

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN A LA NUTRICIÓN

- 1.1. Definición de nutrición
- 1.2. Macronutrientes
 - 1.2.1. Hidratos de carbono
 - 1.2.2. Proteínas
 - 1.2.3. Grasas
- 1.3. Micronutrientes
 - 1.3.1. Vitaminas
 - 1.3.2. Minerales
- 1.4. Otros compuestos
 - 1.4.1. Fibra
 - 1.4.2. Compuestos bioactivos
 - 1.4.3. Introducción a las toxinas alimentarias

1.1. DEFINICIÓN DE NUTRICIÓN

La **nutrición** es la ciencia que estudia todos los procesos a partir de los cuales el organismo recibe, transforma y utiliza las sustancias químicas presentes en los alimentos que son indispensables para el funcionamiento, crecimiento y el desarrollo del organismo. Es un proceso involuntario e inconsciente, similar en todos los individuos, cuyos cambios se deben al proceso evolutivo.

Estos procesos están relacionados con la absorción, digestión, metabolismo y excreción de los nutrientes y compuestos bioactivos. Además, hay otros procesos a nivel molecular donde la nutrición juega un papel clave a nivel regulador y metabólico, especialmente mediado por enzimas, vitaminas, minerales, aminoácidos, glucosa, hormonas, etc.

En cambio, la **alimentación** es la forma de proporcionar al organismo los alimentos indispensables para el mantenimiento y desarrollo del organismo. Es un proceso voluntario, consciente y depende de los hábitos dietéticos del individuo. Por lo tanto, la **dietética** es la ciencia que estudia las relaciones entre alimentación, nutrición y salud para ocuparse de la relación de los alimentos que se deben ingerir en función

de las condiciones de la persona, tanto si son necesidades ordinarias como si son requerimientos especiales debido a una enfermedad.

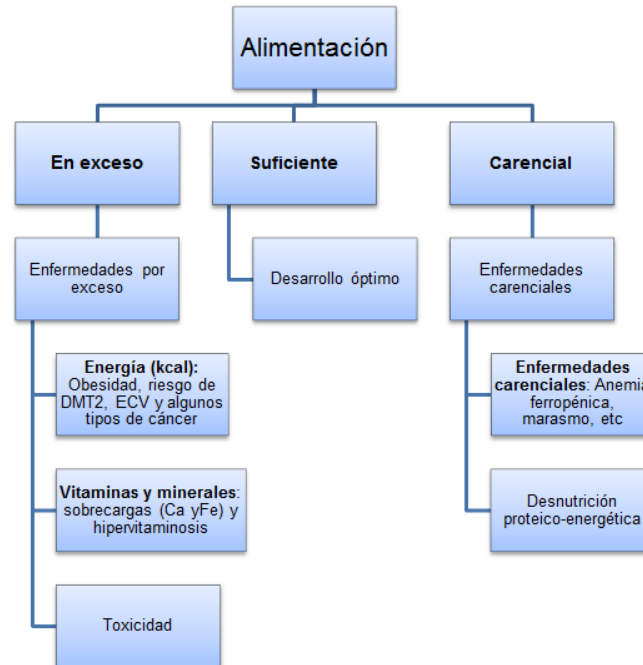


Figura 1: Enfermedades asociadas a la alimentación

La alimentación es saludable cuando favorece el buen estado de salud y disminuye el riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con ella. La investigación epidemiológica ha demostrado una estrecha relación entre la alimentación y el riesgo para desarrollar estas enfermedades crónicas caracterizadas por una elevada morbimortalidad, especialmente las enfermedades crónicas no transmisibles (enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus tipo 2, algunos tipos de cáncer, etc.). Además, las principales causas de mortalidad están relacionadas con factores de riesgo evitables, como la alimentación, la obesidad, el sedentarismo, el tabaquismo y el consumo de alcohol. En concreto, 5 de los 10 factores de riesgo identificados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como claves para el desarrollo de enfermedades crónicas están estrechamente relacionados con la alimentación y el ejercicio físico (colesterol total elevado, obesidad, sedentarismo, hipertensión arterial y consumo insuficiente de frutas y verduras).

En relación con la **enfermedad cardiovascular**, incluyendo la diabetes mellitus tipo 2, el sobrepeso y/u obesidad, sedentarismo y una alimentación rica en grasas saturadas se ha asociado a mayor incidencia y complicaciones asociadas. Por lo tanto,

una alimentación saludable e incremento de los niveles de actividad física se traducirán en una reducción del riesgo.

En cuanto al **cáncer**, el exceso de peso y/o obesidad, el sedentarismo, un consumo insuficiente de frutas y verduras y un consumo excesivo de alcohol se han asociado a mayor riesgo de algunos tipos de cáncer. Sin embargo, en la alimentación encontramos factores protectores a nivel celular que están asociados al desarrollo del cáncer:

- Las **vitaminas** tienen un papel regulador a nivel celular, especialmente en los procesos de proliferación y diferenciación celular, además de la síntesis y reparación del DNA. Además, presentan función antioxidante y reguladora del sistema inmunológico.
- Los **compuestos bioactivos** de la dieta, como los polifenoles, carotenoides, compuestos sulfurados, etc., también presentan principalmente funciones antioxidantes y antiinflamatorias, aunque también tienen un papel regulador sobre la expresión génica.

1.2. MACRONUTRIENTES

1.2.1 HIDRATOS DE CARBONO

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía (kcal) de la dieta, representando entre un 50 y un 60% de las kcal ingeridas a lo largo del día en población adulta sana. Sin embargo, no son los nutrientes que aportan más energía (4 kcal por cada gramo).

