



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Escuela Nacional de Estudios Superiores**

**Unidad Morelia**



Reporte Final

## **Análisis de Valores Nutricionales por Tipo de Dieta**

PRESENTA:

**Alexis Uriel Aguilar Uribe**

PROFESORES:

**Dra. María Del Río Francos**

**Dr. César Andrés Torres Miranda**

GRADO

**Licenciatura en Tecnologías para la Información en Ciencias**

**Asignatura:** Estadística Descriptiva e Inferencial

**A:** 21 de Mayo del 2025

# Contents

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos Generales</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>4</b>
3.1	DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) . . . . .	4
3.2	Dieta Keto . . . . .	4
3.3	Dieta Mediterránea . . . . .	5
3.4	Dieta Paleo (Paleolítica) . . . . .	5
3.5	Dieta Vegana . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Presentación de los Datos</b>	<b>6</b>
4.1	Fuente de Datos . . . . .	6
4.2	Interés del Estudio . . . . .	6
4.3	Variables del Conjunto de Datos . . . . .	6
4.4	Ejemplo de Registros en el Conjunto de Datos . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Estadística Descriptiva</b>	<b>8</b>
5.1	Transformación de Datos . . . . .	8
5.2	Descripción de los Valores de las Variables . . . . .	9
5.3	Visión General de los Datos . . . . .	10
5.4	Estratificación por Tipo de Dieta . . . . .	16
5.4.1	Dieta DASH . . . . .	16
5.4.2	Dieta Keto . . . . .	19
5.4.3	Dieta Mediterránea . . . . .	22
5.4.4	Dieta Paleo . . . . .	25
5.4.5	Dieta Vegana . . . . .	28
5.4.6	Gráfico de Cajas y Bigotes de la distribución de Macronutrientes por Dieta	31
<b>6</b>	<b>Pruebas de Hipótesis Por Dieta</b>	<b>33</b>
6.1	Dieta DASH . . . . .	33
6.2	Dieta Keto . . . . .	34
6.3	Dieta Mediterránea . . . . .	36

6.4	Dieta Paleo . . . . .	37
6.5	Dieta Vegana . . . . .	38
<b>7</b>	<b>Prueba de Hipótesis Para Diferencias entre Dietas</b>	<b>40</b>
7.1	Preámbulo . . . . .	40
7.2	Prueba de Hipótesis . . . . .	40
7.3	Discusión de Resultados . . . . .	40
	<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>42</b>

# 1 Introducción

Este trabajo tiene como fin de exponer el proceso llevado a cabo para realizar el análisis estadístico de los valores nutricionales (macronutrientes) que aportan las dietas: *DASH* (Dietary Approaches to Stop Hypertension), *keto*, *mediterránea*, *paleo* (paleolítica) y *vegana*.

Siendo el principal enfoque el responder si hay una diferencia nutricional significativa entre las diferentes dietas. En decir, hacer uso de técnicas de estadística descriptiva e inferencial para probar si existe una diferencia en los aportes nutricionales entre las distintas dietas que están siendo estudiadas. La anterior prueba se basa en recetas de diferentes cocinas a nivel mundial. El propósito final del presenta trabajo es el de crear un modelo estadístico capaz de categorizar la dieta a la que pertenece una receta en base a los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas) que aporta.

## 2 Objetivos Generales

Para la realización de lo anterior expuesto, se puntualizan los objetivos del proyecto:

- Realizar análisis estadístico de los macronutrientes en las diferentes. Para una caracterización de los aportes nutricionales.
- Conjeturar y probar hipótesis sobre los aportes nutricionales de cada dieta en base a su comportamiento estadístico y definición.
- Probar si existe una diferencia significativa en los aportes nutricionales entre las diferentes dietas con el fin de crear un modelo clasificar de recetas basado en sus aportes nutricionales.

### 3 Marco Teórico

La dieta es uno de los principales factores de riesgo de las enfermedades crónicas, y las enfermedades sensibles a la dieta contribuyen en gran medida a los costes sanitarios mundiales. Se han propuesto literalmente miles de *dietas*, que pueden describirse en términos generales como basadas en creencias, en alimentos específicos o en nutrientes; centradas en la pérdida de peso o en el aumento de peso (muscular); dietas de desintoxicación (detox) y dietas diseñadas por razones médicas específicas.[1]

Las *dietas de moda* son dietas populares durante un tiempo sin basarse necesariamente en una recomendación dietética estándar. A menudo promueven una pérdida de peso irracionalmente rápida o afirmaciones de salud sin sentido, y se anuncian como dietas que requieren poco esfuerzo por parte de quien las sigue. La promesa de ganancias fáciles, combinada con la presión social para lograr un determinado tipo de cuerpo, puede dejar al público susceptible a afirmaciones infundadas o exageradas.[1]

Las dietas estudiadas desde una perspectiva estadística en el presente trabajo, son englobadas en las *dietas de moda*, que a veces son referidas como *dietas sin evidencia científica*. Siendo la dieta DASH la única que cuenta con algún tipo de fundamento.

#### 3.1 DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension)

[1] La dieta DASH (Enfoques Dietéticos para Detener la Hipertensión) es un patrón dietético diseñado específicamente para ayudar a reducir la presión arterial y promover la salud general del corazón. Hace hincapié en el consumo de una variedad de alimentos ricos en nutrientes, como frutas, verduras, cereales integrales, proteínas magras y productos lácteos bajos en grasa, y en la limitación de la ingesta de sodio, grasas saturadas y azúcares añadidos.

#### 3.2 Dieta Keto

[1] Una dieta baja en hidratos de carbono (baja en carbohidratos) es un patrón alimentario que restringe la ingesta de carbohidratos, sustituyéndolos normalmente por mayores cantidades de proteínas y grasas. La dieta cetogénica es una forma de dieta baja en carbohidratos con un alto contenido en grasas en relación con la ingesta de proteínas y carbohidratos.

El objetivo de la dieta cetogénica es inducir la cetosis, un estado metabólico que se produce cuando el cuerpo quema grasa para obtener energía en lugar de glucosa, lo que induce la pérdida de peso.

### **3.3 Dieta Mediterránea**

[1] La dieta mediterránea es un patrón alimentario inspirado en los hábitos alimenticios tradicionales de los países situados a orillas del mar Mediterráneo. Se caracteriza por un alto consumo de frutas, verduras, cereales integrales, legumbres, frutos secos y aceite de oliva; un consumo moderado de pescado y aves; y un bajo consumo de carnes rojas, alimentos procesados y dulces.

### **3.4 Dieta Paleo (Paleolítica)**

[1] La dieta paleo, también conocida como dieta paleolítica o dieta del hombre de las cavernas, es un enfoque dietético que pretende imitar los hábitos alimentarios de nuestros antiguos antepasados del Paleolítico.

Hace hincapié en el consumo de alimentos integrales y no procesados que habrían estado al alcance de los primeros humanos, como carnes magras, pescado, frutas, verduras, frutos secos y semillas, y excluye los cereales, las legumbres, los productos lácteos, los alimentos procesados y los azúcares añadidos.

### **3.5 Dieta Vegana**

[1] La dieta vegana es un patrón dietético basado en plantas que excluye el consumo de todos los productos de origen animal. Se centra en el consumo de una variedad de alimentos de origen vegetal, como frutas, verduras, cereales legumbres, frutos secos y semillas.

Es importante señalar que, aunque las dietas veganas pueden ser nutricionalmente adecuadas, debe prestarse atención a garantizar una ingesta suficiente de nutrientes esenciales como proteínas, hierro, calcio, vitamina B12 y ácidos grasos omega-3.

## 4 Presentación de los Datos

### 4.1 Fuente de Datos

El conjunto de datos con el que se está trabajando para este trabajo se encuentra en [2], publicado por la comunidad de Kaggle. Los datos consisten de un conjunto de recetas de diferentes dietas y cocinas, además incluye información de los macronutrientes que aporta cada receta.

[2] Aunque en la descripción ni en los metadatos del conjunto de datos se haga mención de las fuentes explícitas de los datos ni el objetivo de esta extracción, sí cuenta con una sección de cómo usar el conjunto de datos, ideas de investigación y reconocimientos.

De los apartados de cómo usar el conjunto de datos e ideas de investigación, se encuentra una idea, implícita, de la información que se quería estudiar. La principal información de interés se vuelve que es: el crear planes alimenticios saludables, ya sea usando las recetas proporcionadas o creando unas nuevas basadas en una dieta y cocina, y el estudiar la relación entre dieta y salud.

Del apartado de reconocimientos, se concluye que las recetas fueron proporcionadas por diferentes creadores de las mismas y demás contribuidores al conjunto de datos.

### 4.2 Interés del Estudio

Se consultó [1] en sus capítulos 4 y 8, de donde se proporciona un mejor entendimiento de la importancia de los macronutrientes y una descripción general de las dietas en este trabajo, resultando interesante que en cada dieta se consumen diferentes alimentos y productos con ciertas características para ya sea respetar alguna creencia, fundamento o cuota de macronutrientes. De esto último, proporciona un indicio de que existe una diferencia entre las dietas a nivel de sus aportes nutricionales, por lo tanto, lo que se quiere realizar es probar esta diferencia de manera significativa haciendo uso de la estadística.

### 4.3 Variables del Conjunto de Datos

El conjunto de datos consta de las siguientes variables. Se menciona su nombre, el tipo de variable y sus valores (en total y únicos):

Variable	Nombre	Tipo	Cantidad de Datos	Valores Únicos
1	Diet_type	Cualitativa Nominal	7806	5
2	Recipe_name	Cualitativa Nominal	7806	7062
3	Cuisine_type	Cualitativa Nominal	7806	19
4	Protein(g)	Cuantitativa Continua	7806	6060
5	Carbs(g)	Cuantitativa Continua	7806	6618
6	Fat(g)	Cuantitativa Continua	7806	6322

La variable *Recipe\_Name* no es relevante para este trabajo pero figura dentro del dataset. Se hace mención que el conjunto de datos no presenta valores faltantes.

#### 4.4 Ejemplo de Registros en el Conjunto de Datos

Para ejemplificar como luce el conjunto de datos, se presente una instancia de cada tipo de dieta:

Diet_type	Recipe_name	Cuisine_type
dash	Old Fashioned	world
keto	Keto Egg Drop Soup	chinese
mediterranean	Mediterranean Mix	mediterranean
paleo	Easy Paleo Herb Gravy recipes	french
vegan	Braised Green Beans with Tomatoes	mediterranean

Protein(g)	Carbs(g)	Fat(g)
0.12	9.66	0.02
21.31	9.11	60.88
8.11	9.59	14.64
23.56	39.05	42.25
17.49	77.86	70.20



## 5 Estadística Descriptiva

### 5.1 Transformación de Datos

Debido a que el rango de los valores que pueden tomar los macronutrientes es un rango amplio y que, además, podría dificultar la comparativa a lo largo de las diferentes dietas en sus aportes nutricionales, se decidió que los valores en los macronutrientes sean transformados para trabajar con aportes relativos al total de macronutrientes de cada receta o, equivalentemente, los aportes absolutos de los macronutrientes se normalizaron con la norma  $L_1$ .

De la anterior transformación, se creó un nuevo atributo que representa el total de macronutrientes que son aportados por cada receta y el rango de los valores que pueden tomar los macronutrientes es  $[0, 1]$  donde se verifica que la suma de los tres valores (a lo largo de los macronutrientes) sea siempre 1. Este último punto va a permitir generar una representación visual de la distribución de las recetas en el plano y servirá para determinar las teóricas distribuciones de los macronutrientes, en específico los parámetros de la distribución beta que mejor se ajusta a la distribución de cada macronutriente y dieta; esto permite caracterizar las distribuciones desde una perspectiva teórica que será relevante para responder la pregunta central de trabajo.

Para el conjunto de datos resultante de la transformación también se les renombraron algunos de sus atributos pero que siguen representando o significando el mismo concepto.

