



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: 26 de Mayo del 2025

Índice

1. Introducción	3
2. Objetivos Generales	3
3. Marco Teórico	4
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
4. Presentación de los Datos	6
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
5. Estadística Descriptiva	8
5.1. Transformación de Datos	8
5.2. Descripción de los Valores de las Variables	8
5.3. Visión General de los Datos	9
5.4. Estratificación por Tipo de Dieta	11
5.4.1. Dieta DASH	12
5.4.2. Dieta Keto	15
5.4.3. Dieta Mediterránea	18
5.4.4. Dieta Paleo	21
5.4.5. Dieta Vegana	24
5.4.6. Gráfico de Cajas y Bigotes de la distribución de Macronutrientes por Dieta	27
5.5. Caracterización de las Distribuciones de los Macronutrientes	27
6. Pruebas de Hipótesis Por Dieta	31
6.1. Dieta DASH	31
6.2. Dieta Keto	32
6.3. Dieta Mediterránea	33
6.4. Dieta Paleo	34
6.5. Dieta Vegana	35

7. Prueba de Hipótesis sobre Dietas	37
7.1. Prueba de Hipótesis Para Diferencias entre Dietas	37
7.2. Prueba para la Interacción entre Dieta y Cocina sobre Carbohidratos	38
8. Análisis Bivariado	40
8.1. Estadística Descriptiva	40
8.2. Dependencia Lineal	41
8.3. Correlación de Macronutrientes por Dieta	42
Referencias Bibliográficas	43

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.

2. Objetivos Generales

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

- Realizar de un análisis estadístico de los macronutrientes en las diferentes dietas con el fin de caracterizar sus aportes nutricionales y sus distinciones en las diferentes cocinas.
- Conjeturar y probar hipótesis relacionadas a preguntas de interés sobre los aportes nutricionales en cada dieta en base al análisis estadístico.
- Probar si existe una diferencia significativa en los aportes nutricionales entre las diferentes dietas con el fin de probar si cada dieta de estudio es única.

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 proyecto se encuentran 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 y, en caso de que la haya, mostrar que tanta es ésta diferencia y sus implicaciones.

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) es siempre 1. Este último punto servirá para determinar las distribuciones teóricas 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. De los ejemplos presentando, adquieren la siguiente forma después de transformarlos:

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 nominal 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, y para realizar hipótesis sobre lo qué está pasando en una dieta o entre las diferentes dietas.
- **Cuisine_type:** Variable nominal 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:** Variable continua que representa el porcentaje, respecto al total de macronutrientes, de proteínas que son aportados por una receta.
- **Carbs:** Variable continua que representa el porcentaje, respecto al total de macronutrientes, de carbohidratos que son aportados por una receta.
- **Fat:** Variable continua que representa el porcentaje, respecto al total de macronutrientes, de grasas que son aportados por una receta.
- **Total_Macronutrients:** Variable continua que representa el total de macronutrientes que son aportados por una receta. Esta variable es auxiliar para la prueba de hipótesis, y no estará presente en la parte del Análisis Estadístico debido a la justificación presentada en 5.1 Transformación de Datos para la aplicación de la propia transformación.

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.

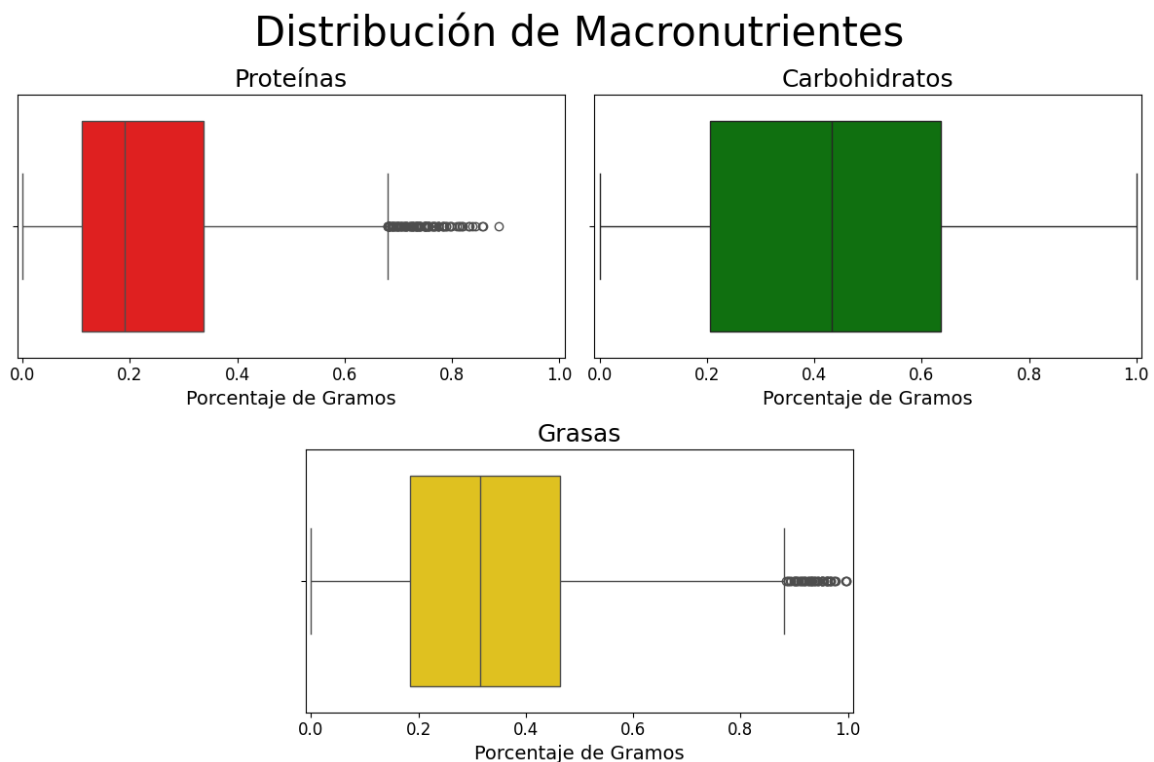
Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.433471	0.234762	0.331767
Q_1	0.205251	0.110188	0.184583
Q_2	0.432028	0.190931	0.314359
Q_3	0.635058	0.338059	0.464532
Desviación Estándar	0.256032	0.163886	0.194920
Mínimo	0.000330	0.000000	0.000000
Máximo	1.000000	0.887557	0.997940
Asimetría de Fisher	0.189556	0.922401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

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.

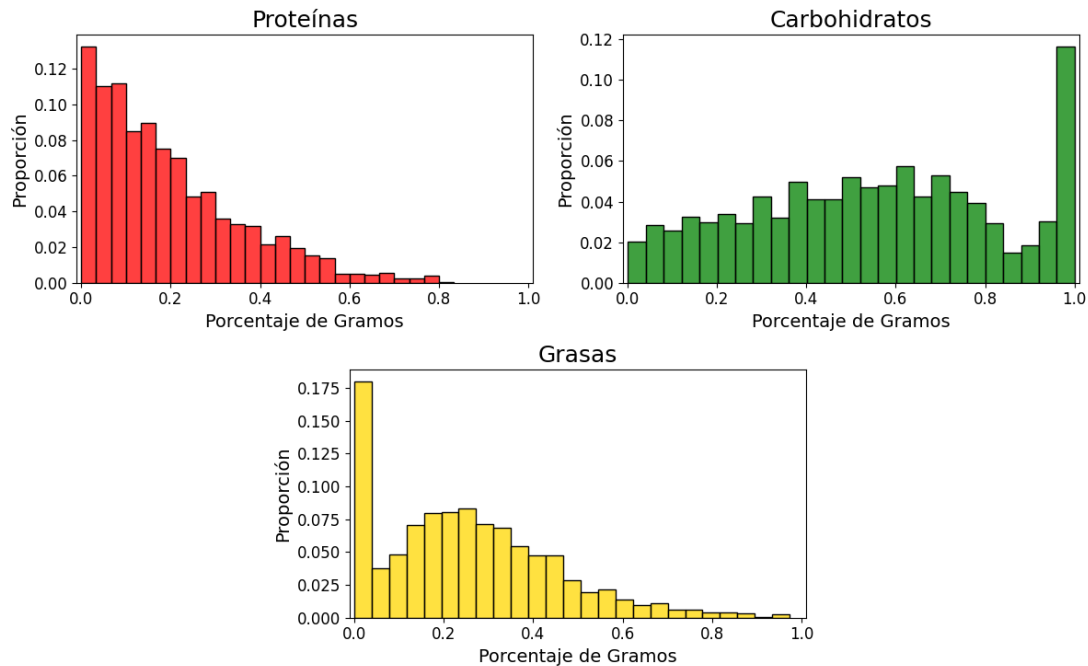
Medida	Carbs	Protein	Fat
Media	0.549425	0.196241	0.254334
Q_1	0.331143	0.068931	0.103381
Q_2	0.555219	0.156626	0.234742
Q_3	0.757917	0.282629	0.371292
Desviación Estándar	0.278850	0.162871	0.194078
Mínimo	0.001526	0.000000	0.000000
Máximo	1.000000	0.833467	0.973404
Asimetría de Fisher	-0.057984	1.101171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