La ingesta de hidratos de carbono es indispensable para un correcto funcionamiento del organismo, ya que muchos órganos sólo obtienen energía a partir de la glucosa. Entre ellos se encuentra el cerebro. Por ese motivo, en ausencia de ingesta de hidratos de carbono, nuestro organismo es capaz de sintetizar glucosa a nivel hepático a partir de otros nutrientes, especialmente de los aminoácidos.

Las recomendaciones generales de hidratos de carbono oscilan entre 55-60% para población adulta sana, según la OMS. Este porcentaje puede verse modificado en función de la actividad física del individuo. En este sentido, la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), indica que su consumo se debe graduar en función del nivel de actividad física. Sin embargo, es importante destacar que la evidencia científica actual sobre enfermedad cardiovascular, incluyendo manejo del peso

corporal y la diabetes tipo 2, cada vez recomienda una menor ingesta de hidratos de carbono (entre un 45-50% de las kcal totales al día).

Los hidratos de carbono se clasifican en dos grupos principales:

1. Hidratos de carbono complejos
2. Azúcares simples

Los **hidratos de carbono complejos** incluyen moléculas de cadena muy larga que precisan procesos digestivos complejos para su absorción. Por lo tanto, tienen una absorción lenta a nivel intestinal y su efecto sobre la glucemia postprandial es moderado. Dentro de este grupo se encuentra el almidón, el glucógeno, la celulosa y las pectinas. Tanto el almidón como el glucógeno son la forma en la que se almacena la glucosa en el organismo. El almidón es la forma de almacenamiento de las plantas y el glucógeno de los animales. Por otro lado, la celulosa y las pectinas forman parte de la conocida fibra dietética.

La fibra dietética tiene como peculiaridad que se metaboliza y se absorbe parcialmente. De hecho, se ha descrito que 1 gramo de fibra aporta 2 kcal. Además, su ingesta es altamente recomendada debido a los beneficios a nivel sistémico y gastrointestinal y su papel sobre la microbiota intestinal. La fibra dietética aumenta la viscosidad intraluminal por la formación de una matriz que modifica la absorción de nutrientes, y que es capaz de cambiar la velocidad de vaciamiento gástrico (teniendo un efecto de saciedad) y la velocidad de absorción de nutrientes (glucosa, colesterol y ácidos biliares). Esto tiene efectos directos sobre el índice glucémico/carga glucémica de los alimentos y sobre los niveles de colesterol sanguíneo, en ambos casos disminuyéndolos. Además, la fibra dietética modula algunos aspectos intrínsecos de los alimentos que intervienen en la sensación de saciedad:

- Disminución de la densidad energética
- Disminución de la palatabilidad
- Aumento de la masticación

Uno de los efectos más interesantes de la fibra se da a nivel de intestinal. La fibra dietética, concretamente la fibra soluble o fermentable, tiene un efecto prebiótico porque favorece el crecimiento de bacterias beneficiosas y probióticas en el colon. Estas bacterias, principalmente *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, metabolizan este tipo de fibra dando como productos ácidos grasos de cadena corta (AGCC): butirato, propionato y acetato.

A nivel local, la formación de estos AGCC hace disminuir el pH luminal, creando un ambiente protector que inhibe el crecimiento de bacterias disbióticas y preserva la integridad del epitelio intestinal. Por ello, el consumo de fibra dietética se ha relacionado con una disminución de ciertas enfermedades, entre ellas el cáncer de colon.

A nivel sistémico, los ácidos grasos de cadena corta se asocian con una disminución de la lipólisis y la liberación de ácidos grasos libres, regulación del metabolismo de la glucosa y, por tanto, la secreción de insulina, cuyo efecto puede prevenir a la larga la aparición de enfermedades como la Diabetes Mellitus tipo 2. Por último, a nivel renal los ácidos grasos de cadena corta se asocian a una disminución de la síntesis de renina. La renina forma parte del eje renina-angiotensina aldosterona, sistema que regula la presión arterial. Por tanto, estos ácidos grasos contribuyen al control de la presión arterial.

En el caso de los **azúcares simples**, incluyen todos los monosacáridos, disacáridos u oligosacáridos que son rápidamente metabolizados y absorbidos a nivel intestinal. Esta rápida absorción se traduce en un aumento rápido de la glucemia postprandial. Ejemplos de estos azúcares simples serían la sacarosa, lactosa, fructosa, glucosa, etc.

Es importante destacar en el caso de los azúcares simples que no se deben confundir con los azúcares añadidos. A lo largo de este curso veremos la importancia de ambos en el etiquetado.

Algunos ejemplos de alimentos ricos en hidratos de carbono complejos serían los cereales como el arroz, la pasta, el pan y derivados, legumbres y frutas. En el caso de los azúcares simples, el azúcar de mesa, la fruta y sus derivados como zumos, confituras o mermeladas o la miel.

1.2.2. LÍPIDOS

Los lípidos son los nutrientes que más energía aportan: 9 kcal por cada gramo. Sin embargo, representan entre un 25-30% de la ingesta calórica diaria total. Los lípidos además de la función energética tienen funciones reguladoras y estructurales. En este sentido, es imprescindible la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados esenciales, especialmente durante la etapa de crecimiento y envejecimiento.

