

## TEMA 2: NIVEL ATÓMICO: BIOELEMENTOS.

### 1.-BIOELEMENTOS: TIPOS.

Se puede determinar, aplicando técnicas convencionales de análisis químico a muestras de distintas procedencias, la composición elemental de la materia viva, es decir, qué elementos químicos forman parte de la materia viva y en qué proporciones se encuentran. Con pequeñas variaciones dependientes de la procedencia de la muestra, esta composición es la que se refleja, junto con la de la corteza terrestre, en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.

Corteza terrestre		Materia viva	
-----			
O	47	H	63
Si	28	O	25,5
Al	7,9	C	9,5
Fe	4,5	N	1,4
Ca	3,5	Ca	0,31
Na	2,5	P	0,22
K	2,5	Cl	0,08
Mg	2,2	K	0,06
Ti	0,46	S	0,05
H	0,22	Na	0,03
C	0,19	Mg	0,01

Los valores que aparecen en dicha tabla expresan el porcentaje de cada elemento sobre el número total de átomos. Entre éstos elementos químicos, denominados **bioelementos**, se distinguen dos tipos:

**a) Bioelementos primarios.-** Bajo esta denominación se agrupan los que forman parte de todos o de alguno de los tipos principales de biomoléculas orgánicas: azúcares, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos (Tabla 2.2). Son el **carbono**, el **hidrógeno**, el **oxígeno**, el **nitrógeno**, y en menor proporción el **fósforo** y el **azufre**. Los cuatro primeros representan más del 99% del total de átomos presentes en la materia viva.

	AZÚCARES	LÍPIDOS	PROTEÍNAS	ÁCIDOS NUCLEICOS
C	Siempre	Siempre	Siempre	Siempre
H	Siempre	Siempre	Siempre	Siempre
O	Siempre	Siempre	Siempre	Siempre
N	A veces	A veces	Siempre	Siempre
P	A veces	A veces	Casi nunca	Siempre
S	A veces	A veces	Siempre	Nunca

Tabla 2.2. Presencia de los bioelementos primarios en los principales tipos de biomoléculas

**b) Bioelementos secundarios.-** Así se denominan los que se encuentran formando parte de biomoléculas inorgánicas como las sales minerales o bien en forma de iones monoatómicos disueltos o asociados a biomoléculas orgánicas. Algunos bioelementos secundarios como el **Ca, Cl, K, Na, Mg**, y, en menor proporción, **Fe, Mn, Co, Cu** y **Zn** están presentes en todas las formas de vida, mientras que otros (*molibdeno, iodo*,

aluminio, etc.) sólo aparecen en algunas.

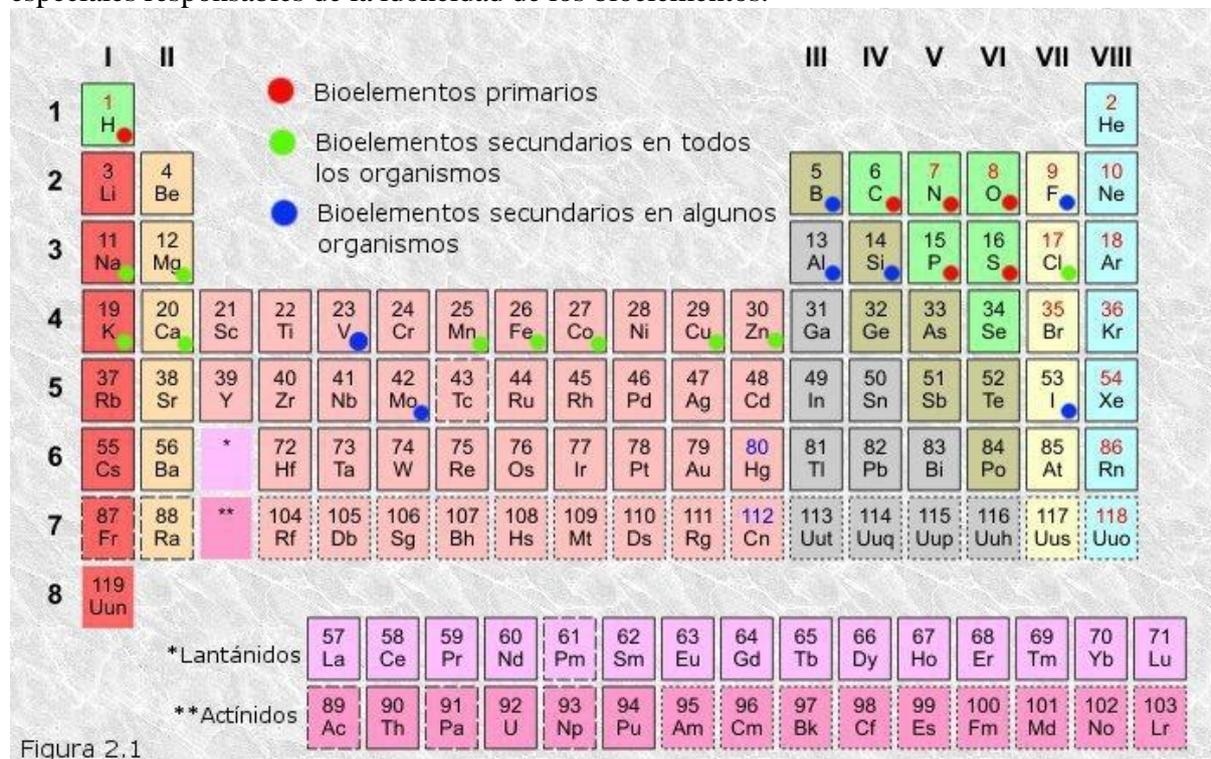
Por otra parte, aquellos bioelementos secundarios que se encuentran en la materia viva en proporciones inferiores al 0,01% sobre el total de átomos reciben el nombre de **oligoelementos**. Algunos de ellos desempeñan funciones catalizadoras de gran importancia aunque se hallen presentes en las células en cantidades muy pequeñas. Los oligoelementos se denominan también a veces **elementos traza**, debido a que las técnicas convencionales de análisis químico son incapaces de cuantificar su presencia en la materia viva. Entre ellos cabe citar al *Mn*, *Co*, *Cu* y *Zn*.

