorous and vegan diets that have emerged recently, such as the plant-based sub-diet, the conventional vegan diet, the Mediterranean diet, and the average Chilean diet, to determine their Greenhouse Gas (GHG) emissions, through the kg CO_{2e} produced throughout the life cycle of each product belonging to each of these diets. From the realization of nutritional minutes for each of these sub-diets, it was possible to quantify the GHG emissions thanks to the values obtained through different programs and bibliographic reviews on the subject. It was concluded that the plant-based sub-diet was the one that generated the lowest carbon footprint, due to the preference of plant products over animal products.

1. INTRODUCCIÓN

Elegir lo que se consume diariamente tiene un impacto significativo en el ambiente. La demanda de productos alimenticios ha ido en aumento en la misma medida que la población mundial. En ese contexto, no es de extrañarse que la producción del sistema alimentario esté relacionado a emisiones de GEI, agotamiento de recursos naturales, deforestaciones y explotación de la tierra para cultivo y crianza de animales. Como bien señala la FAO (2010), *“la necesidad de cambiar a dietas y sistemas alimentarios más sostenibles es cada vez más evidente, pero ciertamente no es fácil de lograr”*.

La huella de carbono es una herramienta que permite cuantificar y medir el impacto que genera una actividad o proceso a través de las emisiones de gases de efecto invernadero que estos producen. El aporte de los alimentos es significativo, estos contribuyen a los GEI ya sea a través de fuentes directas, como indirectas. Los productos que la sociedad consume presentan un ciclo de vida, abarcando producción, consumo, hasta el fin de su vida útil. A través del tiempo, diversas dietas han surgido para satisfacer nuestras demandas alimenticias, ya sea por necesidad, ética o elección personal. Un ejemplo es la dieta vegana, la cual proviene del “veganismo”, término acuñado por el inglés Donald Watson en 1944, definiéndolo como un movimiento ético el cual rechaza el uso de animales, excluyendo el consumo de carnes, lácteos, huevos y miel. Estos últimos años, distintas sub-dietas han salido de este movimiento, una de ellas es la dieta “basada en plantas”, diferenciándose de

la vegana en que los alimentos refinados y procesados son eliminados de esta última. Otra dieta que ha estado en boca este último tiempo con el fin de ser una dieta más sustentable con el planeta es la dieta “mediterránea”, la cual se caracteriza por combinar el consumo de productos integrales, preferir los alimentos vegetales sobre los animales con el ejercicio y una rutina más sana. Actualmente en nuestro país, según datos entregados por el Departamento de Nutrición en la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (Universidad de Chile, 201?), la dieta promedio de los chilenos, incluye tanto productos de origen animal, como de origen vegetal, sin discriminar si estos son, enteros o procesados y refinados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluación comparativa entre dietas veganas y dietas omnívoras respecto a su impacto ambiental.

2.2 Objetivos Específicos

- Analizar distintas sub-dietas dentro de las dietas comparadas.
- Realizar una minuta nutricional para cada una de las sub-dietas.
- Determinar las sub-dietas con menor impacto hacia el medioambiente.

3. ANTECEDENTES GENERALES

3.1 Explicación del problema a abordar

Para la realización de este análisis comparativo entre una dieta vegana y una dieta promedio chilena se elegirán los productos más consumidos pertenecientes a los grupos de alimentos correspondientes a cada una de estas dietas.

A partir de estos alimentos se concluirá cual dieta resulta ser más sustentable con el medio ambiente y la que menor impacto genera sobre este, comparando sub-dietas pertenecientes a éstas, determinando por igual, la de menor impacto en una posterior comparación entre estas últimas.

3.2 Terminología asociada

En primer lugar, hay que definir ciertos términos relevantes en cuanto al tema que se abordará en la presente investigación. Partiendo con uno de los aspectos que ha dado que hablar en estos últimos años, el cual está relacionado a la emisión de la huella de carbono hacia el medioambiente, dicho aspecto es el cambio climático, el cual, según expertos de la Organización de las Naciones Unidas en la primera Convención sobre el Cambio Climático (1992), es el *“cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”*.

Uno de los factores que alteran dicho cambio en el clima son los Gases de Efecto Invernadero, en los que encontramos gases como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y los gases fluorados (HFCs, PFC, SF_6), los cuales son provocados en su gran mayoría por actividad antrópica, repercutiendo hasta en un 95% en la contribución del calentamiento global. El Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de Chile, define a la Huella de Carbono, como *“el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO_2 equivalentes, y sirve como herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos”* (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

Todo producto, proceso o sistema generado por actividad antrópica, presenta un Ciclo de Vida Útil, el cual es estudiado a través de una herramienta metodológica llamada Análisis de Ciclo de Vida. Dicha herramienta analiza el proceso desde la obtención de las materias primas para su producción, hasta su eliminación final, teniendo como objetivo medir el impacto ambiental que este genere a lo largo de todo su ciclo de vida. La manera en la que se recopilan las etapas de realización de un producto se conoce como Inventario de Ciclo de Vida, y es la fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y cuantificación de las etapas del sistema durante su ciclo de vida.

Los alimentos que consumimos diariamente presentan por igual un ciclo de vida útil, el cual puede abarcar desde su cosecha u obtención de materia prima para su elaboración, el proceso de elaboración, el transporte y manejo de este, hasta la llegada hacia el consumidor y posterior desecho.

3.3 Antecedentes de estudios similares

Se han encontrado diversas experiencias respecto al análisis de la Huella de Carbono en determinadas dietas ya sea a nivel de país o global. El caso más emblemático podría ser el estudio acerca de la Evaluación de calidad nutricional e impacto medioambiental entre una dieta vegana y mediterránea, en la cual Castañé y Assumpció (2017), concluyeron en que existe una cantidad más elevada de nutrientes por parte de la dieta vegana, resultando esta última ser la con mejor calidad nutricional, a excepción de las proteínas y el calcio donde la dieta mediterránea presentó valores más altos. Igualmente, se concluyó que la dieta mediterránea requiere tres veces más terreno para sus productos en comparación a la vegana, abarcando los alimentos cultivados y el mantenimiento de los animales para su consumo. Otro ejemplo podría ser el estudio realizado en la Universidad de Berlín, sobre las huellas de carbono y uso de tierra de dietas convencionales y orgánicas en Alemania (Treu. H et al., 2017), el cual se enfocaron en el consumo entre hombres y mujeres con una dieta convencional alemana y otra con una dieta orgánica. En ambas dietas se concluyó que las mujeres consumían más legumbres, verduras y frutas, a excepción de los hombres que en ambas dietas consumían

más carne. En cuanto a la huella de carbono, la mediana arrojó una similitud entre ambas dietas, debido al consumo de productos cárnicos y lácteos en ambos casos, aun así, la huella de carbono en los hombres fue un 35 - 40% más grande en relación a las mujeres.

4. METODOLOGÍA

4.1 Herramientas y aplicaciones a utilizar

Durante la realización de este análisis, se pretende utilizar las siguientes herramientas y aplicaciones las cuales brindarán valores bibliográficos tanto de la huella de carbono de ciertos alimentos, como de la información nutricional de cada uno de estos para la realización de las minuta nutricionales para cada una de las sub-dietas a estudiar.

CleanMetrics: Programa que ofrece herramientas sobre la evaluación del ciclo de vida y huella de carbono de ciertos productos alimenticios, procesos, materiales y empresas con el fin de modelar, cuantificar y generar conocimiento respecto al impacto que estos provocan hacia el medioambiente.

Cronometer: Aplicación de seguimiento de nutrición. Los datos nutricionales registrados son seleccionados a partir de fuentes verificadas y precisas, como el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y la Base de Datos de Alimentación y Nutrición del Centro Coordinación de Alimentos (NCCDB).

Healabel: Aplicación y página web que recopila información acerca de los indicadores y cuantificadores como la huella de carbono y huella hídrica.

Optimeal: Software de programación lineal para la optimización de dietas en salud y sostenibilidad. Desarrollado por Blonk Consultants en cooperación con el Centro de Nutrición de los Países Bajos. El programa puede optimizar las dietas tanto en parámetros nutricionales como en parámetros ambientales.