En el caso de los bebés, se debe asegurar una ingesta óptima de derivados del omega-3, especialmente eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), para asegurar un correcto desarrollo cognitivo. Además, diversos estudios epidemiológicos

han observado que una correcta ingesta de estos ácidos grasos se asocia a una menor incidencia de enfermedades relacionadas con la inflamación, como la enfermedad cardiovascular.

Las recomendaciones generales de lípidos oscilan entre el 25-35% de las kcal totales al día para población sana adulta, según la OMS. Sin embargo, este porcentaje de ingesta de lípidos totales se ve aumentado en poblaciones donde la principal fuente de grasa es el aceite de oliva virgen extra (AOVE) o los frutos secos, como en el caso de los países Mediterráneos.

La evidencia científica actual sugiere que la calidad de los ácidos grasos es más importante que la cantidad de grasa total. En este sentido, se postula que reducir la ingesta de grasas no saludables tiene un efecto sobre la salud más significativo que reducir la ingesta de grasa total.

Los lípidos se clasifican en función de la estructura química de su cadena hidrocarbonada:

1. Ácidos grasos saturados
2. Ácidos grasos monoinsaturados
3. Ácidos grasos poliinsaturados
4. Ácidos grasos *trans*

Los **ácidos grasos saturados** se caracterizan por ser cadenas de carbono unidas por enlaces simples. Se recomienda un consumo bajo de este tipo de grasas debido a que un consumo excesivo se asocia a mayor riesgo cardiovascular. Se recomienda no exceder la ingesta más de un 10% de las kcal totales del día de ácidos grasos saturados. Los ácidos grasos saturados se encuentran principalmente en los productos lácteos y derivados como la mantequilla, las carnes rojas y procesadas y los alimentos ultraprocesados como patatas chips, dulces, bollería industrial, etc.

Hay que puntualizar que, a pesar de que se conoce que los ácidos grasos saturados constituyen un factor de riesgo de enfermedad cardiovascular porque su consumo hace aumentar los triglicéridos y colesterol LDL en plasma favoreciendo la formación de placas de ateroma, algunos de ellos no tienen este efecto negativo sobre la salud.

Es el caso del ácido caproico, caprílico y caprico que se encuentran mayoritariamente en productos lácteos.

Los **ácidos grasos monoinsaturados** se caracterizan por presentar un doble enlace en la cadena de carbonos. El ácido graso más representativo de este grupo es el

ácido oleico (C18:1), conocido también como omega-9. Este ácido graso es el mayoritario en el aceite de oliva. Este alimento es la fuente de grasa principal de la dieta en los países Mediterráneos. El consumo de ácido oleico se ha asociado a mejoras en el perfil lipídico, especialmente con reducciones de los niveles de colesterol LDL, además de presentar efecto hipotensor.

Los **ácidos grasos poliinsaturados** se caracterizan por presentar varios dobles enlaces en la cadena de carbonos. Existen dos familias principales dentro de estos tipos de ácidos grasos: los derivados de omega 3, cuyos ácidos grasos presentan el primer doble enlace en el carbono 3; y los omega 6, cuyo primer doble enlace se encuentra en el carbono 6. Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados hay dos esenciales, es decir, que no somos capaces de sintetizar y por ello los tenemos que obtener a partir de la dieta. Estos ácidos esenciales son el ácido linolénico (derivado del omega 3) y ácido linoleico (derivado omega 6). Estos ácidos grasos se encuentran principalmente en el pescado azul y los frutos secos. La OMS especifica una ingesta recomendada para cada tipo de ácidos grasos poliinsaturados. En el caso de los ácidos derivados del omega 3, deben representar entre 1-2% de las kcal diarias. Para los ácidos derivados del omega 6, deben representar entre 5-8% de las kcal diarias. Una de las acciones directas de los ácidos grasos poliinsaturados está relacionada con la producción de eicosanoides. Los eicosanoides son sustancias generadas a partir de los lípidos de membrana por la acción de enzimas en situaciones de inflamación. En función del tipo de grasa poliinsaturada (serie omega 3 y serie omega 6) se sintetizan eicosanoides muy pro-inflamatorios o poco pro-inflamatorios. Por ejemplo, el ácido araquidónico (omega 6) da lugar a eicosanoides (prostaglandinas y tromboxanos) muy pro-inflamatorios, proagregantes y vasoconstrictores, teniendo efectos negativos para la salud. En cambio, el ácido eicosapentaenoico (omega 3) da lugar a eicosanoides poco pro-inflamatorios, antiagregantes y vasodilatadores, con efectos positivos en la salud. Por ello, el equilibrio omega 6/omega 3 es muy importante.

Los **ácidos grasos trans** son ácidos grasos insaturados con enlaces en configuración *trans*, mientras que generalmente los ácidos insaturados presentan dobles enlaces en configuración *cis*. Estos dobles enlaces se producen principalmente cuando la grasa se somete a procesos de hidrogenación.

La hidrogenación es un proceso químico que se suele emplear en la industria alimentaria para solidificar aceites. Un claro ejemplo del proceso de hidrogenación es la margarina, que se obtiene a partir de hidrogenar aceites vegetales. Las grasas *trans* proporcionan a los alimentos sabores muy agradables y palatables, por lo que

su uso en la industria alimentaria se ha extendido, especialmente en los productos ultraprocesados. Sin embargo, su consumo se asocia a mayor riesgo de enfermedad cardiovascular e incluso meta-análisis recientes han asociado su consumo a una mayor mortalidad. La OMS recomienda una ingesta mínima de grasas *trans* inferior al 1% de las kcal diarias ingeridas. Este tipo de ácidos grasos se encuentra principalmente en la bollería industrial, snacks, margarina, alimentos precocinados, etc.