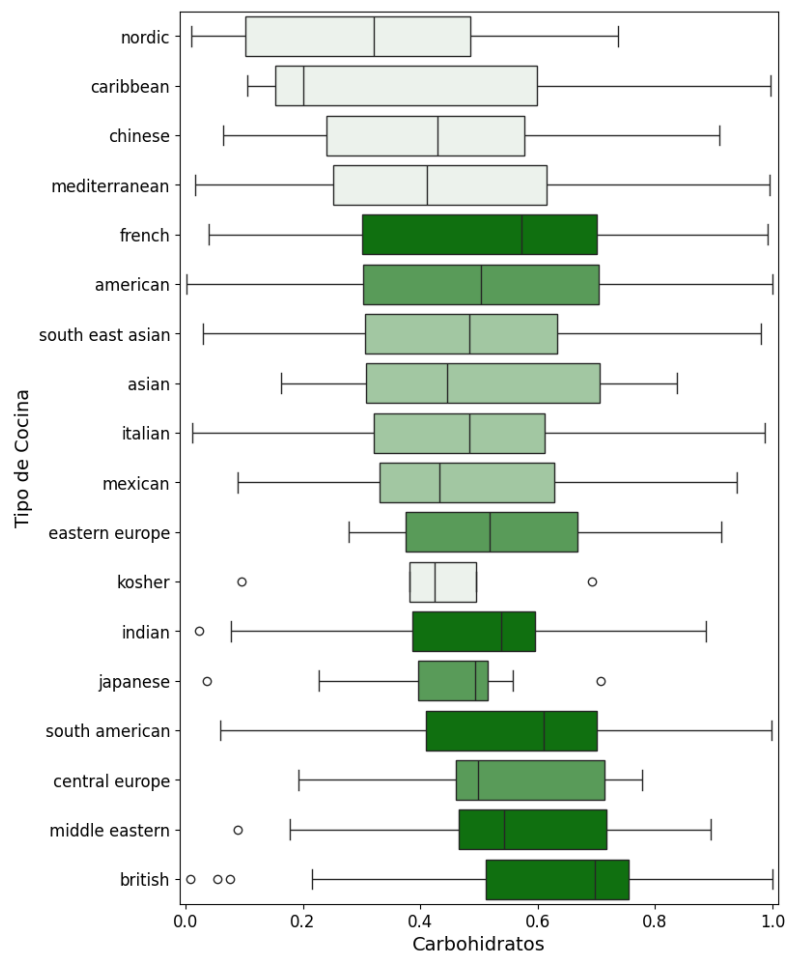
Dieta: dash



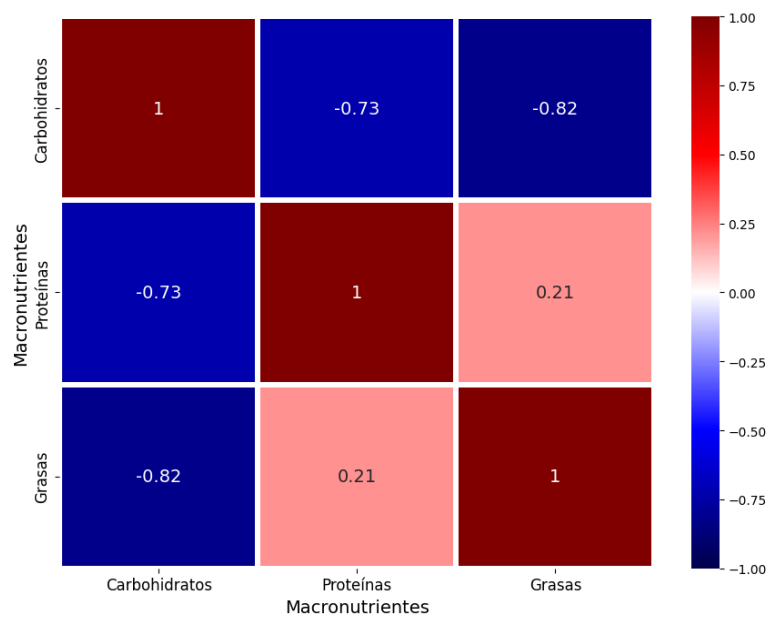
Como se ha mencionado, el macronutriente relevante para esta dieta son los carbohidratos. Al hacer el contraste entre los diferentes tipos de cocina se puede apreciar un incremento notorio en el primer cuartil de las diferentes cocinas, esto implica qué tan diversificada está esta dieta. En el sentido 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.

Debido a que las recetas tienden a tener una alta concentración de carbohidratos se tiene que los otros macronutrientes deben que disminuir, es decir, bajar su presencia en las recetas; esto se ve reflejado en una correlación negativa. En específico la correlación (negativa) casi perfecta que existe entre carbohidratos y grasas permite explicar que las recetas hacen uso de alimentos bajos en grasas o que disminuyen el consumo de grasas; mientras que las proteínas también disminuye conforme los carbohidratos aumentan pero en una menor medida, esto debido a que se busca disminuir principalmente la ingesta de grasas.

Distribución de Carbohidratos sobre Tipo de Cocina en dash



Correolograma de los Macronutrientes 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.

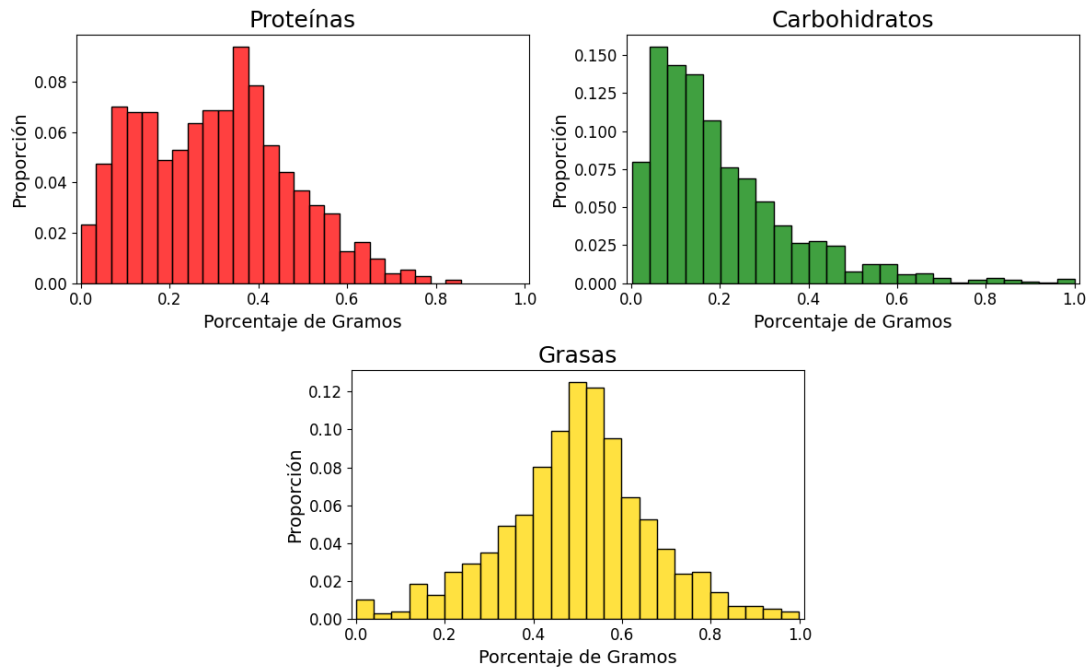
En las proteínas, se puede observar que es como un caso intermedio, debido a que, usando su rango intercuartil, la distribución de valores que toma es amplia pero sigue siendo valores menores a los que se puede encontrar en grasas. Esto es consecuencia de que se quiere intentar eliminar el consumo de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

