



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

TRABAJO FIN DE GRADO

**TÍTULO: Dietas vegetarianas, posibles deficiencias y
estrategias para evitarlas.**

Autor: Enrique Bajo Pérez

Fecha: 16/05/2020

Tutor: Lourdes Pérez-Olleros Conde

Índice

1	Resumen	3
2	Introducción y antecedentes	3
3	Objetivos.....	5
4	Métodos.....	5
5	Resultados y discusión	6
5.1	Proteínas	6
5.2	Vitamina B12 o cianocobalamina	8
5.3	Ácidos grasos ω -3	9
5.4	Vitamina D.....	12
5.5	Vitamina K2	12
5.6	Minerales.....	13
5.6.1	Hierro.....	13
5.6.2	Zinc.....	14
5.6.3	Iodo.....	16
5.6.4	Calcio	17
5.7	Creatina	18
6	Conclusiones.....	18
7	Bibliografía	20

1 Resumen

Las dietas vegetarianas tienen cada vez más adeptos en nuestra sociedad, aunque existen dudas sobre si son realmente saludables. El objetivo de este trabajo es conocer si es posible seguir una dieta vegetariana equilibrada, así como las estrategias para evitar posibles deficiencias que pudiesen producirse.

Para conseguir valores adecuados de determinados nutrientes, como la proteína y los ácidos grasos omega 3, se deberá prestar especial atención en el valor biológico y la complementación aminoacídica, o evitar la ingesta excesiva de omega 6, respectivamente.

Para otros, como el hierro, el calcio, el yodo o el zinc, los vegetarianos deben prestar especial atención en consumir fuentes vegetales, evitando consumir inhibidores de su absorción, como por ejemplo los fitatos, y utilizando formas de cocinado que potencien la misma, así como combinar la ingesta con la de potenciadores de la absorción, como el ácido ascórbico. También puede ser positivo el uso de suplementación y el consumo de alimentos fortificados, especialmente para aquellos nutrientes cuyas fuentes vegetales escasean, como la vitamina B12.

2 Introducción y antecedentes

Las frutas y verduras son componentes indispensables de una dieta saludable, y un consumo diario en cantidades suficientes podría ayudar en la prevención de enfermedades como las cardiovasculares o el cáncer. Se calcula que podrían evitarse 1,7 millones de muertes al año si se aumentara lo suficiente el consumo de frutas y verduras. La OMS y la FAO recomiendan como objetivo poblacional la ingesta de un mínimo de 400 g diarios de frutas y verduras (excluidas patatas y otros tubérculos feculentos), para la prevención de enfermedades crónicas como las cardiopatías, la diabetes y la obesidad, y para prevenir la deficiencia de micronutrientes sobre todo en países en vías de desarrollo (1).

Al hablar de dietas vegetarianas, debemos diferenciar modalidades según el patrón alimentario, ya que estos pueden variar considerablemente. De esta manera podemos discernir entre:

- Ovo-lácteo-vegetarianos, que son aquellos que consumen productos de origen vegetal y lácteos y huevos.
- Lácteo-vegetarianos, que excluyen los huevos de su dieta.

- Vegetarianos estrictos o veganos, que consumen exclusivamente alimentos de origen vegetal.

Las dietas veganas y vegetarianas cada vez tienen más adeptos, debido a diversas razones, siendo una de las principales por motivos de salud. Existen dudas sobre si las propiedades saludables que se le atribuyen a este tipo de alimentación se deben a la exclusión de los productos de origen animal, o simplemente al mayor consumo de frutas, verduras y hortalizas y a la exclusión de las carnes procesadas de la dieta. Es destacable también que los individuos vegetarianos suelen preocuparse más por su estado de salud, traducido en menor tabaquismo y alcoholismo y mayor ejercicio físico, por lo que se produce un sesgo de selección (“usuario saludable”), que dificulta la atribución de la mejora en el estado de salud de estas personas a la dieta.

Además, se debe considerar la calidad de la dieta de manera individualizada, ya que estas deberán estar basadas en verduras, frutas y hortalizas, y no en productos procesados destinados a vegetarianos que se comercializan, con cantidades importantes de azúcar y aceites vegetales refinados.

También son muchos los que deciden seguir esta dieta por razones éticas animalistas, o a causa del impacto ambiental que supone el consumo de productos de origen animal. En Estados Unidos se estima que el porcentaje de la población que sigue una dieta vegetariana es del 2,3%, mientras que un 1,4% de la población era vegana, según una encuesta nacional realizada en el año 2006, y en esta misma encuesta se evidencia un interés creciente de este tipo de alimentación (2).

Estas dietas suelen ser etiquetadas como dietas equilibradas y saludables, ya que están basadas en frutas y verduras, granos enteros, legumbres y frutos secos, pero este tema genera controversia en el mundo de la nutrición por las posibles deficiencias en determinados nutrientes que se pueden producir. Miharshahi y col. (2017) en una gran cohorte de población australiana mayores de 45 años, encontraron que no existe un efecto protector independiente asociado a las dietas vegetarianas con respecto a dietas no vegetarianas sobre la tasa de mortalidad total (3).

Burkert y col. (2014), observaron que los vegetarianos poseen una peor salud en general y una peor calidad de vida, una tasa de incidencia de cáncer significativamente más alta que en sujetos con otros hábitos alimenticios, y una mayor necesidad de tratamiento médico que los que siguen otro tipo de dieta (4). También se ha observado que las dietas vegetarianas se relacionan con una menor ingesta energética y un mayor porcentaje energético obtenido de los hidratos de carbono. El IMC parece ser menor en los vegetarianos, sobre todo en veganos, que en omnívoros (5).