4.2 Etapas de la metodología

La metodología por emplear será obtenida a partir de los datos recopilados en la revisión de la literatura sobre la huella de carbono de distintos alimentos pertenecientes a diversas dietas publicada en los últimos diez años, ya sean estudios comparativos, recopilación de datos y otras fuentes bibliográficas.

Primera Etapa: Se procederá a investigar cada una de las dietas a estudiar, escogiendo un par de sub-dietas pertenecientes a cada una de estas.

Segunda Etapa: Se agruparán los alimentos escogidos pertenecientes a cada una de las dietas y sub-dietas respectivamente a analizar para una posterior clasificación respecto a su grupo alimenticio.

Cabe mencionar que la huella de carbono de cada producto va enfocado al ciclo de vida de este, evaluando toda la cadena desde su producción y consumo, hasta el término de su vida útil (Ministerio de Medio Ambiente, 2017).

Tercera Etapa: A cada uno de estos alimentos se les vinculará por igual sus kg CO₂ equivalentes emitidos respecto a la huella de carbono. Los datos utilizados respecto a estos datos por cada alimento serán obtenidos a partir de

la data de programas como CleanMetrics y Optimeal, como por igual se obtendrán desde fuentes en internet, como Healabel la cual registra una cierta cantidad de productos con sus respectivos indicadores ambientales.

Dichos datos son medidos en unidades de kg CO₂ equivalente a un kg de producto. Cabe mencionar que los kg CO₂ equivalentes de cada producto son considerando su ciclo de vida, estimaciones que se obtuvieron a través de promedios en distintos países a nivel mundial.

Cuarta Etapa: Para cada una de las sub-dietas, se realizará una minuta nutricional diaria, para una persona promedio saludable moderadamente activa en un rango etario entre los 18 – 35 años, con un gasto energético de 2000 calorías al día. Dicha minuta se realizará gracias a la información obtenida a partir de la aplicación de seguimiento nutricional Cronometer, la cual cuenta las calorías, micro y macronutrientes necesarios que cada organismo necesita respecto a su composición corporal. Las porciones indicadas se obtendrán en el registro de alimentos con sus medidas correspondientes obtenidos del Centro de Endocrinología de la Clínica Santa María (2018).

Quinta Etapa: Teniendo ya las minutas respectivas para cada sub-dieta, se procederá a vincular los kg CO₂ equivalente por cada alimento para determinar la huella de carbono de cada una de estas sub-dietas.

Sexta Etapa: Ya teniendo cada una de las minutas nutricionales de cada sub-dieta con sus respectivos kg CO₂ equivalente, se compararán entre cada una de estas para determinar cual resulta ser la más sustentable.

4.3 Descripción de las dietas y sub-dietas a analizar

A continuación, se detallarán las sub-dietas que se analizará y posteriormente se evaluará en términos de su Huella de Carbono.

4.3.1 Dieta Vegana

Esta dieta, proveniente del movimiento ético denominado “veganismo”, el cual busca abolir toda explotación y utilización hacia los animales no humanos, rechaza el consumo de todo producto de origen animal, ya sean carnes, lácteos, huevos y miel, obteniendo la energía y nutrientes que el cuerpo necesita diariamente mediante productos de origen vegetal, como legumbres para el aporte de proteínas; cereales, frutas y verduras para el aporte de carbohidratos; como semillas, granos y frutos secos para el aporte de grasas.

4.3.1.1 Sub-dieta vegana convencional

La dieta vegana convencional es la sub-dieta estandarizada para todos aquellos que pertenecen a dicho movimiento, teniendo como único requisito principal excluir todo producto de origen animal. Se caracteriza por incluir además de alimentos vegetales, sustitutos de productos cárnicos y lácteos hechos a partir de ingredientes vegetales, tales como embutidos, quesos y bebidas vegetales. Un plato promedio para una dieta equilibrada y planificada está distribuido en la mitad por frutas y verduras, la otra mitad se divide tanto

por fuentes de proteínas (legumbres, sustitutos de productos cárnicos, como de carbohidratos (ya sean refinados o integrales) y una pequeña porción de grasas (aceites, semillas o frutos secos), tal como se aprecia en la Figura 1.

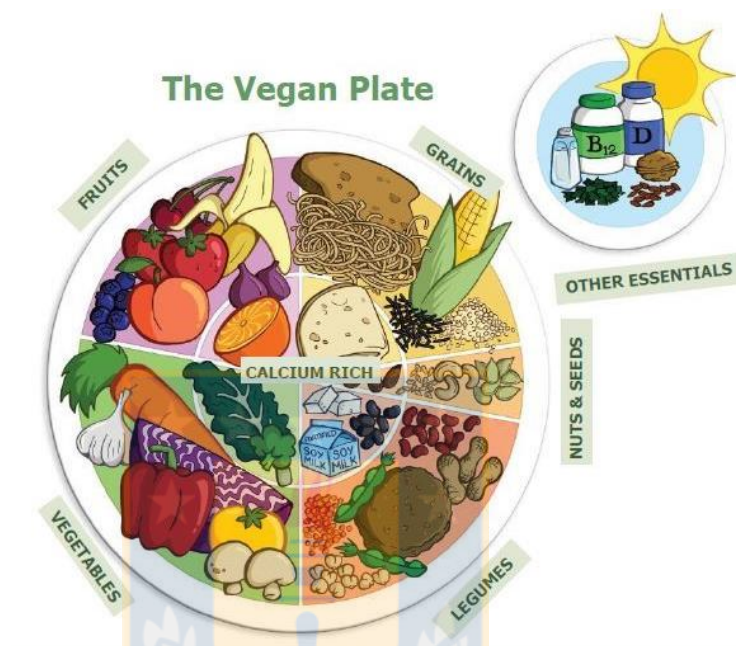


Figura 1. “El Plato Vegano”, pauta estándar para quienes siguen una dieta vegana convencional. Fuente. The Vegan Society, 2015.

4.3.1.2 Sub-dieta basada en plantas

Este tipo de alimentación surgió en la década de 1980 gracias al doctor Collin Campbell, quién la introdujo en su documento epidemiológico titulado “El Estudio de China”. En este libro, el doctor relaciona a los productos de origen animal con las principales enfermedades que padece la mayoría de la población mundial (cardiovasculares, diabetes, tipos de cáncer, entre otros) y “como llevar una dieta basada en productos de origen vegetal ayudan tanto a prevenir como combatir dichas enfermedades” (Food & Wine, 2018). Esta sub-

dieta prioriza el consumo de legumbres como fuente de proteínas, cereales integrales y enteros como carbohidratos, verduras, frutas, como de semillas y frutos secos para las grasas.

Se diferencia principalmente de la sub-dieta vegana convencional en excluir o reducir al máximo todo producto procesado e industrial, como harinas refinadas, tal como muestra la Figura 2.



Figura 2. Pauta estandarizada acerca de un plato con una dieta basada en plantas. Fuente. Food & Wine, 2018.

4.3.2 Dieta Omnívora

La humanidad ha seguido un régimen alimentario sin restricciones en cuanto al consumo tanto en productos de origen animal como el de productos de origen vegetal desde que se tiene conocimiento respecto a su aparición en el planeta. Estudios como el realizado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts evidencian que los neandertales establecidos hace 50.000 años atrás ya mantenían una dieta omnívora en dichos tiempos, ya fuese a

través de la caza, consumiendo desde cerdos, pescado, vacas, hasta una variedad significativa tanto de granos, semillas, frutas y verduras (Chu, 2014).

4.3.2.1 Sub-dieta mediterránea

Patrón alimentario originado en los asentamientos del Mar Mediterráneo, dada las actividades culturales y comerciales que se desarrollaban en el lugar miles de años atrás. Tanto el trueque de productos como la instalación de ferias ambulantes permitieron generar un flujo de alimentos provenientes desde distintas partes del mundo. Estas influencias lograron generar lo que hoy se conoce como “dieta mediterránea”. Es considerado un estilo de vida ya que además de tener un plan nutricional, incluye recetas, celebraciones, costumbres, productos típicos y actividades. (Fundación Dieta Mediterránea, 2010). Respecto a su minuta nutricional, ofrece una diversidad de productos, tal como muestra la Figura 3, ya sea un consumo abundante de agua, la preferencia por cereales integrales, frutas y verduras, al igual que un consumo moderado de productos animales, ya sea pescados, huevos y carnes blancas.