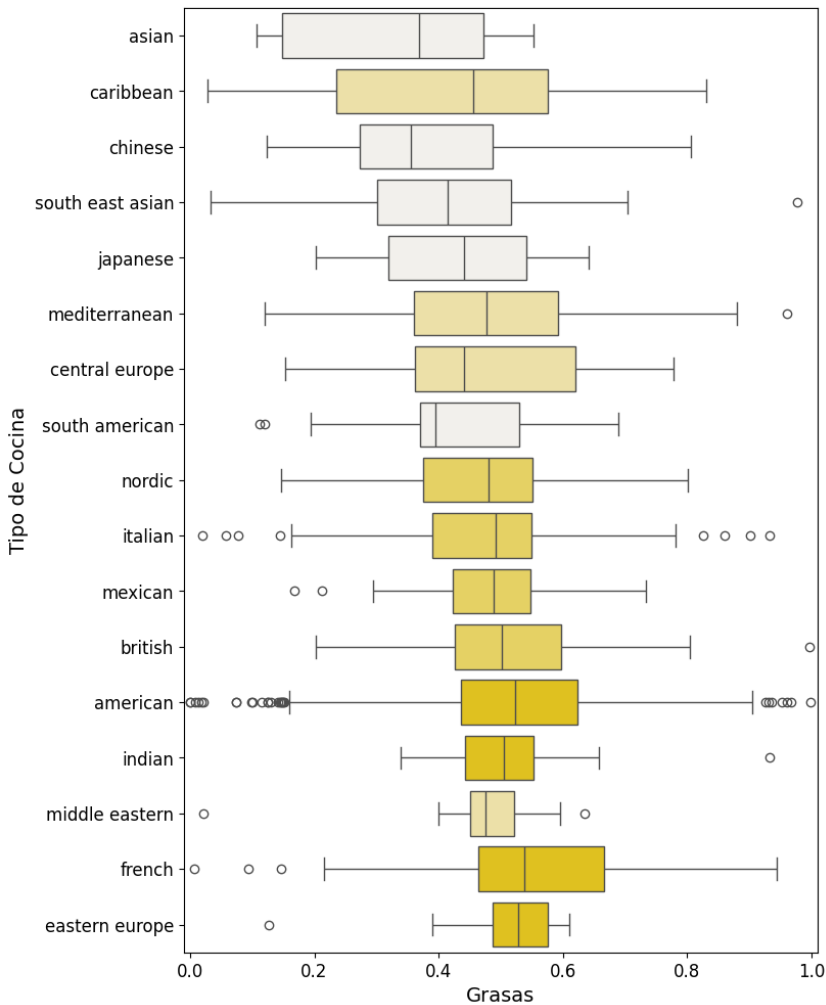
Dieta: keto



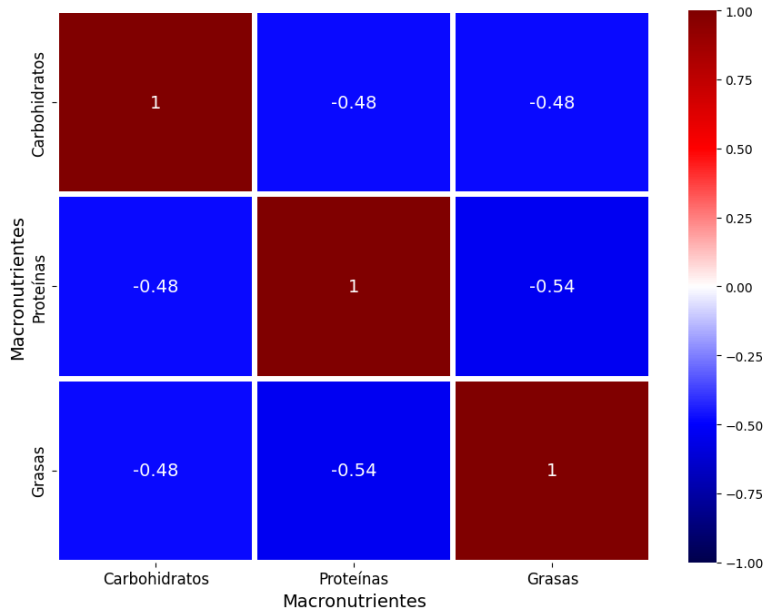
Para la dieta keto, lo más importante es mantener un consumo alto de grasas, o por al menos mayor que el de carbohidratos. Por lo que al analizar los aportes de grasas en las diferentes cocinas se puede apreciar el como existen países cuyos recetas tienden a tener aportes bajos de grasas, esto es indicativo 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.

Al ser una dieta rica en grasas se espera que la proporción de carbohidratos y proteínas disminuya conforme se incrementa la ingesta de grasas, hecho que se ve reflejado en las correlaciones; por lo que a tener correlaciones negativas permiten explicar la relación de los macronutrientes en esta dieta. También se nota una relación negativa entre carbohidratos y proteínas, esto se relaciona con el hecho de que se quiere disminuir la cantidad de carbohidratos por lo que también se busca incrementar el consumo de proteínas pero sin que sea el macronutriente dominante.

Distribución de Grasas sobre Tipo de Cocina en keto



Correolograma de los Macronutrientes 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.

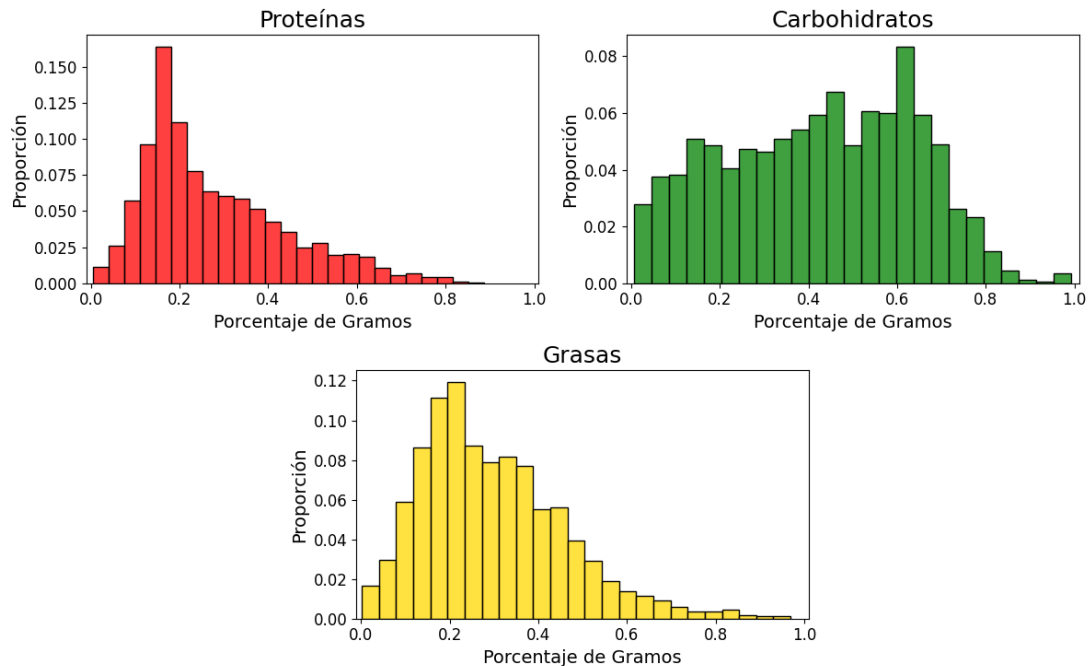
En el caso de las proteínas y grasas, muestras distribuciones que siguen patrones similares en el sentido de que sus desviaciones estándar y rangos intercuartiles son similares. Por lo que las recetas, por al menos en estos macronutrientes, tienen composiciones similares. Específicamente, el cincuenta 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 segada 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.

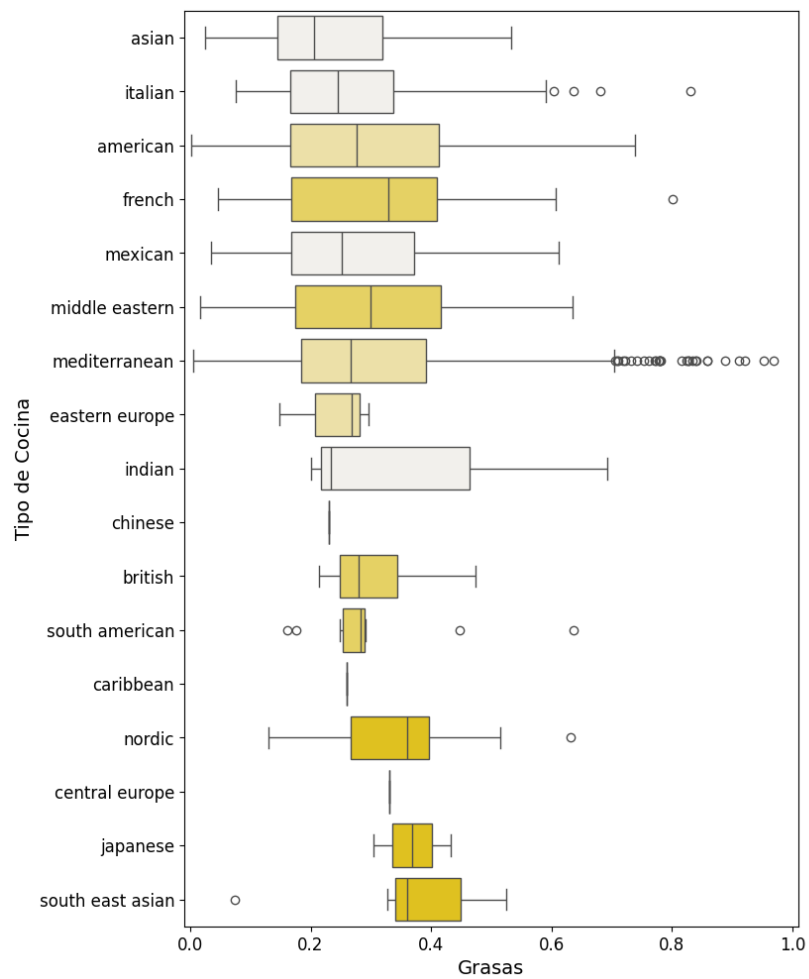
Dieta: mediterranean



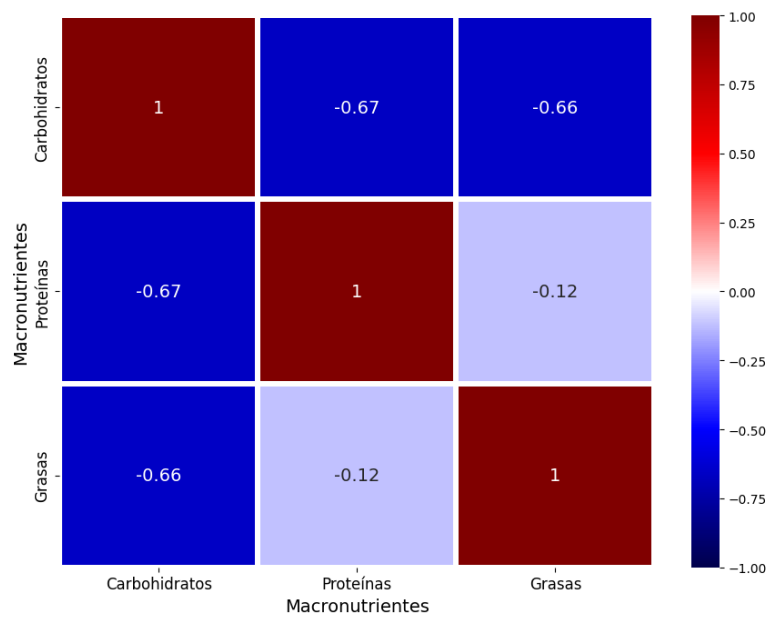
Debido que para esta receta se cuenta con la región de dónde proviene, la comparativa se vuelve respecto a la distribución de los macronutrientes en la cocina del mediterráneo. Del análisis e histogramas, donde más podría haber diferencias es en las grasas debido a su desviación estándar y rango de valores. 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.