1.2.3. PROTEÍNAS

Las proteínas son cadenas de aminoácidos con funciones imprescindibles como asegurar la síntesis de enzimas reguladoras, además de la síntesis de masa muscular. Las proteínas aportan la misma energía que los hidratos de carbono (4 kcal por cada gramo). Igual que sucede con los ácidos grasos poliinsaturados, hay 9 aminoácidos esenciales que se obtienen solo por la dieta: leucina, isoleucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, histidina, treonina y triptófano.

La OMS recomienda que la ingesta de proteínas oscile entre 0.8 a 1.2 g de proteína por cada kg de peso corporal por día, en función de los objetivos nutricionales y requerimientos del individuo. Generalmente, estos g de proteína por kg de peso corporal se traduce entre un 10 a 15% de las kcal ingeridas por día. Sin embargo, es importante destacar que esta ingesta suele ser superior en la población general, incluso en dietas basadas en plantas o incluso vegetarianas estrictas (como el veganismo).

Una de las posibles clasificaciones de las proteínas se hace en función de la cantidad de aminoácidos esenciales que su cadena lineal contiene:

1. Proteínas de alto valor biológico
2. Proteínas de bajo valor biológico

Las proteínas de **alto valor biológico** son las que contienen todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales. Se recomienda que la ingesta de proteína sea principalmente de este tipo (mínimo 0.8 g de proteína por kg de peso). Las proteínas de alto valor biológico provienen principalmente de los alimentos de origen animal como el pescado, la carne, los lácteos y los huevos, aunque la soja y sus derivados también presentan un perfil de aminoácidos de alto valor biológico.

Las proteínas de **bajo valor biológico** son las que no contienen todos los aminoácidos esenciales, ya sea uno o varios. Este tipo de proteínas son las que se encuentran principalmente en los alimentos vegetales como las legumbres y los

cereales. Sin embargo, la mezcla de ingredientes que se da cuando elaboramos un plato o una comida facilita que se compense entre los alimentos los aminoácidos limitantes. En este sentido, una alimentación estrictamente vegetal no tiene por qué comprometer la calidad de la proteína siempre y cuando haya un buen asesoramiento nutricional que permita la complementación de los aminoácidos limitantes de los alimentos.

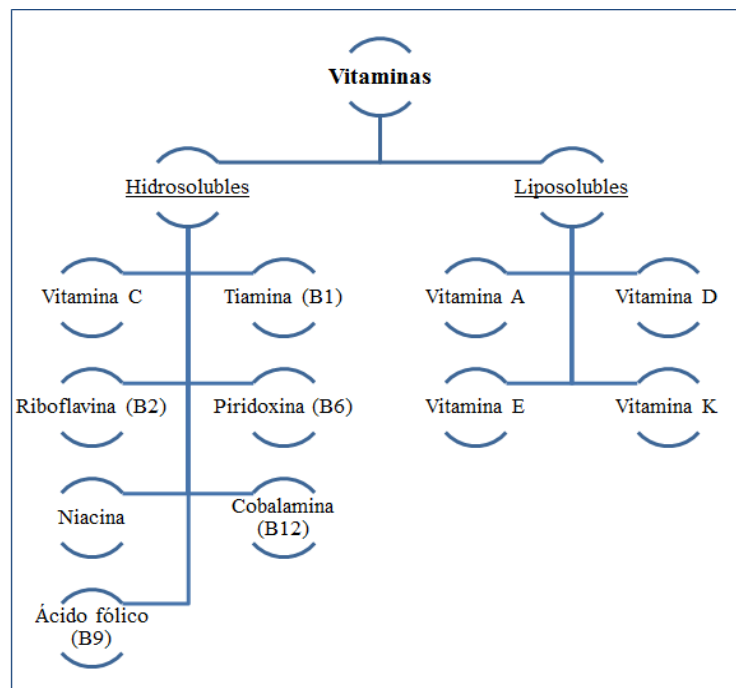
1.3. MICRONUTRIENTES

Los micronutrientes incluyen las vitaminas y los minerales y se caracterizan porque el organismo no los puede sintetizar y son esenciales, en pequeñas cantidades, por ello se deben ingerir a través de la dieta.

1.3.1. VITAMINAS

Las vitaminas son sustancias orgánicas que existen en los alimentos y que, en cantidades muy pequeñas, son necesarias para el perfecto equilibrio de las diferentes funciones vitales. Las vitaminas se clasifican en función de su solubilidad en agua (hidrosolubles) o en lípidos (liposolubles).