En la actualidad, los restaurantes y los supermercados cuentan cada vez con mayor número de opciones vegetarianas y veganas, y en los supermercados se pueden encontrar una gran variedad de productos procesados dirigidos a vegetarianos, como análogos de carne, leches no lácteas o platos vegetarianos que remplazan la carne. La disponibilidad de este tipo de productos, incluyendo los fortificados en nutrientes supone un impacto en la ingesta de nutrientes de los vegetarianos, especialmente en aquellos sensibles a consumirse en menor medida, como el calcio, el hierro, el zinc, la vitamina B12, la vitamina D, la riboflavina y ácidos grasos omega 3. Este hecho ha supuesto una mejora en el estado nutricional de la población vegetariana en comparación con la de hace algunas décadas (3).

3 Objetivos

- Conocer si es posible seguir una dieta vegetariana equilibrada y sin carencias nutricionales, estudiando los nutrientes y micronutrientes que podrían verse más comprometidos.
- Analizar cuáles podrían ser las estrategias para cubrir las deficiencias producidas en los individuos vegetarianos, en caso de que estas se produjesen.

4 Métodos

Para la realización de este estudio se han llevado a cabo diferentes búsquedas bibliográficas utilizando distintas bases de datos científicas con la intención de conseguir la más amplia información respecto al tema de estudio. En concreto, las bases de datos utilizadas han sido PubMed- NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>), BUCea (Biblioteca Complutense;

<http://biblioteca.ucm.es/>), Google Academic (<https://scholar.google.es/>) y ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>).

También se han consultado paginas web de organismos oficiales como la OMS (<https://www.who.int/home>), y manuales digitales de nutrición.

5 Resultados y discusión

5.1 Proteínas

En cuanto a este macronutriente, la Organización Mundial de la Salud recomienda consumir entre 0,8 y 1 gramo de proteína por kilogramo de peso corporal al día, o un 15% de la ingesta energética diaria del individuo (1). Muchos estudios afirman que esta cantidad puede ser insuficiente, especialmente en personas con una elevada actividad física o en deportistas, situando la ingesta recomendada entre 1,8 y 2 gramos de proteína/kg de peso corporal/ día en este grupo poblacional (6). El balance de nitrógeno es el método empleado para la determinación de los requerimientos de proteína, que se basa en que esta es la principal sustancia que contiene nitrógeno en el cuerpo y este debe mantenerse constante en un sujeto sano, considerándose el aumento o la disminución de nitrógeno sinónimo de ganancia o pérdida de proteínas (7).

Alcanzar esta ingesta proteica para los vegetarianos no debería suponer un problema, pero se debe tener en cuenta el concepto de valor biológico de la proteína. Consideramos proteína de alto valor biológico a aquella que posee todos los aminoácidos esenciales (principalmente las de origen animal). Las fuentes de proteínas de origen vegetal suelen ser de un valor biológico menor al carecer de algún aminoácido esencial, por ejemplo, los cereales tienden a ser bajos en lisina. El método estándar empleado para la evaluación de la calidad de la proteína es la puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de las proteínas (8).

Los lacto-ovo-vegetarianos pueden obtener una cantidad suficiente y de calidad de proteínas aprovechando las fuentes lácteas y el huevo, sumado a las fuentes de proteína vegetal. Mientras que, las estimaciones de ingesta diaria de proteína de los vegetarianos estrictos pueden verse aumentadas, en función de las fuentes que utilicen. Los contenidos de lisina y/o metionina son menores en proteínas de origen vegetal que en las de origen

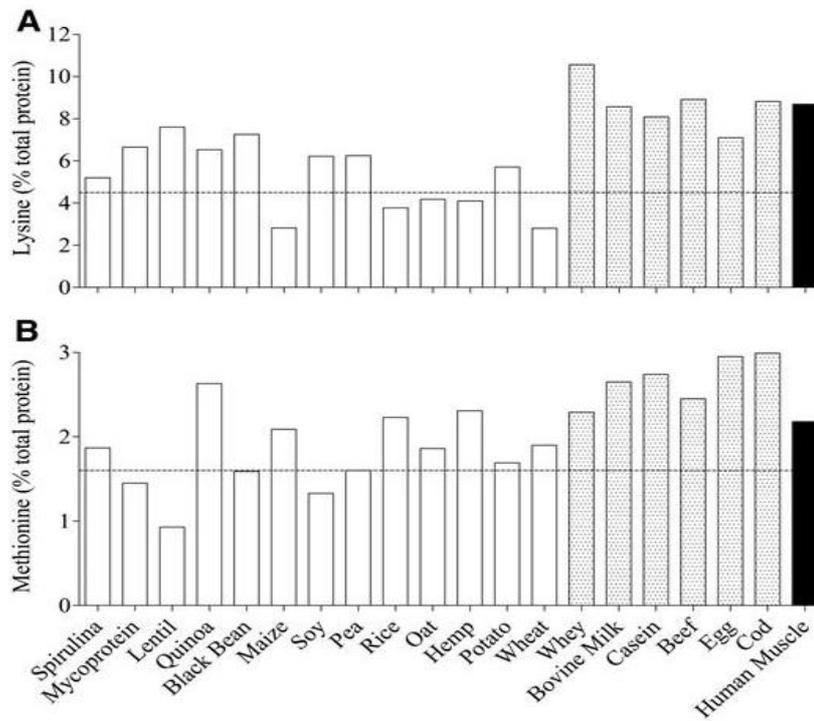
animal (8). La Organización Mundial de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Universidad de las Naciones Unidas (OMS / FAO / UNU), recomiendan una ingesta diaria de lisina de 30 mg/kg de peso corporal/día o 4,5% del contenido de la cantidad total de proteína consumida. Para la metionina las necesidades dietéticas diarias son de 10 mg/kg de peso corporal/día o 1,6% de la proteína total (9).