Al ser una dieta rica en carbohidratos se tiene que conforme la presencia de este macronutriente se incrementa, los otros macronutrientes disminuyen en una relación casi lineal, es decir, se tiene una alta concentración de carbohidratos. Mientras que las proteínas y grasas tienden a no tener una relación lineal, indicando que las recetas no siguen una preferencia sobre estos macronutrientes al momento de que se determinan los aportes de los mismos, es decir, es igual de probable ver recetas que tienen las composiciones de proteínas y grasas invertidas.

Distribución de Grasas sobre Tipo de Cocina en mediterranean



Correograma de los Macronutrientes 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 magras 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).

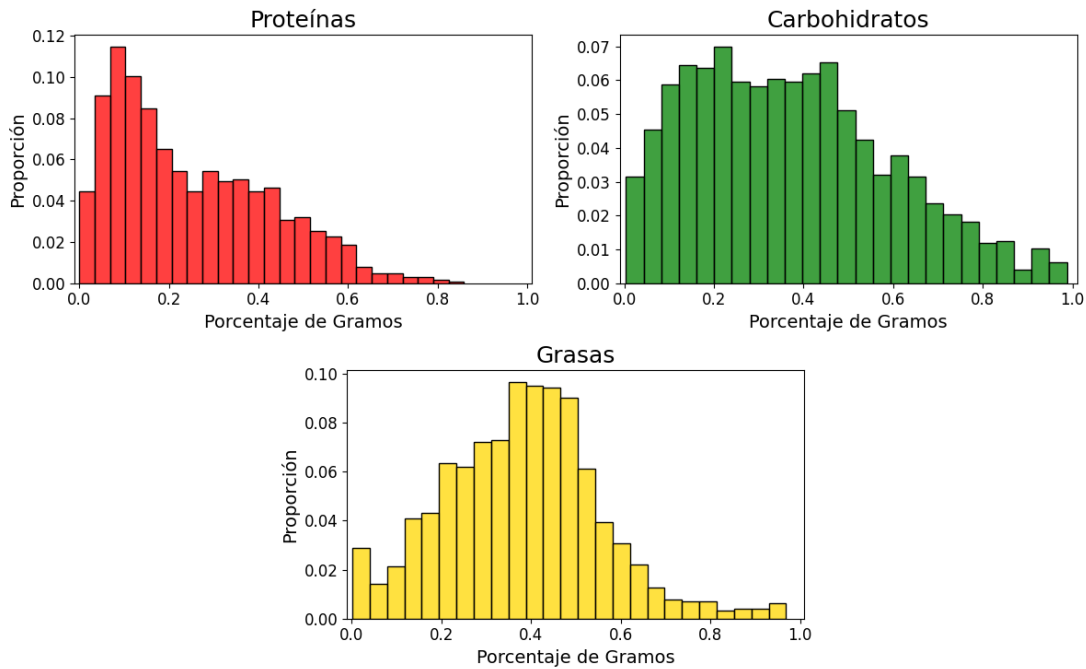
Como las proteínas y grasas tienen desviaciones estándar similares, refleja que los alimentos y productos asociados a estos macronutrientes no tengan una alta diversidad. Es decir, las recetas tienen muchos productos y alimentos en común. En cambio, sus rangos intercuartiles difieren, mostrando como 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.

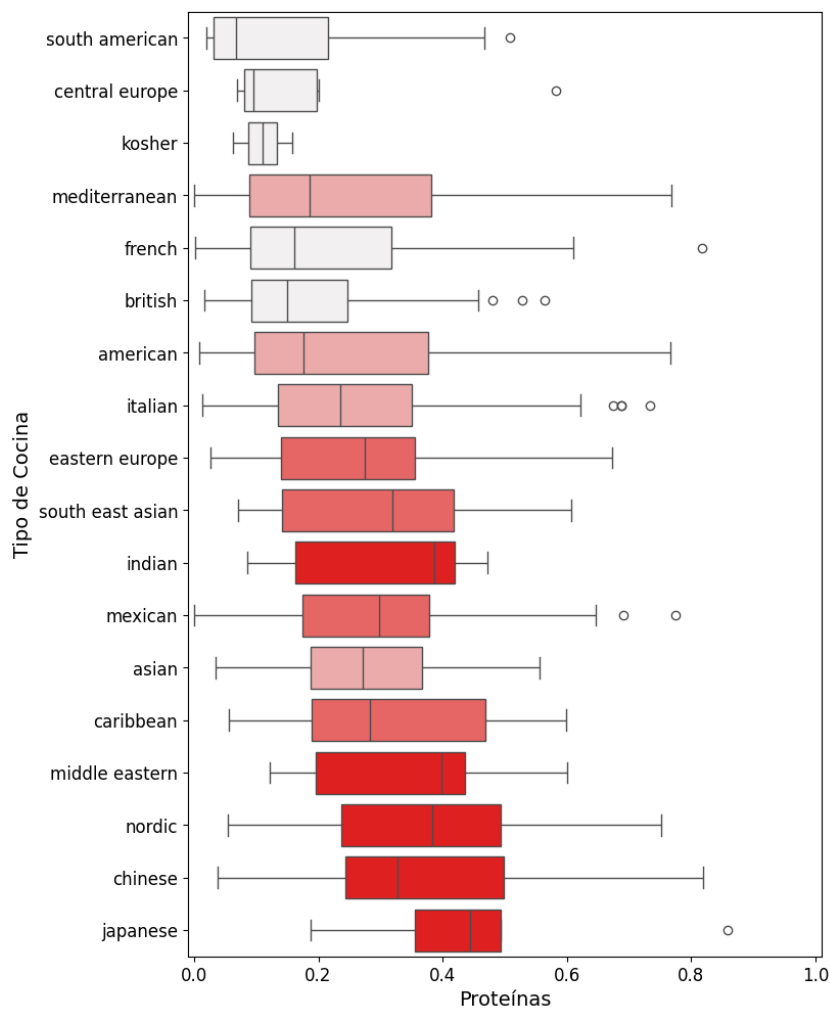
Dieta: paleo



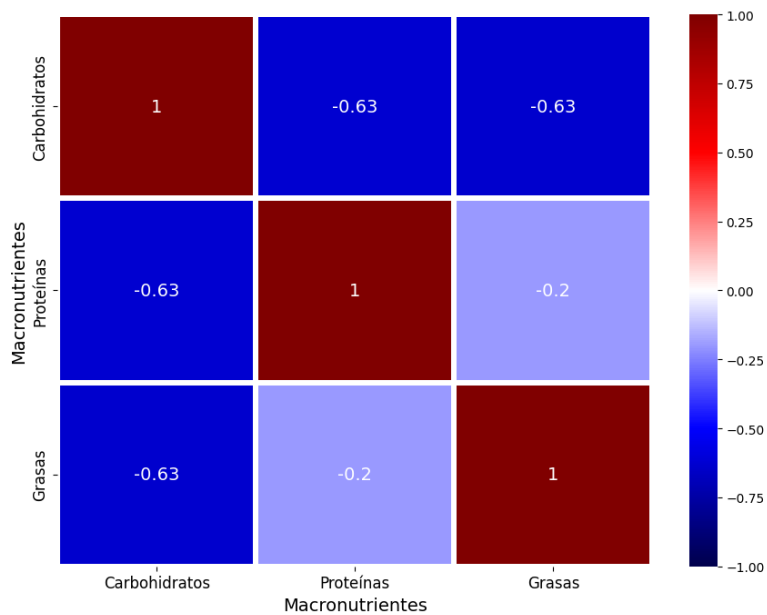
Como las proteínas es un macronutriente que tiende a tener una presencia baja en las recetas, como se mencionó, podría deberse por las regiones geográficas. Las regiones en donde más se aprovecharon de los recursos hídricos tienden a tener una ingesta alta de proteínas, esto relacionado al consumo de 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.

Debido a que los principales alimentos disponibles en la naturaleza son los de origen vegetal, ricos en carbohidratos, se tiene que al tener una correlación de igual valor en los otros dos macronutrientes muestra como posiblemente la disponibilidad de alimentos ricos en proteínas y grasas se encuentren en el mismo nivel, es decir, el encontrar un alimento rico en proteínas se vuelve equivalente a encontrar uno rico en grasas. Esto se ve reforzado al ver su correlación, que es una débil, mostrando que posiblemente muchas de las recetas tengan composiciones en proteínas y grasas en ordenes invertidos.

Distribución de Proteínas sobre Tipo de Cocina en paleo



Correolograma de los Macronutrientes 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.

