Registro de la propiedad intelectual Nº 841211 - ISSN 1853-032X

Elementalwatson "la" revista

Agosto 2013 Año 4 Nº 11

En este número:

Alimentos y fermentación

El descanso es metabolismo

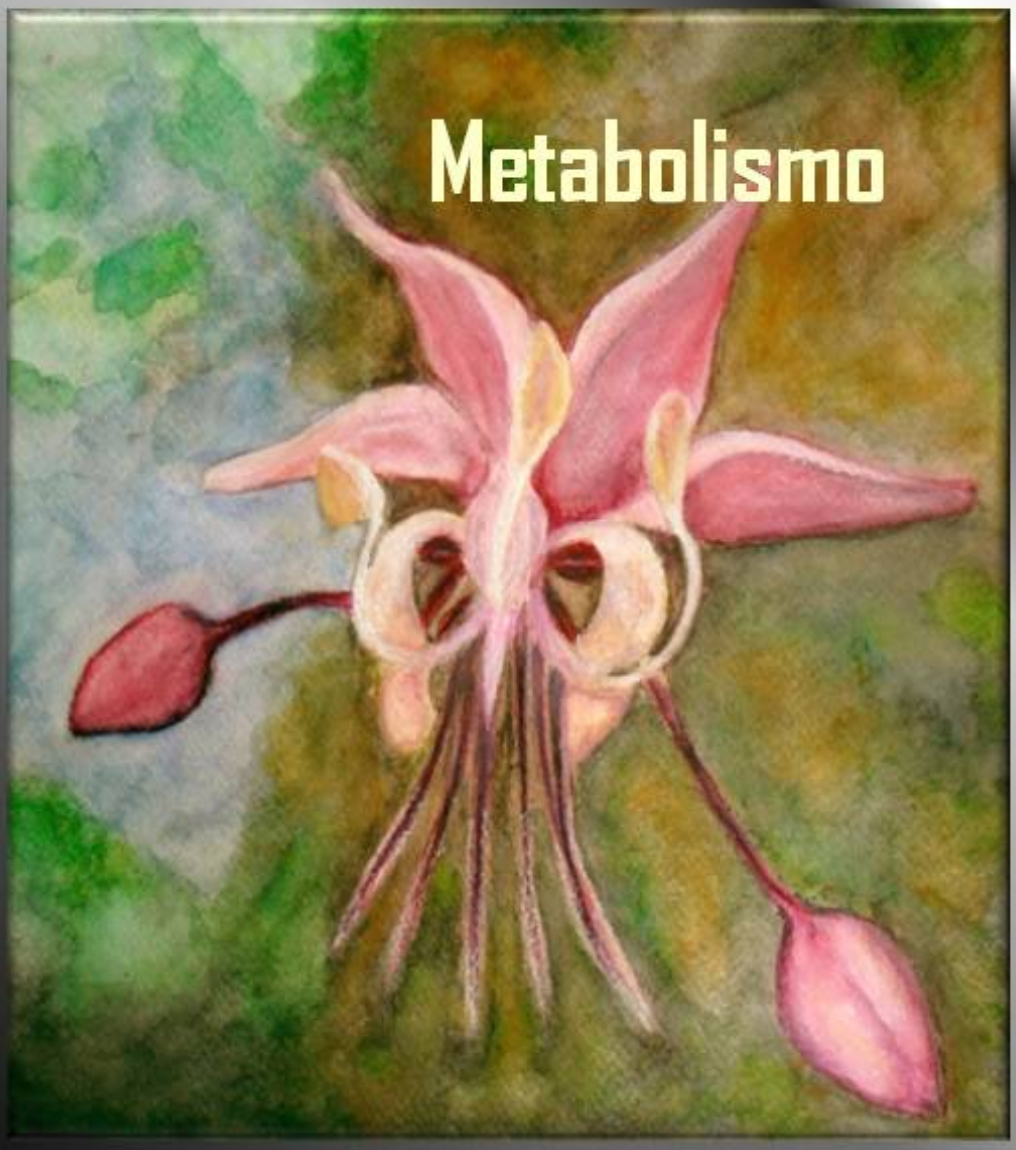
Viagra, mitos y verdades

Respiramos!

Metabolismo de bacterias

Antioxidantes y juventud

Y mas...



BIOLOGÍA

Cátedra Fernández Surribas- Banús

Declarada de interés institucional según resolución (D) nº 1298/10

UBA | CBC 25 años

STAFF

Elementalwatson "la" revista
……..
Revista cuatrimestral de divulgación
Año 4, número 11
……..
Universidad de Buenos Aires
Ciclo Básico Común (CBC)
Departamento de Biología
Cátedra F. Surribas - Banús
PB. Pabellón III, Ciudad Universitaria
Avda. Intendente Cantilo s/n
CABA, Argentina
……..
Propietarios:
María del Carmen Banús
Carlos E. Bertrán

Editor Director:
María del Carmen Banús

Escriben en este número:
Alejandro Ayala
María del Carmen Banús
Liliana Guerra
Edgardo Hernández
Adrián Fernández
Víctor Panza

Diseño:
María del Carmen Banús
Doris Ziger
……..
revista_elementalwatson@yahoo.com.ar
www.elementalwatson.com.ar/larevista.html
……..
54 011 4789-6000 interno 6067
……..
Todos los derechos reservados; reproducción parcial o total con permiso previo del Editor y cita de fuente.

Registro de la propiedad intelectual
Nº 841211
……..
ISSN 1853-032X
……..
Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad exclusiva de sus autores no comprometiendo posición del editor

Imagen de tapa:
"Elixir de dulzura"
Acuarela sobre papel, año 2013
María del Carmen Banús

"En el conocimiento y la cultura no sólo hay esfuerzo sino también placer. Llega un punto donde estudiar, o investigar, o aprender, ya no es un esfuerzo y es puro disfrute.

¡Qué bueno sería que estos manjares estuvieran a disposición de mucha gente!.....

Qué bueno sería, si en la canasta de la calidad de la vida, hubiera una buena cantidad de consumos intelectuales. No porque sea elegante, sino porque es placentero. Porque se disfruta, con la misma intensidad con la que se puede disfrutar un plato de tallarines.

Así que amigos, vayan y contagien el placer por el conocimiento.

Y hay que hacerlo ahora, cuando todavía está fresco el milagro tecnológico de Internet y se abren oportunidades nunca vistas de acceso al conocimiento.

Se están abriendo las puertas de todas las bibliotecas y de todos los museos; van a estar a disposición, todas las revistas científicas y todos los libros del mundo. Y probablemente todas las películas y todas las músicas del mundo.

Es abrumador.

Esas son las herramientas que nos habilitan a interactuar con la explosión universal del conocimiento. Este mundo nuevo no nos simplifica la vida, nos la complica. Nos obliga a ir más lejos y más hondo en la educación. No hay tarea más grande delante de nosotros".

Estas magistrales palabras no son mías, sino un caprichoso recorte de una extensa reflexión personal del hoy presidente de Uruguay José "Pepe" Mujica, en ocasión de reunirse con intelectuales uruguayos en el Palacio Legislativo, el 29 de abril de 2009.