Diet_type	Recipe_name	Cuisine_type
dash	Old Fashioned	world
keto	Keto Egg Drop Soup	chinese
mediterranean	Mediterranean Mix	mediterranean
paleo	Easy Paleo Herb Gravy recipes	french
vegan	Braised Green Beans with Tomatoes	mediterranean

Protein	Carbs	Fat	Total_Macronutrients
0.9857	0.0122	0.0020	9.80
0.0997	0.2334	0.6668	91.30
0.2965	0.2507	0.4526	32.34
0.3724	0.2246	0.4029	104.86
0.4703	0.1056	0.4240	165.55

## 5.2 Descripción de los Valores de las Variables

Para el presente trabajo se harán uso de las siguientes variables, se acompañan con una descripción de su significado o representación:

- **Diet\_type:** Variable que representa el tipo de dieta (DASH, keto, mediterránea, paleo, vegana) a la que pertenece una receta. Con esta variable se va permitir estratificar las recetas y estudiarlas de una manera más granular, es decir, por tipo de dieta para llegar a conformar hipótesis sobre lo qué está pasando en una dieta o entre las diferentes dietas.
- **Cuisine\_type:** Variable que representa a qué (estilo de) cocina o región (mexicana, americana, italiana, entre otras) pertenece una receta. Al usarla va a permitir el comparar cómo son las recetas de una dieta en diferentes regiones, y realizar comparativas a lo largo de las dietas.
- **Protein:** Después de la transformación, representa el porcentaje, respecto al total de macronutrientes, de proteínas que son aportados por una receta. El usar las proteínas va a permitir la comparación entre diferentes dietas, siendo esto el eje central del trabajo
- **Carbs:** Después de la transformación, representa el porcentaje, respecto al total de macronutrientes, de carbohidratos que son aportados por una receta. Siendo otro de los macronutrientes de una comida, se vuelve relevante para la comparación entre recetas y dietas.
- **Fat:** Después de la transformación, representa el porcentaje, respecto al total de macronutrientes, de grasas que son aportados por una receta. Y el último macronutriente, como en los anteriores, se vuelve una variable relevante para la comparación entre dietas.

- **Total\_Macronutrients:** Representa el total de macronutrientes que son aportados por una receta. Esta variable cuantitativa continua es auxiliar para la prueba de hipótesis, y no estará presente en la parte del Análisis Estadístico debido a la justificación presentada en subsección anterior 5.1.

### 5.3 Visión General de los Datos

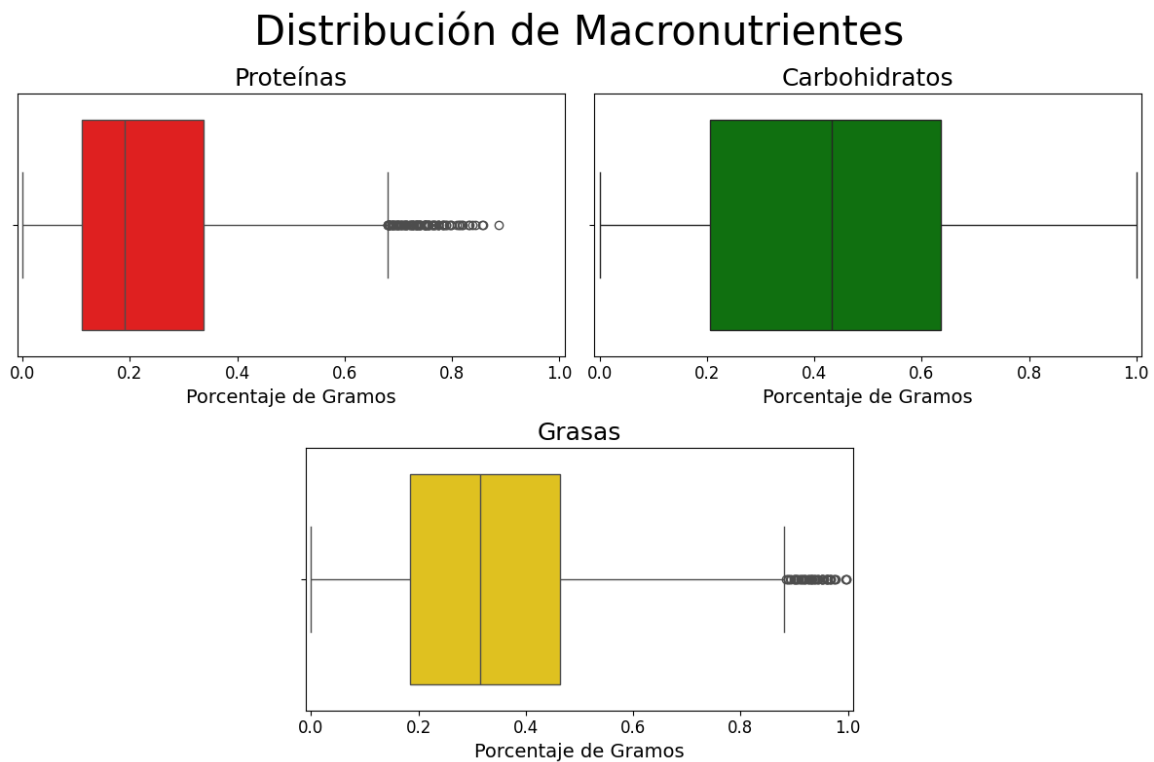
Primero se presenta un análisis sobre los macronutrientes de las recetas sin estratificarlas según el tipo de dieta.

Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.433471	0.234762	0.331767
$Q_1$	0.205251	0.110188	0.184583
$Q_2$	0.432028	0.190931	0.314359
$Q_3$	0.635058	0.338059	0.464532
Desviación Estándar	0.256032	0.163886	0.194920
Mínimo	0.000330	0.000000	0.000000
Máximo	1.000000	0.887557	0.997940
Asimetría de Fisher	0.189556	0.922401	0.461455

Debido a que son medidas sobre todos los datos, sin estratificar, se tiene que no hay una referencia de lo que se espera obtener y parte de la información que contienen queda diluida o desvanecida. Esto debido a que las dietas como la vegana es baja en proteínas y la keto en carbohidratos [1], por lo que cualquier suposición no se podría sostener sobre todos las dietas.

Aún así, se reportan bajos valores en proteínas en comparación con los carbohidratos y grasas si se hace uso de la mediana ( $Q_2$ ), dicho así: el cincuenta por ciento de las recetas tienen a lo mucho 19.09% de proteínas, en comparación con el 43.20% de carbohidratos y el 31.43% de grasas. Esto es un indicio de que las recetas, en general, tienden a ser altas en carbohidratos y grasas entre las diferentes dietas y cocinas; mientras que son bajas en proteínas. Este último punto puede ser apoyado si se considera la media de los macronutrientes, que siguen esta tendencia de aportes.

Si se gráfica la distribución de los macronutrientes se tiene que, debido a la asimetría y a la desviación estándar, contienen datos atípicos en proteínas y grasas en una región positiva respecto a la mediana, y esto se relaciona con lo mencionado de que una receta no tiende a un aporte alto de proteínas. Y si se consider el rango intercuartil, se observa que en estos macronutrientes es menor, en comparación, que con el de los carbohidratos, esto muestra como los valores de proteínas y grasas se encuentran concentradas en ciertas regiones en contraste con los posibles valores de los carbohidratos que son más diversos.



Debido a que existe la presencia de datos atípicos, lo más adecuado es tratarlos de manera estratificada, por tipo de dieta. Esto debido a que tratarlos de manera general podría evocar que ciertas dietas queden menos representadas en comparación con otras o que incluso se pierda información para consecuentes procesos. Y al tratar los valores atípicos dentro de cada dieta permite reducir el impacto de perder información valiosa y se siga conservando las recetas relevantes para una dieta.

Generando la tabla de contingencia entre tipo de dieta (*Diet\_type*) y de cocina (*Cuisine\_type*), se puede apreciar que dentro del conjunto de datos ciertas cocinas no tienen la suficiente representatividad, provocando que en ciertas dietas tengo nulos registros o una cantidad relativamente pequeña respecto a las demás cocinas dentro de la misma dieta. Destacando como las cocinas

kosher y del caribe las que cuentan con la menor cantidad de recetas; y también como la cocina americana es la que mayor representación tiene en el conjunto de datos, seguida de la cocina del mediterráneo donde, como es de esperarse, sus recetas se concentren en su cocina local.

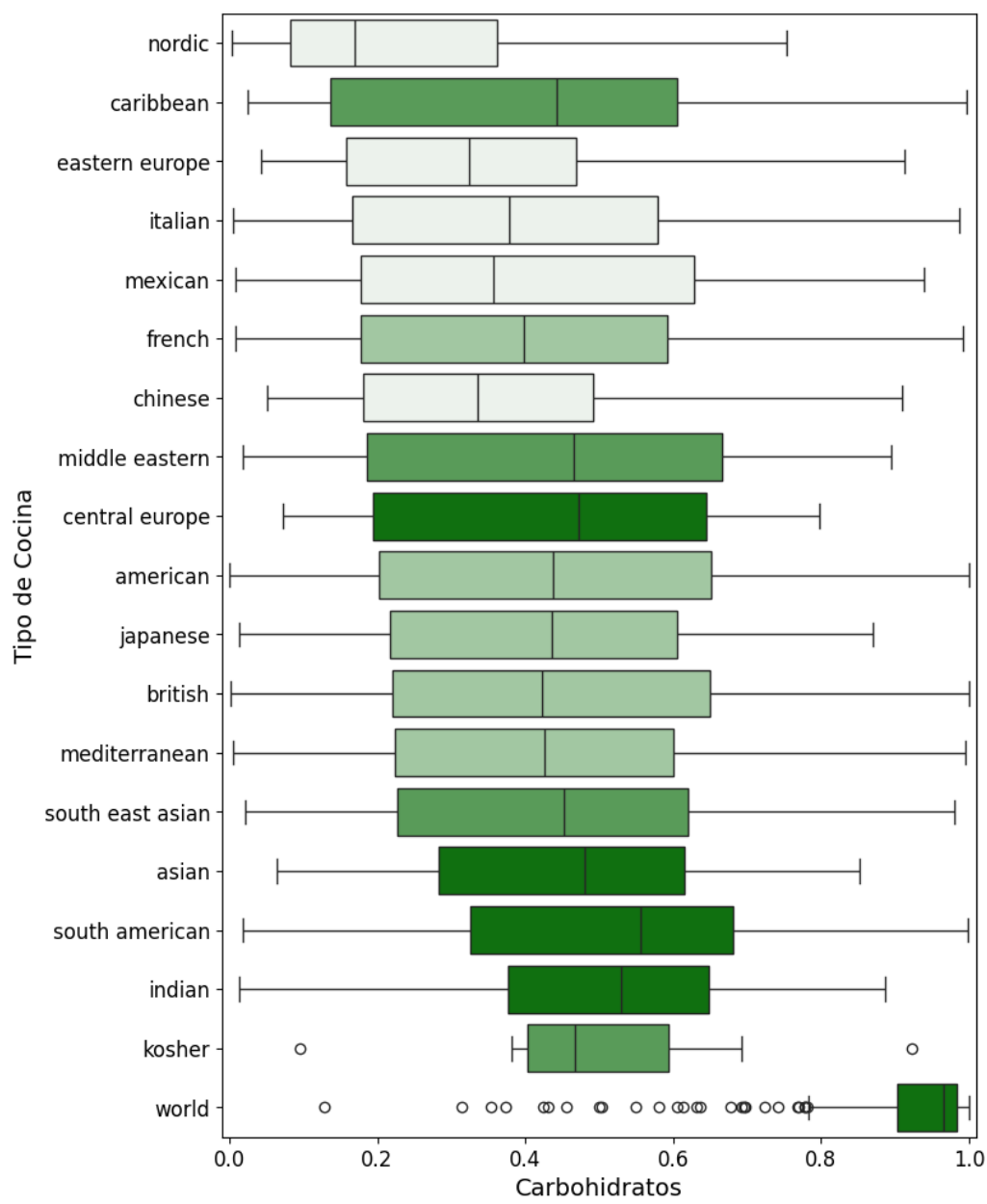
	dash	keto	mediterranean	paleo	vegan	Suma Dietas
kosher	5	0	0	2	0	7
caribbean	3	7	1	6	1	18
central europe	9	11	1	9	4	34
japanese	9	10	2	5	24	50
eastern europe	10	11	3	27	4	55
middle eastern	21	17	26	12	15	91
indian	20	12	3	9	48	92
chinese	38	38	1	26	17	120
asian	24	11	12	12	67	126
south american	54	21	10	21	31	137
south east asian	31	34	8	29	46	148
nordic	32	35	31	45	9	152
mexican	61	60	17	48	38	224
british	64	90	4	54	27	239
world	234	6	6	3	10	259
french	150	163	61	154	76	604
italian	165	234	148	171	81	799
mediterranean	176	89	1274	106	99	1744
american	639	663	145	535	925	2097
Suma Cocinas	1745	1512	1753	1274	1522	7806

En los siguientes gráficos se realizaron en base a los tres macronutrientes estratificados según el tipo de cocina, donde la intensidad del color de la caja representa entre que cuartiles de las medias se encuentra la mediana del macronutriente en cada cocina.