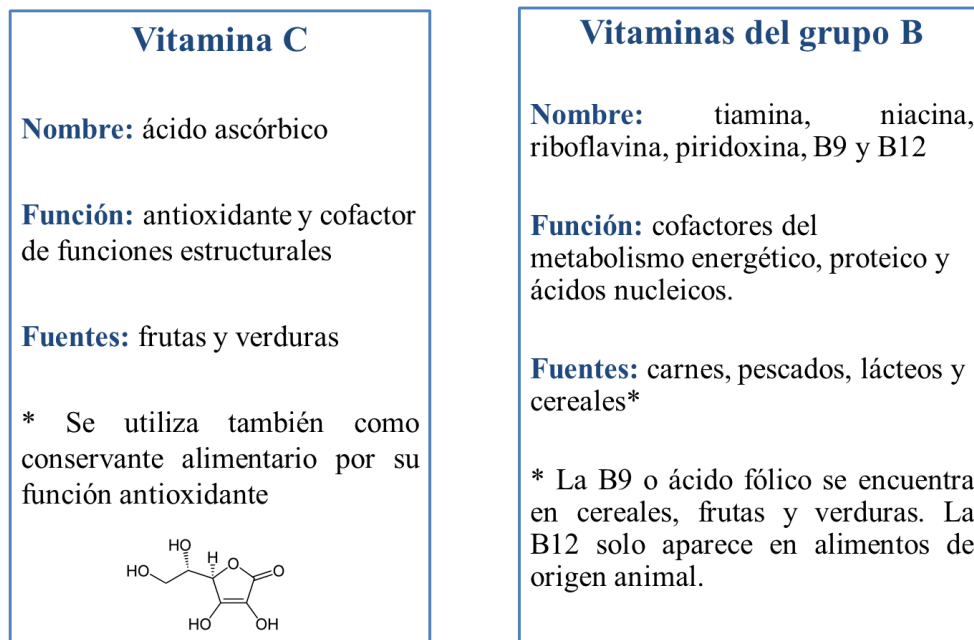
Figura 2: Clasificación de las vitaminas



A continuación, presentamos un breve resumen de cada vitamina sobre sus fuentes y principales funciones:

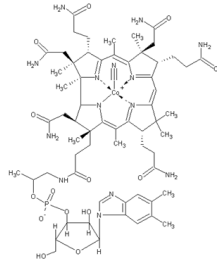
Las vitaminas **hidrosolubles** se excretan por orina y no se almacenan en el organismo, a excepción de la vitamina B12. Además, es importante destacar que las vitaminas hidrosolubles son sensibles a las técnicas de cocción ya que procesos como el hervido se traducirá en una disminución del contenido de este tipo de vitaminas ya que pasarán al líquido de cocción.

Figura 3: Resumen sobre las principales vitaminas hidrosolubles



Vitamina B12

Absorción: necesita de un factor segregado por la mucosa gástrica. Condiciones de la patología digestiva, envejecimiento, hipertiroidismo, lactancia o con el uso de alguno fármacos.

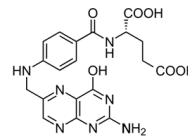


Vitamina B9

Nombre: ácido fólico

Función: Síntesis de ADN, especialmente en la última etapa de desarrollo fetal con el cierre del tubo neural.

Fuentes: vegetales de hoja verde crudos, frutas desecadas, vísceras y cereales enriquecidos.



Las vitaminas **liposolubles** suelen estar presentes en alimentos ricos en grasa o aceites y suelen almacenarse en el hígado o el tejido adiposo. Debido a que se almacenan, la ingesta de estas vitaminas no debe ser excesiva, ya que existe riesgo de hipervitaminosis.

Figura 4: Resumen sobre las vitaminas liposolubles

Vitamina A

Provitaminas: Carotenoides

Función: coenzima para los bastones para asegurar la visión, regulación de la transcripción genética (estado de las mucosas, reproducción, inmunidad, metabolismo óseo) y gran poder antioxidante.

Déficit: xeroftalmia: sequedad conjuntiva → problemas corneales y de iris. Infecciones recurrentes por debilidad de mucosas y sistema inmune

Fuentes: frutas, verduras, vísceras, lácteos y huevos → zanahoria y hígado

Vitamina D

Metabolismo: 1º síntesis en la piel y 2ª en el hígado

Función: regula el metabolismo del Calcio, favoreciendo su uso para la formación de masa ósea. También se le atribuyen acciones sobre el sistema inmune.

Déficit: raquitismo, osteoporosis o osteomalacia

Fuentes: Aceite de hígado de bacalao, pescado azul, huevo, mantequilla, lácteos enteros → fuentes insuficientes.

Vitamina E

Provitaminas: Tocoferol

Función: gran acción antioxidante, sobretodo limitando la acción de radicales libres y la oxidación lipídica

Déficit: baja ingesta se asocia con mayor riesgo CV y algunos tipos de cáncer

Fuentes: aceite de oliva, frutas, verduras, carnes, pescado, huevos, cereales y harinas integrales

Vitamina K

Provitaminas: K1 (vegetal), K2 (animal) y K3 (sintética)

Función: interviene directamente sobre la coagulación de la sangre.

Déficit: no hay una cantidad diaria recomendada y no se suelen producir déficits

Fuentes: Propia síntesis en nuestra microbiota. Vegetales de hoja verde, aceites vegetales, legumbres, cereales integrales, vísceras, lácteos, carnes.

1.3.2. MINERALES

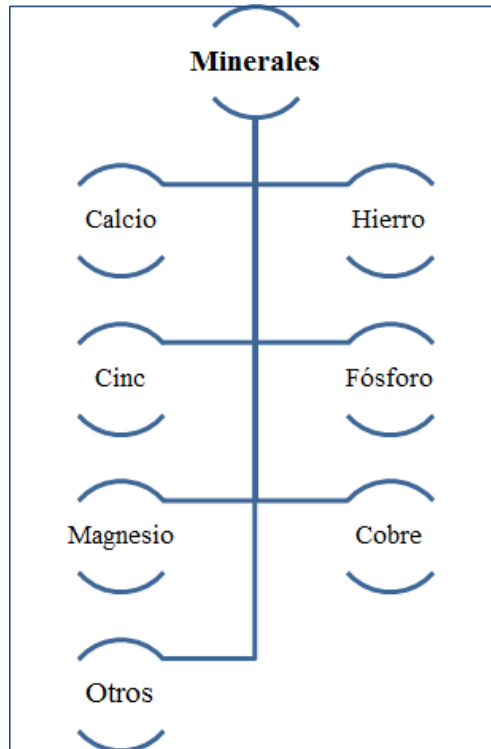
Los minerales se clasifican en función de su presencia en los diferentes tejidos.