No se si decir que son palabras que nos representan, pero si al menos es a lo que apuntamos el grupo de docentes que desarrollamos esta revista

María del Carmen Banús

SUMARIO

Editorial ……..... Página 3
María del Carmen Banús

Viagra, mitos y verdades.……..…..…. Página 4
Alejandro J. Ayala

Caminos metabólicos.……..…….. Página 9
Adrián F. Fernández

Día Mundial del Medio Ambiente...……..... Página 15

Dormir no es un lujo: descanso y metabolismo.……. Página 17
María del Carmen Banús

Diversidad metabólica de los organismos procariontes….……. Página 20
Edgardo A. Hernández

Estrés oxidativo y antioxidantes
¿Podemos rejuvenecer sin cirugía estética?……...…… Página 24
Liliana N. Guerra de Grignoli
Evolución y metabolismo celular: las primeras vías metabólicas….. Página 27
Víctor H. Panza

Ciencia y género……..……Página 35

Alimentos, microorganismos y fermentación……..Página 36
María del Carmen Banús

Día Nacional del Biólogo…….Página 41

EDITORIAL

Si consultamos Wikipedia, nos encontramos con esta definición: *"El **metabolismo** (del griego, cambio) es el conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en una célula y en el organismo. Estos complejos procesos interrelacionados son la base de la vida a escala molecular, y permiten las diversas actividades de las células: crecer, mantener sus estructuras, responder a estímulos, reproducirse, etc."*

Pero el metabolismo es mucho más que eso y se presenta en todos y cada uno de los procesos que nos acompañan a diario. ¿Te detuviste a pensar alguna vez que la acción de un medicamento en nuestro organismo, el envejecimiento de las células, muchos de los alimentos que incorporamos a diario, y hasta la calidad de nuestro sueño, están relacionados con diferentes tipos de reacciones metabólicas? ¿Reflexionaste que las reacciones metabólicas se originaron hace tanto tiempo como los seres vivos que pueblan el planeta? ¿Entendés ahora porque resulta importante conocer la estructura y el comportamiento de las diversas biomoléculas y de las enzimas que catalizan sus reacciones?

De esto y algunas cosas mas te contaremos en este número de la revista, por supuesto, quedará tela para cortar en próximos números.

También nos reservamos un pequeño espacio para contarte en que andamos por estos días

La seguimos en diciembre…

María del Carmen Banús

Volver

Comunicate con nosotros!!!!
Correo de lectores: revista_elementalwatson@yahoo.com.ar

VIAGRA, MITOS Y VERDADES

Alejandro J. Ayala
(Lic. En Ciencias Biológicas, docente de Biología, CBC-UBA)

Todavía hoy en muchas culturas e idiosincrasias, cuestiones ligadas a la sexualidad siguen siendo un tabú o generan pudores. La desinformación o una mala información pueden dar lugar a ideas distorsionadas o erróneas, y llevar a un mal uso o uso indiscriminado de ciertos fármacos

La disfunción eréctil

Durante mucho tiempo se la llamó impotencia pero desde el punto de vista médico es un término poco concreto y no define claramente la condición clínica, además el término impotencia tiene una clara connotación peyorativa asociada a una herencia cultural, donde la potencia sexual es sinónimo de hombría. Por eso desde 1993 se introdujo el concepto de disfunción eréctil.

Casi siempre causa de complejos, sentimientos de culpa, sufrimientos, vergüenzas, baja autoestima, fracasos de pareja, la disfunción eréctil es mucho más que: "una incapacidad persistente, parcial o completa, para alcanzar y/o mantener una erección peneana con rigidez suficiente como para lograr relaciones sexuales satisfactorias", es un problema que afecta severamente la calidad de vida de quien la padece.

La disfunción eréctil se refiere específicamente a un déficit total o parcial en la erección y no se relaciona con otras alteraciones en la respuesta sexual masculina como la falta de deseo sexual, o problemas en la eyaculación o en el orgasmo.

Según algunos autores, ya en la Biblia aparecen referencias a la impotencia, que se consideraba un castigo divino a causa del adulterio o por haber deseado a la mujer del prójimo. Tanto los egipcios como los griegos y los romanos, le asignaban a la "impotencia" un carácter sobrenatural, como castigo u obra demoniaca.

En la Europa del medioevo se creía que esta condición podía ser causada por obra de brujerías, encantamientos o maleficios, y dado que no se tendía a pensar en causas orgánicas, frecuentemente se recurría como tratamiento a la magia o a ritos culturales de la medicina popular, se trataba de curar a través de la fe o de la sugestión.

Fue con la llegada del Renacimiento que la brujería y la magia comenzaron a perder terreno, mientras se incrementaban las investigaciones sobre las causas tangibles de las enfermedades, entre ellas la falta de erección.

Así es como en 1570 se propone por primera vez una relación entre la erección y el flujo de sangre, y en consecuencia surge la pregunta sobre si la falta de erección no podría deberse a un bloqueo del flujo de sangre al pene. Pero no obstante el progreso cultural e intelectual, el tema seguía siendo un tabú y tuvieron que pasar más de 300 años para que la ciencia comenzara a comprender el mecanismo fisiológico de la erección, y las implicancias clínicas de su disfunción.

A principios del 1900 las investigaciones sobre la disfunción eréctil eran todavía muy pocas, prevalecía la tendencia a interpretarla como un problema de origen psicológico, tendencia que se vio potenciada con el surgimiento y desarrollo del psicoanálisis. Sobre todo porque este tipo de terapia era efectiva en el tratamiento de la disfunción eréctil selectiva, un tipo de disfunción en la cual la falta de erección no se manifiesta siempre, sino solo en presencia de determinadas parejas sexuales, mientras que con otras la erección se produce normalmente. A veces la disfunción eréctil selectiva puede ser atribuida a

falta de interés, cansancio o habituación, o que la pareja no tiene o a perdido atractivo sexual para el varón y no lo excita. A veces por el contrario, puede ser el resultado de un excesivo interés en una pareja y provocada por el temor de no estar a la altura de una eficiente actividad amatoria.
Se sabe que este tipo de disfunción no responde a causas orgánicas anatomo-fisiológicas sino que obedece a causas de origen psíquico.
Algunas estadísticas realizadas en los primeros años 90, mostraron que aproximadamente el 40 % de los casos de disfunción eréctil obedecían a causas orgánicas ligadas a problemas vasculares, neurológicos, endocrinos o por anomalías o lesiones en los cuerpos cavernosos. Un 30 % eran provocadas por causas de origen psicológico (sin causas orgánicas evidentes), y un 30 % tenia un origen mixto con causas orgánicas y psicológicas. Actualmente se considera que la disfunción eréctil de origen psicológico se corresponde con un 20 % de los casos, aquellas con causas orgánicas o mixtas abarcan el 70 %, mientras que el 10 % restante se debe a efectos adversos de ciertos fármacos que interfieren con el mecanismo fisiológico de la erección. En este último caso basta la suspensión del fármaco en cuestión para eliminar la causa de la disfunción, por lo que el médico debe evaluar los riesgos y beneficios en cada caso.