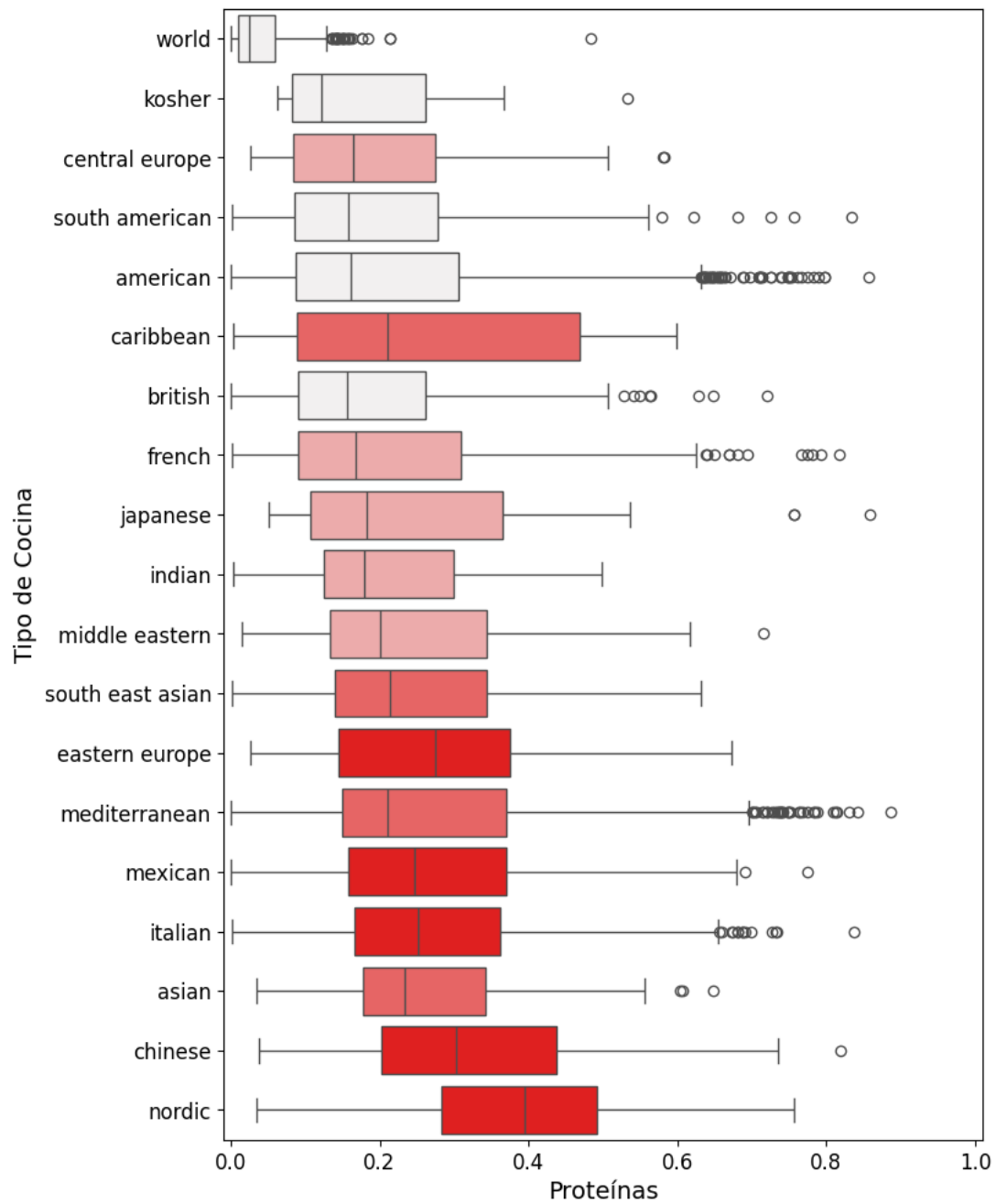
Entre los tres macronutrientes se puede apreciar dos hechos relevantes: La cocina mundial, su caja en el gráfico, no se encuentra superpuesta sobre las cajas de las cocinas pero los bigotes si se superponen; y en las demás cocinas, entre ellas, las cajas se superponen.

Otro hecho relevante que surge es el relacionado a como al incrementarse el primer cuartil  $Q_1$  se reduce el rango intercuartil IQR, esto podría ser explicado al considerar cómo los macronutrientes interactúan entre sí.

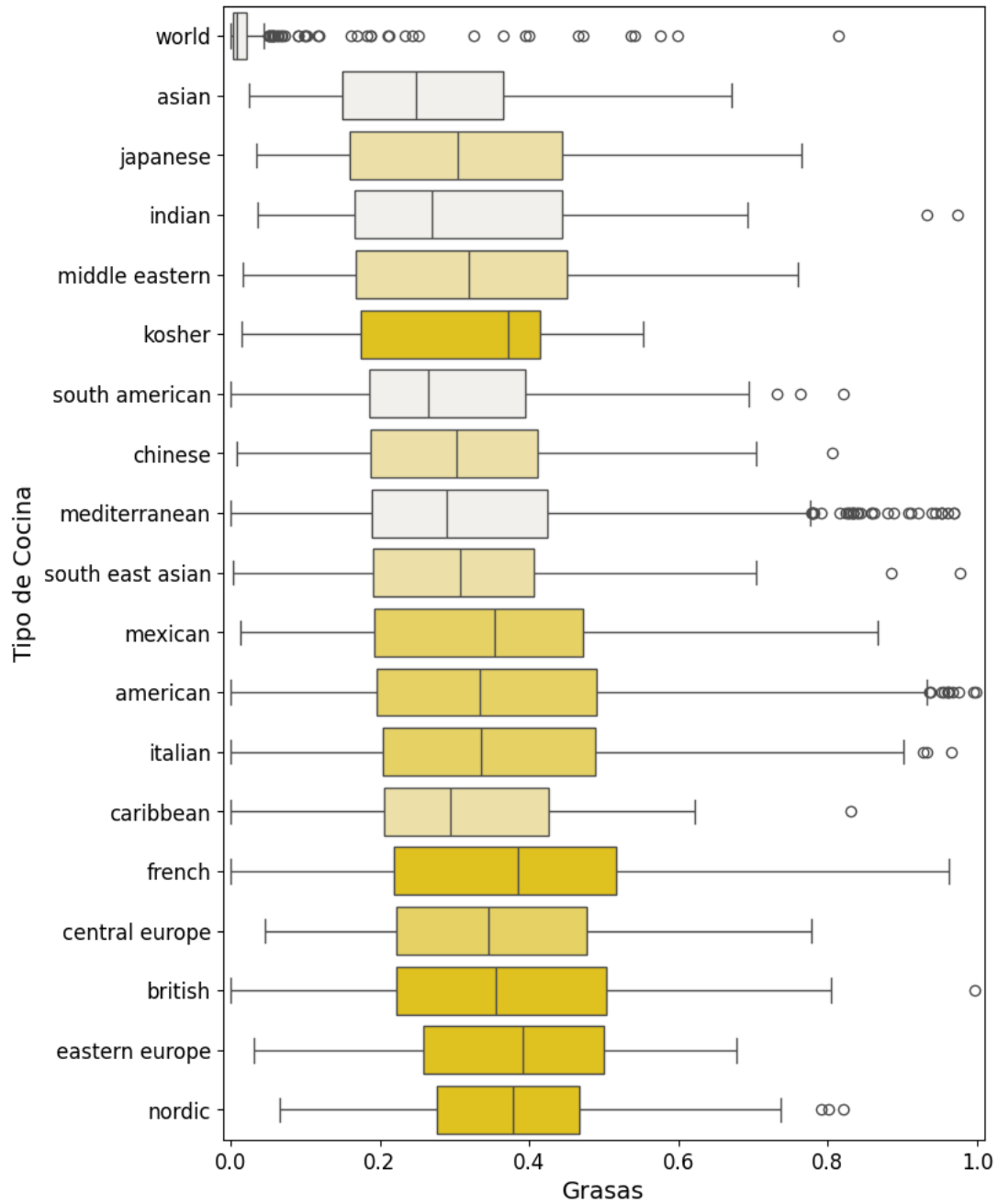
## Distribución de Carbohidratos sobre Tipo de Cocina



# Distribución de Proteínas sobre Tipo de Cocina



## Distribución de Grasas sobre Tipo de Cocina



En los tres gráficos se puede apreciar como la cocina mundial se comporta como si fuera una outlier en contraste con las demás disitrbuciones, debido a que sus cajas pertenecen al mismo intervalo de valores, es decir, se puede crear un intervalo que contiene los cuartiles de todas las distribuciones en cada macronutriente salvo en las de la cocina mundial.



## 5.4 Estratificación por Tipo de Dieta

La variable *Diet\_type* es la principal que se emplea para la estratificación de las recetas, debido a que permite separarlas según un criterio bien definida, a qué dieta pertenecen. Para cada una de las cinco dietas se presentan los datos tabulados de sus medidas de tendencia central y dispersión junto con su histograma de los valores en sus macronutrientes. Por último, se presentan los gráficos de cajas y bigotes de los macronutrientes relevantes por tipo de cocina.

### 5.4.1 Dieta DASH

Una receta de esta dieta tendrá que, en promedio, el 55% de sus macronutrientes son carbohidratos (provenientes de frutas, vegetales y granos enteros); el 25% son grasas que, por su naturaleza, son saludables; y el 20% son proteínas, las cuáles provienen de carnes magras.

Aunque esta dieta se menciona ser saludable para la salud cardiovascular, no implica que exista un balance o equilibrio en los macronutrientes consumidos por receta.

El cincuenta por ciento de las recetas tienen entre 33% y 76% de carbohidratos en su composición, este fenómeno se puede observar también en su desviación estándar. Esto implica que los carbohidratos pueden estar en cualquier proporción pero con una tendencia a tener una alta presencia.

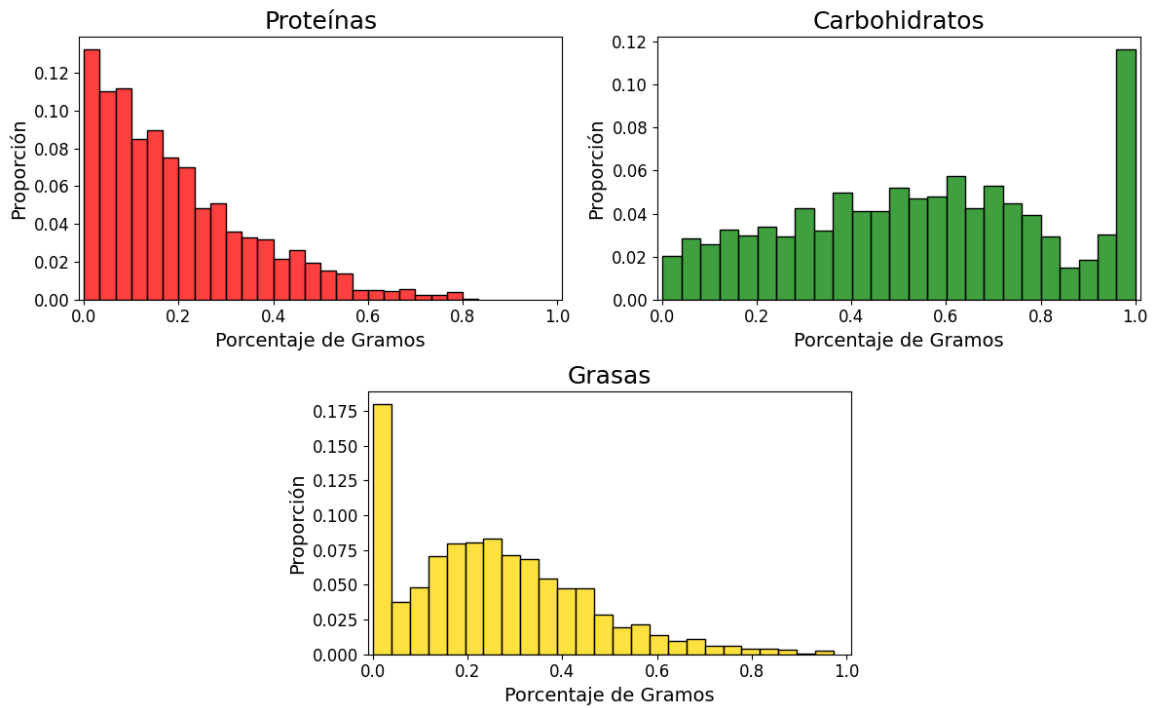
Debido a la desviación estándar y rango intercuartil de las proporciones de proteínas y grasas, se tiene que estos macronutrientes se encuentran concentrados en un rango más pequeño de valores en comparación con el fenómeno anterior de la composición de carbohidratos. En específico, el cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 7% y 28% de proteínas y entre 10% y 37% de grasas.

Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.549425	0.196241	0.254334
$Q_1$	0.331143	0.068931	0.103381
$Q_2$	0.555219	0.156626	0.234742
$Q_3$	0.757917	0.282629	0.371292
Desviación Estándar	0.278850	0.162871	0.194078
Mínimo	0.001526	0.000000	0.000000
Máximo	1.000000	0.833467	0.973404
Asimetría de Fisher	-0.057984	1.101171	0.732534

De lo mencionado, podría significar que la contribución de los macronutrientes no son tan variadas como lo que se esperaría contradiciendo que sea una dieta saludable, notando que es una dieta rica en carbohidratos. Esto no excluye que el consumir varias recetas (comidas) se logró un balance.

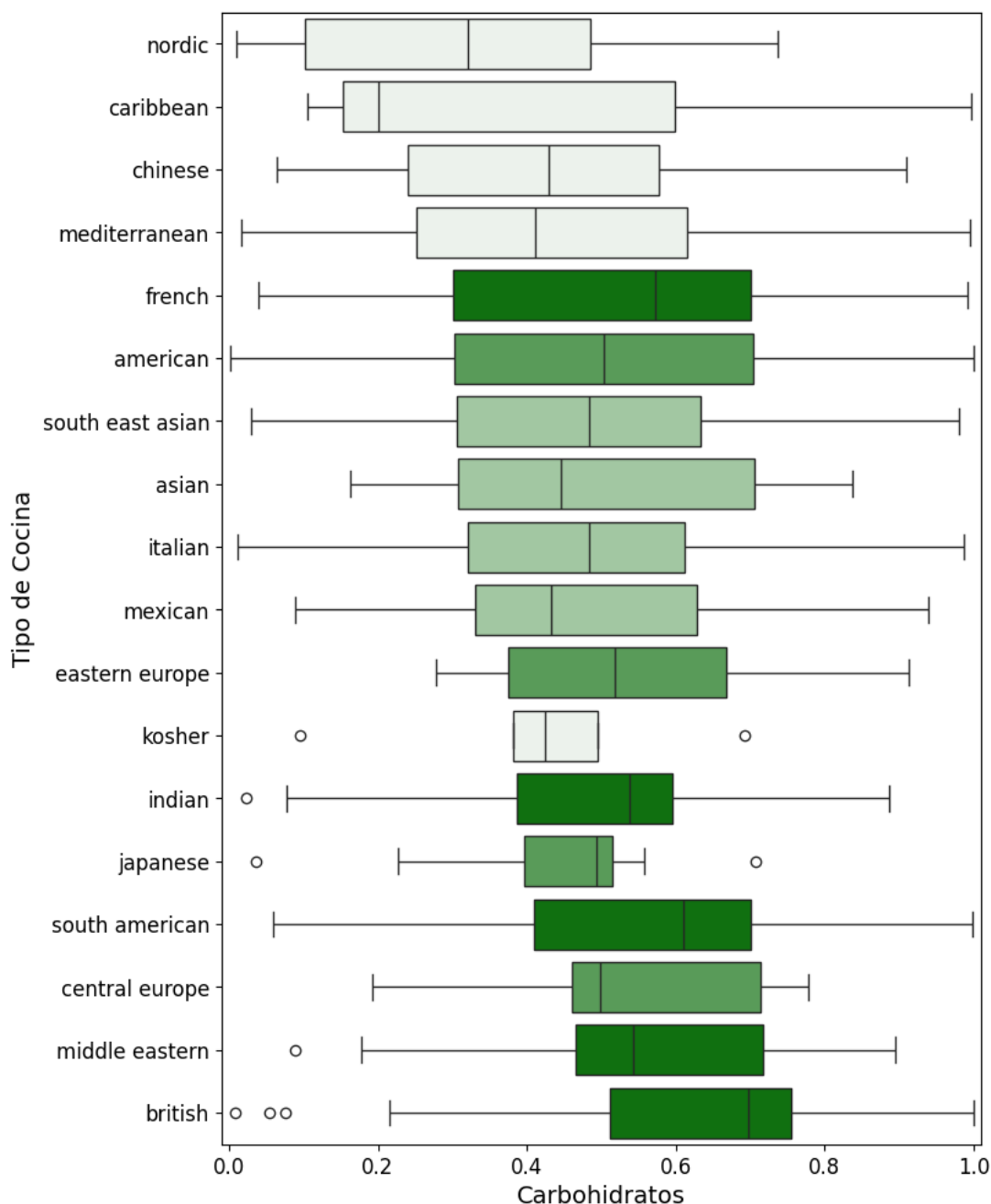
Debido a que existe un sesgo positivo notable en las contribuciones de proteínas y grasas, se tiene que las recetas van a tender a tener bajos aportes de estos macronutrientes y que si tienen un alto aporte se consideraría una receta atípica dentro de la dieta, de manera estadística. Lo primero refleja un posible imbalance en el consumo de macronutrientes, contradiciendo que sea una dieta saludable para la salud cardiovascular.

## Dieta: dash



Como se ha mencionado, el macronutriente relevante para esta dieta son los carbohidratos. Al hacer el contraste entre los diferentes tipos de cocina se puede apreciar un incremento notorio en el primer cuartil de las diferentes cocinas, esto implica qué tan diversificada está esta dieta. En el sentido de que se puede llegar a consumir todo tipo de proporciones sin salirse del marco de la dieta, de otra manera, se podría alcanzar un balance en la ingesta de macronutrientes al considerar recetas de diferentes cocinas.

## Distribución de Carbohidratos sobre Tipo de Cocina en dash



### 5.4.2 Dieta Keto

Una receta de esta dieta tendrá que, en promedio, el 50% de sus macronutrientes son grasas, esto se relaciona con el hecho de que se intenta inducir la ketosis (principio en que se basa esta dieta); el 30% son proteínas, notando que se intenta reducir el consumo de carbohidratos; y el 20% son carbohidratos, resaltando ser una dieta baja en carbohidratos.

El cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 40% y 60% de grasas en su composición, denotando que existe una alta concentración de recetas con una alta composición en grasas. Y, de igual manera, el cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 8% y 26% de carbohidratos, verificándose el hecho de que se quiere minimizar el consumo de carbohidratos.

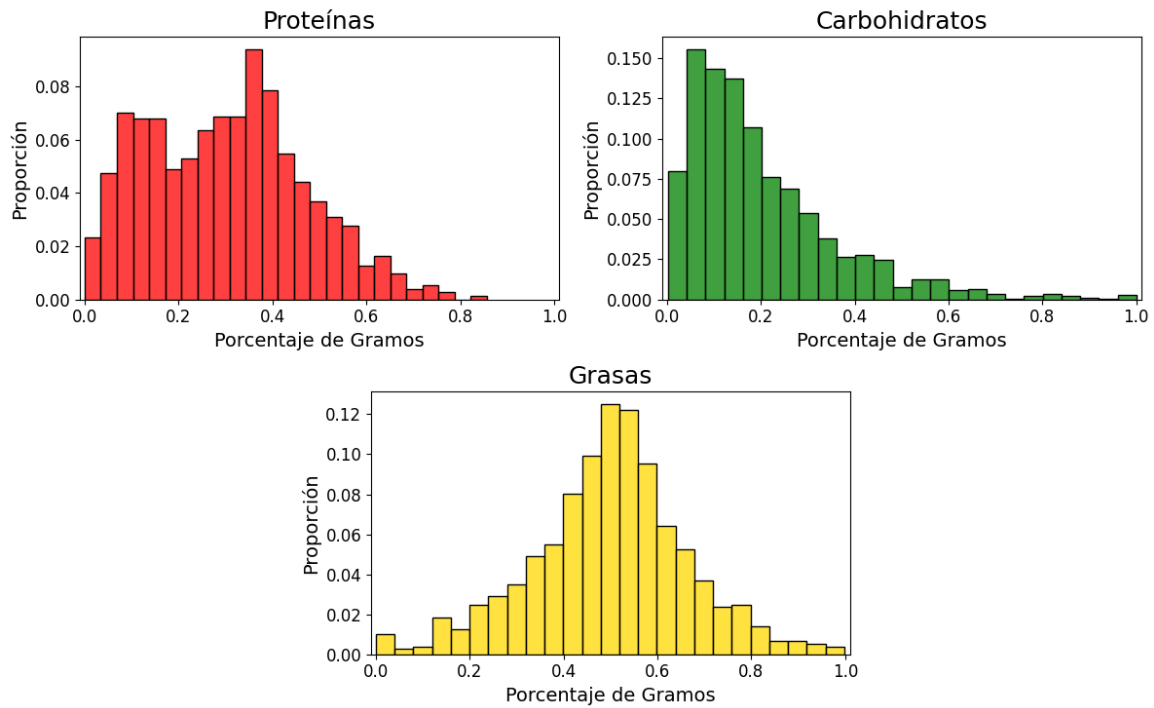
En las proteínas, se puede observar que es como un caso intermedio, debido a que, usando su rango intercuartil, la distribución de valores que toma es amplia pero sigue siendo valores menores a los que se puede encontrar en grasas. Esto es consecuencia de que se quiere intentar eliminar el consumo de carbohidratos mientras se incrementa el consumo de grasas.

Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.200879	0.301777	0.497344
$Q_1$	0.085517	0.158284	0.405354
$Q_2$	0.157348	0.302900	0.505751
$Q_3$	0.267535	0.409453	0.591887
Desviación Estándar	0.160609	0.167027	0.166572
Mínimo	0.002060	0.000000	0.000000
Máximo	1.000000	0.856868	0.997940
Asimetría de Fisher	1.634945	0.314795	-0.147406

Como los tres macronutrientes reportan una desviación estándar similar, se tiene que es indicio de que las recetas son similares en su composición de macronutrientes, es decir, diferentes recetas reportan composiciones semejantes pero que se conforman de distintos alimentos o productos.