Algunos cereales como el trigo o el maíz son bajas en lisina, con un 2,8%, y otros como la avena, el cáñamo y el arroz son fuentes de proteínas que también son relativamente bajas en lisina (4,2%, 4,1% y 3,8%, respectivamente). Otras fuentes, como la lenteja y la proteína de soja, que tienen un contenido suficiente en lisina, tienen un contenido de metionina particularmente bajo (de 0,9% y 1,3%).

Las deficiencias que se pueden producir en estos aminoácidos pueden ajustarse combinando alimentos que tengan un aminoácido limitante distinto, sin la necesidad de que esos alimentos sean consumidos simultáneamente, si no a lo largo del transcurso del día.

En la actualidad, han aparecido nuevas fuentes de proteína vegetal distintas a las convencionales. Entre ellas se encuentra la espirulina, un alga acuática que tiene un contenido de lisina del 5,2% y un 2% de metionina. Por otro lado, se deben tener en cuenta algunas semillas oleaginosas o proteínas fúngicas como la micoproteína que tiene un 6,7% de lisina y un 1,5% de metionina. También cabe destacar la quinoa, cuyo contenido de aminoácidos esenciales es alto (39%), y un porcentaje de lisina y metionina del 6,5% y 2,6% respectivamente (8). El contenido en lisina y metionina de diferentes fuentes de proteínas se muestra en la figura 1.

Figura 1: Concentraciones de lisina (A) y metionina (B) de varias fuentes de proteínas. Diferencia entre las fuentes de proteínas de origen vegetal y animal.



Tomada de Vliet y col. (2015) (8).

5.2 Vitamina B12 o cianocobalamina

Es una vitamina hidrosoluble, compuesta por un anillo de corrina y cobalto. Es necesaria, junto con el ácido fólico, para la eritropoyesis, la síntesis y mantenimiento de la vaina de mielina y la síntesis de ácidos nucleicos. Al encontrarse solamente en alimentos de origen animal (carne y pescados, huevos, leche, hígado), los vegetarianos estrictos son población de riesgo para sufrir una deficiencia, que puede dar lugar a una anemia característica denominada “anemia perniciosa” y a la degeneración de las neuronas. Los síntomas clínicos que se pueden producir a causa de esta deficiencia son debilidad, fatiga, estreñimiento, pérdida de peso y de apetito, entumecimiento, hormigueo, depresión, confusión, demencia... La ingesta recomendada para un adulto es de 2 µg, excepto para mujeres en la segunda mitad del embarazo (2,2µg) y mujeres en periodo de lactancia (2,6µg) (10).

Según numerosos estudios, los vegetarianos, y especialmente los vegetarianos estrictos, que no toman suplementación de vitamina B12 ni consumen alimentos fortificados con esta

vitamina, tienen un mayor riesgo de deficiencia. Los estudios que comparan la prevalencia de la deficiencia entre vegetarianos estrictos y vegetarianos, demuestran que esta es mayor en los vegetarianos estrictos (11,12).

Existen algunas fuentes de vitamina B12 de origen vegetal, como son la espirulina, algunas algas o la soja fermentada. Pero según un estudio en el que se analizó la concentración de vitamina B12, empleando HPLC de fase inversa, espectroscopía RMN 1H, espectroscopía ultravioleta-visible y actividad biológica empleando *L. leichmannii*, y estudiando la unión de la vitamina B12 al factor intrínseco, se determinó que la vitamina B12 que poseen estas fuentes es en un porcentaje elevado un análogo inactivo de la B12, pseudovitamina B12, que además puede interferir con la absorción de la B12 real, aumentando los requerimientos de esta (13). También podría enmascarar una deficiencia en los análisis, ya que los más generales no distinguen el tipo de vitamina B12, y un alto nivel de este análogo puede hacer que los valores parezcan normales.

Debido a esto, se emplean otros parámetros indicadores como la homocisteína y el ácido metilmalónico. Los datos nos indican un 52% de deficiencia en individuos veganos analizando la B12, en sangre, que ascienden hasta un 83% y un 68% en veganos y vegetarianos respectivamente, al emplear métodos más fiables. Se ha visto que los vegetarianos que no toman suplementación de vitamina B12, poseen niveles más altos de homocisteína y un mayor riesgo de padecer hiperhomocisteinemia, que se considera un factor de riesgo de enfermedad cardiovascular (14,15).

Otra estrategia para obtener vitamina B12, además de otros minerales como el Zinc y el Yodo, también difíciles de obtener para los veganos, sería el consumo de determinados moluscos como las ostras o los mejillones. Estos, al carecer de la capacidad de movimiento, se encuentran en una zona controvertida, ya que no se conoce exactamente si tienen capacidad de sentir dolor.