Etiología

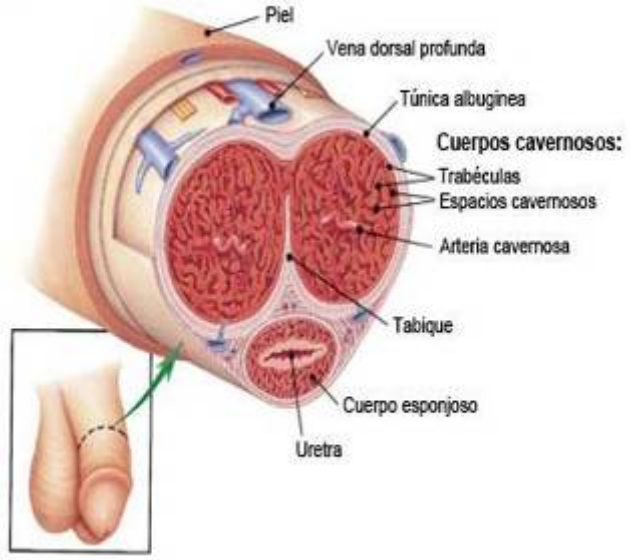
Algunas de las causas psicológicas pueden ser el estrés, la depresión, la ansiedad, o el miedo a un desempeño insuficiente. Entre las causas orgánicas encontramos lesiones a los nervios (causas neurológicas) o a los vasos sanguíneos (causas vasculares), frecuentemente provocados secundariamente por alguna enfermedad de base como la neuropatía diabética, neuropatía alcohólica, accidentes cerebrovasculares, enfermedad de Alzheimer, Parkinson, epilepsia del lóbulo temporal, esclerosis múltiples, o enfermedades vasculares como la hipertensión arterial o la aterosclerosis. También hay causas de origen endocrino como el hipotiroidismo, o el hipogonadismo, o debidas a lesiones congénitas o traumatismos pélvicos, o genitales.
Por último como hemos mencionada antes, las disfunciones eréctiles causadas por fármacos o drogas: algunos antihipertensivos, antipsicóticos, antidepresivos, así como el consumo excesivo de alcohol, el tabaquismo, o la marihuana, solo por citar algunos ejemplos.
Frecuentemente en el origen de una disfunción eréctil subyace una combinación de múltiples factores.

Anatomía y fisiología de la erección

La erección es una respuesta fisiológica que resulta de una compleja interacción entre eventos neurológicos y vasculares sobre el pene.
En el interior del pene se encuentran tres estructuras cilíndricas que se extienden en forma longitudinal, en la parte dorsal se ubican los cuerpos cavernosos, compuestos por músculo liso y fibras elásticas de tejido conectivo alrededor de espacios lacunares o trabéculas. En la cara ventral se ubica el cuerpo esponjoso que rodea a la uretra y termina en un engrosamiento llamado glande. Los cuerpos cavernosos están delimitados por una membrana gruesa y elástica, la túnica albugínea, que puede expandirse hasta un cierto límite.
En la parte dorsal o superior entre los cuerpos cavernosos se encuentra un surco longitudinal por done corre un paquete vásculo nervioso.
Durante la erección la musculatura lisa arterial y cavernosa se relaja y como consecuencia se produce un aumento del flujo de sangre hacia el interior del pene.
Los espacios lacunares de los cuerpos cavernosos se llenan de sangre y todo el tejido se expande, el pene aumenta de tamaño, se eleva desde su posición normal de reposo y se pone rígido.
Cuando la túnica albugínea alcanza su máxima expansión comprime el plexo venoso que se encuentra entre ella y los cuerpos cavernosos restringiendo el retorno de sangre, la presión dentro de los espacios lacunares aumenta, facilitando la rigidez y el mantenimiento de la erección.
Finalmente la contracción de los músculos isquiocavernosos completa el proceso, incrementando la rigidez de la erección al

comprimir los cuerpos cavernosos congestionados.

Entonces el estado de reposo o flaccidez del pene se debe a un proceso activo, aunque de muy bajo consumo energético, provocado por la



contracción del musculo liso tanto arterial como cavernoso, mientras que para que se produzca la erección dicha musculatura se debe relajar.

El mecanismo molecular de la erección

Para poder entender el mecanismo de acción del Viagra es necesario describir, aunque sea muy resumidamente, los procesos moleculares subyacentes a la fisiología de la erección.

No perdamos de vista que el objetivo de los siguientes eventos es el de relajar a la musculatura lisa del pene para que pueda fluir la sangre a su interior, y producirse la erección.

Como dijimos al principio, se trata de una respuesta neurovascular, en donde toda estimulación sexual, sea visual, olfativa, auditiva, táctil, etc., es elaborada por el sistema nervioso y conducida hacia el pene, donde las terminaciones nerviosas del sistema parasimpático liberan el neurotransmisor acetilcolina.

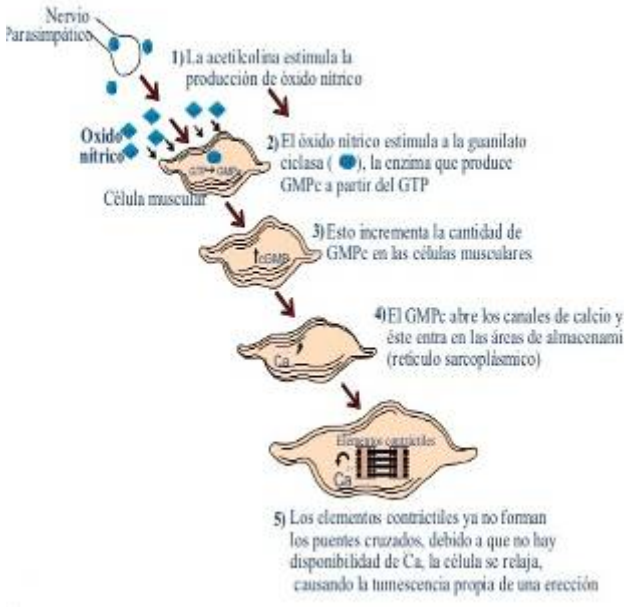
La acetilcolina actúa sobre las células endoteliales y sobre las neuronas del sistema neuroefector NANC (no adrenérgico no colinérgico), estimulando en ellas la liberación de óxido nítrico ON.

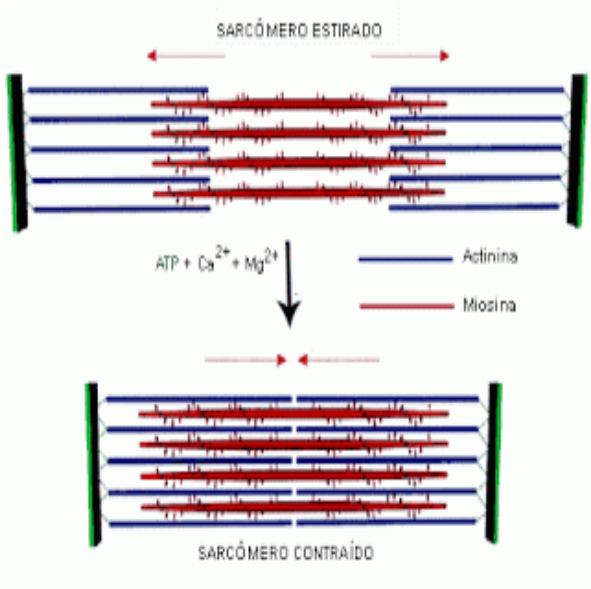
El ON es un mediador químico que actúa sobra las células del musculo liso, activando a la enzima guanilatociclasa, la cual produce GMPc a partir de GTP, por lo tanto el ON aumenta los niveles de GMPc en el interior de las células musculares.