Es posible que la lista de los bioelementos no esté completa. Dado que algunos de ellos se encuentran en la materia viva en cantidades increíblemente pequeñas, resulta muy difícil para los bioquímicos determinar si desempeñan efectivamente alguna función en ella o si se trata de meros contaminantes.

## 2.- IDONEIDAD DE LOS BIOELEMENTOS.

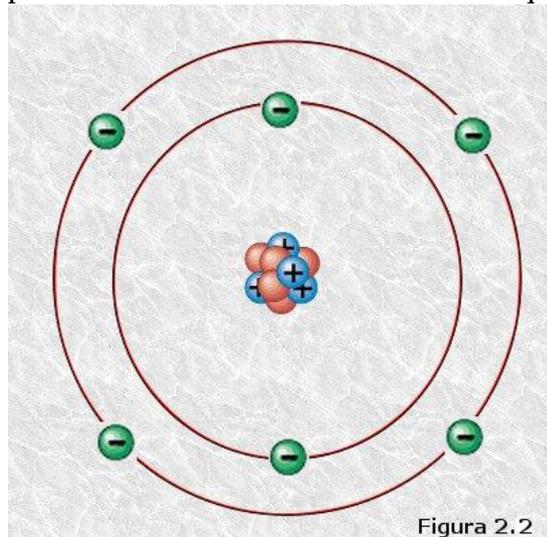
En la tabla 2.1 se puede constatar que la composición elemental de la materia viva es cuantitativa y cualitativamente diferente de la de la corteza terrestre: elementos muy abundantes en ésta, como el silicio y el aluminio, apenas aparecen en la materia viva, mientras que bioelementos de gran importancia, como el carbono y el nitrógeno, resultan muy escasos en la corteza terrestre.

Este hecho debe hacernos pensar en que, si la vida se originó sobre la Tierra como parece probable, algo deben tener de especial los bioelementos que los hizo idóneos para formar parte de la materia viva, cuando, siendo escasos, fueron seleccionados frente a otros mucho más abundantes y por lo tanto más asequibles. Analizaremos a continuación esas características especiales responsables de la idoneidad de los bioelementos.



En primer lugar nos fijaremos en los cuatro elementos más abundantes (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) que en conjunto representan más del 99% de la materia viva. Los cuatro poseen configuraciones electrónicas que les permiten formar enlaces covalentes

compartiendo pares electrónicos: el hidrógeno puede formar un enlace covalente, el oxígeno dos, el nitrógeno tres y el carbono cuatro. Además, como puede comprobarse en la tabla periódica de la Figura 2.1, son los elementos químicos más pequeños capaces de formar este tipo de enlaces; es sabido que la estabilidad de los enlaces disminuye a medida que aumenta el número atómico, por lo tanto, estos cuatro elementos tenderán a formar enlaces covalentes muy estables. La maquinaria bioquímica de las células requiere moléculas complejas con estructuras químicas muy sofisticadas por lo que es necesario que los enlaces entre sus átomos constituyentes tengan una gran estabilidad, de lo contrario estas complejas estructuras se podrían alterar fácilmente en un entorno químico cambiante.