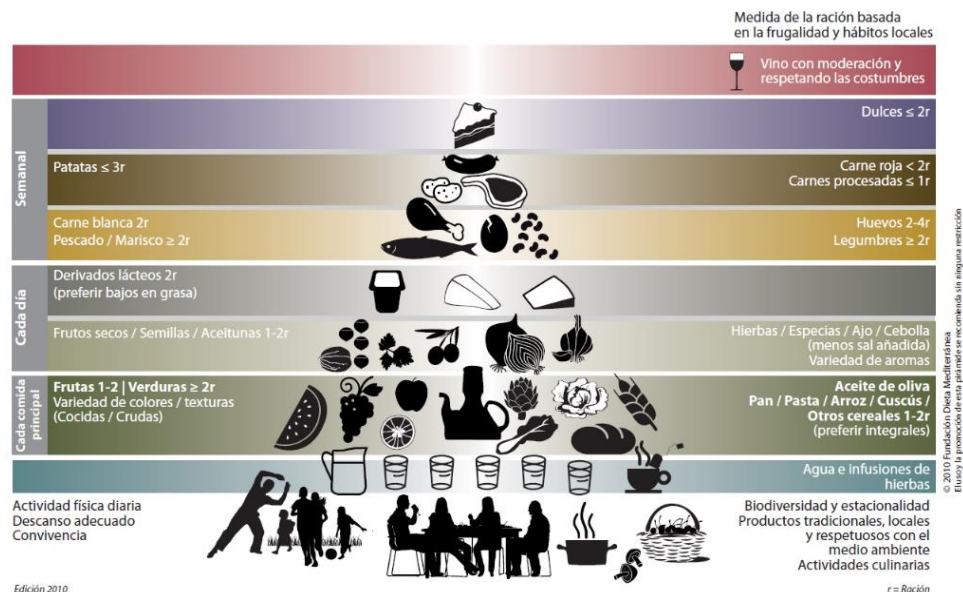


Figura 3. Pirámide tradicional de una dieta Mediterránea estandarizada. Fuente. Fundación Dieta Mediterránea.

4.3.2.2 Sub-dieta promedio chilena

Chile refleja una deficiente cultura alimentaria, se encuentra en el segundo lugar dentro de los países pertenecientes a la OCDE que más presentan sobrepeso dentro de su población y según datos de la Federación Mundial de Obesidad, más de 10 millones de habitantes presentan dicha enfermedad. Por lo que no es de extrañarse que los productos más consumidos y pertenecientes al régimen alimentario de la población sean principalmente alimentos altos en calorías, ultra procesados y con bajo contenido nutricional.

El Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos junto al Departamento de Nutrición y Alimentos del Ministerio de Salud realizaron “Guías Alimentarias” para la población en general con el fin de que esta logre un equilibrio energético y un peso normal respecto a los estándares internacionales

establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Como bien se puede apreciar en la Figura 4, la guía de alimentación sana sugiere tanto realizar actividad física de cualquier tipo a diario, como evitar las frituras y productos con grasas saturadas, como incluir legumbres y pescado al menos dos veces por semana, al igual que consumir tres porciones de lácteos y cinco porciones de frutas y verduras diariamente, como mantenerse hidratado constantemente y mantenerse activos físicamente.

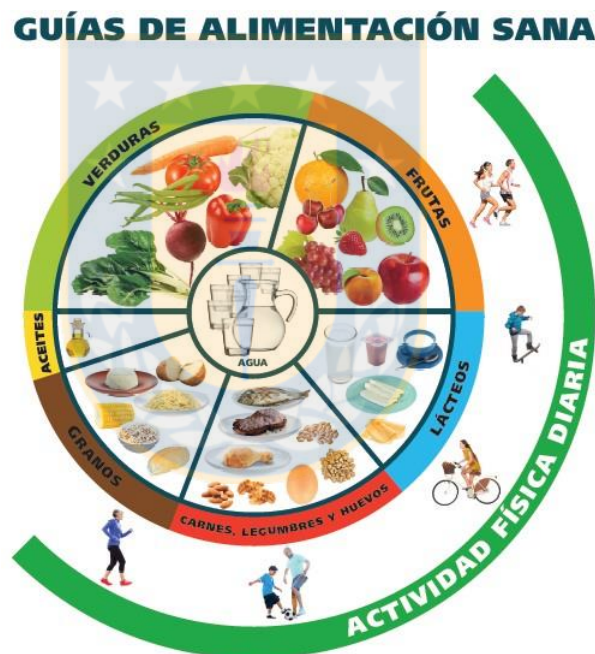


Figura 4. Guía de alimentación sana recomendada por el Gobierno de Chile. Fuente. Ministerio de Salud, 2016.

4.4 Alimentos a utilizar

A continuación se presentan los alimentos generales y en común a utilizar dentro de cada una de las minutas nutricionales de las sub-dietas a analizar, tal como muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Alimentos utilizados entre las distintas sub-dietas a analizar.

Alimentos	Dietas			
	Vegana convencional	Basada en plantas	Mediterránea	Promedio chilena
Cerdo				X
Salmón			X	
Pollo broiler			X	X
Jamón				
Huevos				X
Lenteja rubia castellana	X	X		
Arroz blanco	X			X
Arroz integral		X	X	
Avena entera	X	X	X	
Pan corriente	X		X	X
Leche entera de vaca			X	X
Queso gouda			X	
Yogurt convencional			X	X
Leche de soja	X	X		
Leche de almendras	X	X		
Tofu firme	X	X		
Papa Amarilla		X	X	
Palta de California	X	X	X	X
Aceite de girasol	X			X
Aceite de oliva		X	X	
Nueces	X	X	X	
Almendras	X	X	X	
Mantequilla de maní	X			

Linaza marrón entera	X	X		
Tomate de Rama	X	X	X	X
Lechuga	X	X	X	X
Escarola				
Zanahoria		X	X	X
Danvers				
Brócoli Calabrese		X	X	
Apio de tallo verde	X	X		
Plátano Tabasco	X	X		X
Manzana Fuji	X	X	X	X
Naranja Navel		X	X	
Pera Blanquilla	X			
Kiwi Verde	X			
Bebida cola	X			X
Café de granos	X	X	X	X
Kombucha		X		

Fuente. Elaboración propia.

4.5 Elaboración de Minutas Nutricionales

Las minutas nutricionales correspondientes a cada una de las sub-dietas a analizar, se realizaron gracias a la aplicación de seguimiento nutricional Cronometer, junto a la tabla de calorías de cada alimento que ofrece el Centro de Endocrinología de la Clínica Santa María (2018), la cual indica las porciones estandarizadas a partir de los alimentos seleccionados de la Tabla 1. Cabe mencionar que cada minuta nutricional diaria se realizó para una persona promedio adulta saludable y moderadamente activa en un rango etario entre los 18 – 35 años con un gasto energético de 2000 calorías por día aproximadamente, con un requerimiento diario de 190 gramos de carbohidratos, 100 gramos de proteína y 85 gramos de grasas, según indica la aplicación de seguimiento nutricional Cronometer y la información entregada

tanto por la FAO en su Pauta de Necesidades Nutricionales (Organización Mundial de la Salud, 1985) y las Guías Alimentarias para la Población Chilena (Universidad Católica del Maule, 2017). Las dietas 4.5.1 y 4.5.2 presentadas a continuación, corresponden a dietas basadas en productos vegetales, mientras que las dietas 4.5.3 y 4.5.4 son dietas que poseen productos tanto de origen vegetal como de origen animal.

4.5.1 Minuta nutricional correspondiente a dieta vegana convencional

A partir de la pauta sugerida en la Figura 1, se realizó una minuta nutricional con productos vegetales seleccionados de la Tabla 1, la cual se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta vegana convencional.