El GMPc a su vez, actúa sobre el retículo liso (retículo sarcoplasmático) de estas células estimulando el ingreso de Ca^{++} (recordemos que una de las funciones del REL es la de reservorio de calcio). Es decir, los altos niveles de GMPc provocan que el Ca^{++} pase del citosol al interior del retículo liso.

Como el calcio es un catión indispensable para que se produzca la contracción muscular, al no haber calcio disponible, la célula muscular no se contrae y entonces se relaja, condición necesaria para la erección.

La contracción muscular depende de una interacción entre microfilamentos de actina y filamentos de miosina (sarcómero) los cuales se superponen formando los denominados puentes cruzados, para que se puedan formar dichos puentes es necesaria la presencia de calcio.





El final de la erección o detumescencia se produce bajo el control del sistema nervioso simpático. Una serie de eventos producen en las células musculares la activación de la enzima fosfodiesterasa 5 (PDE-5) que cataliza la hidrólisis del GMPc.
La disminución de la concentración del GMPc provoca la salida de Ca^{++} desde el REL al citosol, y por consiguiente, con disponibilidad de Ca^{++} se produce la contracción de las células musculares lisas, y el pene entra en estado de flaccidez.

Tratamientos de la DE
La medicina cuenta con una variedad de alternativas terapéuticas que se aplican una vez conocido el origen de la DE. A veces es posible atacar las causas desencadenantes, otras veces debido a la complejidad de la patología de base se debe instaurar un tratamiento sintomático.
Según las causas el tratamiento puede ser: psicoterapia, tratamiento quirúrgico, dispositivos externos, aplicación intracavernosa de fármacos vasoactivos, vasodilatadores tópicos, y por supuesto la terapia farmacológica por vía oral que en la actualidad constituye el tratamiento de primera elección para la DE.

En el año 1998 la multinacional farmacéutica Pfizer revolucionó el mercado de los medicamentos con el lanzamiento del Viagra, cuyo principio activo es el sildenafilo, el primer fármaco administrado por vía oral para el tratamiento de la disfunción eréctil.
Es interesante comentar que este fármaco estaba siendo investigado para su aplicación en el tratamiento de la hipertensión arterial y la angina de pecho, cuando los pacientes comenzaron a reportar los efectos sobre la erección.
Hasta el año 1998 los tratamientos disponibles, a excepción de la psicoterapia, eran de difícil aceptación por parte de los pacientes, hablamos de soluciones quirúrgicas, prótesis, inyecciones intracavernosas que el propio paciente debía aplicarse, o el uso de dispositivos externos como la bomba de vacío.
Con la llegada de este tipo de fármacos el paciente de DE cuenta con un tratamiento que le permite recuperar la vida sexual con naturalidad, pues es de fácil administración (basta tomar un comprimido algunas horas antes), presenta una eficacia considerable y un buen perfil de seguridad.
Actualmente además del sildenafilo el mercado farmacéutico cuenta con otras drogas como el vardenafilo y el tadalafilo. Todas comparten el mismo mecanismo de acción, son inhibidores de la enzima fosfodiesterasa 5 (PDE-5), es decir impiden la degradación del GMPc y en consecuencia mantienen el estado de relajación del musculo liso, imprescindible para lograr y mantener la erección.

- Los inhibidores de la PDE-5 son facilitadores de la erección que no actúan sobre el cerebro ni tienen efectos en el deseo, por lo que es falso que funcionen como afrodisiacos o estimulantes.
- Tampoco hay riesgo de priapismo (erecciones prolongadas sin estimulación física o psicológica) pues no provocan una erección en ausencia de estimulación sexual.
- Pueden causar efectos adversos temporales, y esto depende de la sensibilidad de cada persona, entre los más frecuentes están el rubor facial, dolor de cabeza, o la congestión nasal.

Normalmente cuando se presentan efectos adversos el médico evalúa la relación costo/beneficio, en cuanto a que si las molestias

son pasajeras o afectan la calidad de vida o comprometen la continuidad del tratamiento.

- Es conveniente tomarlos con anticipación a las relaciones sexuales, esto varía de acuerdo al fármaco prescripto, basta seguir las indicaciones.
- En caso de enfermedades cardiovasculares, el médico deberá evaluar la condición de cada paciente. Si el paciente esta medicado con vasodilatadores coronarios (nitritos) la suministración concomitante de inhibidores de la PDE-5 está contraindicada, pues se potencian los efectos.

En otros casos el problema no es la prescripción del medicamento en sí, sino la propia actividad sexual (en cuanto a esfuerzo físico) la que debe ser limitada. Y por supuesto habrá casos en los cuales la administración de inhibidores de la PDE-5 estará perfectamente indicada.

- Existen reportes de retardo en la eyaculación, pero por lo menos hasta ahora, estos medicamentos no figuran como tratamiento farmacológico para la eyaculación precoz.
- Desde la salida al mercado del Viagra se vienen realizando estudios en mujeres, pero hasta ahora no se ha comprobado que estos fármacos tengan algún tipo de afecto.

Si bien lo hemos enfatizado en varias oportunidades, nunca esta demás remarcar que se trata de fármacos de estricta prescripción médica, que como tal tienen efectos beneficiosos cuando están correctamente indicados por un médico, y que no están exentos de provocar efectos secundarios adversos, con lo cual no es aconsejable su consumo por automedicación.

Todavía hoy en muchas culturas e idiosincrasias cuestiones ligadas a la sexualidad siguen siendo un tabú o generan pudores, la desinformación o una mala información pueden dar lugar a ideas distorsionadas o erróneas, y llevar a un mal uso o uso indiscriminado de ciertos fármacos.

Hoy contamos con mucha información disponible pero que no siempre es confiable, lo más aconsejable es la consulta con un profesional de la salud. A veces una DE precoz puede ser un síntoma de otra patología, y en ese caso una consulta a tiempo no solo soluciona un problema sino que puede prevenir males mayores.

Volver

Comunicate con nosotros!!!!
Correo de lectores:
revista_elementalwatson@yahoo.com.ar

CAMINOS CATABÓLICOS

Adrián F. Fernández
(Lic .en Ciencias Biológicas, Docente de Biología CBC-UBA)

La degradación de moléculas orgánicas provee a los seres vivos, tanto heterótrofos como autótrofos, de energía química, que podrá ser utilizada principalmente para la síntesis de otras moléculas. La supervivencia puede radicar en optimizar o bloquear esas vías catabólicas.