5.3 Ácidos grasos ω -3

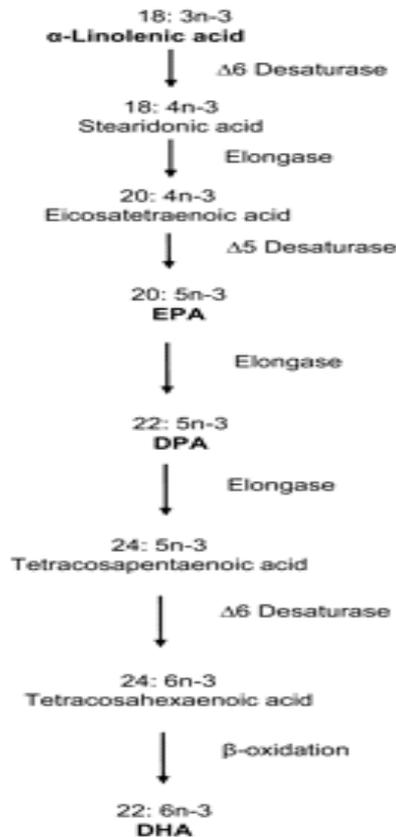
Son ácidos grasos poliinsaturados, es decir, que tienen más de una insaturación. El primer doble enlace está situado junto al tercer átomo de carbono contando desde el metilo terminal de la cadena. Los principales ácidos grasos Omega 3 son:

- **Ácido eicosapentanoico y ácido docosahexaenoico (EPA y DHA):** Se encuentran principalmente en pescados grasos, especialmente de agua fría. Son los que puede utilizar nuestro cuerpo. Presentan propiedades antiinflamatorias y son asociados a la prevención de enfermedades como las cardiovasculares, el cáncer, la artritis reumatoide, la enfermedad intestinal inflamatoria y está relacionado con la neuroprotección.
- **Ácido α -linolenico (ALA):** se encuentra en alimentos vegetales como las semillas de chía, linaza, frutos secos. Para que pueda ser empleado por nuestro cuerpo, debe ser transformado en EPA y DHA.

Los objetivos nutricionales para la población española, recomiendan consumir 2g/día y 0,5-1% del volumen de las calorías totales de ALA, mientras que la suma de EPA + DHA se recomienda que sea de 250 mg al día (FAO/WHO, 2008; SENC, 2011; EFSA, 2012).

Pese a que la conversión de ALA a EPA y DHA se produce en el organismo (figura 2), estudios demuestran que no es muy eficiente, ya que se calcula que la eficiencia de esta conversión es aproximadamente 6% para el EPA, y de 3,8-4% para el DHA, y la eficiencia total de la conversión de ALA a EPA + DHA es aproximadamente del 12%. Además, con una dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados omega 6, esta conversión se reduce en un 40-50%. También se ha encontrado una gran variación entre individuos de la eficiencia del proceso, dependiendo de la genética y dificultando la predicción de la población que puede tener una menor eficiencia de esta conversión. Según estudios, los individuos veganos poseen una mayor eficiencia en este proceso, mientras que las mujeres también poseen una mayor tasa de conversión que los hombres, lo que puede deberse a la menor utilización de ALA para la oxidación beta de los ácidos grasos y la influencia del estrógeno u otros factores hormonales en la eficacia de la conversión (19,20).

Figura 2: Biosíntesis de ácidos grasos omega 3 de cadena larga a partir de ALA



Tomada de Welch y col. (2010) (19).

Una deficiencia de DHA puede causar problemas en recién nacidos, asociándose con discapacidad visual y el retraso del desarrollo cognitivo. En adultos, puede causar problemas en la función neurológica.

Las estrategias para intentar evitar la deficiencia en omega 3 consisten en:

- Controlar la ingesta de AGPI ω 6, ya que un consumo elevado de estos puede reducir la eficiencia de la conversión de ALA a EPA y DHA, considerándose que la relación de omega 6 / omega 3 no debe superar la proporción 4:6. Deben controlarse los alimentos ricos en ácido linoleico, como los aceites vegetales de maíz, canola y girasol, que suelen encontrarse en cantidades considerables en las dietas vegetarianas, e intentar dar prioridad a aceites como el de oliva, coco o aguacate (5).
- Suplementar con EPA/DHA derivada de microalgas, aunque su eficacia se encuentra aún en duda.

5.4 Vitamina D

La vitamina D, colecalciferol (D3), ergocalciferol (D2), tiene una función importante en la mineralización ósea, favoreciendo la absorción intestinal de calcio y fósforo y aumenta su reabsorción renal. Se han descubierto otras funciones relacionadas con el sistema nervioso, el cerebro y el páncreas y un papel preventivo en la prevención de enfermedades crónicas.

Se obtiene de la dieta (pescados grasos, yema de huevo, lácteos, hígado), pero principalmente de la síntesis cutánea mediada por radiación ultravioleta del sol, a partir de un precursor que se encuentra en la piel, el 7-dehidrocolesterol. La ingesta recomendada es de 15 µg/día (excepto para bebés de hasta 12 meses y ancianos mayores de 70 años, que es de 10 µg/día y 20 µg/día respectivamente). Puede ser sintetizado en cantidades suficientes como para cubrir las necesidades, pero en la actualidad, es frecuente su deficiencia, ya sea por una insuficiente exposición al sol o por una ingesta inadecuada. Esta deficiencia da lugar a raquitismo en niños y a osteomalacia en adultos (10).

Outila y col. (2000) en población finlandesa, observaron que los niveles de vitamina D ingeridos en la dieta de los sujetos lactovegetarianos y veganos eran sustancialmente inferiores a los de los omnívoros. También la densidad mineral ósea en la región lumbar era menor en estos individuos (21).

Al ser menor la ingesta de vitamina D, es recomendable que los vegetarianos tengan una suficiente exposición al sol, y en invierno o aquellos que vivan en países en los que no sea suficiente la radiación solar podría ser conveniente la suplementación o la ingesta de productos fortificados con vitamina D, como algunos cereales o bebidas de soja (5).

No existe evidencia clara sobre si la vitamina D2 y la D3 son igual de efectivas para aumentar las concentraciones de 25-hidroxivitamina D, pero algunos estudios parecen indicar que con la D3 se obtienen mejores resultados (22). La vitamina D2 es de origen vegetal, ya que se produce a partir del ergosterol de la levadura, por lo que es aceptable en una alimentación vegana, mientras que la D3 se obtiene a partir del dehidrocolesterol de la lanolina y es de origen animal, no apta para los veganos.