Momento	Alimento	Porción	Calorías
Desayuno	Leche de almendras	1 taza (200 ml)	30
	Avena	½ taza (40 gramos)	151,6
	Mantequilla de maní	1 cucharada (16 gramos)	93,9
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	53,4
	Pera	1 porción (74 gramos)	42,2
Snack 1	Plátano	1 porción (80 gramos)	71,2
	Nueces	5 unidades (10 gramos)	66,2
	Almendras	5 unidades (6 gramos)	35,7
Almuerzo	Lentejas	1 taza (198 gramos)	229,7
	Arroz blanco	¾ taza (119 gramos)	154,7
	Lechuga	1 taza (57 gramos)	8
	Apio	1 taza (100 gramos)	14
	Tomate	1 porción (50 gramos)	9
	Manzana	1 porción (65 gramos)	33,8
	Aceite de girasol	½ cucharada (7 ml)	60,2
	Bebida cola	1 vaso (200 ml)	74
Snack 2	Leche de soja	1 taza (200 ml)	60,9
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	53,4
	Kiwi	1 taza (106 gramos)	64,5

	Tofu	1 ½ taza (210 gramos)	217,9
	Pan	1 unidad (80 gramos)	217,2
	Palta	1 porción (80 gramos)	133,6
Cena/Once	Lechuga	1 taza (57 gramos)	8
	Tomate	1 porción (50 gramos)	9
	Apio	½ taza (50 gramos)	7
	Aceite de girasol	1 cucharada (14 gramos)	120,4
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7
			1998

Fuente. Elaboración propia.

Total de proteínas: 82,9 gramos

Total de carbohidratos: 199,4 gramos

Total de grasas: 84 gramos

4.5.2 Minuta nutricional correspondiente a sub-dieta basada en plantas

A partir de la pauta sugerida en la Figura 2, se realizó una minuta nutricional con productos vegetales seleccionados de la Tabla 1, la cual se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta basada en plantas.

Momento	Alimento	Porción	Calorías
Desayuno	Leche de soja	1 taza (200 ml)	60,9
	Avena	½ taza (40 gramos)	151,6
	Plátano	½ porción (40 gramos)	93,9
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	53,4
Snack 1	Naranja	2 porciones (130 gramos)	61,1
	Almendras	5 unidades (6 gramos)	35,7
Almuerzo	Lentejas	1 taza (198 gramos)	229,7
	Arroz integral	1 taza (200 gramos)	148,5
	Palta	1 porción (80 gramos)	133,6
	Lechuga	1 taza (57 gramos)	8
	Apio	1 taza (100 gramos)	14
	Tomate	1 porción (50 gramos)	9
	Manzana	1 unidad (90 gramos)	46,8

	Aceite oliva	1 cucharadita (4 gramos)	40
	Kombucha	½ vaso (100 ml)	13,4
Snack 2	Leche de almendras	1 taza (200 ml)	30
	Café	1 taza (200 ml)	4,7
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	53,4
	Almendras	10 unidades (12 gramos)	71,4
	Nueces	7 unidades (14 gramos)	92,7
Cena/Once	Tofu	1 ½ taza (210 gramos)	217,9
	Papa	1 taza (227 gramos)	195,2
	Palta	½ porción (40 gramos)	66,8
	Brócoli	½ taza (50 gramos)	17
	Lechuga	2 tazas (114 gramos)	16
	Zanahorias	½ taza (50 gramos)	20,5
	Tomate	1 porción (50 gramos)	9
	Naranja	1 porción (65 gramos)	30,6
	Aceite de oliva	1 cucharadita (4 gramos)	39,8
			2000,7

Fuente. Elaboración propia.

Total de proteínas: 85,2 gramos

Total de carbohidratos: 200,3 gramos

Total de grasas: 78,1 gramos

4.5.3 Minuta nutricional correspondiente a una sub-dieta mediterránea

A partir de la pauta sugerida en la Figura 3, se realizó una minuta nutricional con productos tanto vegetales como animales seleccionados de la Tabla 1, la cual se puede apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta mediterránea.

Momento	Alimento	Porción	Calorías
Desayuno	Leche entera de vaca	1 taza (200 ml)	148,8
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7
	Avena	½ taza (40 gramos)	151,6
	Manzana	1 porción (65 gramos)	33,8
Snack 1	Yogurt	1 porción (125 ml)	78,8

	Nueces	5 unidades (10 gramos)	66,2
Almuerzo	Pollo broiler	1 porción (196 gramos)	296
	Papa	1 taza (227 gramos)	195,2
	Pan corriente	½ porción (40 gramos)	108,6
	Queso gouda	1 rebanada (21 gramos)	74,8
	Tomate	1 porción (50 gramos)	9
	Naranja	1 porción (65 gramos)	30,6
	Aceite de oliva	1 cucharadita (4 gramos)	39,8
Snack 2	Pan corriente	½ porción (40 gramos)	108,6
	Palta	1 porción (80 gramos)	133,6
	Almendras	5 unidades (6 gramos)	35,7
	Manzana	1 porción (90 gramos)	46,8
Cena/Once	Salmón	1 porción (70 gramos)	127,4
	Aceite de oliva	1 cucharadita (4 gramos)	39,8
	Arroz integral	¾ taza (150 gramos)	184,5
	Lechuga	1 taza (57 gramos)	8
	Zanahorias	½ taza (70 gramos)	28,7
	Brócoli	½ taza (50 gramos)	17,5
	Naranja	1 porción (65 gramos)	30,6
Fuente. Elaboración propia.			1999,7

Total de proteínas: 125 gramos

Total de carbohidratos: 195,9 gramos

Total de grasas: 70,9 gramos

4.5.4 Minuta nutricional correspondiente a sub-dieta chilena promedio

A partir de la pauta sugerida en la Figura 4, se realizó una minuta nutricional con los productos mayormente consumidos por la población correspondiente a cada grupo alimenticio según datos entregados por el Departamento de Nutrición en su Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (Universidad de Chile, 201?), la cual se puede apreciar en la Tabla 5.

Tabla 5. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta promedio chilena.

Momento	Alimento	Porción	Calorías
	Pan	1 unidad (80 gramos)	217,2
	Huevos	2 unidades (88 gramos)	136,4

Desayuno	Aceite de girasol	½ cucharada (7 ml)	60,2
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7
Snack 1	Yogurt	1 porción (125 ml)	78,8
	Manzana	1 porción (90 gramos)	46,8
Almuerzo	Cerdo	1 porción (80 gramos)	374,4
	Arroz blanco	1 taza (158 gramos)	205,4
	Tomate	2 porciones (100 gramos)	18
	Zanahoria	¾ taza (105 gramos)	43,1
	Lechuga	2 tazas (114 gramos)	16
	Bebida cola	1 vaso (200 ml)	74
Snack 2	Plátano	1 porción (80 gramos)	71,2
	Pan	1 unidad (80 gramos)	217,2
Cena/Once	Jamón	2 rebanadas (28 gramos)	61,7
	Palta	½ porción (40 gramos)	66,8
	Aceite girasol	½ cucharada (7 ml)	60,2
	Leche entera de vaca	1 taza (200 ml)	148,8
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7
			1999,3

Fuente: Elaboración propia.

Total de proteínas: 79,7 gramos

Total de carbohidratos: 192,6 gramos

Total de grasas: 93,7 gramos

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Emisiones de GEI por cada alimento a utilizar

A partir de la Tabla 6, la cual se realizó con los datos obtenidos en la bibliografía, tanto en programas con base de datos sobre huellas de carbono e impacto medioambiental de alimentos como Optimeal y CleanMetrics, al igual que en páginas web como Healabel, se llegó a un promedio respecto a las huellas de carbono correspondiente a cada uno de los alimentos utilizados en las minutas nutricionales de cada una de las distintas sub-dietas.

Tabla 6. Alimentos utilizados en las distintas sub-dietas con sus correspondientes emisiones de GEI (Kg CO₂e).

