

## 12. Otros componentes bioactivos

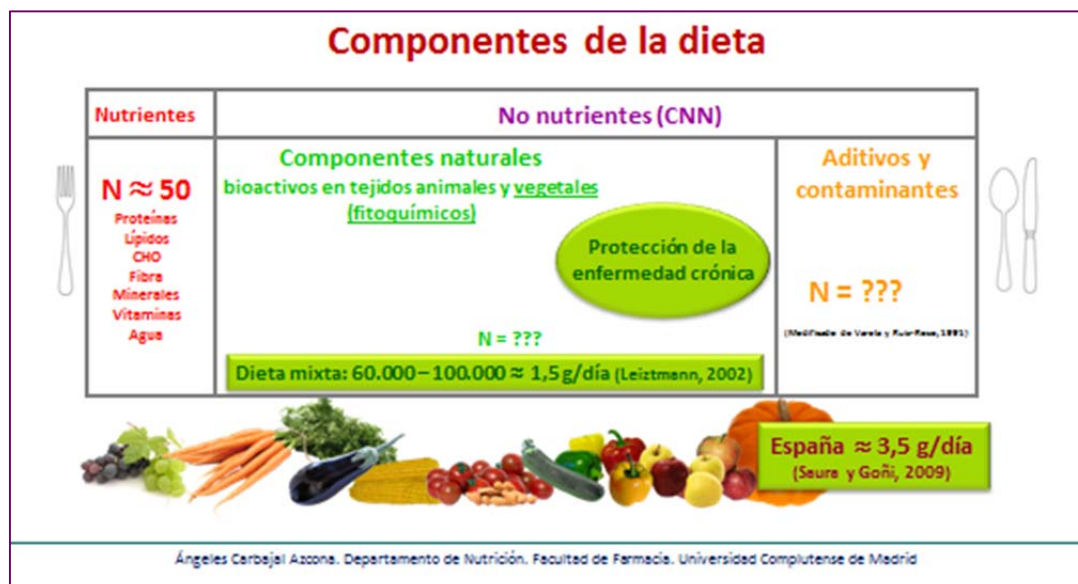
Además de la fracción nutritiva formada por macronutrientes, minerales y vitaminas, los alimentos contienen una fracción no nutritiva, mucho más numerosa y que a su vez está constituida por dos partes:

- Componentes no naturales: aditivos y contaminantes.
- **Componentes naturales de los alimentos de origen animal y vegetal.**  
Los alimentos de origen animal, además de los nutrientes conocidos, también aportan sustancias bioactivas (p.e. AG n-3 de pescados, CLA de carne de rumiantes, péptidos de lácteos, luteína de yema de huevo, ..), pero son los vegetales los que sintetizan una plétora de sustancias (fitoquímicos), muchas de las cuales son fisiológicamente activas cuando se consumen y pueden jugar un importante papel como factores de protección frente al estrés oxidativo y a la carcinogénesis (licopeno en tomates; alium en el ajo y la cebolla; luteína en vegetales de hoja verde; limoneno en los cítricos; resveratrol en las uvas, etc.). Estos componentes (aromas, pigmentos, etc.) tienen papeles específicos en el crecimiento y supervivencia de las plantas y además le proporcionan sus características sensoriales y organolépticas (color, olor, textura, sabor, aroma, etc.).

### Sustancias bioactivas:

“Componentes de los alimentos que influyen en la actividad celular y en los mecanismos fisiológicos y con efectos beneficiosos para la salud”

Se estima que una dieta mixta puede contener entre 60.000 y 100.000 componentes bioactivos distintos, potencialmente efectivos para reducir el riesgo de enfermedades crónicas. Estos miles de componentes se caracterizan por su ubicuidad en el reino vegetal y generalmente se encuentran agrupados en los alimentos y sólo en raras ocasiones un determinado bioactivo se localiza específicamente en un pequeño grupo o familia vegetal, como es el caso de los glucosinolatos de las crucíferas. De ahí la importancia del consumo variado de este amplio grupo de alimentos vegetales.



Todos estos componentes bioactivos, además de los nutrientes, están ampliando el concepto de dieta prudente y saludable y pone de relieve la importancia de considerar la dieta en su conjunto, como un todo, sin tratar de aislar los alimentos y sus componentes y teniendo en cuenta las posibles interacciones entre ellos. De aquí han surgido los conceptos de “*food synergy*” y “*Capacidad antioxidante de la dieta*”.

### Food synergy

Proceso por el que componentes de los alimentos, nutrientes y no nutrientes, identificados o no, trabajan conjuntamente:

- Tomate consumido entero: mayor protección en cáncer de próstata (CP) que el suplemento de licopeno.
- Brecol + tomate: mayor protección en CP que cada alimento por separado.
- Extractos de manzana: mayor capacidad antioxidante y antiproliferativa que vitamina C sola.
- Efecto sinérgico anticancerígeno de quercetina + catequinas + resveratrol + curcumina.