5.5 Vitamina K2

La vitamina K2 o menaquinona, tiene un papel importante en la coagulación sanguínea, y en la síntesis de proteínas óseas y en el metabolismo de proteínas fijadoras de calcio (10). Existen estudios que relacionan la ingesta adecuada de vitamina K con una mayor densidad ósea (23),

promoviendo la carboxilación de la osteocalcina y la mineralización de los osteoblastos. Las fuentes principales son la yema del huevo, el hígado, los lácteos fermentados (especialmente los obtenidos de vacas de pasto) como la mantequilla. También existen algunas fuentes vegetales, como un producto elaborado a partir de soja fermentada denominado natto o el repollo fermentado (chucrut).

5.6 Minerales

5.6.1 Hierro

Se encuentra en nuestro organismo formando parte de la hemoglobina y la mioglobina, ayudando a transportar oxígeno. Puede existir en dos estados iónicos: oxidado o férrico (Fe_{3+}) y ferroso o reducido (Fe_{2+}), lo que permite que actúe como cofactor de enzimas que intervienen en reacciones de oxido-reducción. El hierro puede almacenarse en cierta cantidad en el hígado.

Su deficiencia es una de las más comunes, sobre todo en adolescentes y mujeres en edad fértil, pudiendo dar lugar a anemia ferropénica (10).

En los alimentos, se encuentran dos formas de hierro:

- Hierro hemo: se absorbe de una manera mucho más eficiente (15-40%), y se encuentra en mayor proporción en alimentos de origen animal (sangre, vísceras, carnes rojas, aves y pescados).
- Hierro no hemo: se absorbe en menor cantidad (1-15%), y se encuentra en alimentos de origen vegetal como las legumbres, frutos secos y algunas verduras.

Ambas formas se absorben en proporción logarítmica inversa a las reservas corporales de hierro, sin embargo, se ha visto que la eficiencia de la absorción depende de diversos factores.

La absorción de la forma no hemo del hierro es mayor en personas que poseen unas reservas corporales bajas, mientras que es limitada en personas con unos niveles altos.

La absorción del hierro puede verse potenciada o disminuida por algunos alimentos. Los vegetarianos, al excluir de su dieta carnes y pescados, es probable que consuman una mayor cantidad de legumbres, verduras y granos integrales, lo que puede variar la cantidad de los factores potenciadores o inhibidores. Algunos, como el ácido ascórbico o posiblemente los carotenos, poseen un papel potenciador, pero es poco probable que estos contrarresten la falta de otros potenciadores que se encuentran en la carne y el pescado. También, se produce

un mayor consumo de inhibidores de la absorción del hierro, como el ácido fítico, que se encuentra en cereales y legumbres, y los ácidos tánico y clorogénico presentes en verduras, proteína de soja y una gran variedad de cereales (24).

En un estudio cruzado controlado, Hunt y col. (1999) observaron que las mujeres premenopáusicas que seguían una dieta omnívora absorbieron 3,5 veces más hierro no hemo y 6 veces más hierro total que las que seguían una dieta vegetariana. Pese a los niveles de hierro y las concentraciones de hemoglobina más bajos en la población vegetariana, no se observa una mayor incidencia de anemia por deficiencia de hierro (25).

Las ingestas dietéticas de referencia sugieren que los vegetarianos necesitan un 80% más de hierro en su dieta para compensar la menor biodisponibilidad, estimada en un 10%, frente a un 18% en la dieta occidental mixta.

Esta modificación en el requerimiento podría implicar la necesidad de suplementos de hierro, especialmente en mujeres vegetarianas en edad fértil, pero no se ha apreciado un efecto a corto plazo, y parece producir una disminución de la absorción del hierro dietético. La suplementación debe ser continua para tener una influencia a largo plazo en los niveles de ferritina sérica. También es recomendable separar la ingesta alimentos ricos en polifenoles de las comidas principales (5).

Otra estrategia para aumentar los niveles séricos de ferritina en vegetarianos es mejorar la absorción del hierro modificando la preparación de los alimentos, o la selección y combinación de estos. Por ejemplo, cocinando en utensilios que contengan hierro (especialmente alimentos ácidos que puedan solubilizarlo), consumir alimentos ricos en hierro junto a fuentes de ácido ascórbico, limitar el consumo de café y té por su contenido en fitatos, o emplear métodos de preparación que reduzcan el ácido fítico (por ejemplo, minimizando los niveles de calcio en la fermentación del pan, ya que este inhibe la degradación del fitato asociada con la fermentación y cocción de la levadura) (2,24).

5.6.2 Zinc

Es un mineral muy versátil que se forma parte de numerosas enzimas relacionadas con el crecimiento, la actividad de la vitamina A o la síntesis de enzimas pancreáticos. Es fundamental para el sistema inmune, el crecimiento y el desarrollo.

Se encuentra en muchos alimentos, fundamentalmente ligado a las proteínas. Las carnes rojas, el pescado, la leche y las leguminosas son fuentes de este mineral, y las ostras son especialmente

ricas en Zinc. En los últimos años se ha producido un descenso en la ingesta en España, pero su déficit no es muy común y no presenta manifestaciones clínicas habitualmente, afectando principalmente a personas de edad avanzada (10).

Es posible planificar una dieta vegetariana con un contenido en Zinc adecuado, pero se deben tener en cuenta algunas consideraciones.