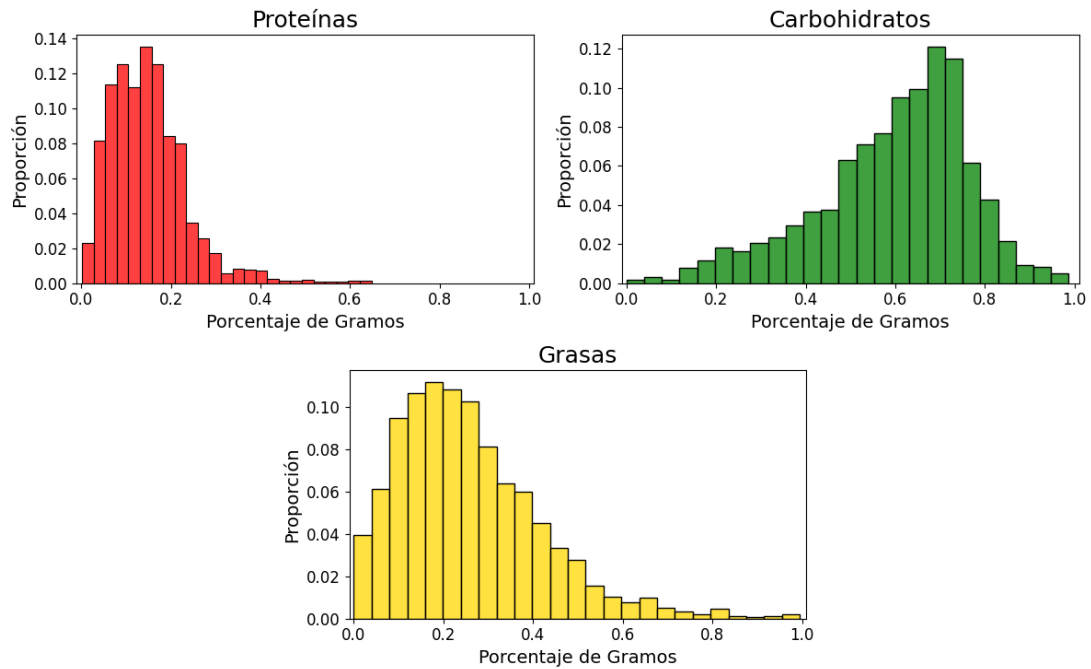
En las proteínas, se puede observar un rango intercuartil reducido y una desviación estándar reducida, esto evoca a que las recetas tengan bajos aportes de proteínas así como también los valores de aportes se concentren en un rango reducido. En específico, el cincuenta por ciento de las recetas tienen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

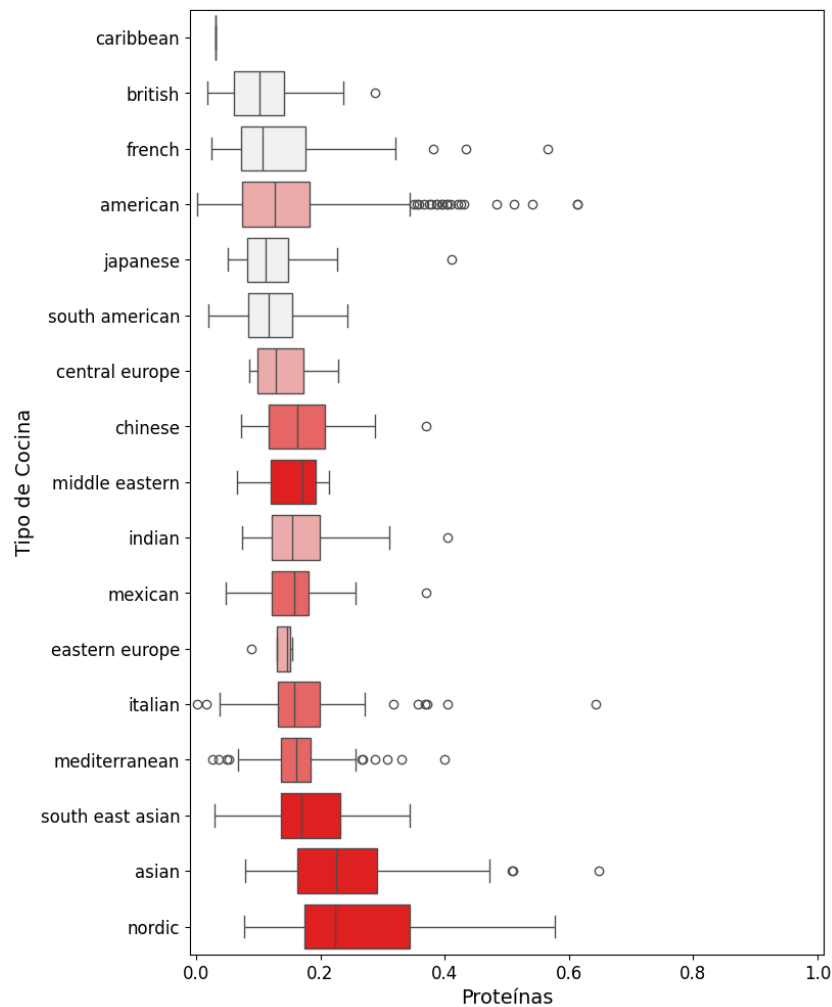
Dieta: vegan



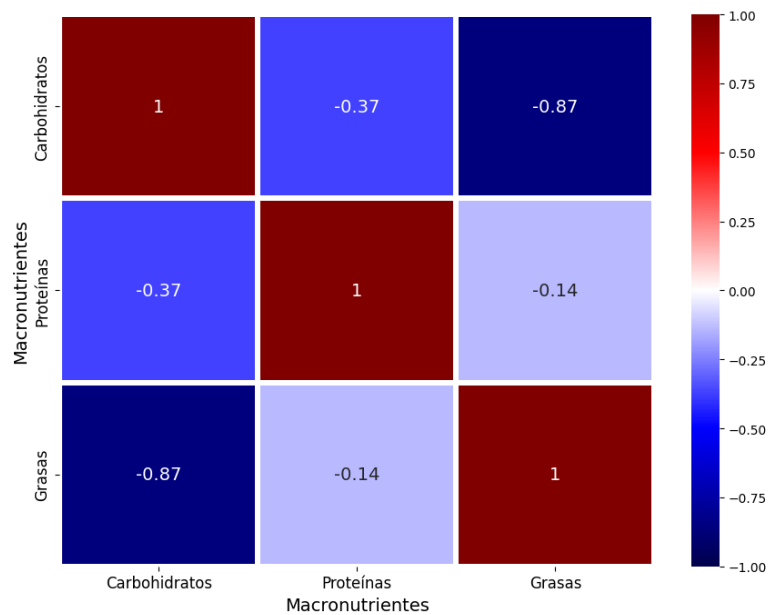
Debido a que las proteínas es el macronutriente que menor presencia tiene en esta dieta, se tiene que se vuelve relevante para el contraste entre regiones. Se puede observar como en la mayoría de los países tienen distribuciones donde las proteínas toma valores bajos, que es el patrón esperado, pero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

Debido a ser una dieta con bajo consumo de proteínas e incluso limitadas, se tiene que se pueden ver como si fuera un valor fijo, haciendo que los carbohidratos y grasas sean los únicos macronutrientes que pueden variar en la composición de una receta, esto se ve reflejado al ver como están en una correlación perfecta por lo que las recetas tienen una mayor diversidad (valores que pueden tomar) sobre estos macronutrientes.

Distribución de Proteínas sobre Tipo de Cocina en vegan

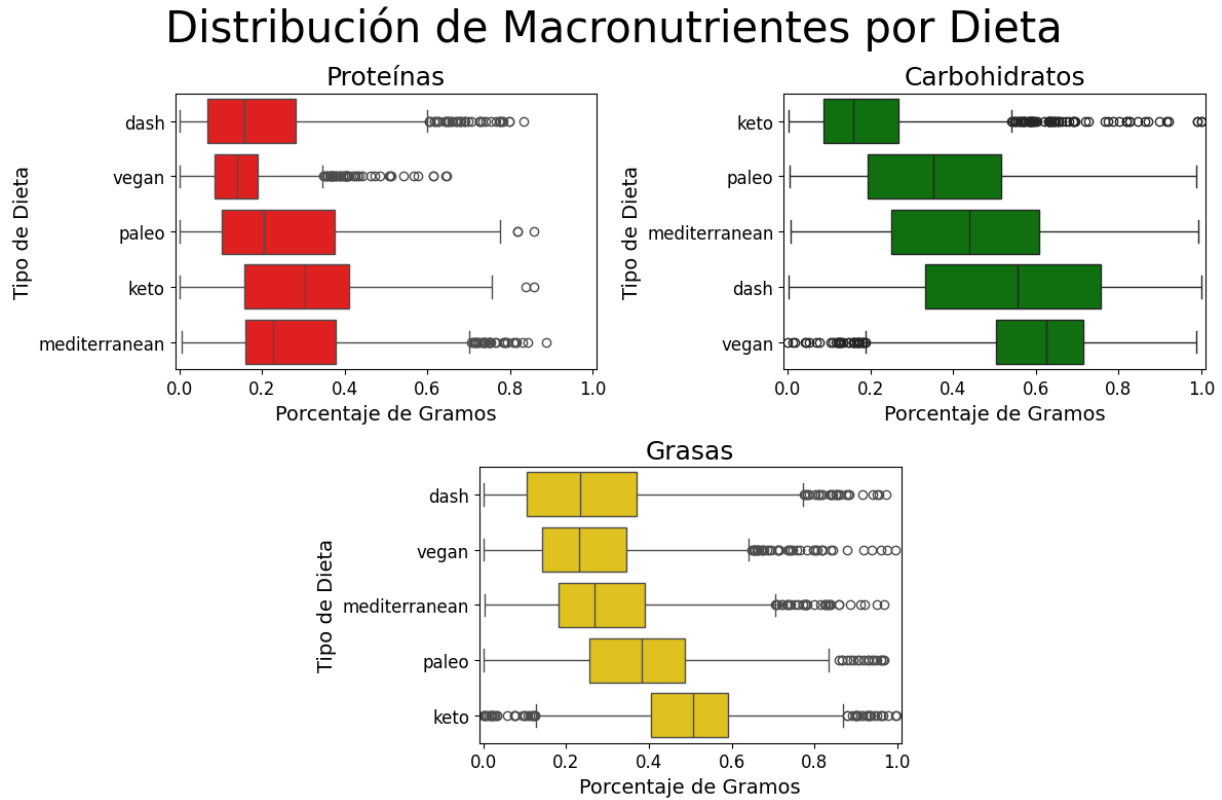


Correolograma de los Macronutrientes en vegan



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.