Grupo de alimentos	Alimento	Kg CO ₂ e/Kg producto
Carnes y derivados	Cerdo	12,12
	Salmón	11,89
	Pollo broiler	6,87
	Jamón	9,31
	Huevos	4,83
Legumbres	Lenteja rubia castellana	0,54
Cereales, masas y pastas	Arroz blanco	2,64
	Arroz integral	2,16
	Avena entera	0,31
	Pan corriente	0,65
Lácteos	Leche entera de vaca	1,06
	Queso gouda	9,82
	Yogurt convencional	2,20
Sustitutos lácteos	Leche de soja	0,69
	Leche de almendras	3,56
	Tofu firme	0,70
Tubérculos	Papa Amarilla	0,26
	Paltas de California	1,58
Aceites y grasas	Aceite de girasol	3,30
	Aceite de oliva	4,25
	Nueces	1,35
Frutos secos	Almendras	3,56
	Mantequilla de maní	1,56
	Linaza marrón entera	1,80
Verduras	Tomate de Rama	0,28
	Lechuga Escarola	0,92
	Zanahoria Danvers	0,11
	Brócoli Calabrese	0,36
	Apio de tallo verde	0,12
Frutas	Plátano Tabasco	0,48
	Manzana Fuji	0,23
	Naranja Navel	1,33
	Pera Blanquilla	0,34
	Kiwi Verde	0,90
Líquidos	Bebida cola	1,72
	Café de granos	10,1
	Kombucha	2,40

Fuente. Elaboración propia con base datos obtenidos a partir de distintos programas encontrados en la literatura.

5.2 Cuantificación de la de Huella de Carbono para dietas veganas

A continuación, se mostrarán las minutas nutricionales pertenecientes a cada una de las sub-dietas veganas, con sus respectivas emisiones de huella de carbono, todo esto con el fin de obtener la dieta más sustentable.

5.2.1 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta vegana convencional

A partir de los datos contenidos en la Tabla 6, se logró calcular la huella de carbono correspondiente a la sub-dieta vegana convencional. Cabe mencionar que los valores de kg CO₂e son proporcionales a las porciones de alimentos, tal como muestra la Tabla 7.

Tabla 7. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta vegana convencional con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO₂e).

Momento	Alimento	Porción	Kg CO ₂ e
Desayuno	Leche de almendras	1 taza (200 ml)	0,712
	Avena	½ taza (40 gramos)	0,0012
	Mantequilla de maní	1 cucharada (16 gramos)	0,025
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	0,018
	Pera	1 porción (74 gramos)	0,0252
Snack 1	Plátano	1 porción (80 gramos)	0,0384
	Nueces	5 unidades (10 gramos)	0,0135
	Almendras	5 unidades (6 gramos)	0,0214
Almuerzo	Lentejas	1 taza (198 gramos)	0,1069
	Arroz blanco	¾ taza (119 gramos)	0,3142
	Lechuga	1 taza (57 gramos)	0,0524
	Apio	1 taza (100 gramos)	0,012
	Tomate	1 porción (50 gramos)	0,014
	Manzana	1 porción (65 gramos)	0,015
	Aceite de girasol	½ cucharada (7 ml)	0,0231
	Bebida cola	1 vaso (200 ml)	0,344
Snack 2	Leche de soja	1 taza (200 ml)	0,138
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	0,018

	Kiwi	1 taza (106 gramos)	0,0954
	Tofu	1 ½ taza (210 gramos)	0,147
	Pan	1 unidad (80 gramos)	0,052
	Palta	1 porción (80 gramos)	0,1264
Cena/Once	Lechuga	1 taza (57 gramos)	0,0524
	Tomate	1 porción (50 gramos)	0,014
	Apio	½ taza (50 gramos)	0,006
	Aceite de girasol	1 cucharada (14 gramos)	0,0462
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7874
			<u>7,2191</u>

Fuente. Elaboración propia.

5.2.2 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta basada en plantas

A partir de los datos contenidos en la Tabla 6, se logró calcular la huella de carbono correspondiente a la sub-dieta basada en plantas. Cabe mencionar que los valores de kg CO₂e son proporcionales a las porciones de alimentos, tal como muestra la Tabla 8.

Tabla 8. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta basada en plantas con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO₂e).

Momento	Alimento	Porción	Kg CO ₂ e
Desayuno	Leche de soja	1 taza (200 ml)	0,138
	Avena	½ taza (40 gramos)	0,0012
	Plátano	½ porción (40 gramos)	0,0192
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	0,018
Snack 1	Naranja	2 porciones (130 gramos)	0,1729
	Almendras	5 unidades (6 gramos)	0,0214
Almuerzo	Lentejas	1 taza (198 gramos)	0,1069
	Arroz integral	1 taza (200 gramos)	0,432
	Palta	1 porción (80 gramos)	0,1264
	Lechuga	1 taza (57 gramos)	0,0524
	Apio	1 taza (100 gramos)	0,012
	Tomate	1 porción (50 gramos)	0,014
	Manzana	1 unidad (90 gramos)	0,0207

	Aceite oliva	1 cucharadita (4 gramos)	0,017
	Kombucha	½ vaso (100 ml)	0,24
	Leche	1 taza (200 ml)	0,712
	de almendra		
Snack 2	Café	1 taza (200 ml)	2,02
	Linaza	1 cucharada (10 gramos)	0,018
	Almendras	10 unidades (12 gramos)	0,0427
	Nueces	7 unidades (14 gramos)	0,0189
	Tofu	1 ½ taza (210 gramos)	0,147
	Papa	1 taza (227 gramos)	0,059
	Palta	½ porción (40 gramos)	0,0632
	Brócoli	½ taza (50 gramos)	0,018
Cena/Once	Lechuga	2 tazas (114 gramos)	0,1049
	Zanahorias	½ taza (50 gramos)	0,0055
	Tomate	1 porción (50 gramos)	0,014
	Naranja	1 porción (65 gramos)	0,0865
	Aceite de oliva	1 cucharadita (4 gramos)	0,017
			4,7188

Fuente. Elaboración propia

5.3 Cuantificación de la de Huella de Carbono para dietas omnívoras

A continuación, se mostrarán las minutas nutricionales pertenecientes a cada una de las sub-dietas omnívoras, con sus respectivas emisiones de huella de carbono, todo esto con el fin de obtener la dieta más sustentable. En cuanto a los alimentos de origen animal, principalmente los productos cárnicos, se obtuvieron los valores bibliográficos a partir de la Guía de consumidores de carne, Cambio Climático y Salud (Life Cycle Consultancy, 2011).

5.3.1 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta mediterránea

A partir de los datos contenidos en la Tabla 6, se logró calcular la huella de carbono correspondiente a la sub-dieta mediterránea. Cabe mencionar que los

valores de kg CO₂e son proporcionales a las porciones de alimentos, tal como muestra la Tabla 9.

Tabla 9. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta mediterránea con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO₂e).

Momento	Alimento	Porción	Kg CO ₂ e
Desayuno	Leche entera de vaca	1 taza (200 ml)	0,212
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7874
	Avena	½ taza (40 gramos)	0,0012
	Manzana	1 porción (65 gramos)	0,0207
Snack 1	Yogurt	1 porción (125 ml)	0,275
	Nueces	5 unidades (10 gramos)	0,0135
Almuerzo	Pollo broiler	1 porción (196 gramos)	1,3465
	Papa	1 taza (227 gramos)	0,059
	Pan corriente	½ porción (40 gramos)	0,026
	Queso gouda	1 rebanada (21 gramos)	0,2062
	Tomate	1 porción (50 gramos)	0,014
	Naranja	1 porción (65 gramos)	0,0865
	Aceite de oliva	1 cucharadita (4 gramos)	0,017
Snack 2	Pan corriente	½ porción (40 gramos)	0,026
	Palta	1 porción (80 gramos)	0,1264
	Almendras	5 unidades (6 gramos)	0,0214
	Manzana	1 porción (90 gramos)	0,0207
Cena/Once	Salmón	1 porción (70 gramos)	0,8323
	Aceite de oliva	1 cucharadita (4 gramos)	0,017
	Arroz integral	¾ taza (150 gramos)	0,324
	Lechuga	1 taza (57 gramos)	0,0524
	Zanahorias	½ taza (70 gramos)	0,0077
	Brócoli	½ taza (50 gramos)	0,018
	Naranja	1 porción (65 gramos)	0,0865
			8,5974

Fuente. Elaboración propia.