La biodisponibilidad del Zinc puede verse afectada por algunos factores. El ácido fítico, como sucedía con el Hierro, es un inhibidor de la absorción; mientras que la proteína refuerza la biodisponibilidad del Zinc, pero los alimentos ricos en proteína de origen vegetal son generalmente ricos en ácido fítico.

En algunos casos como los cereales refinados, que poseen menor cantidad de ácido fítico, no resulta beneficioso priorizar su consumo frente a los integrales, ya que los integrales a pesar de contener más ácido fítico, contienen también una mayor cantidad de Zinc suponiendo esto que la absorción neta sea mayor (casi un 50% más en el pan integral que en el refinado). Otro factor que disminuye la biodisponibilidad del zinc es el nivel alto de calcio (24).

La OMS categoriza las dietas vegetarianas con una relación fitato-zinc de 5-15 como moderadas en la biodisponibilidad del Zinc (30-35%), mientras que las dietas omnívoras cuya fuente de proteínas es principalmente de fuente animal con una proporción fitato-zinc menor de 5, poseen una biodisponibilidad del Zinc del 50-55%. Las dietas basadas en cereales, con la mayor parte de la energía obtenida de alimentos ricos en fitato, y cuyo aporte proteico proviene principalmente de la soja (ratio fitato - zinc mayor de 15), poseen una absorción del zinc del 15%. Los individuos que consumen dietas basadas en vegetales pueden requerir hasta un 50% más de zinc (26).

Escasean los criterios clínicos precisos para calcular el estado nutricional de zinc, aunque se ha observado que los niveles de zinc plasmático y urinario son inversamente proporcionales a la ratio fitato - zinc. Srikumar y col. (1992) encontraron que un grupo de individuos sanos que cambiaba su alimentación a una lacto-ovovegetariana, en los primeros tres meses los niveles de zinc disminuyeron, sin más reducciones en los siguientes nueve meses, lo que sugiere un equilibrio (27).

No hay evidencia clara sobre si la suplementación con Zinc es aconsejable, ya que otros minerales deben ser considerados, como el calcio, que puede reducir la absorción de estos

complementos, o el cobre, cuya absorción podría reducirse tras la suplementación con suplementos de hierro y zinc.

Existen estudios que indican que la calidad del esperma en varones veganos puede verse mermada por una deficiencia de zinc o por un consumo excesivo de soja o de las isoflavonas de la soja (28,29).

5.6.3 Yodo

Se trata de un mineral importante, ya que es esencial como constituyente de las hormonas tiroideas, que regulan la temperatura corporal, la tasa metabólica, la reproducción, el crecimiento, y la función nerviosa y muscular. Se encuentra principalmente en pescados y mariscos, y su contenido en otros alimentos es muy variable (10).

Krajcovicová-Kudlácková y col. (2003), evaluaron la excreción urinaria de yodo en grupos de adultos veganos, vegetarianos y omnívoros (78, 172 y 216 μg de yodo respectivamente), concluyendo que un 25% de los vegetarianos y un 80% de los veganos sufrían deficiencia en yodo, considerada la deficiencia a una excreción de yodo menor de 100 μg (30).

Su deficiencia puede causar la hipertrofia de la glándula tiroides conocida como bocio, y puede alterar el desarrollo fetal.

Esta deficiencia puede deberse a la falta de consumo de las principales fuentes de yodo (pescado y marisco). También, algunos alimentos habituales para los vegetarianos, como las verduras crucíferas, la soja, o el boniato contienen bociógenos naturales, aunque estos alimentos no se han asociado con insuficiencia tiroidea en personas sanas con una ingesta de yodo adecuada (2).

Esta deficiencia se puede evitar consumiendo sal yodada principalmente, y algas marinas, aunque el contenido de yodo en estas es muy variable y puede resultar en una ingesta excesiva de Yodo.

Los lactantes y niños son un grupo de riesgo de deficiencia de yodo, al no consumir sal. Para ellos, la leche materna o leche de fórmula puede cubrir los requerimientos de yodo que se sitúan entre los 100 y 150 $\mu\text{g}/\text{día}$.

Cabe destacar que la sal yodada contiene una cantidad diferente de yodo dependiendo de su origen, por ejemplo, la procedente de Italia proporciona 30 μg de yodo por gramos de sal, mientras que la de E.E.U.U. 45 μg . También, podría ser interesante la suplementación con yodo

aislado de algas marinas (31), así como limitar el consumo excesivo de algas y alimentos con alto contenido en compuestos bociógenos (5).

5.6.4 Calcio

Es el mineral más abundante del organismo. Forma parte de dientes y huesos principalmente, formando parte de su estructura y sirviendo como reserva para mantener una adecuada concentración en la sangre. Su función principal es la formación de tejido óseo y la minimización de su pérdida en personas mayores, previniendo así la osteoporosis.

La ingesta recomendada es de unos 800-1500 mg/día, y las principales fuentes son la leche y sus derivados, pescados pequeños, algunas hortalizas, frutos secos y legumbres. La ingesta de aguas con alto contenido en calcio también puede contribuir al aporte total (10).

Iguacel y col. (2018) observaron que los vegetarianos, sobre todo los veganos, poseen una menor densidad ósea y un mayor riesgo de fractura que aquellos individuos que siguen una dieta omnívora (32).

La biodisponibilidad de las fuentes varía, siendo la leche y sus derivados los que presentan una mayor absorción. El contenido en oxalatos y fitatos de los alimentos es inversamente proporcional a la absorción de calcio, por ello algunas fuentes vegetales con alto contenido en oxalatos como la espinaca o las judías, poseen un porcentaje de absorción del calcio relativamente bajo. Otras fuentes como las coles, el brócoli o el kale, con bajo contenido en oxalatos, poseen una mayor biodisponibilidad del calcio.