Introducción

El **metabolismo** es el conjunto de procesos fisicoquímicos que permiten a un ser vivo mantener su orden y complejidad. Los procesos metabólicos abarcan vías catalizadas por gran variedad de enzimas, transporte de sustancias a través de membranas, transporte de electrones por un potencial de óxido-reducción, conversión de potenciales electroquímicos en energía química, excitación de electrones por captación de energía lumínica, etc. Con su complejo entramado de reacciones químicas y procesos físicos, los seres vivos luchan contra la natural tendencia de todas las estructuras del universo a desordenarse. Los seres vivos son la más clara evidencia de la licencia que el **Segundo Principio de la Termodinámica** otorga a aquellos sistemas que en vez de desordenarse, mantienen o aumentan su orden, y que sobrecompensan desordenando mucho su entorno, al extraer energía de él: la **entropía** (desorden) del Universo siempre aumenta.

Para obtener energía, los **heterótrofos** incorporan moléculas orgánicas, comiendo o absorbiendo, a las cuales degradan extrayéndoles energía. La manera de conseguir materia orgánica por parte de los **autótrofos** es sintetizándola, a partir de materia inorgánica. La mayoría de ellos utiliza energía lumínica, y realiza fotosíntesis (**fotoautótrofos**). Unas pocas bacterias utilizan energía proveniente de la oxidación de sustancias inorgánicas (**quimioautótrofas**). Una vez sintetizada la materia orgánica, podrá ser degradada para que se libere su energía. La degradación de moléculas orgánicas en los seres vivos es lo que denominamos **catabolismo**. Son procesos **exergónicos**, es decir, que liberan energía. La contraparte está dada por el **anabolismo**, el conjunto de procesos de síntesis, los cuales son **endergónicos**.

Respiración y fermentación

Son los procesos catabólicos que permiten a una célula degradar moléculas orgánicas para extraerles energía química.

En la bibliografía existe una gran confusión en cuanto a ciertos términos y los procesos o etapas que ellos designan. Por ello es que aclararemos a qué nos vamos a referir en este artículo. Definiremos **respiración** como el proceso de **degradación completa** de moléculas orgánicas. Y **fermentación**, como proceso de **degradación parcial** de moléculas orgánicas. La **respiración generalmente es aeróbica** ya que utiliza **O_2 como último aceptor de electrones**, pero existe la **respiración anaeróbica**, en la que se usan otros aceptores, y que no debe confundirse con la fermentación, que aunque es anaeróbica, es una degradación parcial.

Varias moléculas pueden respirarse: glucosa, ácidos grasos, aminoácidos. A la respiración de la glucosa la dividiremos en 5 etapas: glucólisis, decarboxilación oxidativa del piruvato (DOP), ciclo de Krebs (CK), cadena respiratoria (CR), y fosforilación oxidativa (FO).

En la glucólisis, una molécula de glucosa es oxidada y rota en dos moléculas de piruvato obteniéndose dos moléculas de ATP y dos de NADH. Luego, en la DOP, por cada molécula de

piruvato se obtiene una molécula de acetil-CoA y una de NADH. En el ciclo de Krebs, cada molécula de acetil-CoA es oxidada completamente y se obtienen 3 moléculas de NADH, 1 de $FADH_2$, 1 de GTP y 2 de CO_2. Finalmente, en la CR, con el poder reductor de los NADH y $FADH_2$, se bombean protones creando un gradiente, o **fuerza protónico-motora**, el cual impulsa a los protones a pasar por la ATP-sintetasa, obteniéndose gran cantidad de ATP, en la FO. Recordemos que cada NADH rinde 3 ATP, en CR y FO, mientras que cada $FADH_2$, rinde 2 ATP. Por ello es que, haciendo el balance de todo el proceso, la glucólisis rinde 8 ATP, la DOP rinde 3 ATP (x 2 piruvato= 6) y el ciclo de Krebs, 12 ATP (x 2 acetil-CoA= 24), lo que da un total de 38 ATP por molécula de glucosa (8+2x3+2x12 =38). Hay que destacar que en la respiración aeróbica la CR y la FO ocurren gracias a que el O_2 acepta los electrones de la CR. Al reducirse, el O_2 forma agua, a la que se denomina **agua metabólica**, para distinguirla de la de la dieta.

Por su parte, a la respiración de los ácidos grasos la dividiremos en 5 etapas: activación del ácido graso, □-oxidación, y las 3 últimas idénticas a las de la respiración de la glucosa: ciclo de Krebs, cadena respiratoria, y fosforilación oxidativa. En la activación del ácido graso, se gasta un ATP para unirlo a la coenzima A, produciendo acil-CoA.

La □-oxidación consiste en la oxidación y ruptura de la larga molécula de acil-CoA, lo que genera un número variable de moléculas de acetil-CoA, NADH y $FADH_2$. Las numerosas moléculas de acetil-CoA provenientes de la □-oxidación, ingresan al ciclo de Krebs, generando 12 ATP cada una. Debido a que los ácidos grasos son muy largos, y a que sus carbonos están muy reducidos, se generan muchas moléculas de acetil-CoA, NADH y $FADH_2$, lo cual explica el gran número de moléculas de ATP resultantes de la respiración de un ácido graso. La degradación de un ácido graso de 16 carbonos origina unos 130 ATP, casi 3,5 veces la cantidad de ATP que surgen de la respiración de la glucosa. Sin embargo, si se hace la comparación por unidad de peso seco, los ácidos grasos originan poco más que el doble de ATP, por gramo de peso, que la glucosa. Los ácidos grasos se almacenan como grasa principalmente en las células del tejido adiposo. Por ser totalmente **hidrofóbica**, la grasa se acumula anhidra, es decir, sin agua. La glucosa, por su parte, se almacena en forma de glucógeno, principalmente en los hepatocitos, las células del hígado. Por su **alta hidrofilia**, el glucógeno está totalmente hidratado, conteniendo el doble de su peso en agua. Queda clara entonces la doble ventaja de la grasa como reserva de energía sobre el glucógeno: más energía en menos volumen.

Figura Nº 1. Principales procesos catabólicos

La fermentación de la glucosa sólo tiene 2 etapas: una glucólisis seguida de la reducción del piruvato. La glucólisis produce 2 moléculas de piruvato, 2 de ATP y 2 de NADH, como ya hemos visto. Una diferencia importante con la respiración es que la fermentación no utiliza un **aceptor final de electrones inorgánico externo** (como el O_2), sino a la misma molécula de piruvato. Así, las moléculas de NADH de la glucólisis, ceden sus electrones al piruvato, reduciéndolo, y formándose lactato, a la vez que el NADH se oxida a NAD^+. A diferencia de esta **fermentación láctica**, existen otros tipos, como la **fermentación alcohólica**, en la que el producto de la reducción del piruvato es etanol y dióxido de carbono. En cualquier caso, la célula consigue recuperar las coenzimas oxidadas utilizando un aceptor interno, el piruvato, lo que permite la oxidación de la glucosa aún en ausencia de un oxidante externo poderoso como el O_2. Esta es la gran ventaja que tienen los organismos fermentadores sobre los respiradores en los ambientes anaeróbicos. La desventaja es clara: mientras la respiración rinde 38 ATP, la fermentación apenas da 2 moléculas de ATP, producidas en la glucólisis, por lo que la respiración es 19 veces más eficiente que la fermentación.