### Capacidad antioxidante de la dieta

Suma de los potenciales antioxidantes de los diferentes componentes de los alimentos (vitaminas, polifenoles, carotenoides y otros compuestos minoritarios).


Se ha definido la Dieta Mediterránea como aquella equivalente al consumo diario de 3.500 unidades de antioxidantes ('equivalentes trolox'). En esta nueva definición complementaria de Dieta Mediterránea se considera también, además de la relación AGM/AGS y de la ingesta de fibra, el consumo de fitosteroles (370 - 555 mg/día).

Los principales componentes bioactivos se pueden clasificar en tres grandes grupos: terpenoides (carotenoides y esteroides); compuestos fenólicos (flavonoides como los fitoestrogenos o la quercetina, el flavonoide más habitual en la dieta) y los compuestos azufrados. En conjunto, en España, la ingesta diaria total se estima en unos 1,5 – 3,5 gramos y la Dieta Mediterránea puede ser una referencia muy útil para definir cuantitativa y cualitativamente una mezcla sustancias bioactivos naturales de origen dietético.

La ingesta media de nutrientes antioxidantes es de unos 100 mg/día. Sin embargo, la ingesta de fitoquímicos con actividad antioxidante supera los 1000 mg/día.

### Pléthora de fitoquímicos bioactivos

- **Terpenoides (varios miles):**
  - Carotenoides:
    - Carotenos:  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno, licopeno
    - Xantofilas: luteína, zeaxantina
  - Fitosteroles (>250):
    - Esteroles y estanoles
    - $\beta$ -sitosterol, estigmasterol, campesterol
- **Compuestos fenólicos (>8.000):**
  - Ácidos fenólicos simples (ác. gálico, p-cumárico, clorogénicos, cafeico, ferúlico, ...)
  - Polifenoles:
    - Flavonoides (>5.000) [quercetina, kamferol, catequinas, miricetina, luteolina, cianidina, hesperidina, isoflavonas (genisteína, daidzeína)]
    - Estilbenos (resveratrol)
    - Curcuminooides (curcumina)
    - Taninos
    - Lignanós (principal fuente de fitoestrogenos en occidente)
- **Compuestos azufrados:**
  - De aliáceas (dialilsulfuro, ..)
  - Glucosinolatos (>120) (isotiocinato, sulforafano, I3C)



Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Alimento	Fitoquímicos
Frutas, verduras y hortalizas muy pigmentadas (zanahorias, tomates, espinacas, brécol,..)	β-caroteno, Licopeno, Luteína,..
Cítricos	Limoneno, Compuestos fenólicos,..
Ajo, cebolla, puerros	Diallil sulfuro, Allil-metil trisulfuro,..
Brécol, repollo, coliflor, coles de Bruselas	Ditioliones, Isotiocianatos, Sulfurofano, Indoles (Indol-3-carbinol),..
Uvas, vino	Polifenoles,..
Soja	Inhibidores de la proteasa, Fitosteroles, Isoflavonas, Saponinas,..
Frutas, avena, soja	Ácido cafeico, Ácido ferúlico,..
Cereales	Ácido fítico,..
Trigo, avena, soja	Fitosterina,..
Frutas, verduras, hortalizas, té, orégano	Flavonoides (incluyendo quercetina),..




Color	Compuesto fitoquímico	Frutas y hortalizas
Verde	Glucosinolatos	Brócoli, col
Naranja	Alfa y beta-caroteno	Zanahoria, mango, calabaza
Rojo	Licopeno	Tomate
Rojo oscuro -morado	Antocianinas	Uvas, moras, frambuesas, arándanos
Naranja-amarillo	Criptoxantina, Flavonoides	Melón francés, melocotón, papaya, naranja, mandarina
Amarillo-verde	Luteína y zeaxantina	Espinaca, maíz, aguacate, melón
Verde	Clorofila (fuente de Mg)	Hortalizas de color verde

Haber, D., Soverman, A. (2001). Applying Science to Changing Dietary Patterns. American Institute for Cancer Research 11th Annual Research Conference on Diet, Nutrition and Cancer.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Ajo, cebolla, ....