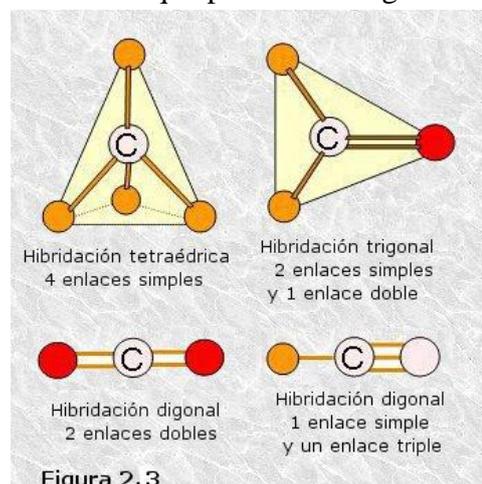


El **carbono**, además de presentar las características reseñadas en el párrafo anterior, ocupa una posición singular entre los bioelementos gracias a sus extraordinarias posibilidades de enlace que le permiten dar lugar a una gran variedad de biomoléculas diferentes. La configuración electrónica del átomo de carbono (Figura 2.2), con cuatro electrones en su capa de valencia, le permite formar cuatro enlaces covalentes compartiendo electrones con otros átomos. Además puede utilizar distintos tipos de orbitales moleculares para formar enlaces múltiples (dobles o triples), de modo que un átomo de carbono puede formar cuatro enlaces sencillos, dos sencillos y uno doble, dos dobles, o uno

sencillo y uno triple (Figura 2.3). La estructura electrónica del carbono también hace posible la unión de átomos de carbono entre sí para formar largas cadenas que pueden ser lineales, ramificadas o incluso cíclicas; la variedad de formas moleculares a que pueden dar lugar estos **esqueletos carbonados**, es inmensa.

Por otra parte, el carbono forma enlaces covalentes muy poco polares, y por lo tanto muy estables, con los demás bioelementos principales (oxígeno, hidrógeno y nitrógeno), dando lugar a una gran variedad de **grupos funcionales** que determinarán las propiedades químicas de los diferentes tipos de biomoléculas.

Ningún otro elemento puede dar lugar a tal diversidad de compuestos químicos. Los que se encuentran próximos al carbono en el mismo período de la tabla periódica (boro, nitrógeno, oxígeno) tienden a formar enlaces covalentes coordinados (aceptando o cediendo pares electrónicos) con átomos diferentes a ellos, por lo que no pueden formar cadenas análogas a los esqueletos carbonados. Los que se encuentran en la tabla periódica en el mismo grupo que el carbono (silicio, germanio, estaño y plomo) tienen su misma configuración electrónica en la capa de valencia, por lo que cabría esperar que exhibiesen similares posibilidades de enlace. Una primera limitación a las posibilidades de enlace de estos elementos consiste en que, debido a su mayor tamaño atómico, no pueden formar enlaces dobles ni triples (los orbitales implicados en estos enlaces quedan demasiado alejados). Aún así, nada impide en teoría que se formen largas cadenas, por ejemplo de átomos de silicio, análogas a las cadenas carbonadas. Sin embargo esto no sucede debido a



de átomos de silicio, análogas a las cadenas carbonadas. Sin embargo esto no sucede debido a

que los enlaces **Si-Si** son muy inestables comparados con los enlaces **Si-H**, y éstos a su vez muy inestables comparados con los enlaces **Si-O**, por lo que, al ser el oxígeno un elemento muy abundante en la Tierra, los enlaces **Si-Si** e incluso los **Si-H** se romperían espontáneamente en su presencia para dar combinaciones **Si-O**, tan extendidas por otra parte en la materia mineral. Lo dicho hasta aquí para el silicio es extensible, y con más razón, a los demás elementos de su grupo.

Por último, en cuanto a los bioelementos secundarios, hay que destacar que algunos de ellos fueron seleccionados en función de su abundancia en el agua del mar, donde presumiblemente tuvo lugar el origen de la vida. Otros fueron seleccionados por sus propiedades catalíticas o para desempeñar otras funciones especializadas.