Existen bacterias **facultativas**, las cuales pueden degradar glucosa con o sin uso de O_2. Cuando hay O_2 presente respiran aeróbicamente, cuando no lo hay, algunas de ellas fermentan, mientras que otras hacen **respiración anaeróbica**. Todas estas bacterias tienen la doble ventaja de obtener alto rendimiento energético cuando hay O_2, y poder sobrevivir en anaerobiosis.

En su enorme mayoría, las células humanas son respiradoras (aeróbicas) estrictas, es decir que no pueden tolerar la ausencia de O_2. En cambio, las células musculares son facultativas, por lo que pueden fermentar cuando la presión de O_2 es baja, durante un ejercicio físico intenso. Ese ejercicio anaeróbico es necesariamente breve ya que la célula muscular no puede seguir contrayéndose cuando se "inunda" con el lactato resultante de la fermentación. Por último, una clase de célula humana es fermentadora estricta: el eritrocito o glóbulo rojo. No utiliza O_2 porque no tiene mitocondrias, y para no gastar el que transporta en su hemoglobina.

¿Nunca bebe?

Para un ser humano, la cantidad de agua metabólica comparada con la ingerida en comidas y bebidas es insignificante. Pero en organismos que habitan en desiertos, el agua metabólica puede llegar a ser la única fuente de agua (sin considerar la poca que acompaña a sus alimentos). Obviamente deben ser extremadamente ahorrativos. Tal es el caso de la rata canguro: sus hábitos son nocturnos, viven en profundas madrigueras frescas, no transpira, y su orina es una pasta. Con tan poca pérdida de agua, la rata canguro consigue sobrevivir en las regiones áridas de América del Norte, únicamente con el agua resultante de su metabolismo.

Figura Nº 2. Rata canguro (Dipodomys). De: http://es.wikipedia.org/wiki/Dipodomys

Jorobas de camello

Muchas personas creen que en las jorobas el camello lleva agua, y por eso, sostienen, este animal puede estar semanas sin beber, mientras vaga por el desierto.

Se trata de un error. Los camellos (tanto el bactriano, de dos jorobas, como el dromedario, de una) almacenan grasa en sus jorobas, la cual provee tanto de energía química como de agua metabólica. Esto, combinado con una estrategia de ahorro de agua, y sumado a la capacidad de beber más de 100 litros de una vez, le permite

sobrevivir a largos períodos de abstinencia hídrica.

Figura Nº 3. Camello bactriano, Camelus bactrianus. De: http://es.wikipedia.org/wiki/Camelus

Fermentación y Respiración anaeróbica en bacterias

Muchas bacterias degradan glucosa por medio de la fermentación láctica. Algunos lactobacilos son utilizados para la obtención de yogur por fermentación de la leche. El ácido láctico resultante explica por qué el yogur es ácido (ver *"Alimentos, microorganismos y fermentación")*.Otros lactobacilos (*Lactobacillus vaginalis*) forman parte de la flora vaginal normal, creando un ambiente ácido desfavorable para la proliferación de bacterias y hongos perniciosos. Pero, a la vez, esa acidez es perjudicial para los espermatozoides. La Selección Natural favoreció en nuestros antepasados, a las hembras que poseían lactobacilos vaginales, y a la vez, a los machos cuyo semen era alcalino, pudiendo así contrarrestar la acidez vaginal, lo que permitió que un mayor número de espermatozoides pudiera pasar hasta el útero y las trompas de Falopio, facilitando la fecundación.

Otras bacterias hacen respiración celular, pero a diferencia de la mayoría de los organismos respiradores, no utilizan O_2 como último aceptor de electrones en la cadena respiratoria, sino que usan otras sustancias: azufre, sulfato, nitrato, dióxido de carbono, etc. Así es que aparecen otros subproductos de la respiración además de agua. Dentro de esta variedad de bacterias se encuentran las llamadas **metanógenas** (ver *"Evolución y metabolismo celular: las primeras vías metabólicas"*), que utilizan CO_2 como último aceptor de electrones, siendo el resultado de esa reducción, el metano (CH_4). Son las responsables del metano que se libera en los pantanos, así como del que compone a las flatulencias humanas y los eructos vacunos. Un uso ecológicamente importante de las bacterias metanógenas para la producción de bio-gas a partir de la materia orgánica de la basura.

Otro caso muy interesante es el de las **bacterias desnitrificantes**, las cuales utilizan nitrato (NO_3^-) como último aceptor de electrones, obteniéndose nitrito (NO_2^-), y otras que reducen ese nitrito a nitrógeno gaseoso (N_2). Estas bacterias son fundamentales dentro del ciclo del nitrógeno en la naturaleza, el cual incluye un caso extremadamente raro: las bacterias autótrofas (sintetizan sus biomoléculas a partir de CO_2), pero que no utilizan energía de la luz sino de la oxidación de amonio (NH_4^+) a nitrito. Son quimioautótrofas obtienen energía oxidando una sustancia inorgánica, proceso equivalente a la oxidación de moléculas orgánicas de la respiración celular de otros organismos.

Anabolismo en el ciclo de Krebs

El ciclo de Krebs es casi siempre visto como una etapa catabólica de la respiración celular. Al ciclo de Krebs ingresan las moléculas de acetilo, de 2 carbonos (2C), en forma de acetil-CoA, y de él salen dos moléculas de CO_2. En otros términos, entran dos carbonos unidos y levemente oxidados, y salen dos carbonos separados y totalmente oxidados. Es evidente su función catabólica. Lo que no es muy sabido, es el papel que cumple el ciclo de Krebs en rutas anabólicas. A él pueden ingresar moléculas de oxalacetato (4C), provenientes de la desaminación de algunos aminoácidos, y de él pueden salir moléculas de citrato (6C), desviados hacia la síntesis de ácidos grasos. La síntesis de porfirinas requiere de succinil-CoA (4 C), formado en el CK a partir de acetil-CoA (2C). Lo mismo ocurre con el α-cetoglutarato y el oxalacetato que se utilizan para la síntesis de

algunos aminoácidos. Esta doble función catabólica y anabólica es denominada anfibólica.

Interferencias catabólicas

En los organismos respiradores estrictos, el bloqueo de la respiración impide la formación de ATP, con lo que no tiene lugar ningún proceso endergónico: no habrá síntesis de biomoléculas, ni impulsos nerviosos ni latidos. Sobreviene el desorden metabólico y la muerte: la entropía aumenta una vez más.

Tal oportunidad no ha sido desaprovechada por la naturaleza: muchas especies sintetizan sustancias capaces de interferir con el metabolismo de otros seres y provocarles la muerte, ya sea para alimentarse de ellos, o simplemente para defenderse de un ataque. Los **venenos metabólicos**, como el cianuro (NC^-), interfieren directamente en la respiración celular. Algunas plantas sintetizan en sus brotes sustancias que al ser digeridas liberan cianuro. Una vez incorporado, difunde hacia los tejidos, penetra en las mitocondrias, e inhibe irreversiblemente al complejo IV de la cadena respiratoria. La imposibilidad de la transferencia de electrones desde el complejo IV hacia el O_2 detiene la cadena respiratoria, por lo que deja de funcionar la fosforilación oxidativa: el principal mecanismo de síntesis de ATP. A la vez dejan de recuperarse las coenzimas oxidadas, NAD^+ y FAD, con lo cual se interrumpen todos los procesos que requieren de dichas coenzimas, como glucólisis y ciclo de Krebs, y así se anulan todas las vías que producen ATP, y la muerte es inevitable. El efecto es el mismo que el producido por la ausencia de O_2: el complejo IV se ve imposibilitado de transferir los electrones. Tal vez la muerte por cianuro sea tan desagradable como la ocasionada por ausencia de O_2: ambas llevan a un paro cardiorrespiratorio. En la 2da. Guerra Mundial Alemania usó cianuro como parte de su maquinaria de exterminio.