5.3.2 Cuantificación de la de Huella de Carbono para la sub-dieta promedio chilena

A partir de los datos contenidos en la Tabla 6, se logró calcular la huella de carbono correspondiente a la sub-dieta promedio chilena. Cabe mencionar que los valores de kg CO₂e son proporcionales a las porciones de alimentos, tal como muestra la Tabla 10.

Tabla 10. Minuta nutricional diaria para una persona con dieta promedio chilena con sus respectivas emisiones de GEI (Kg CO₂e).

Momento	Alimento	Porción	Kg CO ₂ e
Desayuno	Pan	1 unidad (80 gramos)	0,052
	Huevos	2 unidades (88 gramos)	0,425
	Aceite de girasol	½ cucharada (7 ml)	0,0231
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7874
Snack 1	Yogurt	1 porción (125 ml)	0,275
	Manzana	1 porción (90 gramos)	0,0207
Almuerzo	Cerdo	1 porción (80 gramos)	0,9696
	Arroz blanco	1 taza (158 gramos)	0,4171
	Tomate	2 porciones (100 gramos)	0,028
	Zanahoria	¾ taza (105 gramos)	0,0116
	Lechuga	2 tazas (114 gramos)	0,1048
	Bebida cola	1 vaso (200 ml)	0,344
Snack 2	Plátano	1 porción (80 gramos)	0,0384
Cena/Once	Pan	1 unidad (80 gramos)	0,052
	Jamón	2 rebanadas (28 gramos)	0,2607
	Palta	½ porción (40 gramos)	0,0632
	Aceite de girasol	½ cucharada (7 ml)	0,0231
	Leche entera de vaca	1 taza (200 ml)	0,212
	Café	1 tazón (474 ml)	4,7874
			12,8951

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Relación macronutrientes correspondientes a cada sub-dieta

En cuanto a los macronutrientes, ya sean proteínas, carbohidratos y grasas consumidas en cada una de las minutas nutricionales, se aprecian diferencias intrascendentes entre estas para cada sub-dieta, como muestra la Figura 5.

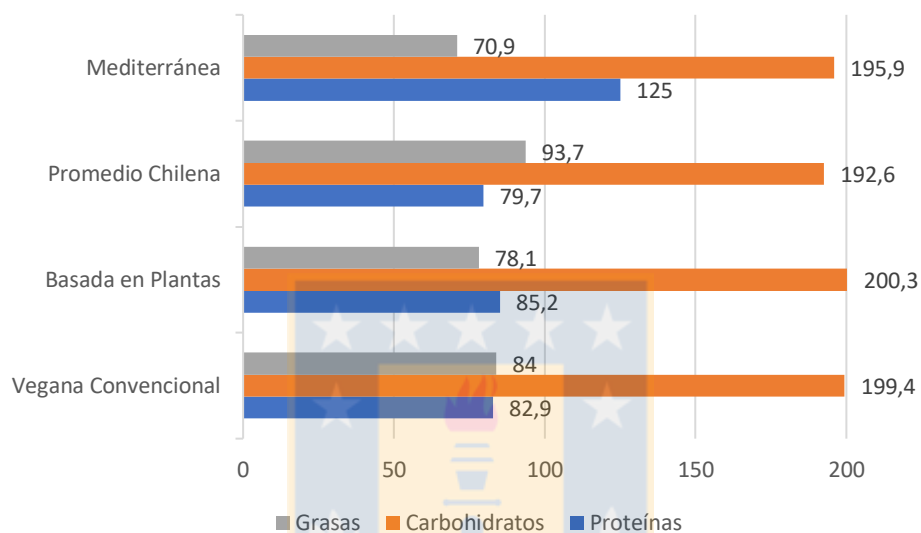


Figura 5. Gramos de macronutrientes correspondientes a cada sub-dieta. Fuente. Elaboración propia.

En el caso de los carbohidratos, aportando en su mayoría tanto los cereales enteros e integrales, como los refinados y procesados, todas las sub-dietas lograron llegar a su requerimiento diario de 190 gramos, resultando ser las sub-dietas pertenecientes a la dieta vegana las con mayor registro, esto debido al consumo de legumbres, quienes actúan tanto como fuente de proteínas y de carbohidratos, como por igual una mayor ingesta de granos integrales y enteros, que a diferencia de los granos refinados y procesados, estos

presentan la cáscara, semilla y saco embrionario dentro de su estructura, por lo cual, le suma el aporte de la fibra actuando igualmente como carbohidrato.

En el caso de las proteínas, ya sean obtenidas a través de fuentes animales como vegetales, el requerimiento para todas las minutas nutricionales era de 80 gramos, donde se puede apreciar que las sub-dietas correspondientes a la dieta omnívora fueron las que más se acercaron o alcanzaron dicho valor resultando ser la sub-dieta mediterránea la con mayor cantidad de este macronutriente. Esto se debe a que los productos de origen animal son los que más proteínas poseen y a la vez, presentan por igual una baja concentración de carbohidratos, a diferencia de las proteínas de origen vegetal. Sin embargo, esto no significa que las proteínas vegetales sean peores o de menor calidad.

En lo referente a las grasas, clasificándose en grasas saturadas, insaturadas y grasas trans, el requerimiento diario para todas las minutas nutricionales era de 78 gramos, donde quienes lograron obtener un margen más cercano a dicho valor fueron las sub-dietas pertenecientes a la dieta vegana, específicamente la basada en plantas que llegó a cubrir dicha necesidad diaria, a su vez la sub-dieta mediterránea perteneciente a la dieta omnívora fue la que presentó un valor más bajo en comparación a todas las demás. Esto se debe principalmente a que estas sub-dietas poseen alimentos grasos en su totalidad o mayoría de origen vegetal, los cuales contienen grasas insaturadas, que son las grasas saludables que favorecen la producción de colesterol HDL o colesterol “bueno” y ayudan a regular y nivelar el colesterol LDL o colesterol

“malo”. En el caso contrario, la minuta nutricional correspondiente a la sub-dieta promedio chilena fue quién más gramos de grasas presentó. Esto se debe a que al incluir productos de origen animal, estos poseen altos niveles de colesterol, tanto de grasas saturadas como grasas trans, las que a su vez, elevan el nivel de colesterol LDL o colesterol “malo” que es menos saludable.

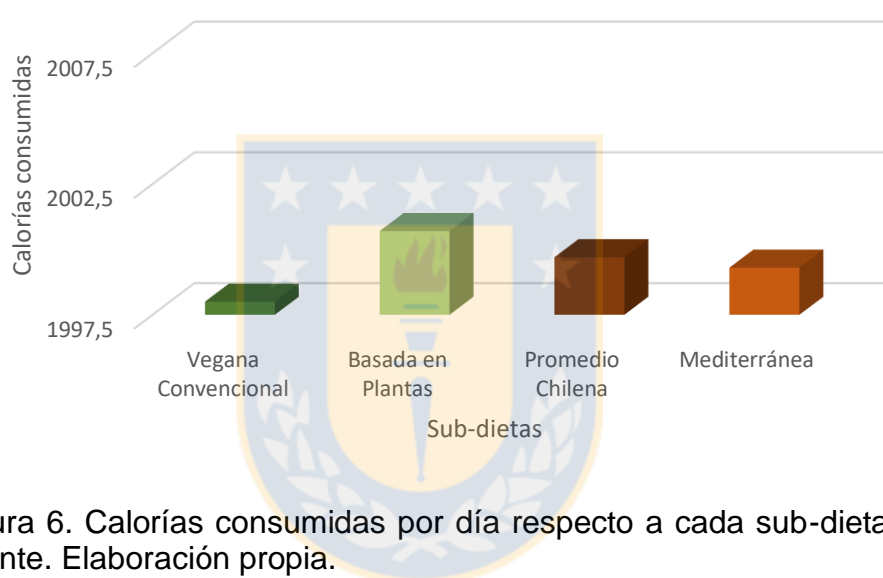


Figura 6. Calorías consumidas por día respecto a cada sub-dieta analizada. Fuente. Elaboración propia.