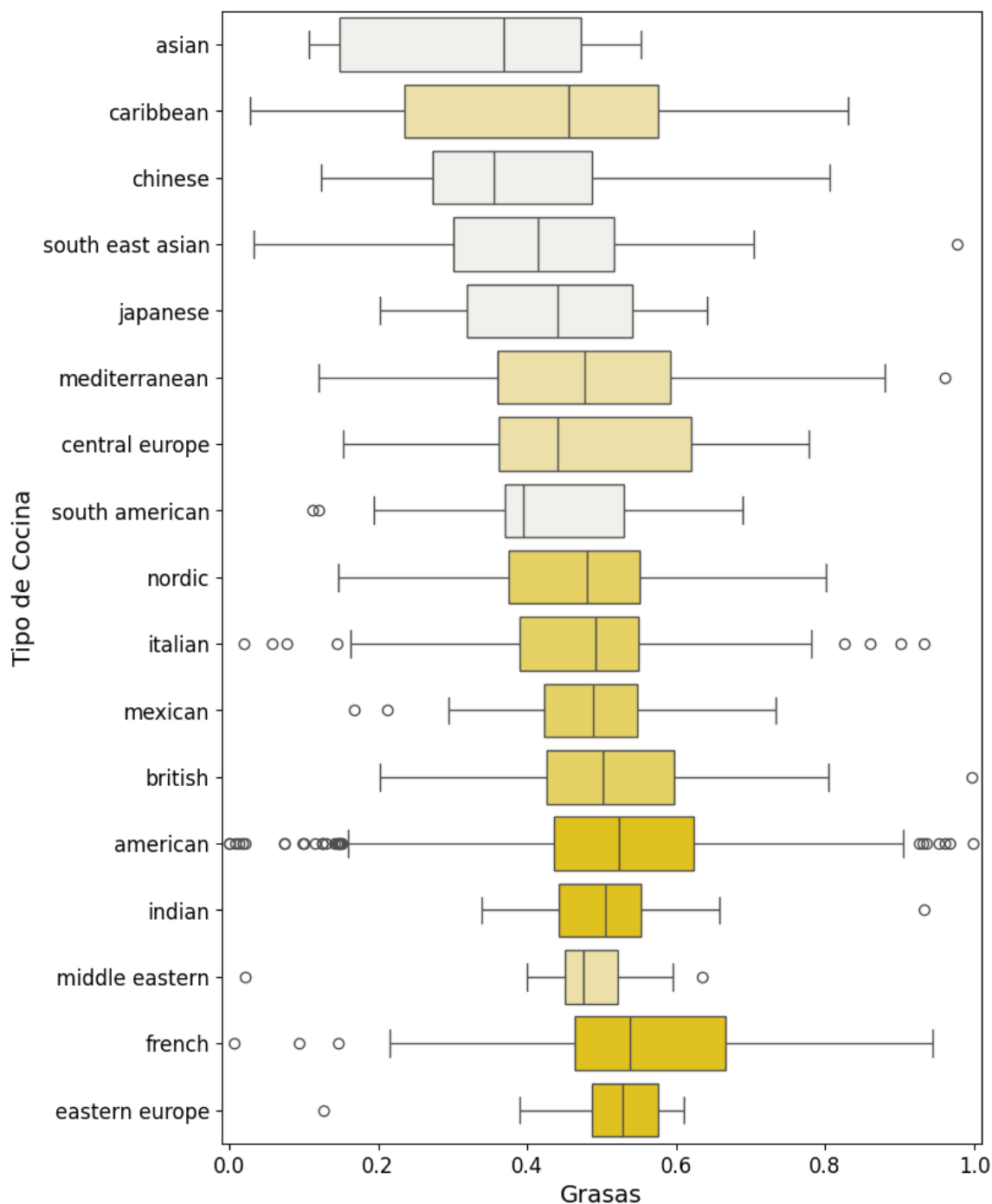
Como la proporciones de carbohidratos cuenta con un sesgo positivo, se tiene que refuerza el hecho de ser una dieta baja en carbohidratos. De los aportes de grasas, se observa que su sesgo es despreciable implicando que existen recetas tanto con aportes altos de este macronutriente (lo que se busca) mientras que hay recetas con una contribución baja o nula del mismo.

## Dieta: keto



Para la dieta keto, lo más importante es mantener un consumo alto de grasas, o por al mayor que el de carbohidratos. Por lo que al analizar los aportes de grasas en las diferentes cocinas se puede apreciar el como existen países cuyos recetas tienden a tener aportes bajos de grasas, esto es indicativo de que esas recetas no deberían que catalogarse como keto, siendo estas cocinas las de regiones asiáticas y América del sur. En cambio, en la mayoría de las demás cocinas sí respetan la tendencia de tener altos aportes en grasas.

## Distribución de Grasas sobre Tipo de Cocina en keto



### 5.4.3 Dieta Mediterránea

Una receta de esta dieta tendrá que, en promedio, el 42% de sus macronutrientes son carbohidratos, esto debido a un alto consumo de productos como, frutas, vegetales y granos enteros;

el 30% son grasas, resaltando un alto consumo de nueces y aceite de oliva, como también un consumo moderado de pescado; y el 28% son proteínas, vinculado con un consumo moderado de pescado y aves de corral, y un bajo consumo de carnes rojas.

El cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 25% y 60% de carbohidratos en sus aportes, reflejando una alta variedad de composiciones sobre este macronutriente. Esto debido a los alimentos base de esta dieta y al valor reportada para su desviación estándar, haciendo posible esta diversidad de valores.

En el caso de las proteínas y grasas, muestras distribuciones que siguen patrones similares en el sentido de que sus desviaciones estándar y rangos intercuartiles son similares. Por lo que las recetas, por al menos en estos macronutrientes, tienen composiciones similares. Específicamente, el cincuenta por ciento de ellas tiene entre el 16% y 38% de proteínas y el 18% y 39% de grasas en la composiciones de estos macronutrientes.

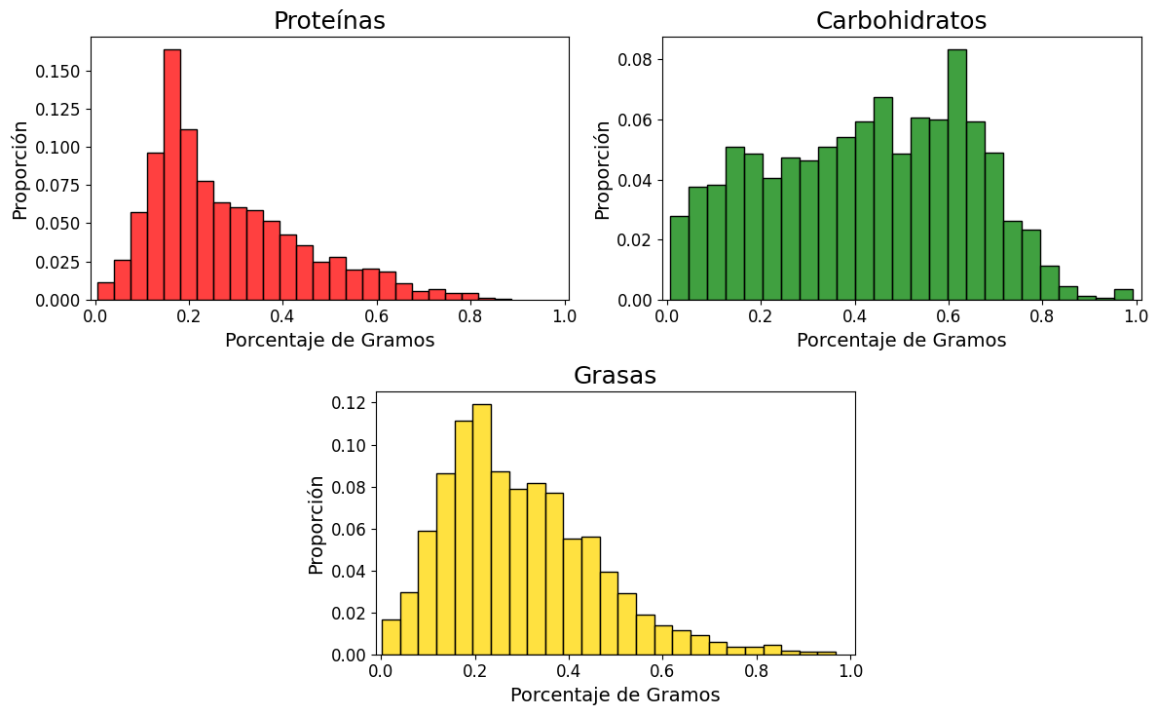
Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.424493	0.279357	0.296150
$Q_1$	0.249955	0.159633	0.180357
$Q_2$	0.439382	0.227883	0.268336
$Q_3$	0.607531	0.377820	0.390404
Desviación Estándar	0.214325	0.162853	0.160783
Mínimo	0.006733	0.005036	0.001731
Máximo	0.992746	0.887557	0.968722
Asimetría de Fisher	-0.096055	0.955922	0.869493

La amplia variedad en la composición de macronutrientes en las recetas podría estar relacionada con la internacionalización de esta dieta, en específico, de tomar inspiración de recetas y adaptarlas a los productos disponibles en ciertas regiones geográficas.

La proporción de proteínas está sesgada positivamente y junto con una alta acumulación de recetas con bajo porcentaje de proteínas, se tiene que esta dieta figura como una con bajo consumo de alimentos ricos en proteínas.

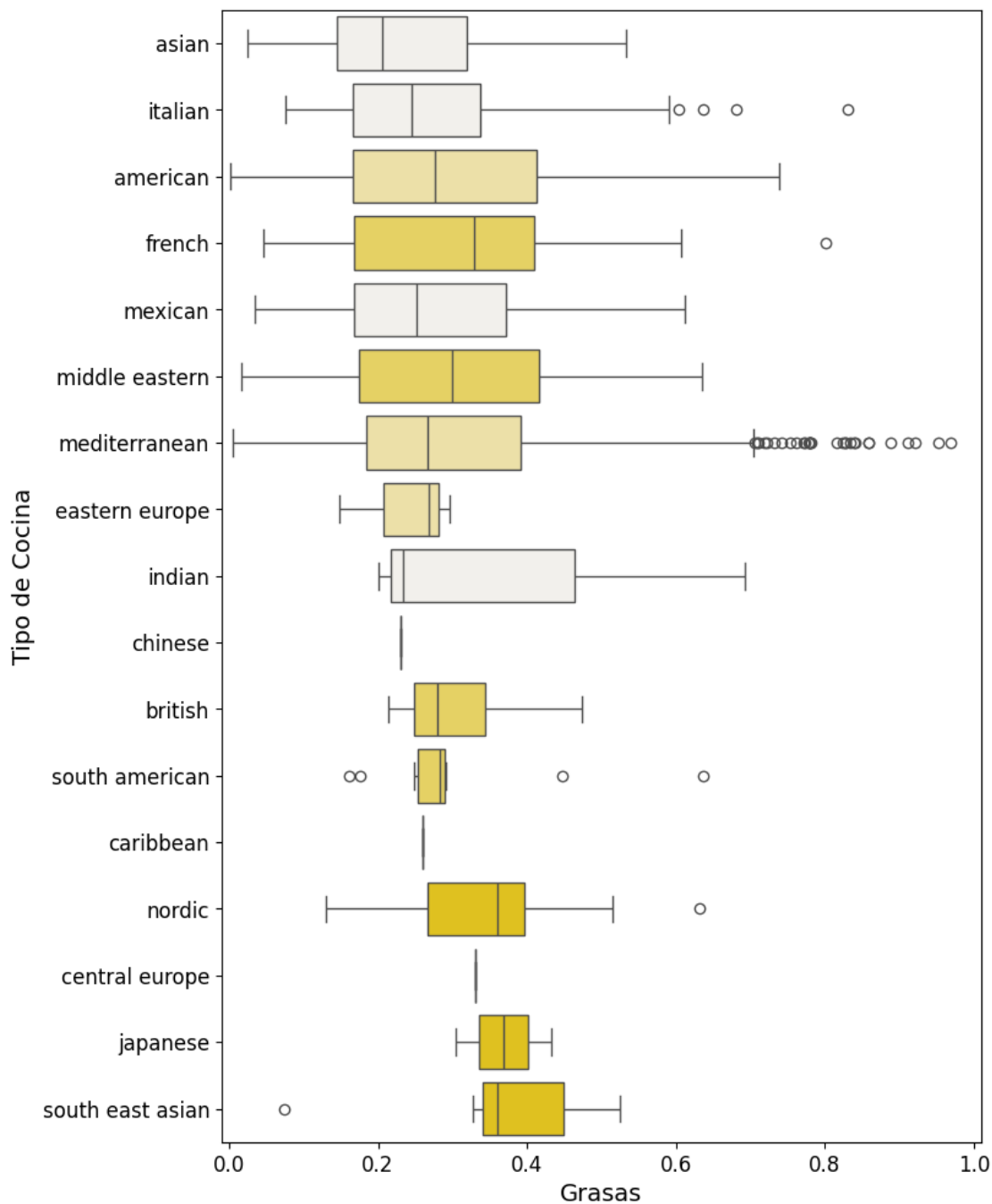


## Dieta: mediterranean



Debido que para esta receta se cuenta con la región de dónde proviene, la comparativa se vuelve respecto a la distribución de los macronutrientes en la cocina del mediterráneo. Del análisis e histogramas, donde más podría haber diferencias es en las grasas debido a su desviación estándar y rango de valores. Al hacer la comparativa se puede observar que conforme las regiones a las que pertenecen las cocinas se alejan más del mediterráneo crece más la discrepancia, ya sea por un cambio total en la distribución o por una traslación ligera en los cuartiles.