Las sustancias neurotóxicas interfieren indirectamente en el catabolismo: afectan el funcionamiento de las neuronas motoras, lo que lleva a una parálisis de músculos respiratorios y cardíacos, produciéndose la muerte por asfixia. Gran variedad de organismos sintetizan neurotoxinas. Las serpientes venenosas elaboran verdaderos cócteles de sustancias tóxicas, destacando las neurotoxinas. La tetradotoxina del pez globo, inhibe canales de Na^+ en las neuronas motoras paralizando los músculos respiratorios. Efecto similar produce la ouabaína, extraída de una liana africana, que inhibe la bomba de Na^+ y K^+, por lo que es usada por los nativos para envenenar la punta de sus flechas. Del mismo modo, aborígenes sudamericanos han usado, el curare, veneno extraído de varias plantas, o la batracotoxina, obtenida de las ranas dardo. El veneno de la cicuta (*Conium maculatum*) actúa de manera similar al curare. La toxina botulínica, extraída de la bacteria *Clostridium botulinum*, bloquea la liberación de acetilcolina en los terminales en la sinapsis neuro-motora, paralizando la musculatura respiratoria, con la consecuente asfixia. La lista es extensísima, incluyendo neurotoxinas de arañas, escorpiones, medusas, anémonas, hongos, etc.

Otras sustancias también terminan produciendo asfixia, pero por mecanismos diferentes. Así, el monóxido de carbono (CO), al unirse muy fuertemente a la hemoglobina, impide que el O_2 pueda ser transportado a los tejidos. Por su parte, los organofosforados inhiben irreversiblemente a la enzima acetilcolinesterasa, que es la encargada de degradar al neurotransmisor acetilcolina en la sinapsis neurona-motora, por lo que se desencadena una contracción continua de los músculos, lo que lleva a un paro cardiorrespiratorio. Entre los organofosforados están los componentes de muchos insecticidas, así como los tristemente célebres gases Sarín, y VX, usados por Alemania en la Segunda Guerra Mundial. El fosgeno ($COCl_2$) fue usado como arma química en la Primera Guerra Mundial, y su efecto asfixiante consiste en irritar y producir edemas en los pulmones.

Desacoplantes de cadena

Los desacoplantes de cadena actúan, como su nombre lo indica, separando la cadena respiratoria de la fosforilación oxidativa, de modo que la energía de la fuerza protónico-motora no es usada para la síntesis de ATP sino que es liberada como calor. Esto se logra porque

las moléculas de los desacoplantes, como el 2,4-dinitrofenol (DNP), se ubican en la membrana interna haciéndola más permeable a los protones, los cuales pasan libremente hacia la matriz mitocondrial, en vez de hacerlo por la ATP-sintetasa. A medida que se disipa el gradiente de protones, su energía se libera como calor, no sintetizándose ATP. El efecto de los desacoplantes es análogo al de colocar una bicicleta sobre rodillos: se puede seguir pedaleando pero no se avanza.

En la década de los años 30, el DNP fue utilizado como adelgazante. Como una importante cantidad de calorías de los alimentos consumidos no termina en forma de ATP sino liberada como calor, muchas más moléculas de glucosa y ácidos grasos deben ser respiradas para obtener ATP, lo que lleva al cuerpo a degradar reservas, y así adelgazar. Finalmente, fue sacado del mercado debido a sus efectos colaterales: neuropatía, cataratas, excesivo calor, incluso la muerte. Sin embargo, en el ámbito del físico-culturismo sigue usándose, a pesar de los riesgos.

La termogenina es un desacoplante natural. Su nombre deriva de **termogénesis**, proceso de generación de calor. Es una proteína canal que está presente en la membrana mitocondrial interna de las células del tejido adiposo llamado grasa parda. A su través pasan los protones evitando pasar por la ATP-sintetasa.

Figura Nº 4. Oso pardo (Ursus arctos). De: http://es.wikipedia.org/wiki/Oso_pardo

Cuando los osos terminan su etapa de hibernación deben aumentar rápidamente su temperatura corporal para ponerse en actividad, y lo logran quemando grasas y liberando gran parte de su energía en forma de calor.

Los bebés humanos presentan una relación superficie-volumen mucho mayor que la que poseen los adultos. Por ello es que tienen, proporcionalmente, menor producción de calor y mayor pérdida, que los adultos. Para un recién nacido la situación es extrema, por ello es que deben ser abrigados inmediatamente al nacer. Los bebés cuentan con una pequeña capa de grasa parda en su pecho, resabio evolutivo de la única posibilidad de afrontar un enfriamiento por parte de un recién nacido.

Debe destacarse que la más importante organela termogénica es el peroxisoma. Allí, todo el tiempo, se degradan ácidos grasos, desprendiéndose gran cantidad de energía que, al no estar acoplada a ningún mecanismo de formación de ATP, se libera 100% como calor. El peroxisoma es el responsable del calor basal que mantiene la temperatura corporal de los mamíferos y aves, alta y constante, favoreciendo la actividad de las enzimas.

Bibliografía

- Brock. Biología de los microorganismos. 2004. Madigan, Martinko, Parker. Editorial Pearson Educación. Madrid.
- Cuadernos de Biología. 1997. Capozzo A. y Fernández A. EUDEBA. Buenos Aires.
- Obesidad. Un enfoque multidisciplinario. 2010. José Antonio Morales González. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Puede leerse en:
- http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4823/libro_de_obesidad.pdf

Wikipedia: http://es.wikipedia.org

Volver

Comunicate con nosotros!!!!
Correo de lectores:
revista elementalwatson@yahoo.com.

DIA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE

En cada revista te contamos algo de lo que sucede entre número y número. En este caso te contamos que todos los 5 de junio, desde el año 1973, se celebra El Día Mundial del Medio Ambiente, que fuera establecido por la Asamblea General de las Naciones Unidas en su Resolución (XXVII) del 15 de diciembre de 1972.

El lema de este año es: "***Piensa. Aliméntate. Ahorra"***, una campaña para de reducir los desechos y las pérdidas de alimentos, que según FAO, llegan a ser 1,3 billones de toneladas de comida por año. Esta cifra equivale a la producción alimentaria de todo el África Subsahariana. Al mismo tiempo, una de cada siete personas del planeta se va a la cama hambrienta y más de 20.000 niños de menos de 5 años mueren de hambre cada día.