La Figura 6 muestra que al realizar las minutas nutricionales para una persona promedio adulta saludable y moderadamente activa en un rango etario entre los 18 – 35 años con un gasto energético de 2000 calorías por día, no hubo diferencias significativas en cuanto a las calorías totales correspondientes a cada sub-dieta, existiendo una diferencia de no más del 0,1% entre todas, logrando así poder realizar una comparación equitativa a modo general.

5.5 Impacto de las calorías en las emisiones de GEI

No obstante, la sub-dieta que menos emisiones de GEI generaba hacia el ambiente era a la vez, la que más calorías contenía dentro de su minuta nutricional, sin embargo, no existió relación alguna ya que como se mencionaba anteriormente, la mayoría de dichas calorías eran provenientes de frutas y verduras, los cuales son los grupos alimenticios que menor cantidad de kg CO₂e generan hacia el ambiente.

Por otra parte, la sub-dieta que menos calorías presentó en su minuta nutricional fue la sub-dieta promedio chilena, la que a su vez también fue la que más kg CO₂e generó hacia el ambiente. En cuanto a las calorías, presentaron un valor un poco más bajo debido a un menor consumo de productos de origen vegetal. Respecto a los kg CO₂e, se debe principalmente a que al preferir tanto los productos de origen animal, como los cereales refinados y procesados, todos estos generan una mayor emisión de GEI en comparación a todos los productos provenientes de fuentes vegetales. La relación en cuanto a las calorías consumidas en cada minuta nutricional correspondiente a su sub-dieta y sus respectivas emisiones de GEI hacia el medioambiente se reflejan de mejor manera en la Figura 7.

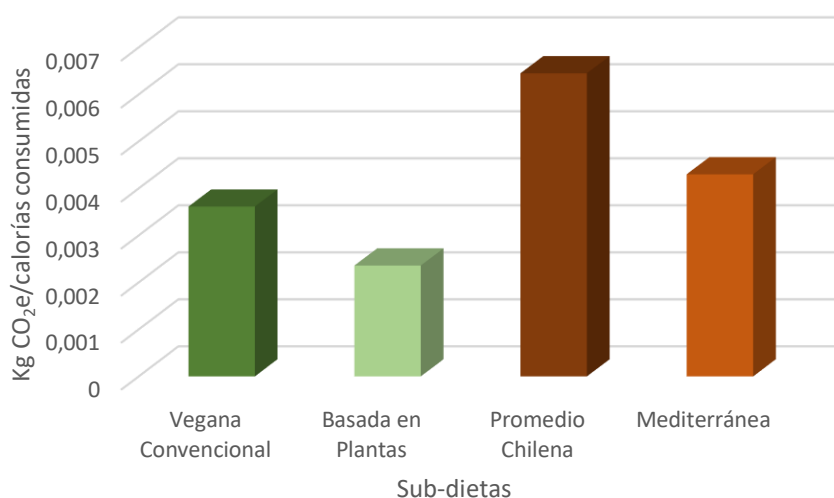


Figura 7. Relación entre las emisiones de GEI (Kg CO₂e) y las calorías consumidas al día por cada sub-dieta analizada. Fuente. Elaboración propia.

5.6 Sub-dieta con menor huella de carbono

A partir de la realización de las minutas nutricionales con el posterior cálculo respecto a sus emisiones de GEI (Kg CO₂e), los resultados acerca de la sub-dieta que presenta una menor huella de carbono y por ende, un menor impacto hacia el medioambiente se resume en la Figura 8.

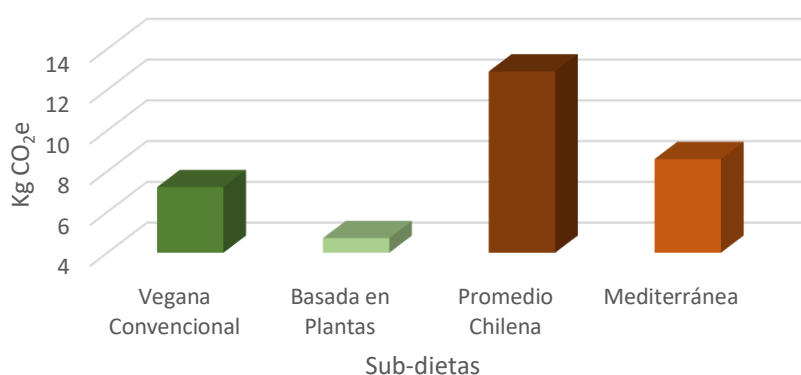


Figura 8. Emisiones de GEI (Kg CO₂e) respecto a cada sub-dieta analizada. Fuente. Elaboración propia.

Dentro de las dietas veganas, tanto las sub-dietas vegana convencional y la basada en plantas, presentaron una menor huella de carbono en comparación a las demás sub-dietas pertenecientes a la dieta omnívora, debido al rechazo de productos de origen animal dentro de sus minutas nutricionales. Igualmente, se logra apreciar que las emisiones de GEI (Kg CO₂e) en la sub-dieta basada en plantas es casi la mitad de lo que la sub-dieta vegana convencional emite hacia el ambiente, esto se debe principalmente a que la sub-dieta basada en plantas prioriza alimentos integrales, los cuales presentan una huella de carbono menor en comparación a sus similares refinados y procesados. Así también se observa que un mayor consumo de frutas y verduras genera una menor emisión de GEI ya que al existir abundancia de estos en el plato, contrarrestan la porción que tendrán tanto los cereales como la proteína en sí (los cuales emiten mayor cantidad de kg CO₂e), sin significar necesariamente un menor contenido nutricional total dentro de sus minutas. La sub-dieta basada en plantas es quién presentó una diferencia significativa en relación a todas las otras sub-dietas, estableciendo a esta sub-dieta como la que menor huella de carbono genera, resultando ser la más sustentable.

Si bien, la sub-dieta basada en plantas es la que más calorías contenía dentro de su minuta nutricional, tal como muestra la Figura 6, no hubo relación alguna, ya que los alimentos que predominan en dicha sub-dieta son frutas y verduras, las cuales a pesar de llegar a tener una cantidad significativa de calorías, se componen principalmente de fibra y agua, lo que les hace tener una baja

densidad energética, pero a la vez una alta cantidad de vitaminas y minerales. Por otra parte, las minutas nutricionales realizadas para las sub-dietas pertenecientes a la dieta omnívora fueron las que más emisiones de GEI produjeron. Esto se debe principalmente ya que los productos de origen animal son los que más kg CO₂e generan, ya que incluyen el proceso de vida del animal, desde su crianza, desarrollo y engorda, hasta la elaboración del producto obtenido a partir de este.

Analizando las demás sub-dietas en relación a la sub-dieta con menor impacto ambiental, la cual resultó ser la basada en plantas, podemos ver que existe una diferencia de más de la mitad de los kg CO₂e producidos en comparación al resto de las sub-dietas. Como muestra la Figura 9, la sub-dieta que seguía en cuanto a las emisiones de GEI fue la vegana convencional, con un 52,99% más de emisiones de GEI en comparación a la basada en plantas, resultando ser ambas pertenecientes a la dieta vegana las con una menor huella de carbono. Continuando le seguían las dos sub-dietas pertenecientes a la dieta omnívora, con un 82,19% más de emisiones de GEI por parte de la sub-dieta mediterránea y la sub-dieta promedio chilena con un 173,27% más de kg CO₂e producidos en comparación a la con menor impacto ambiental. Resultando ser ambas sub-dietas las con mayor emisión de GEI y una huella de carbono más grande y por ende, las que más impacto medioambiental generan al planeta.