## Distribución de Grasas sobre Tipo de Cocina en mediterranean



### 5.4.4 Dieta Paleo

Una receta de esta dieta tendrá que, en promedio, el 38% de sus macronutrientes son grasas y el 37% son carbohidratos, esto se relaciona con el consumo de productos como frutas, vegetales, nueces y semillas; y el 25% son proteínas cuyas principales fuentes son carnes margas y pescado.

El cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 19% y 51% de carbohidratos en sus aportes, indicando una alta variedad de recetas respecto a este macronutriente, esto se debe al consumo de alimentos que se encuentran en la naturaleza o en estado salvaje (excluyendo algunos de ellos).

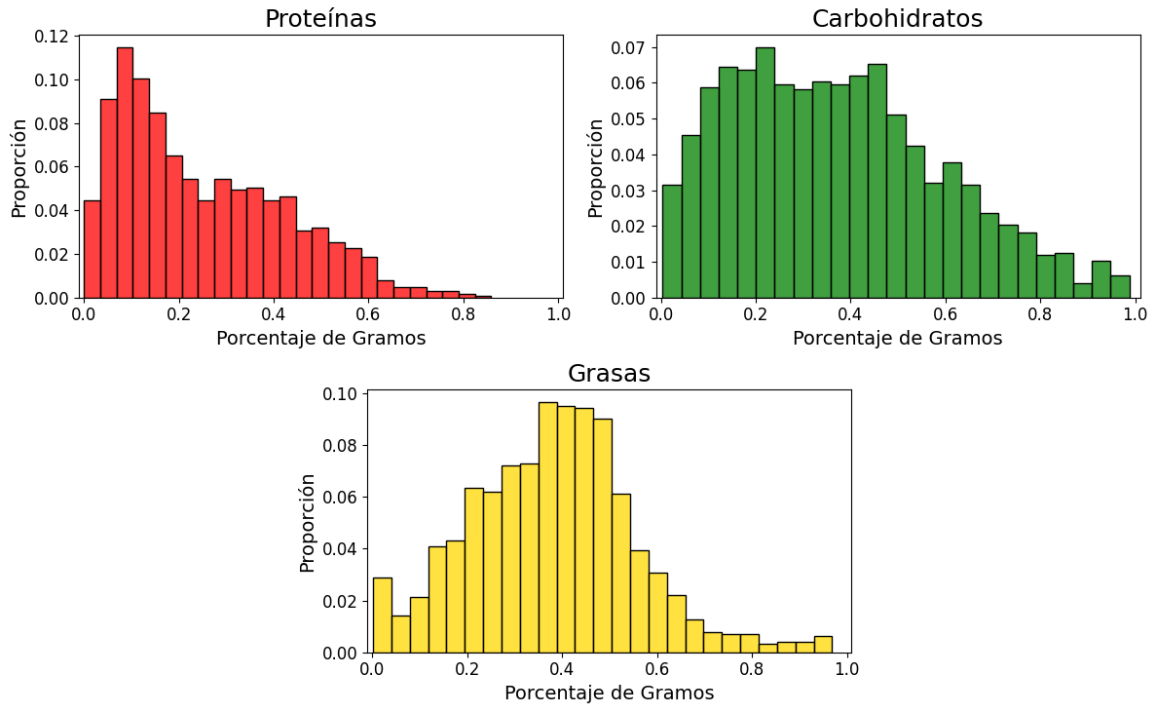
Como las proteínas y grasas tienen desviaciones estándar similares, refleja que los alimentos y productos asociados a estos macronutrientes no tengan una alta diversidad. Es decir, las recetas tienen muchos productos y alimentos en común. En cambio, sus rangos intercuartiles difieren, mostrando como las proteínas, sus valores, están más concentradas en un rango menor en comparación con el de las grasas.

Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.371307	0.249693	0.379000
$Q_1$	0.192399	0.102963	0.256579
$Q_2$	0.351300	0.205532	0.382447
$Q_3$	0.515054	0.375392	0.488116
Desviación Estándar	0.221506	0.175031	0.175471
Mínimo	0.003612	0.000000	0.001404
Máximo	0.987368	0.858503	0.968835
Asimetría de Fisher	0.488656	0.711408	0.312673

La posible limitante de alimentos asociados a proteínas y grasas podría impactar en que las recetas estén hechas con los mismos productos dentro de la misma región geográfica. Estos se relacionaría con una baja variedad en la presencia de estos macronutrientes.

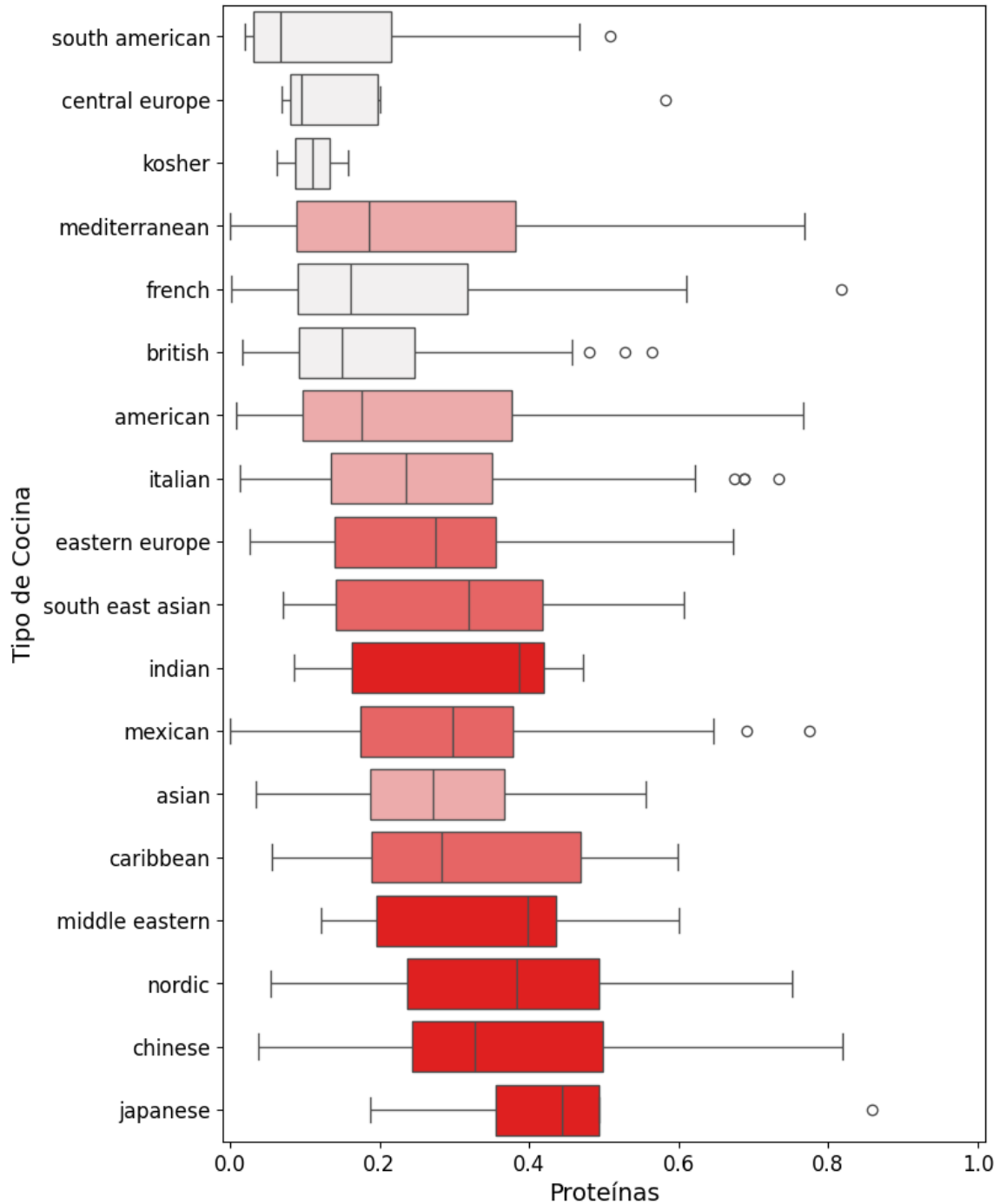
Se observa como las recetas tienden a tener una contribución moderada de carbohidratos y grasas, esto se relaciona con los principales alimentos que son consumidos en esta dieta. Mientras que sus aportes de proteínas son bajas en comparación con los otros dos macronutrientes.

## Dieta: paleo



Como las proteínas es un macronutriente que tiende a tener una presencia baja en las recetas, como se mencionó, podría deberse por las regiones geográficas. Las regiones en donde más se aprovecharon de los recursos hídricos tienden a tener una ingesta alta de proteínas, esto relacionado al consumo de alimentos provenientes del mar. Mientras que regiones sin tantas salidas al mar y cercanas a las ciudades primitivas tienden a tener aportes de proteínas menores.

## Distribución de Proteínas sobre Tipo de Cocina en paleo



### 5.4.5 Dieta Vegana

Una receta de esta dieta tendrá que, en promedio, el 60% de sus macronutrientes son carbohidratos, que provienen de fuentes como vegetales, frutas, cereales y legumbres; el 25% son

grasas, relacionadas con el consumo de nueces y semillas; y el 15% son proteínas, esto debido a un nulo consumo de alimentos de origen animal y que estas fuentes son reemplazadas por fuentes vegetales.

El cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 50% y el 71% de carbohidratos en su composición, esto debido al alto consumo de alimentos ricos en carbohidratos en origen vegetal, los cuales son muy diversos.

Mientras que el cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 14% y el 34% de grasas en su composición, esto se relaciona al hecho de que existen alimentos de origen vegetal ricos en grasas no animales.

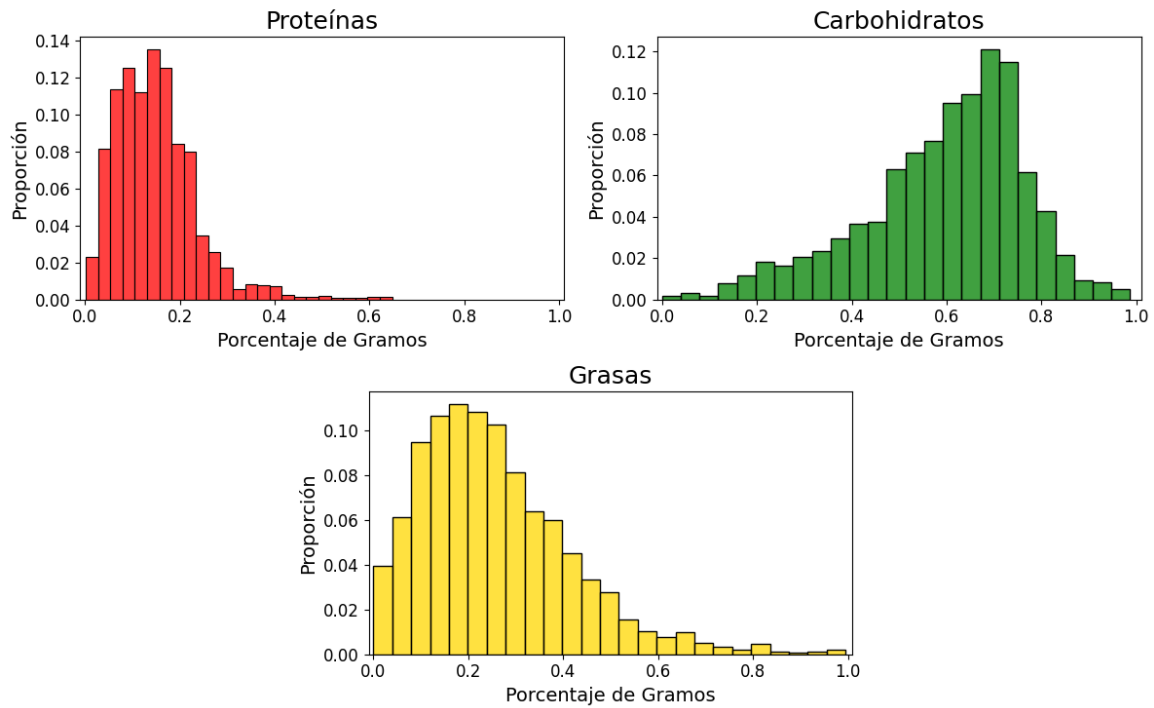
En las proteínas, se puede observar un rango intercuartil reducido y una desviación estándar reducida, esto evoca a que las recetas tengan bajos aportes de proteínas así como también los valores de aportes se concentren en un rango reducido. En específico, el cincuenta por ciento de las recetas tienen entre el 8% y el 19% de proteínas.

Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.593968	0.148489	0.257543
$Q_1$	0.504070	0.085339	0.142575
$Q_2$	0.626246	0.139688	0.231518
$Q_3$	0.714679	0.190381	0.344529
Desviación Estándar	0.171203	0.086088	0.160277
Mínimo	0.000330	0.001921	0.000112
Máximo	0.986872	0.647416	0.994887
Asimetría de Fisher	0.189556	0.922401	0.461455

Debido a que los carbohidratos y grasas reportan desviaciones estándar similares, sería indicio de que las recetas tienen composiciones similares para estos dos macronutrientes.

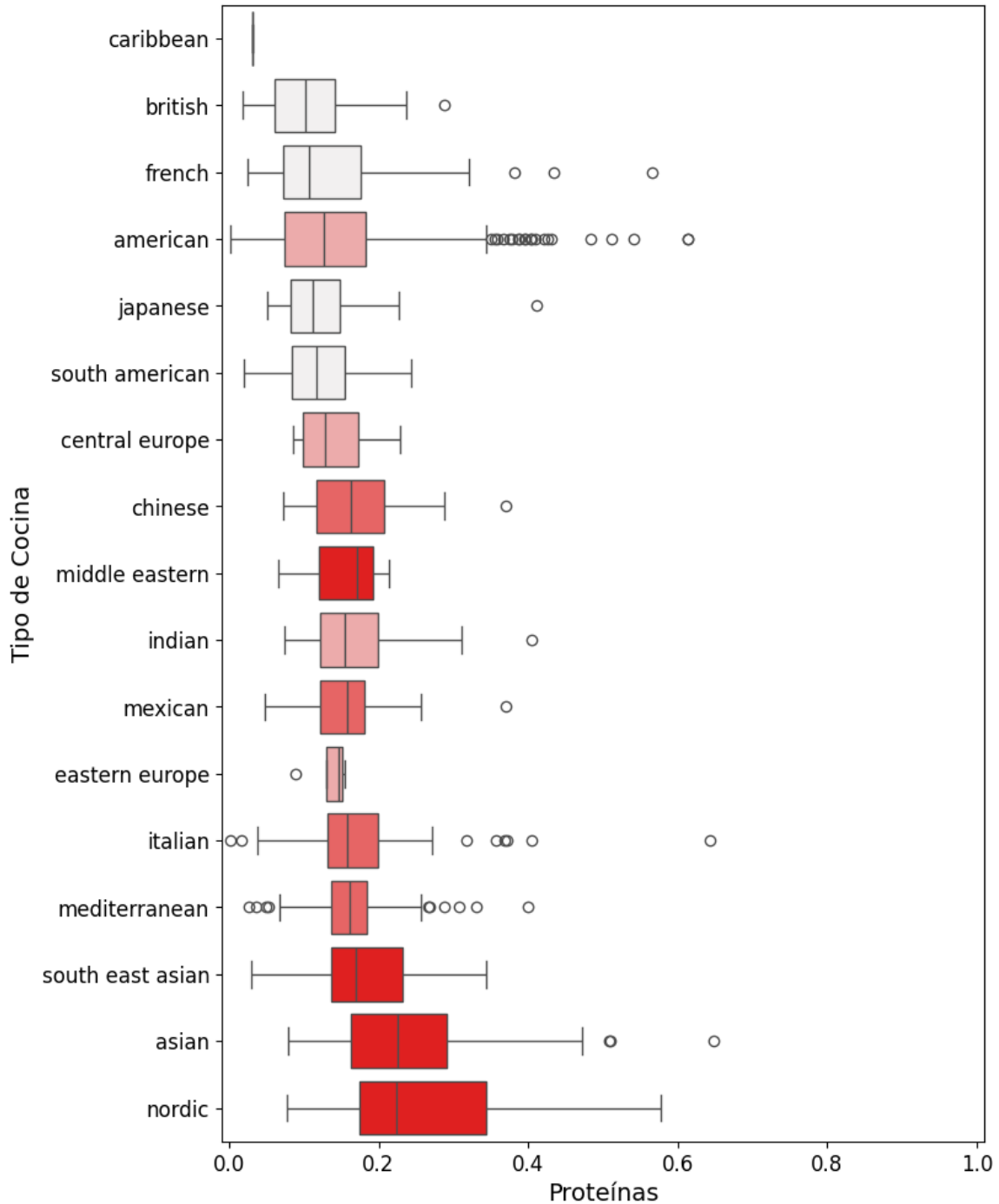
De las proporciones de proteínas, se resalta una alta acumulación de recetas con bajos aportes de proteínas, esto hace de esta dieta una con bajo consumo de proteínas. Lo último debido a que las principales fuentes proteínas son animales y haciendo que los aportes de carbohidratos sean altos en comparación con los otros dos macronutrientes.

## Dieta: vegan



Debido a que las proteínas es el macronutriente que menor presencia tiene en esta dieta, se tiene que se vuelve relevante para el contraste entre regiones. Se puede observar como en la mayoría de los países tienen distribuciones donde las proteínas toma valores bajos, que es el patrón esperado, pero en cambio existen otros donde puede tomar valores un poco más altos y con una probabilidad también alta.

## Distribución de Proteínas sobre Tipo de Cocina en vegan



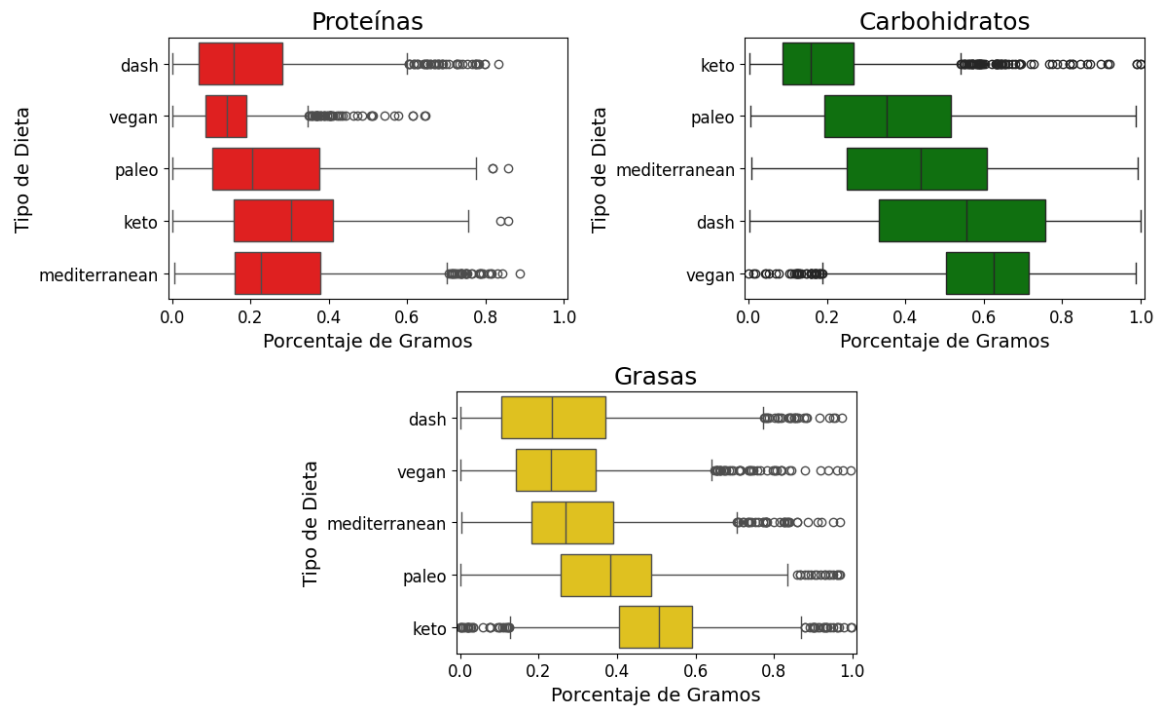
### 5.4.6 Gráfico de Cajas y Bigotes de la distribución de Macronutrientes por Dieta

Se anexan las gráficas de cajas y bigotes de las distribuciones de los macronutrientes por dieta para apoyar las observaciones realizadas anteriormente. Resaltando el comportamiento



esperado en los macronutrientes por dieta que, junto con el análisis dan paso a las reglas que se aplicarán para la eliminación de recetas atípicas que presentan las diferentes dietas.

## Distribución de Macronutrientes por Dieta



## 6 Pruebas de Hipótesis Por Dieta

Para cada una de las pruebas se hace uso de una significancia del  $\alpha = 0.05$ , para las diferentes pruebas se reportan los p valores (p-value) y el valor del estadístico que se obtuvieron. El procedimiento desarrollado en esta sección se encuentra en la sección de mismo nombre y enumeración en la libreta de Jupyter que se puede encontrar en Analysis Nutritional Information donde se expone el código y resultados más en “crudo”.

### 6.1 Dieta DASH

#### Preámbulo

Se tiene el objetivo de probar si esta dieta se encuentra en balance nutricional, es decir, si se llega a consumir la misma proporción de macronutrientes diariamente.

Se realiza el supuesto de que en un día normal se consumen cinco comidas, el equivalente a cinco recetas, por lo que muestreando 50 días siguiendo estaría esta receta bastaría para probar de manera significativa si la dieta DASH está en balance nutricional.

Para generar el muestreo de 50 días se vuelve equivalente a que se muestrean de forma aleatoria 250 recetas que forman grupos de 5 recetas para después determinar las proporciones de macronutrientes que son consumidos al consumir los macronutrientes de estas recetas.

#### Prueba de Hipótesis

Con las muestras de las proporciones de macronutrientes se realiza un conjunto de hipótesis por cada macronutriente, teniendo lo siguiente:

$$H_0 : \bar{x}_M = 1/3$$

$$H_1 : \bar{x}_M \neq 1/3$$

Donde  $M$  se refiere a uno de los tres macronutrientes con los que se cuenta. El signo de  $\neq$  indica que la prueba será de dos colas debido a que se quiere capturar cualquier diferencia significativa por muy mínimo que sea. Y Como el tamaño de la muestra es lo suficientemente grande, se puede suponer que la distribución de la media muestral es normal, por lo tanto la prueba que se va usar es la Prueba t para obtener resultados más robustos.

## Discusión de Resultados

Se tienen los siguientes resultados de las pruebas:

Macronutriente	Valor P	Estadístico Calculado t
<i>Carbohidratos</i>	2.4193e-12	9.2605
<i>Proteínas</i>	5.0144e-14	-10.4219
<i>Grasas</i>	0.003801	-3.0389

Debido al umbral de significancia  $\alpha$ , se tiene que ninguno de los tres macronutrientes se encuentra en balance nutricional. Lo anterior implica que la dieta DASH, declarada como una dieta saludable para la condición cardiovascular no verifica estar en balance, esto representa que los alimentos, por lo tanto las recetas, favorecen el consumo de ciertos grupos alimentarios sobre otros.

Esto se ve reflejado al ver como el valor del estadístico en carbohidratos reporta ser el más alto, indicando que puede deberse a un alto consumo de alimentos de origen vegetal que, además, pueden ser ricos en otros micronutrientes esenciales para controlar la hipertensión y la salud cardiovascular. Mientras que el consumo de proteínas y de grasas se ve penalizado, por tener signos negativos, esto es indicativo de que en la dieta DASH los alimentos provenientes de estos macronutrientes tienen un mayor control y regularización sobre las cantidades que son consumidas.