1. Elementos principales o Macrominerales
2. Microminerales u oligoelementos

Los **macrominerales** o elementos principales se encuentran en gran proporción en los tejidos corporales y su ingesta es >100 mg/día y representan aproximadamente un 0.05% del peso corporal total. Estos minerales son principalmente el calcio, el fósforo, magnesio, azufre, cloro, sodio y potasio.

En cambio, en el caso de los **microminerales** u oligoelementos se requieren ingestas muy pequeñas para cubrir los requerimientos y su ingesta no debe superar los 100 mg/día. Estos minerales son principalmente el zinc, cobalto, cobre, cromo, flúor, hierro, selenio, yodo y manganeso.

Figura 5: Resumen de los principales minerales



Las funciones de los minerales son principalmente estructurales, reguladoras y funcionales.

- Función estructural: Ca, P y Mg son la base estructural del tejido óseo y los dientes y S forma parte de la queratina.
- Función funcional: Na, K, Cl, Ca, P y Mg actúan principalmente sobre el metabolismo celular, desarrollo inmunitario, contracción y relajación muscular, sinapsis neuronal, mantenimiento del ritmo cardíaco, salud ósea, antioxidante y mantenimiento del pH sanguíneo.
- Función reguladora: actúan a nivel de cofactores enzimáticos, hormonales y de regulación de la expresión génica.

A continuación, presentamos un breve resumen de cada mineral sobre sus fuentes y principales funciones:

Figura 6: Resumen sobre los principales minerales

Calcio	Magnesio
Recomendación: 900 mg/día	Recomendación: 300 mg/día
Función: constituye el hueso y las dientes. Participa en la función muscular e impulso nervioso, cofactor enzimático de la permeabilidad de las membranas	Función: constituye el hueso y las dientes. Cofactor enzimático de síntesis proteica y energética. Participa en el impulso nervioso.
Inhibidores: Oxalatos, fibratos	Inhibidores: Oxalatos, fibrato y fibra dietética
Fuentes: lácteos, verduras* y pescados pequeños de los que se consume su espina.	Fuentes: cacao, cereales, frutos secos y verduras

* Las verduras de hoja verde como la espinaca, el canónigo y la rúcula, además de otras crucíferas (col, coliflor, brócoli, etc.) son una fuente dietética de calcio. Sin embargo, es importante destacar que el calcio presente en las verduras tiene una biodisponibilidad menor comparado con otras fuentes dietéticas.

Fósforo	Hierro
Recomendación: 3-4 mg/día	Recomendación: 9-18 mg/día
Función: constituye el hueso y las dientes. Participa en el equilibrio de pH sanguíneo y forma parte de la estructura de proteínas y CH. Forma parte de las moléculas energéticas (ATP) y participa en la actividad nerviosa y muscular	Función: transporte de oxígeno (hemoglobina) y cofactor de enzimas que participan en rutas metabólicas.
Fuentes: alimentos proteicos como la carne, pescado, huevo, leche y bebidas refrescantes.	Inhibidores: Oxalatos, fitatos, P, Ca, polifenoles y fibra dietética → Vitamina C favorece su absorción
	Fuentes: carnes, pescados (Hiero hemo) legumbres, vegetales (Hiero no hemo = baja disponibilidad)

1.4. OTROS COMPUESTOS

1.4.1. FIBRA

La fibra es un tipo de hidrato de carbono no digerible ni absorbible. Está formado principalmente por lignina y polisacáridos vegetales, cuyos polisacáridos incluyen celulosas, pectinas, gomas, mucílagos y almidón resistente principalmente.

La fibra se clasifica principalmente según sus propiedades fisicoquímicas en:

- Fibra soluble
- Fibra insoluble

La **fibra soluble** se caracteriza por formar soluciones viscosas en agua. Estas estructuras son básicamente las peptinas, gomas, hemicelulosas, etc. La fibra soluble también se denomina fibra **fermentable**, ya que se produce una fermentación total en el intestino con la consecuente producción de compuestos con efectos beneficiosos para la salud: propionato, butirato y acetato.

Las principales fuentes de fibra fermentable son las verduras, las frutas, las legumbres y los cereales como la avena y la cebada. La fibra soluble se caracteriza por presentar la capacidad de retener agua a nivel de tracto gastrointestinal superior, por lo que aumenta la viscosidad del bolo alimenticio, lo que permite **enlentecer el vaciado gástrico**. Este enlentecimiento del vaciado gástrico aumenta la sensación de **saciedad** y la distensión abdominal, por lo que la fibra tiene un papel importante sobre la regulación de la sensación de hambre.

También se ha observado que la fibra soluble dificulta la digestión enzimática, por lo que se puede ver comprometida la digestión y absorción de algunos nutrientes. El efecto metabólico más descrito respecto al consumo de fibra es la **reducción del pico glucémico postprandial** cuando la comida es rica en fibra. Este efecto modulador de la glicemia se traduce en una menor liberación de insulina.