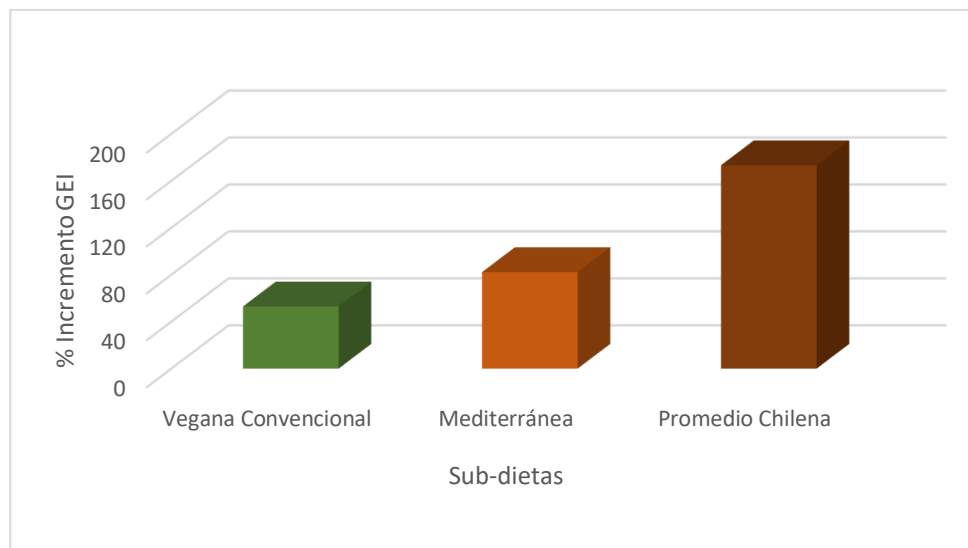


Figura 9. Incremento de las emisiones de GEI (Kg CO₂e) sobre cada sub-dieta analizada en relación a la con menor huella de carbono, expresado en porcentaje. Fuente. Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

A partir de las minutas nutricionales correspondientes a cada una de las sub-dietas analizadas en la presente tesis y el posterior cálculo de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en kg CO₂e para cada una de ellas, se logró determinar la que menos huella de carbono produce y por ende, la que menor impacto ambiental genera sobre el planeta Tierra.

Las sub-dietas pertenecientes a la dieta vegana fueron las que menor emisión de GEI presentaron en sus minutas nutricionales, destacando a la sub-dieta basada en plantas sobre todas las demás, con un total de 4,7188 kg CO₂e generados. Por otra parte, las sub-dietas pertenecientes a la dieta omnívora fueron las que mayor emisión de Gases de Efecto Invernadero presentaron, siendo la sub-dieta promedio chilena la con mayor impacto ambiental, con un

total de 12,8951 kg CO_{2e}, resultando ser tres veces más contaminante que la sub-dieta con la menor huella de carbono.

Se observó que los productos de origen animal tienen gran influencia en cuanto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en donde la ganadería es una de las industrias más contaminantes del planeta, favoreciendo su deterioro y el agotamiento de los recursos naturales disponibles en él. Lo mismo ocurre con los productos procesados, los cuales a diferencia de los productos integrales, pasan por una etapa de refinamiento, el cual al incluir dicho proceso, aumenta considerablemente la huella de carbono en estos productos.

Sin embargo, resulta prescindible depender de estos alimentos en estos tiempos debido a las nuevas alternativas alimentarias que han ido saliendo en el mercado en base a fuentes vegetales, resultando estas últimas ser igual de nutritivas, sanas y mucho más amigables con el planeta, debido al menor impacto ambiental que provocan en este.

Llevar una dieta basada en plantas o que predominen en esta productos de origen vegetal, resulta ser más una necesidad que una opción actualmente, lo que significa preferir alimentos de fuentes vegetales sobre los de fuentes animales. Se ha demostrado que dicha dieta resulta ser igual e incluso más saludable que cualquier otra dieta en base a productos animales, siempre y cuando sea equilibrada y bien planificada por expertos en el área nutricional. Para lograr ser consumidores responsables, basta con tomar una simple

decisión como la que es elegir lo que se ponga en el plato a la hora de comer, esto resultará ser una potente acción si se desea mitigar el impacto de la crisis del cambio climático, beneficiando por igual a los animales y generando conciencia hacia el resto de las personas para replicar dicha acción.



7. LITERATURA CITADA

1. Castañé, S., A. Antón. 2017. Assessment of the nutritional quality and environmental impact of two food diets: A Mediterranean and a vegan diet. *J. Clean. Prod.* 167: 929-937.
2. Chu, J. 2014. Did Neanderthals eat their vegetables? MIT study provides first direct evidence of plants in the Neanderthal diet [en línea]. Massachusetts Institute of Technology, USA. <<https://news.mit.edu/2014/did-neanderthals-eat-their-vegetables-0625>>. [Consulta: 22 junio 2021].
3. CleanMetrics. 2007. Tools and databases [en línea]. CleanMetrics Corp., USA. <<https://www.cleanmetrics.com/ToolsDatabases>>. [Consulta: 22 diciembre 2020].
4. Clínica Santa María. 2018. Tabla de calorías [en línea]. Clínica Santa María, Chile. <<https://www.clinicasantamaria.cl/calculadoras/calorias>>. [Consulta: 22 diciembre 2020].
5. Cronometer. 2011. Eat smarter. Live better. Track your calories, exercise, biometrics and health data [en línea]. Cronometer, Canada. <<https://cronometer.com/>>. [Consulta: 22 diciembre 2020].
6. FAO (Italia). 2010. Guías alimentarias basadas en alimentos y sostenibilidad [en línea]. FAO, Italia. <<http://www.fao.org/nutrition/educacion-nutricional/food-dietary->

- guidelines/background/sustainable-dietary-guidelines/es/>. [Consulta: 04 octubre 2020].
7. Food & Wine. 2018. ¿Por qué la alimentación basada en plantas es tan importante? [en línea]. Food & Wine en Español, México. <<https://foodandwineespanol.com/por-que-la-alimentacion-basada-en-plantas-es-tan-importante/>>. [Consulta: 01 enero 2021].
 8. Fundación Dieta Mediterránea. 2010. Pirámide de la dieta alimenticia: un estilo de vida actual. Guía para la población adulta [en línea]. Fundación Dieta Mediterránea, España. <https://dietamediterranea.com/piramidedm/piramide_CASTELLANO.pdf>. [Consulta: 22 diciembre 2020].
 9. Environmental Working Group. 2011. Meat eater's guide: To climate change + health [en línea]. Environmental Working Group, USA. <https://static.ewg.org/reports/2011/meateaters/pdf/methodology_ewg_meat_eaters_guide_to_health_and_climate_2011.pdf?_ga=2.65328814.1650882679.1608171988-16418449.1608171988>. [Consulta: 01 diciembre 2020].
 10. HEALabel. 2018. Optimeal | Ingredients guide [en línea]. HEALabel. <<https://healabel.com/ingredient-guide>>. [Consulta: 05 diciembre 2020].

11. Ministerio de Medio Ambiente. 2017. Huella de carbono [en línea]. Ministerio de Medio Ambiente, Chile. <<https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>>. [Consulta: 15 diciembre 2020].
12. Naciones Unidas. 1992. Artículo I. Definiciones. pp: 3-4. En: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Naciones Unidas. Nueva York, USA.
13. Optimeal. 2020. Optimeal: Defining sustainable nutrition [en línea]. Optimeal | Blonk, The Netherlands. <<https://www.optimeal.info/>>. [Consulta: 22 diciembre 2020].
14. Organización Mundial de la Salud. 1985. Principios para estimar las necesidades de energía. En: Necesidades de energía y de proteínas. 05-17 octubre, 1981. OMS. FAO. UNU. Ginebra, Suiza.
15. Treu, H., M. Nordborg, C. Cederberg, T. Heuer, E. Claupein, H. Hoffmann and G. Berndes. 2017. Carbon footprints and land use of conventional and organic diets in Germany. J. Clean. Prod. 161: 127-142.
16. Universidad Católica del Maule. 2019. Guías alimentarias para la población chilena [en línea]. UCM, Chile. <https://vrip.ucm.cl/wp-content/uploads/2019/05/4_Yilda_Herrera-GABAS_resultados_ENS_2017_difusion_e_implementacion_por_los_nutricionistas.pdf>. [Consulta: 23 de diciembre 2020].
17. Universidad de Chile. 2017. Encuesta nacional de consumo alimentario [en línea]. Ministerio de Salud, Chile.

<<https://www.minsal.cl/sites/default/files/ENCA.pdf>>. [Consulta: 14 octubre 2020].

18. The Vegan Society. 2015. Nutrition and health [en línea]. The Vegan Society Company, UK.
<<https://www.vegansociety.com/resources/nutrition-and-health>>.
[Consulta: 23 diciembre 2020].