### Hierbas y especias



9 Antioxidant activity of common dried herbs and spices.<sup>42</sup>

>2000 bioactivos

Common name	Botanical name	Antioxidant activity*
Clove	<i>Syzygium aromaticum</i>	465.3 mmol/100 g
Oregano	<i>Origanum vulgare</i>	137.5 mmol/100 g
Cinnamon	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	98.4 mmol/100 g
Peppermint	<i>Mentha piperita</i>	78.5 mmol/100 g
Thyme	<i>Thymus vulgaris</i> L.	74.6 mmol/100 g
Rosemary	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	66.9 mmol/100 g
Marjoram (sweet)	<i>Origanum majorana</i>	55.8 mmol/100 g
Basil	<i>Ocimum basilicum</i> L.	30.9 mmol/100 g
Ginger	<i>Zingiber officinale</i>	22.5 mmol/100 g
Dill	<i>Anethum graveolens</i>	15.9 mmol/100 g
Curry	<i>Murraya koenigii</i> L.	13.0 mmol/100 g
Chives	<i>Allium schoenoprasum</i>	7.1 mmol/100 g
Parsley	<i>Petroselinum crispum</i>	3.6 mmol/100 g
Coriander	<i>Coriandrum sativum</i> L.	3.3 mmol/100 g
Vanilla seeds	<i>Vanilla planifolia</i>	2.6 mmol/100 g
Garlic	<i>Allium sativum</i> L.	2.1 mmol/100 g

\* Mean total antioxidant activity per 100 g. [Tapsell, 2006]

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Aunque disponemos de una abundante información científica sobre ellos, todavía quedan muchas preguntas: ¿Son nutrientes?, ¿Cuánto necesitamos?, ¿Dónde se encuentran?, ¿En qué cantidad?, ¿Cuál es su biodisponibilidad?, ... Y tampoco se conocen los efectos específicos y los mecanismos de acción.

Con respecto a su **biodisponibilidad** (cantidad realmente absorbida, metabolizada y utilizada), se han observado grandes diferencias. Los antioxidantes, por su naturaleza y función, son susceptibles a la oxidación y esto puede limitar su estabilidad durante el almacenamiento, procesado o digestión del alimento. De los pocos datos disponibles, los flavonoides parecen presentar una baja biodisponibilidad, algo mayor para isoflavonas o flavanonas. Muchos fitoquímicos están presentes en el alimento como precursores, pero deben hidrolizarse previamente para ser absorbidos. Los sistemas enzimáticos responsables de esta hidrólisis pueden condicionar su biodisponibilidad. Para muchos flavonoides la biodisponibilidad es mayor porque pueden ser metabolizados por la flora intestinal dando ácidos fenólicos simples activos. De esta forma, el colon es potencialmente una fuente de bioactivos que pueden actuar local o sistémicamente. En el caso de los carotenoides (bioactivos liposolubles), también el tratamiento culinario, el troceado y la adición de pequeñas cantidades de aceite u otras grasas aumenta la cantidad absorbible. La biodisponibilidad del licopeno de los tomates aumenta con el calor prolongado. A pesar de su similitud estructural con el colesterol, los fitosteroles presentan una absorción muy baja (0,4-3,5%) comparada con el colesterol (50%). La biodisponibilidad de los glucosinolatos depende en gran medida de la manipulación del alimento (troceado, masticación cocción). Cuando esto ocurre, la acción de la enzima mirosinasa, transforma los glucosinolatos en los compuestos activos: isotiocianatos (p.e. sulforafano), tiocianatos e índoles que son los responsables de su sabor y olor característicos cuando se cocinan. El tratamiento culinario afecta en gran medida al contenido del principio activo pues el calor prolongado puede destruir la enzima y limitar considerablemente (30-60%) la transformación de glucosinolatos en isotiocianatos, transformación que puede producirse posteriormente por acción de la flora bacteriana. Sin embargo, cuando las crucíferas se consumen ralladas y crudas, la ingesta de sulforafano es mucho mayor. El tratamiento ligero en microondas y al vapor también permite optimizar la biodisponibilidad del bioactivo.

Se ha descrito su papel en la prevención de numerosas enfermedades (ECV, enfermedad coronaria, infarto cerebral, HTA, diferentes tipos de cáncer (gastrointestinal, próstata, mama, ..), enfermedades neurodegenerativas, inflamatorias, oculares (DMAE, cataratas), obesidad, diabetes, osteoporosis, longevidad ("*lifespan essential*"), etc.).

Además de su importante **acción antioxidante** (a través de mecanismos como secuestro de radicales libres, inhibición de la producción de peróxido de hidrógeno, activación de mecanismos de defensa endógenos (catalasa, superóxido dismutasa, ..), quelación de metales, etc.), otros muchos mecanismos biológicamente plausibles pueden ser responsables de su efecto protector:

- Modulación de la expresión genética (y su repercusión en el metabolismo)
- Destoxificación de cancerígenos (activación de sistemas enzimáticos de Fase I y II).
- Inducción de muerte celular (apoptosis/supresión de mitosis)
- Protección del ADN
- Modificación de la comunicación celular
- Modificación del perfil hormonal (p.e. niveles de hormonas esteroideas)
- Modulación del perfil lipídico
- Estimulación del sistema inmunitario
- Efecto antiinflamatorio
- Efectos sobre la hemostasia
- Efecto hipocolesterolémico
- Efecto hipotensor
- Actividad antimicrobiana, Etc.