Otros efectos sobre la absorción de nutrientes asociados a la fibra soluble se ven principalmente mediados por la dificultad de emulsionar las grasas y dificultar la acción de las lipasas. Este efecto se traduce en una menor absorción de sales biliares, por lo que se aumenta la eliminación fecal de colesterol y ácidos biliares. De hecho, una ingesta de fibra se asocia a un efecto **hipolipemiante**, especialmente una reducción de los niveles de colesterol total y colesterol LDL.

Por último, se ha observado que la fibra soluble tiene un **efecto prebiótico** gracias a que son polisacáridos principalmente fermentables por lo que su ingesta se asocia a mayor masa bacteriana y diversidad de la microbiota intestinal.

La **fibra insoluble** se caracteriza por no formar soluciones viscosas y dificultar la absorción de agua a nivel intestinal. Estas estructuras son básicamente la lignina y las celulosas. Sus características estimulan el peristaltismo, especialmente acelerando el tránsito intestinal y, generalmente, la ingesta de esta fibra se asocia con cierto efecto **laxante**.

En resumen, la ingesta de fibra se asocia a diversos beneficios:

- Estimula la salivación ya que los alimentos ricos en fibra precisan mayor masticación.
- El aumento del volumen del bolo alimenticio aumenta la sensación de saciedad.
- El aumento de viscosidad también retrasa el vaciado gástrico.
- Su ingesta interfiere en la absorción de los macronutrientes, especialmente de hidratos de carbono y lípidos.
- Dificulta la absorción de ácidos biliares por lo que se interrumpe la circulación entero-hepática de estos.
- La fibra insoluble proporciona volumen fecal y mejora el tránsito intestinal.
- La parte de fibra fermentada por la microbiota del colon genera ácidos grasos de cadena corta, cuya producción se asocia con un menor riesgo de cáncer de colon.

Por el contrario, una baja ingesta de fibra se asocia a efectos nocivos sobre la salud:

- Estreñimiento, especialmente crónico, se asocia a mayor riesgo de diverticulitis, apendicitis, hernias de hiato, hemorroides y un riesgo incrementado de sufrir cáncer de colon.
- Alteración de la microbiota intestinal y poca actividad de fermentación bacteriana, por lo que hay una baja producción de ácidos grasos de cadena corta. Una baja producción de ácidos de cadena corta se asocia a mayor riesgo de cáncer de colon.

En la siguiente tabla se resumen los principales efectos sobre la salud en función de la ingesta de fibra:

Alta ingesta de fibra	Baja ingesta de fibra
↓ Estreñimiento	Estreñimiento: Enfermedades por hiperpresión: apendicitis, diverticulosis, hernia de hiato, hemorroides, varices
Control de peso	Riesgo de dislipemia
Se asocia a menor riesgo de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Dislipemia ○ Diabetes ○ Enfermedades cardiovasculares ○ Cáncer de colon 	Dieta rica en grasas y proteínas y baja en fibra se asocia a mayor riesgo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Cáncer gastrointestinal (principalmente colon) ○ Aterosclerosis ○ Obesidad ○ Diabetes tipo 2

Tabla 1: Adaptada de la European Food Safety Authority (EFSA).

1.4.2. COMPUESTOS BIOACTIVOS

Los **compuestos bioactivos** son componentes de los alimentos que influyen en la actividad celular y los diferentes mecanismos fisiológicos y su ingesta se asocia a beneficios para la salud. Es importante destacar que estos compuestos bioactivos no son nutrientes. Se encuentran principalmente en alimentos de origen vegetal como las frutas, hortalizas, cereales integrales, frutos secos y legumbres. Al no ser nutrientes, para los compuestos bioactivos no existen límites de ingesta recomendados para la población. Los compuestos bioactivos se clasifican en tres grupos:

1. Terpenoides
2. Compuestos fenólicos
3. Compuestos sulfurados

Varios estudios epidemiológicos han descrito la relación entre la ingesta de compuestos bioactivos con la prevención de varias enfermedades, especialmente enfermedades crónicas no transmisibles como la enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial, algunos tipos de cáncer (especialmente mama, próstata y colon), enfermedades neurodegenerativas, inflamatorias, obesidad, diabetes, osteoporosis, degeneración macular asociada a la edad, etc. En conjunto, la ingesta

de estos compuestos se asocia con una mejor calidad de vida y un envejecimiento saludable.

Entre los mecanismos de acción por los cuales los compuestos bioactivos presentan beneficios sobre la salud destaca principalmente la acción **antioxidante**, aunque se postulan diversos mecanismos involucrados como la modulación de la expresión génica, inducción de la muerte celular, protección del ADN, modulación del perfil lipídico, estimulación del sistema inmune, efecto antiinflamatorio, actividad antimicrobiana, entre otros. Todos estos mecanismos se traducen en efectos sobre la salud como antiinflamatorio, anticancerígeno, antibacteriano, antitrombótico, inmunomodulador, antihipertensivo, hipocolesterolemiante, hipoglucémico, etc.