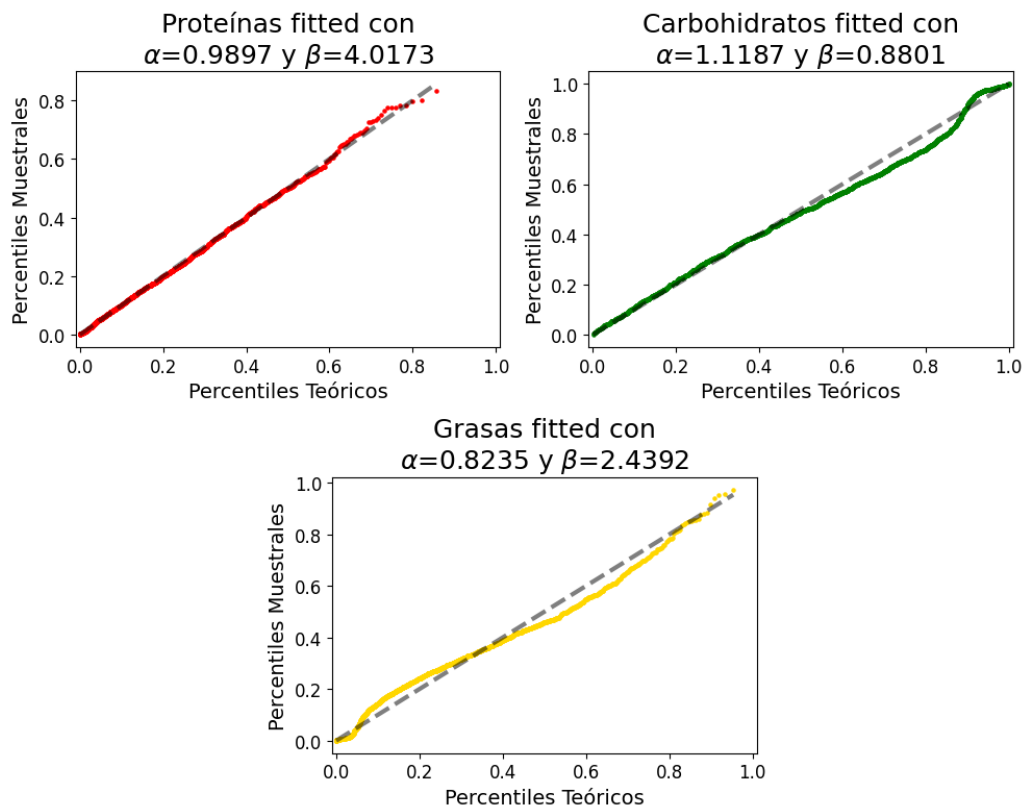
5.5. Caracterización de las Distribuciones de los Macronutrientes

Para lograr una caracterización de las distribuciones de los macronutrientes en cada una de las dietas, se vuelve necesario el reconocer que las distribuciones pertenecen a la familia de las distribuciones beta; esto debido al rango de valores que pueden tomar, el soporte de la distribución, es $[0, 1]$. La familia de distribuciones beta son de la forma[3]:

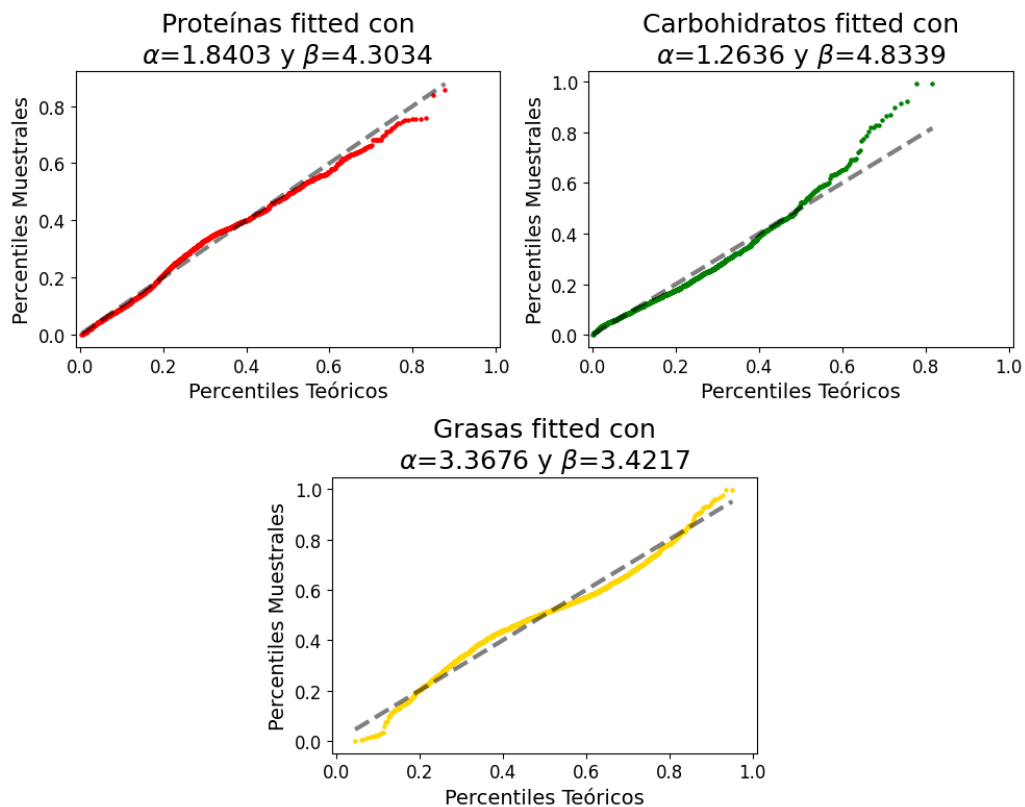
$$F(x; \alpha, \beta) = \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)}$$

Lo que se realiza es el ajuste de una distribución de esta familia y se realiza un Q-Q plot entre la distribución ajustada (teórica) y de la distribución empírica o muestral de los datos. Donde se muestran los parámetros de la distribución, es decir, los valores α y β que caracteriza cada una las mismas.