La alta ingesta de sal puede influir negativamente en los niveles de calcio, debido a que el sodio y el calcio comparten sistemas de transporte en el túbulo proximal. Dietas con elevado contenido en sodio provocan un aumento en la excreción de calcio urinario. Sin embargo, las frutas y verduras ricas en potasio y magnesio producen una carga alcalina renal que disminuye la resorción de calcio óseo y disminuye su pérdida en orina (2,33).

Otro componente que produce un efecto negativo en el equilibrio del calcio es la ingesta de proteína. Parece ser que a medida que aumenta la ingesta de proteínas aumenta la excreción de calcio por una disminución de la reabsorción tubular. Duplicar la ingesta proteica produce un aumento del 50% de la excreción de calcio urinaria. El perfil de los aminoácidos de la proteína ingerida puede intervenir también en este efecto calciurético: se ha observado que los aminoácidos azufrados aumentan la acidez de la orina por el sulfato generado, haciendo que se excreten mayores cantidades de calcio. En cualquier caso, reducir la ingesta proteica no es una

estrategia interesante en vegetarianos, debido a que es uno de los nutrientes a tener en cuenta por un posible déficit. La cafeína parece también tener un efecto calciurético, pero este hecho solo ha sido encontrado con el consumo de elevadas cantidades de cafeína (33).

Pese a que es posible planificar una dieta vegana cumpliendo con la ingesta recomendada de calcio, podría ser interesante una suplementación con sales de calcio y elegir alimentos vegetales con calcio de elevada biodisponibilidad o alimentos fortificados con estas, o incluso consumir algunas sales como el citrato malato de calcio, que poseen una absorción mayor que la leche. Por lo tanto, la suplementación con 300 mg de calcio a través de estas sales aporta la misma cantidad de calcio que un vaso de leche aproximadamente (5,34).

5.7 Creatina

La fosfocreatina es el combustible principal del sistema anaeróbico, por lo que unos niveles adecuados beneficiarán a deportistas, pero también se ha demostrado que mejora el control de la glucosa en diabéticos, que previene la pérdida de masa muscular y la debilidad ósea en personas mayores, y una mejora en la capacidad cognitiva, en el estado de ánimo en casos de fatiga por insomnio, y una reducción de los síntomas de la depresión.

Aunque existe una producción endógena de creatina (aproximadamente 1 gramo), la carne y el pescado son las principales fuentes. Por lo tanto, y sabiendo que es uno de los suplementos con más evidencia de efectividad y seguridad, podría considerarse beneficiosa la ingesta de monohidrato de creatina en la población vegetariana, que será más susceptible a la mejora del rendimiento cognitivo y físico al tener unos niveles menores (35,36,37). La dosis recomendada está establecida en aproximadamente 0,08 g por kilogramo de peso corporal.

6 Conclusiones

- Una dieta vegetariana, en general, puede cumplir los requerimientos nutricionales de un individuo. Pese a ello, algunas deficiencias son más prevalentes en individuos vegetarianos que en omnívoros.
- En mujeres embarazadas y lactantes, en mujeres premenopáusicas y en ancianos y niños vegetarianos es más probable que se produzcan deficiencias en nutrientes como la vitamina B12 o D, y minerales como el Calcio el Zinc o el Hierro.
- El diseño de la dieta debe tener en cuenta factores que pueden aumentar el requerimiento de un nutriente, como el valor biológico de la proteína y los inhibidores de la absorción

de determinados minerales. Puede ser beneficioso el uso de suplementos nutricionales o alimentos fortificados de vitamina B12, vitamina D, hierro y calcio.