En la siguiente tabla se resumen los principales componentes bioactivos de los alimentos y fuentes alimentarias:

Componente	Efecto sobre la salud	Fuente dietética
Terpenoides		
Carotenoides	Anticancerígeno, antioxidante y hipocolesterolemiante	- β -caroteno: hortalizas y frutas de color naranja y verduras de hoja verde oscuro - Licopeno: tomate, sandía, pimiento rojo, etc.
- β -caroteno		
- Licopeno		
- Xantofilas		
Fitoesteroles		
	Hipocolesterolemiante: 2g al día reducen el colesterol LDL	Aceites vegetales como el de maíz, soja y oliva, cereales, legumbres, frutos secos y hortalizas.
Compuestos fenólicos		
Polifenoles	Anticancerígeno, antimicrobiano, antioxidante, inmunomodulador, antiinflamatorio, antihipertensivo e hipoglucemiante	Frutas y derivados, verduras, vino, café, té, cacao, especias, etc.
- Flavonoides		
- Estilbenos		
- Lignanós		
- Ácidos fenólicos		

Compuestos azufrados

Glucosinolatos	Anticancerígeno, antimicrobiano, antioxidante, inmunomodulador, antiinflamatorio, antihipertensivo, hipocolesterolemia y digestivo	Repollo, coliflor, brócoli, coles de Bruselas, lombarda, ajo, cebollas y mostaza
----------------	---	---

Tabla 1: Adaptada de Saura-Calixto F, et al. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2009 y Casas R, et al. *Int J Mol Sci* 2018.

1.4.3. INTRODUCCIÓN A LAS TOXINAS ALIMENTARIAS

Es importante destacar la presencia de compuestos de la dieta nocivos que se denominan xenobióticos. Los **xenobióticos** son compuestos que no están naturalmente presentes en los alimentos si no que son compuestos que se forman a partir de reacciones químicas debido a la cocción o técnicas de tecnología alimentaria para su conservación y/o transformación.

Existen diversos compuestos, pero en este módulo nos vamos a centrar en tres grupos de compuestos y un tipo de toxina alimentaria cuya ingesta se asocia con enfermedades crónicas, especialmente el cáncer.

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PHA) y aminas heterocíclicas (AHC)
- Nitrosaminas
- Micotoxinas

Los **hidrocarburos aromáticos policíclicos (PHA)** y **aminas heterocíclicas (AHC)** son grupos de compuestos de diversa estructura química que son producto de combustiones. En el caso de la alimentación, estos compuestos se generan durante cocciones a elevadas temperaturas, especialmente en contacto directo con la llama o el fuego como les el caso de la barbacoa, los ahumados, la brasa y la leña. Este tipo de compuestos se crean cuando el alimento que se somete a estas cocciones contiene un elevado contenido en grasas y proteínas, ya que determinados aminoácidos son más susceptibles a presentar este tipo de alteraciones. Por eso, se

recomienda evitar el consumo de carnes y derivados cárnicos cocinados con estas técnicas de cocción ya que algunos de estos productos, como el benzopireno, ha sido clasificado por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) como agente carcinógeno para los humanos.

Actualmente existen límites máximos para distintas categorías de alimentos recogidos en los reglamentos de seguridad alimentaria por lo que respecta al contenido máximo de hidrocarburos aromáticos policíclicos en los productos alimenticios, estando prohibida la venta e incluso su uso como ingrediente en otros alimentos de los productos cuyo contenido de PHAs supere los límites máximos establecidos en la legislación.

Las **nitrosaminas**, también nombradas como N-nitrosaminas, se encuentran de forma natural en el agua y en algunos alimentos, especialmente en la cerveza, pescado y derivados, carnes y quesos. Las cocciones a temperaturas elevadas como las frituras y algunos alimentos conservados que utilizan como conservante los nitritos pueden contener nitrosaminas.

Actualmente, la normativa europea regula la cantidad de nitritos que se pueden utilizar en los alimentos como conservante, principalmente en los productos cárnicos. Se reconocen las nitrosaminas como sustancias tóxicas por su capacidad mutagénica y cancerígena, ya que se ha observado que su ingesta puede aumentar el riesgo de algunos tipos de cáncer en humanos.

Actualmente, cuando se añaden nitritos se añade también vitamina C para evitar la transformación de nitritos a N-nitrosaminas.

Por último, las **micotoxinas** son compuestos químicos, producto del metabolismo secundario de algunas especies de hongos cuyas toxinas pueden crecer sobre ciertos alimentos en determinadas condiciones de humedad y temperatura. Su ingesta supone un riesgo serio para la salud humana como animal.

Existe una amplia variedad de micotoxinas, aunque las intoxicaciones más comunes se deben a las aflatoxinas, cuya exposición se relaciona con el cáncer de hígado. La OMS considera la aflatoxina B1 como carcinógeno. Las aflatoxinas son producidas principalmente por el hongo del género *Aspergillus*, siendo responsable de intoxicaciones masivas con producción de hepatitis aguda en India, Sudeste Asiático y África. El principal riesgo de las aflatoxinas es que resisten a las temperaturas de cocción habituales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Generalitat de Catalunya: Pequeños cambios para comer mejor [Internet]. [cited 2021 Feb 19]. Available from: https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio_salut/alimentacio_saludable/02Publicacions/pub_alim_salu_tothom/Petits-canvis/La-guia-peq-cambios-castella.pdf
2. Aranceta-Bartrina J, Partearroyo T, López-Sobaler AM, Ortega RM, Varela-Moreiras G, Serra-Majem L, et al. Updating the food-based dietary guidelines for the Spanish population: The Spanish society of community nutrition (senc) proposal [Internet]. Vol. 11, Nutrients. MDPI AG; 2019 [cited 2021 Feb 19]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31694249/>
3. Dietary Guidelines for Americans [Internet]. [cited 2021 Feb 19]. Available from: <https://www.dietaryguidelines.gov/>
4. Reformulación del pan (AECOSAN) [Internet]. [cited 2021 Feb 19]. Available from: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/subseccion/reformulacion_pan.htm