## 6.2 Dieta Keto

### Preámbulo

Se tiene el objetivo de probar si en todas las cocinas de esta dieta se verifica que el consumo de carbohidratos es menor al de grasas, refiriéndose al principio de la dieta keto.

Debido a que alguna de las cocinas no cuentan con suficientes instancias de recetas se tiene que esta prueba se divide en dos casos y, por lo tanto, dos tipos de pruebas.

## Prueba de Hipótesis

Como se mencionó, sin importar el tipo de caso, el conjunto de hipótesis son de la forma:

$$H_0 : \bar{c}_C = \bar{f}_C$$

$$H_1 : \bar{c}_C < \bar{f}_C$$

Donde  $\bar{c}_C$  y  $\bar{f}_C$  representan, según sea el caso, la media o la mediana de los carbohidratos y grasas, respectivamente, de una cocina  $C$

Los casos se dividen según lo siguiente: Si la cantidad de recetas es menor o igual a 30, entonces se hace uso de la Prueba de Rangos de Wilcoxon; en caso contrario se realiza la Prueba t junto con la Prueba de Levenne para probar la homocedasticidad entre los macronutrientes. Por el conjunto de hipótesis, se realiza una prueba de una cola hacia la derecha.

## Discusión de Resultados

De las pruebas por cocina, se tiene los siguientes resultados:

Cocina	Valor P	Prueba	Cocina	Valor P	Prueba
American	2.7902e-73	T	Indian	0.0009	Wilcoxon
Asian	0.1252	Wilcoxon	Japanese	0.0206	Wilcoxon
British	8.4768e-7	T	Mediterranean	8.1249e-10	T
Caribbean	0.1689	Wilcoxon	Mexican	5.8202e-10	T
Central Europe	0.0117	Wilcoxon	Middle Eastern	0.0011	Wilcoxon
Chinese	0.0754	T	Nordic	3.4630e-7	T
Eastern Europe	0.0004	Wilcoxon	South American	0.0005	Wilcoxon
French	5.6294e-19	T	South East Asian	0.1183	T
Italian	7.7169e-33	T	World	0.9918	Wilcoxon

Debido al umbral de significancia  $\alpha$ , se tiene que las recetas de las cocinas asiática, caribeña, china, sureste asiática y globales no cumplen con el principio de la dieta keto. Pero debido a que los resultados de algunas de estas pruebas son producto de la Prueba de Rangos de Wilcoxon, se tiene que no se pueden tomar con confianza el valor p reportado, por lo que las cocinas relevantes se vuelven las que tienen una Prueba t; dejando únicamente a china la única cocina

que reporta tener una ingesta media de carbohidratos mayor a la de grasas.

Por lo tanto, al analizar la dieta keto por cocina, se muestra que estas cocinas cumplen con ser parte del esquema asociada a esta dieta, pero mostrando que existen recetas que aunque se les nombre keto no pertenecen a esta dieta de forma estadística. Esto se podría relacionar a una cierta deformación sobre el concepto de una receta keto y también sobre cómo debería que ser una, es decir, sobre los aportes nutricionales que debería que tener.

## 6.3 Dieta Mediterránea

### Preámbulo

Se tiene el objetivo de probar si una diferencia en el comportamiento, aportes nutricionales, entre las recetas de la propia región del Mediterráneo en contraste con las recetas de las demás cocinas.

Antes de hacer la prueba, se recuperan las recetas según el criterio geográfico descrito para hacer un contraste, probar una diferencia significativa, en las medias de los tres macronutrientes.

### Prueba de Hipótesis

Por como se describió, se tiene el siguiente conjunto de hipótesis:

$$H_0 : F_m^M = F_m^O$$

$$H_1 : F_m^M \neq F_m^O$$

Donde  $F_m^M$  y  $F_m^O$  representan la distribución del macronutriente  $m$  sobre las recetas pertenecientes al mediterráneo,  $M$ , y de las que no pertenecen,  $O$ , respectivamente.

Se realiza una prueba de dos colas debido a que se quiere capturar cualquier diferencia que exista entre las distribuciones, y para probar esto se hace uso de la Prueba Kolmogorov-Smirnov debido a que es sensible a cualquier diferencia entre las distribuciones.

## Discusión de Resultados

De las pruebas por macronutriente, se obtienen los siguientes resultados:

Macronutriente	Valor P	Estadístico
Carbohidratos	0.2701	0.0530
Proteínas	0.0059	0.0907
Grasas	0.6512	0.0388

Por el umbral de significancia  $\alpha$ , se tiene que en los carbohidratos y en las grasas no tienen una diferencia significativa pero en cambio en las proteínas sí. Esto conlleva a que no solo en este macronutriente difieren sino que también en los dos, debido a como se encuentran relacionados, esto significa que el valor del estadístico indica en qué grado difieren, en específico, se muestra que se parecen más en el contenido de grasas que en los otros dos macronutrientes.

Como se ha mencionado, esta diferencia se podría explicar por la diversificación de las recetas, en específico, de la propia dieta a lo largo del mundo implicando el cómo la cultura y los productos de otros países se integran a los elementos, recetas y comidas, provenientes de una receta o dieta lejana a su región geográfica.

## 6.4 Dieta Paleo

### Preámbulo

Se tiene el objetivo de probar cómo las regiones geográficas imponen o contribuyen a los aportes de proteínas en las diferentes recetas pertenecientes a una cocina. Para ello se hará uso de las medianas de las proteínas por cocina.

Debido a que existen cocinas con menos de 5 recetas no se le puede aplicar la prueba que se usa por motivos de robustez, por lo tanto, se eliminan estas dietas. Esto es un aspecto más técnico sobre los requisitos para el uso de la Prueba de Kruskal-Wallis.

### Prueba de Hipótesis

De lo expuesto, el conjunto de hipótesis es de la forma:

$$H_0 : \text{Todas las medianas son iguales}$$
$$H_1 : \text{Por al menos una de las medianas es diferente}$$

Donde las medianas se refieren a las de proteínas por cocina. Para probar estas hipótesis se hace uso de la Prueba de Kruskal-Wallis junto con la Prueba de Dunn para probar si en qué cocinas, específicamente, difieren.

### Discusión de Resultados

Los resultados de la prueba son que su valor  $p$  es de 0.6512 y su estadístico es 0.0388 y, por el umbral de significancia, se muestra que no existe una diferencia entre las medianas, esto implica que las regiones geográficas no tienen un cierto impacto sobre los alimentos que se usan para las recetas, es decir, la disposición de los productos de origen animal, aparentemente, no evocan un fenómeno sobre la diversidad en las recetas en las proteínas.

## 6.5 Dieta Vegana

### Preámbulo

Se tiene como objetivo el probar si los aportes de carbohidratos son mayores que a los de proteínas en cada una de las cocinas. Debido a que algunas de las cocinas no cuentan con suficientes recetas, se tiene que esta prueba se divide en dos casos posibles.

### Prueba de Hipótesis

Por lo mencionado y sin importar el caso de la prueba, se tiene que el conjunto de hipótesis son de la forma:

$$H_0 : \bar{p}_C = \bar{c}_C$$

$$H_1 : \bar{p}_C < \bar{c}_C$$

De donde  $\bar{p}_C$  y  $\bar{c}_C$  representan ya sea la media o mediana de las proteínas y carbohidratos, respectivamente, de una cocina  $C$ .

Los casos se encuentran divididos según sea la cantidad de instancias de recetas de la siguiente manera: Si la cantidad de recetas es menor o igual a 30, entonces se hace uso de la Prueba de Rangos de Wilcoxon; en caso contrario se realiza la Prueba t junto con la Prueba de Levene para probar la homocedasticidad entre los macronutrientes. Por el conjunto de hipótesis, se realiza una prueba de una cola hacia la derecha.

## Discusión de Resultados

De las pruebas por cocina, se tiene los siguientes resultados:

Cocina	Valor P	Prueba
American	0.0	T
Asian	8.3696e-17	T
British	1.7909e-10	Rangos de Wilcoxon
Chinese	9.1916e-7	Rangos de Wilcoxon
French	2.5468e-47	T
Indian	2.0491e-31	T
Italian	6.8866e-50	T

Cocina	Valor P	Prueba
Japanese	4.3867e-9	Rangos de Wilcoxon
Mediterranean	3.6934e-50	T
Mexican	4.1788e-25	T
Middle Eastern	1.5334e-6	Rangos de Wilcoxon
Nordic	0.0425	Rangos de Wilcoxon
South American	1.7060e-21	T
South East Asian	5.81260e-23	T
World	7.8526e-5	Rangos de Wilcoxon

Se tiene que en todas las cocinas sus p valores son menores al umbral de significancia  $\alpha$ , esto significa que en todas las dietas se verifica la noción de la dieta vegana, es decir, que los aportes proteínas son menores que a los de carbohidratos. Por lo tanto, se puede decir que la dieta vegana, sin importar la cocina, es una baja en ingesta de proteínas.



## 7 Prueba de Hipótesis Para Diferencias entre Dietas

### 7.1 Preámbulo

El objetivo principal del trabajo es el relacionaod a probar si existe una diferencia en los aportes nutricionales entre las diferentes dietas. Para ello, se hace uso de las distribuciones de los macronutrientes que presentan las diferentes dietas. Existe también el intererés de saber en qué medida una dieta difiere de otra.

### 7.2 Prueba de Hipótesis

Para probar que existe una diferencia entre las dietas se vuelve equivalente a que en cada par de dietas probar si existe un diferencia en los aportes de macronutrientes, en específico, sobre la distribución de los mismos. Se tiene que el conjunto de hipótesis se vuelve:

$$H_0 : F_m(x) = G_m(x)$$

$$H_1 : F_m(x) \neq G_m(x)$$

Donde  $F_m(x)$  y  $G_m(x)$  son las distribuciones del macronutriente  $m$  en dos dietas diferentes. Como se quiere capturar cualquier diferencia en las distribuciones, y en cualquier sentido, se hace uso de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov con dos colas. Para cuantificar la diferencia entre dietas se promedian los resultados del estadístico calculado en cada una de las pruebas sobre los macronutrientes.

### 7.3 Discusión de Resultados

Primero se muestran las diferencias significativas entre las dietas sobre los macronutrientes, de donde se puede apreciar que todas las dietas son diferentes. Esto implica que las dietas siguen patrones en los alimmentos y preparaciones, esto repercute en los aportes de macronutrientes que ofrece cada dieta y que, por lo tanto, hace un clara distinción entre las diferentes dietas:

<b>Dieta</b>	DASH	Keto	Mediterránea	Paleo	Vegana
DASH	0	3	3	3	3
Keto	3	0	3	3	3
Mediterránea	3	3	0	3	3
Paleo	3	3	3	0	3
Vegana	3	3	3	3	3

Debido a que todas las dietas son diferentes entre sí, se vuelve interesante el cuatificar el qué tanto se diferencian entre sí. Esto se realiza haciendo uso del promedio de los estadísticos sobre los macronutrientes en cada par de dieta, siendo lo siguiente:

<b>Dieta</b>	DASH	Keto	Mediterránea	Paleo	Vegana
DASH	0.000000	0.486126	0.237867	0.253224	0.183605
Keto	0.486126	0.000000	0.389784	0.297200	0.621934
Mediterránea	0.237867	0.389784	0.000000	0.197873	0.281957
Paleo	0.253224	0.297200	0.197873	0.000000	0.393562
Vegana	0.183605	0.621934	0.281957	0.393562	0.000000

Los valores de la tabla se intepretan de la siguiente manera: conforme más se aproxime a 0 más se parecen. En base a lo anterior, se puede apreciar dos parejas de dietas que se podrían parecen que son: DASH y Vegana, Mediterránea y Paleo. Y podría tener sentido al ver los aportes de macronutrientes de la dieta DASH y Vegana provienen principalmente de alimentos de origen vegetal; mientras que en la Mediterránea y Paleo tienen la relación sobre que los alimentos que están presenten son ricos en carbohidratos y, en menor medida, proteínas.

## Referencias Bibliográficas

- [1] F. F. Marvasti, “Popular diets and health,” *Culinary Medicine*,
- [2] T. D. [www.kaggle.com/thedevastator], *Diets, recipes and their nutrients*, kaggle, 2024.  
[Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/thedevastator/healthy-diet-recipes-a-comprehensive-dataset>.