7 Bibliografía

- 1- Organización Mundial de la Salud: *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. fomento del consumo mundial de frutas y verduras*. Disponible en: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>
- 2- Craig W.J., Mangels A.R., Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets. *J Am Diet Assoc.* 2009; 109: 1266-1282.
- 3- Miharshahi S., Ding D., Gale J., Allman-Farinelli M., Banks E., Bauman A. E. Vegetarian diet and all-cause mortality: Evidence from a large population-based Australian cohort - the 45 and Up Study. *Prev Med.* 2017; 97: 1-7.
- 4- Burkert N. T., Muckenhuber J., Großschädl F., Rásky E., Freidl W. Nutrition and health - the association between eating behavior and various health parameters: a matched sample study. *PLoS one.* 2014; 9(2).
- 5- García-Maldonado E., Gallego-Narbón A., Vaquero M.P. ¿Son las dietas vegetarianas nutricionalmente adecuadas? Una revisión de la evidencia científica. *Nutr Hosp* 2019; 36 (4): 950-961
- 6- Phillips, S. M., Van Loon, L. J. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *J Sports Sci.* 2011; 29 (1): 29–38.
- 7- Young V.R., Fajardo L., Murray E., Rand W.M., Scrimshaw N.S., Protein Requirements of Man: Comparative Nitrogen Balance Response within the Submaintenance-to-maintenance Range of Intakes of Wheat and Beef Proteins. *J Nutr.* 1975; 105 (5): 534-542,
- 8- Vliet S., Burd N.A., Loon L., The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. *J Nutr.* 2015; 145 (9): 1981–1991.
- 9- WHO/FAO/UNU. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2007; 935: 1-265
- 10- Carbajal A. Manual de Nutrición y Dietética. Universidad Complutense de Madrid. 2013 [acceso: 13/04/2020] Disponible en: <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/manual-de-nutricion> y en E-prints: <http://eprints.ucm.es/22755/>
- 11- Pawlak R., Lester S., Babatunde T. The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of literature. *Eur J Clin Nutr.* 2014; 68: 541–548.
- 12- Gilsing AM, Crowe FL, Lloyd-Wright Z, et al. Serum concentrations of vitamin B12 and folate in British male omnivores, vegetarians and vegans: results from a cross-sectional analysis of the EPIC-Oxford cohort study. *Eur J Clin Nutr.* 2010;64(9):933-939.
- 13- Watanabe F., Katsura H., Takenaka S., Fujita T., Abe K., Tamura Y., et al. Pseudovitamin B12 is the predominant cobamide of an Algal Health food, spirulina tablets. *J. Agric. Food Chem.* 1999; 47: 4736-4741
- 14- Bissoli L., Di Francesco V., Ballari, A., Mandragona R., Trespidi R., Brocco G. et al. Effect of vegetarian diet on homocysteine levels. *Ann Nutr Metab.* 2002; 46(2): 73–79.
- 15- Herrmann W., Schorr H., Obeid R., Geisel J. Vitamin B-12 status, particularly holotranscobalamin II and methylmalonic acid concentrations, and hyperhomocysteinemia in vegetarians. *Am J Clin Nutr.* 2003; 78 (1): 131–136.
- 16- Objetivos Nutricionales para la población española Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) 2011. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2011;17(4):178-199.
- 17- Dietary Recommendations on Total Fat & Fatty Acids. FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, 10-14 November, 2008, WHO, Geneva.
- 18- European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). *EFSA Journal.* 2012;10(7):2815.
- 19- Welch A., Shaky-Shrestha S., Lentjes M., Wareham N.J., Khaw K.T., Dietary intake and status of n–3 polyunsaturated fatty acids in a population of fish-eating and non-fish-eating meat-eaters, vegetarians, and vegans and the precursor-product ratio of α -linolenic acid to long-chain n–3 polyunsaturated fatty acids: results from the EPIC-Norfolk cohort. *Am J Clin Nutr.* 2002; 92 (5): 1040–1051,
- 20- Conversion efficiency of ala to dha in humans. The Source for Objective Science-based DHA/EPA Omega-3 Information[internet].
- 21- Outila T. A., Kärkkäinen M. U., Seppänen R. H., Lamberg-Allardt C. J. Dietary intake of vitamin D in premenopausal, healthy vegans was insufficient to maintain concentrations of serum 25-hydroxyvitamin D and intact parathyroid hormone within normal ranges during the winter in Finland. *J Am Diet Assoc.* 2000; 100(4): 434–441.
- 22- Wilson L. R., Tripkovic L., Hart K. H., Lanham-New S. A. Vitamin D deficiency as a public health issue: using vitamin D2 or vitamin D3 in future fortification strategies. *Proc Nutr Soc.* 2017; 76(3): 392–399.

- 23- Oshihara, Y., Hoshi, K. Vitamin K2 enhances osteocalcin accumulation in the extracellular matrix of human osteoblasts in vitro. *J Bone Miner Res.* 1997; 12(3): 431–438.
- 24- Hunt J.R. Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am J Clin Nutr.* 2003; 78 (3): 633–639
- 25- Hunt J.R., Roughead Z.K. Nonheme-iron absorption, fecal ferritin excretion, and blood indexes of iron status in women consuming controlled lactoovo vegetarian diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69 (5): 944–952.
- 26- World Health Organization. Trace elements in human nutrition and health. Geneva: WHO, 1996.
- 27- Srikumar T.S., Johansson G.K., Öckerman P.A., Gustafsson J.A., Åkesson B., Trace element status In healthy subjects switching from a mixed to a lactovegetarian diet for 12 mo. *Am J Clin Nutr.* 1992; 55(4): 885–890.
- 28- Colagar A. H., Marzony E. T., Chaichi, M. J. Zinc levels in seminal plasma are associated with sperm quality in fertile and infertile men. *Nutr. Res.* 2009; 29(2): 82–88.
- 29- Chavarro J.E., Toth T.L., Sadio S.M., Hauser R. Soy food and isoflavone intake in relation to semen quality parameters among men from an infertility clinic. *Hum Reprod.* 2008; 23 (11): 2584–2590,
- 30- Krajcovicová-Kudláčková M., Bucková K., Klimes I., Seboková E. Iodine deficiency in vegetarians and vegans. *Ann Nutr Metab.* 2003; 47(5): 183–185.
- 31- Baroni L., Goggi S., Battaglino R., Berveglieri M., Fasan I., Filippin D., et al. Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers. *Nutrients.* 2018; 11(1): 5.
- 32- Iguacel I., Miguel-Berges M.L., Gómez-Bruton A., Moreno L.A., Julián C. Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev.* 2019; 77 (1): 1–18.
- 33- Weaver C.M., Proulx W.R., Heaney R. Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70 (3): 543–548.
- 34- Brogren M., Savage G.P. Bioavailability of soluble oxalate from spinach eaten with and without milk products. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2003; 12(2): 219–224
- 35- Blancquaert L., Baguet A., Bex T., Volkaert a., Everaert I., Delanghe J. et al. Changing to a vegetarian diet reduces the body creatine pool in omnivorous women, but appears not affect carnitine and carnosine homeostasis: A randomised trial. *Br J Nutr.* 2018; 119 (7): 759-770.
- 36- Benton D., Donohoe R. The influence of creatine supplementation on the cognitive functioning of vegetarians and omnivores. *Br J Nutr.* 2011; 105 (7): 1100-1105.
- 37- Burke D.G., Chilibeck, P.D.; Parise G. Candow, D., Mahoney, D., Tarnopolsky M. Effect of Creatine and Weight Training on Muscle Creatine and Performance in Vegetarians. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35 (11):1946-1955.