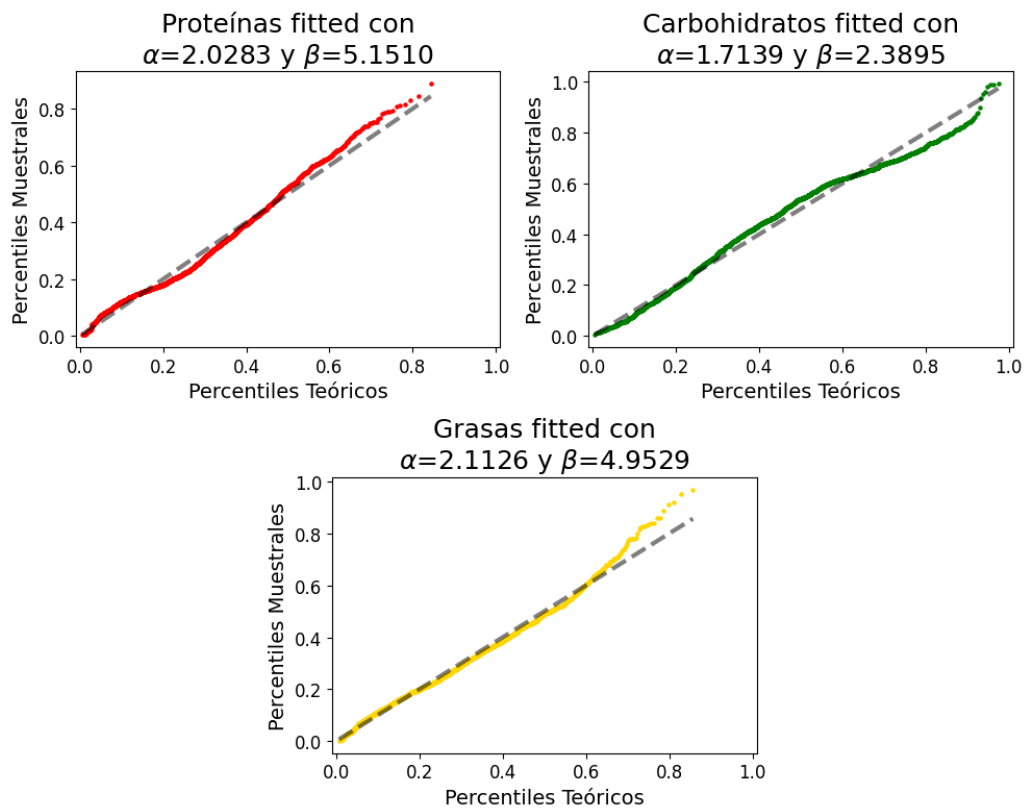
Distribución de Macronutrientes en Dash



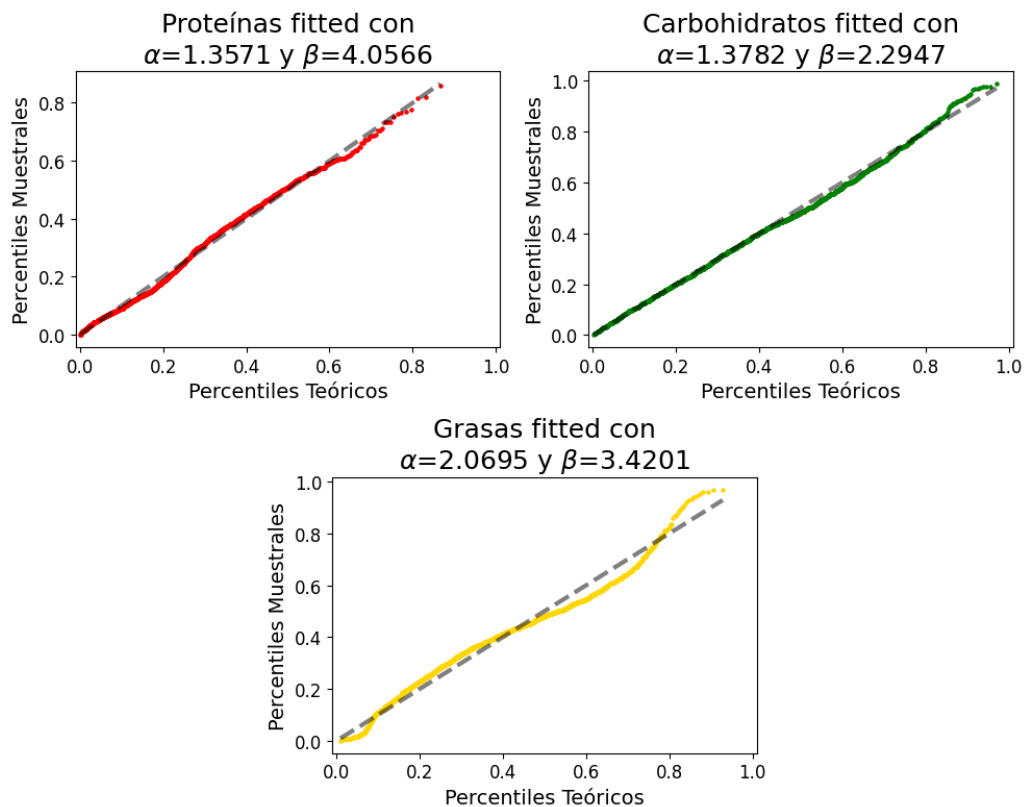
Distribución de Macronutrientes en Keto



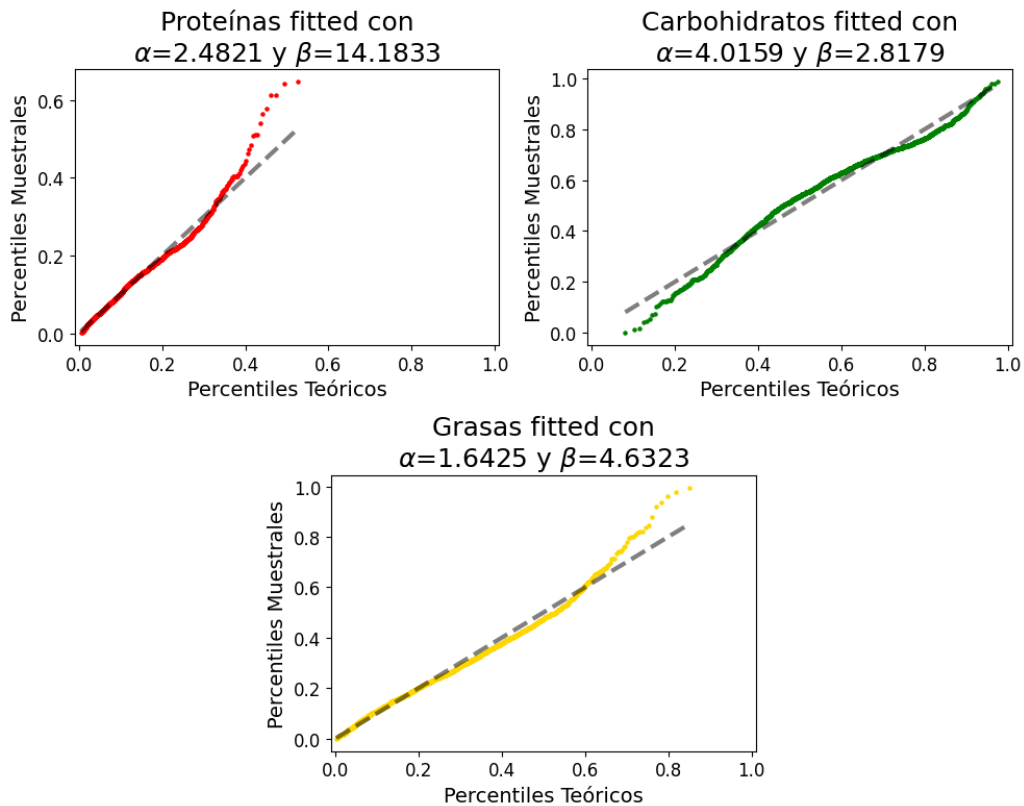
Distribución de Macronutrientes en Mediterranean



Distribución de Macronutrientes en Paleo



Distribución de Macronutrientes en Vegan



En los diferentes Q-Q Plots se puede apreciar el como los percentiles se alejan de la recta identidad, esto se debe a la presencia de outliers que modifican el comportamiento de la propia distribución, evocando una tendencia diferente a la de una recta. Por ello, se vuelve necesario un tratamiento sobre los valores atípicos, debido a que en las regiones en donde se consideran valores normales, según los box plots, sí siguen la tendencia de la recta, o de los valores teóricos.

Debido la cantidad de instancias con las que se cuentan por dieta, se tiene que los resultados de las distribuciones ajustadas para cada macronutriente y dieta son confiables, por lo tanto, se puede concluir que éstas son diferentes entre sí, o por al menos lo suficiente para mostrar que cada dieta sigue diferentes patrones en la ingesta de macronutrientes.

6. Pruebas de Hipótesis Por Dieta

Para cada una de las pruebas se hace uso de una significancia de $\alpha = 0,05$, para las diferentes pruebas se reportan los p valores (p-value) y el valor del estadístico que se obtuvieron, en los casos que sea posible. 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” (sin interpretación).

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 esta dieta 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 α , 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 α , 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 o igual a la de grasas. Por lo tanto, al analizar la dieta keto por cocina, se muestra que varias de estas cocinas cumplen con ser parte del esquema asociada a esta dieta, pero se muestra que existen recetas que aunque se les nombra 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 existe 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 α , 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 como 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 como 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 :Todas las medianas son iguales

H_1 :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 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 α , 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 vagana, sin importar la cocina, es una baja en ingesta de proteínas; por lo tanto, se debe que complementar con alimentos, suplementos u otros productos que sean ricos en proteínas.

7. Prueba de Hipótesis sobre Dietas

7.1. Prueba de Hipótesis Para Diferencias entre Dietas

Preámbulo

El objetivo principal del trabajo es el relacionado 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 interés de saber en qué medida una dieta difiere de otra.

Prueba de Hipótesis

Para probar si existe una diferencia entre las dietas se vuelve equivalente a que en cada par de dietas probar si existe una 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.

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 ciertos patrones en los alimentos y preparaciones, esto repercute en los aportes de macronutrientes que ofrece cada dieta y que, por lo tanto, hace una clara distinción entre las diferentes dietas:

Dieta	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 cuantificar en 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:

Dieta	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 interpretan 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 formar 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 presentes son ricos en carbohidratos y, en menor medida, en proteínas.

Retomando una visión general de los resultados, aunque las dietas comparten ingredientes y productos para las recetas no implican que tengan los mismos aportes, debido a que existe una dominancia de ciertos tipos de productos usados en las diferentes dietas e, incluso, para ciertos casos son exclusivos en esas dietas, así como también las propias técnicas empleadas para las preparaciones a lo largo de la propia dieta y cocina [Esto abre la puerta a una nueva oportunidad de investigación, donde se considere también la técnica principal aplicada a la preparación de la receta]. Esto permite explicar como cada dieta genera sus propias recetas y alimentos apartir de ciertos patrones y tendencias que coinciden con las explicadas en 3 Marco Teórico, mostrando así que las dietas son, estadísticamente, diferentes.

7.2. Prueba para la Interacción entre Dieta y Cocina sobre Carbohidratos

Preámbulo

Como se vio en 5.4 Estratificación por Tipo de Dieta, las cocinas también tienen una influencia sobre los diferentes macronutrientes y no solo en las propias dietas, por lo que se vuelve de interés el probar si esta influencia está en los carbohidratos de las recetas o, incluso, medirla.

Debido a que en algunos casos las recetas son insuficientes (menos de cinco) en algunos grupos o pares de dieta y cocina se vuelve necesario de ignorarlas para esta prueba, siendo este un aspecto sobre la robustez de los resultados. Para ello, por cada cocina se verifica si cuentan con al menos cinco recetas para cada dieta, si no cumplen con esto se eliminan todas las recetas de esa cocina.

Prueba de Hipótesis

Como se quiere medir la influencia de las dietas y cocinas sobre los carbohidratos, se vuelve

que el conjunto de hipótesis es:

H_0 : Las dietas y cocinas no tienen una interacción en los carbohidratos

H_1 : Por al menos una dieta o cocina tiene una interacción en los carbohidratos

Se hace uso de una prueba de ANOVAS de dos vías, en específico su variante no paramétrica debido a las distribuciones de los carbohidratos, se le llama Prueba de Scheirer-Ray-Hare.

Discusión de Resultados

Los valores p y estadísticos que se alcanzan para cada fuente de variación e interacción son los siguientes:

Fuente de Variación	Valor P	Estadístico F
Diet_type	0.0000	720.567525
Cuisine_type	0.0000	10.850868
Diet_type * Cuisine_type	9.8742-05	2.129021

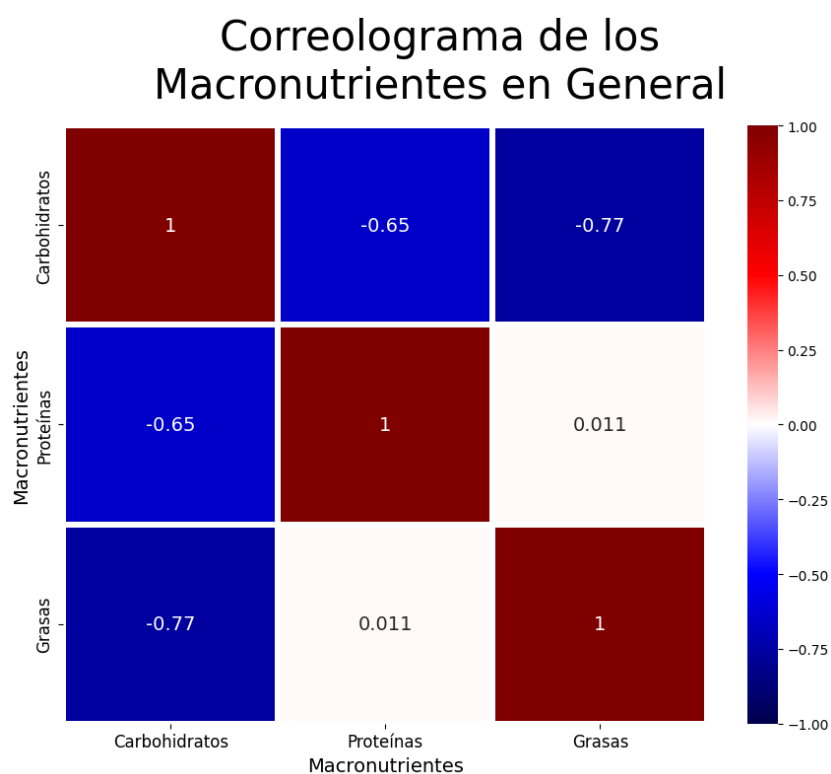
Debido a que los valores p para las fuentes de variación sin interacción son 0, se tiene que los carbohidratos sí tienen una influencia significativa según la cocina o dieta a la que pertenece la receta. Pero además, al considerar su interacción, se tiene que de manera conjunta también tienen esa influencia, por lo dicho, no se vuelve necesario hacer una prueba post-hoc debido a que para todos los grupos (considerados) resultará que los grupos difieren entre sí de manera significativa.

Por lo tanto, aunque las recetas pertenezcan a la misma dieta no implica que se comporten de la misma manera debido a que difieren en la cocina a la que pertenecen; no en todas las cocinas van a diferir notoriamente pero sí lo suficiente de manera estadística.

8. Análisis Bivariado

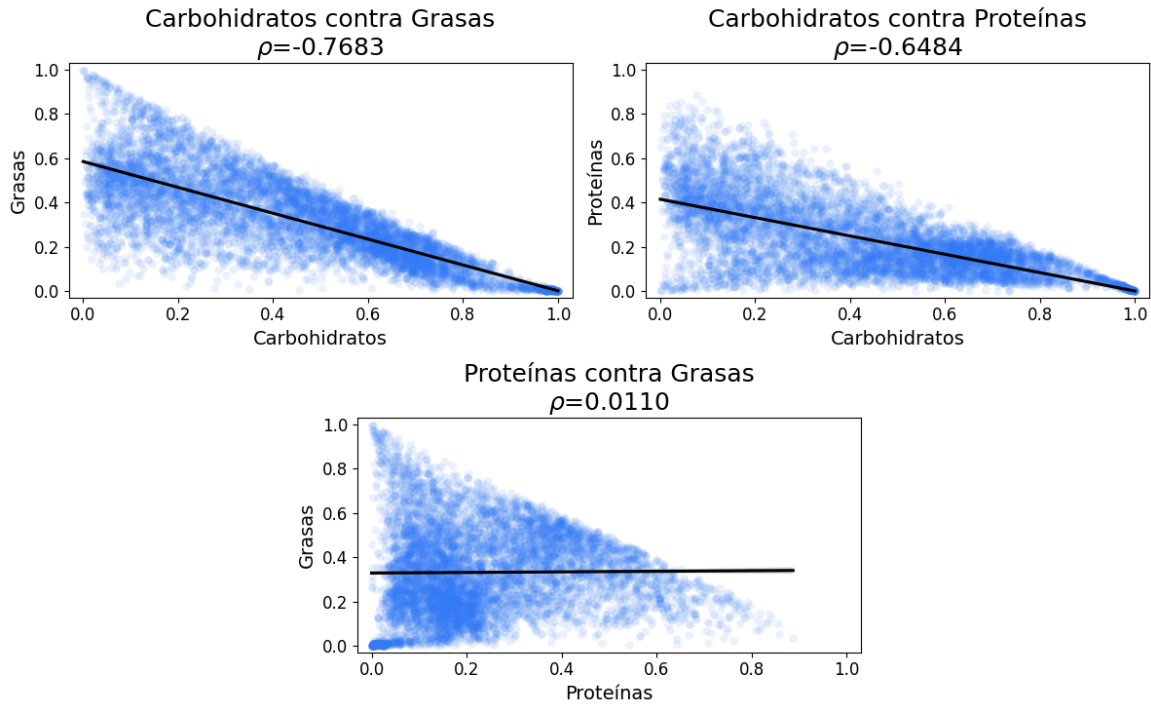
8.1. Estadística Descriptiva

En las diferentes dietas, se puede observar como los carbohidratos es un macronutriente muy relevante que permiten representar a una dieta debidamente desde la ingesta de macronutrientes. Lo anterior permite describir a las dietas en función sobre cómo interactúan los carbohidratos al momento de cómo están presentes en una receta con los otros dos macronutrientes. Esto se puede observar en los gráficos de dispersión de los carbohidratos contra los otros dos macronutrientes, que contienen una clara tendencia en la disposición de los macronutrientes según los aportes de los carbohidratos en una receta dada; y, por el otro lado, las proteínas y grasas no figuran que tengan un tendencia lineal sobre cómo interactúan, haciendo que parezca mas una distribución uniforme sobre todos los posibles valores.



Al considerar los coeficientes de correlación de Pearson para cada par de macronutrientes, se puede observar como los carbohidratos tienen una explicabilidad de los datos más alta (con proteínas 42,04 % y grasas 59,03 %), es decir, un alto porcentaje de las recetas siguen las tendencias que hay entre carbohidratos y proteínas y, carbohidratos y grasas, o que se pueden explicar por medio de una recta de regresión. Por lo tanto, conociendo los carbohidratos de una receta se puede estimar, con cierto grado de confianza, los macronutrientes restantes y esta predicción mejora al considerar a qué dieta pertenece.

Correlación entre Macronutrientes en General



Que los coeficientes de correlación tomen valores negativos se relaciona con el hecho de que al incrementarse un valor uno o ambos de los macronutrientes tiene que decrecer, pero el valor absoluto permite explicar qué tanto baja o, mejor dicho, cuánto es tu tendencia para bajar. Esto hace que conforme crece en valor absoluto el coeficiente, permita determinar la certeza y fuerza con que baja un macronutriente al momento que otro crece.

Medida		Centroide	Covarianza Muestral	Coeficiente de Pearson
Carbohidratos	Proteínas	(0,4334, 0,2347)	-0.02720	-0.6484
Carbohidratos	Grasas	(0,4334, 0,3317)	-0.03834	-0.7683
Proteínas	Grasas	(0,2347, 0,3317)	0.00034	0.0109

8.2. Dependencia Lineal

Se hace uso del siguiente conjunto de hipótesis para probar la dependencia lineal por medio del coeficiente de correlación de Pearson para los casos que reportaron un coeficiente negativo:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho < 0$$

Para el caso que se reporta un coeficiente positivo se hace uso de la siguiente hipótesis alterna-

tiva:

$$H_1 : \rho > 0$$

De los resultados de las pruebas son los esperados, debido al propio valor absoluto que toman los coeficientes de correlación junto con la cantidad de instancias (recetas), haciendo que con un valor lo suficientemente grande (como lo podría ser $|\rho| > 0,5$) se garantiza la hipótesis alternativa y, en el caso contrario, se puede poner en duda sobre si existe una dependencia lineal fuerte. Con ello, se tiene que los carbohidratos tienen una dependencia lineal fuerte y estadísticamente significativa con los demás macronutrientes, haciendo que la regresión lineal se pueda establecer y generar predicciones confiables de los macronutrientes en base a los valores que tome los carbohidratos.

		Valor P	Estadístico
Carbohidratos	Proteínas	0.0	-0.6484
Carbohidratos	Grasas	0.0	-0.7683
Proteínas	Grasas	0.1666	0.0109

Se construye el modelo de regresión lineal para los casos en donde hubo un rechazo de la hipótesis nula, es decir, el p valor es menor a la significancia $\alpha = 0,05$. Por lo mencionado, se eligen a los carbohidratos como la variable independiente, dejando a las proteínas y grasas como las dependientes. Al hacer el ajuste, se tiene que las rectas obtenidas reflejan la tendencia de los macronutrientes dependientes de los carbohidratos, destacando que no siempre pueden valer 1, dicho así, por al menos se cuenta con una cantidad mínima de carbohidratos en cada receta, esto permite destacar que los carbohidratos son esenciales e imprescindibles para cualquier receta o, dicho así, todas las recetas cuentan con una fuente de carbohidratos pero, por lo que se vió, pueden no tener fuentes de los otros dos macronutrientes o que son en menor medida la presencia de esos macronutrientes.

		Pendiente	Ordenada al Origen
Carbohidratos	Proteínas	-0.4150	0.4150
Carbohidratos	Grasas	-0.5849	0.5849

8.3. Correlación de Macronutrientes por Dieta

De los resultados y observaciones realizadas en 5.4 Estratificación por Tipo de Dieta, se tiene que el comportamiento, correlaciones, de los macronutrientes difieren dentro de las dietas, debido a cómo se definen y los ingredientes y alimentos que emplean, como se mostró en 7.1 Prueba de Hipótesis Para Diferencias entre Dietas, haciendo que el cambio en las correlaciones sea consecuencia de las diferencias significativas entre dietas y de su propia definición.

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.
dirección: <https://www.kaggle.com/datasets/thedevastator/healthy-diet-recipes-a-comprehensive-dataset>.
- [3] Wikipedia Contributors. «Beta distribution. »dirección: https://en.wikipedia.org/wiki/Beta_distribution.