Teniendo en cuenta este enorme desequilibrio y los efectos devastadores que esto tiene para el medio ambiente, el tema de este año, ***Piensa. Aliméntate. Ahorra***, pretende dar a conocer el impacto que tienen nuestras decisiones alimentarias y cómo tomarlas 100% informados. Quiere animarte a actuar. Quiere que seas testigo de cómo ciertas decisiones reducen el volumen de desechos, ahorran dinero y disminuyen el impacto medio ambiental de la producción de alimentos.

Si desperdiciamos comida, significa que todos los recursos empleados para producirla también serán desperdiciados. Así por ejemplo, producir un litro de leche supone gastar 1.000 litros de agua o producir una hamburguesa 16.000 litros... Todas esas emisiones de gas durante el proceso habrán sido en balde si desechamos alimentos.

De hecho, la producción global de alimentos ocupa un 25% de la superficie habitable, un 70% de consumo de agua, un 80% de deforestación y un 30% de gases. Es, por tanto, uno de las actividades que más afectan a la pérdida de biodiversidad y a los cambios en el uso del suelo.

El informe sobre la Crisis Alimenticia Medio Ambiental advierte de que si no se actúa pronto, un 25% de los alimentos producidos se perderán en 2050 debido a la degradación medio ambiental. No obstante, es posible atajar esta situación mediante un uso eficiente de la energía durante el proceso productivo.

¿Qué quiere decir uso eficiente de la energía? Se refiere a la capacidad de reducir la pérdida de energía desde el cultivo, hasta el procesamiento y terminando en el consumo y reciclaje. Optimizando ese proceso, la producción de alimentos puede crecer sin provocar efectos negativos para el medio ambiente.

La creciente población mundial consume recursos naturales de forma que nuestro planeta se ha visto seriamente afectado. El modo en que se emplean los recursos naturales y la manera en que se han transformado las fuentes naturales nos llevado a un camino sin retorno en el que el agua, el aire,... necesitan ser regenerados y por tanto, se hace necesario encontrar el equilibrio entre lo que se produce y lo que se desecha.

Precisamente en eso consiste el consumo sostenible. En hacer *más con menos*, reduciendo de este modo la degradación y contaminación y mejorando así la calidad de vida de todos.

Existen muchas formas de convertir nuestro consumo en sostenible. *Hacer más con menos* es esencial para no agotar todo lo que nuestro planeta tiene que ofrecer. Debemos ser creativos e innovadores para hacer realidad un estilo de vida sostenible y que al mismo proteja la naturaleza que nos rodea.

Pero, ¿qué significa tomar decisiones informadas? Elegir aquellos alimentos cuyo impacto al medio ambiente es menor, es el caso de la comida orgánica en la que apenas se usan productos químicos. O adquirir productos en mercados locales en los que se sabe que no ha sido necesario el transporte y por tanto, no han supuesto tantas emisiones de gas.

En definitiva, se trata de que **pienses** antes de **alimentarte** y así **ahorres** para proteger el medio ambiente.

Para saber más:
http://www.unep.org/spanish/wed/

Volver

Comunicate con nosotros!!!!
Correo de lectores: revista_elementalwatson@yahoo.com.ar

DORMIR NO ES UN LUJO: DESCANSO Y METABOLISMO

María del Carmen Banús

(Lic. en Ciencias Biológicas, coordinadora de Cátedra,
docente de Biología del CBC y artista plástica)

¿Cuantas veces tu abuela te dijo: "es hora de ir a dormir"? ¿Porque después de una noche de boliche, no nos alcanzan las mismas horas de sueño que cualquier otro día para reponernos?

Resulta ser que ahora descubrimos que la abuela tenía razón, y los reclamos de nuestros padres, también: aunque no lo creas, el dormir también influye sobre nuestro metabolismo. En esta nota te contamos algo

Los antiguos griegos llamaban al sueño "el hermano de la muerte", pues se creía que en ese momento, durante el sueño, el alma abandonaba al cuerpo y vagaba sin rumbo; es decir, se creía que prácticamente no había actividad cerebral. Cuan equivocados estaban!

Hoy se sabe que el sueño es esencial para la vida y es la base de numerosas funciones fisiológicas y psicológicas, como la reparación de los tejidos, el crecimiento, la consolidación de la memoria y el aprendizaje.

Aunque los procesos metabólicos del catabolismo y el anabolismo se dan permanentemente en nuestro organismo, hoy se sabe que *durante la primera mitad del sueño, se ven aumentados los procesos anabólicos celulares, también la secreción de algunas hormonas y algunos aspectos de la respuesta inmune.* Pero ¿cuanto es lo que debemos dormir y como debemos hacerlo para que estas funciones celulares no se vean alteradas? ¿Estamos, como sociedad, restándole horas a nuestro descanso? ¿Qué consecuencias puede traer ello sobre nuestra salud?

No se puede cambiar en un minuto

Nuestros ancestros, Homo erectus, Homo sapiens, comenzaron a protegerse del sol utilizando cuevas, ya sea naturales o artificiales, pero eso fue hace 45000 años atrás! De este modo, la ausencia de sol ó luz natural, llevaba a guarecerse, recluirse, disminuir la actividad y finalmente entrar en un estado de sopor y sueño profundo, hasta que el sol volviera a brillar.

Reconstrucción del campamento de Neanderthal. Cueva Oscura - Parque Nacional de Paternidad, Polonia. Fotografía: John Jerszyński (2005) www.wikipedia.org/wiki/Jaskinia_Ciemna?uselang=es

Muchísimo más tarde, digamos hace unos doscientos años, fuimos capaces de descubrir fuentes relativamente baratas de energía como para poder utilizar lámparas, que alargaran las horas del día: y ahí comenzaron los problemas, pues alteramos la cantidad de horas que podemos mantenernos en vigilia (despiertos). El problema es que doscientos años representan solo un segundo en la evolución. Nuestro cuerpo no está diseñado fisiológicamente para este cambio, ni puede adaptarse a él. Entonces, al disminuir las horas de sueño, no solo alteramos su calidad, sino también la fisiología corporal.

Nuestro cuerpo se rige por alternancia de ciclos de vigilia- sueño de aproximadamente 2/3 y 1/3 respectivamente de un día de 24 horas, a esto lo

llamamos ***ritmo circadeano***, y este ritmo está grabado genéticamente en cada una de nuestras células, de modo tal que ni una bombita de luz, ni la pantalla del celular pueden modificarlo. Estos cambios en el ritmo metabólico se deben a una hormona: la ***melatonina,*** producida en la glándula pineal y que aumenta su liberación a partir de las 18.00 horas aproximadamente. Esta hormona representa el "código químico de la noche", y es imprescindible para poder sincronizar genéticamente los ritmos circadeanos de cada una de nuestras células.

Se ha comprobado en experimentos con ratas en laboratorios, que la exposición a luz brillante o intensa antes de ir a dormir (como podría ser la pantalla del televisor, del celular o de la compu), altera la calidad del sueño, aún en varias noches subsiguientes, pues produce retardo en los ritmos circadeanos.

Claramente, para nosotros, humanos, esta situación se torna mucho más evidente en las grandes ciudades que en aquellos que adoptaron la ruralidad como forma de vida. ¿Qué hacer entonces?: no exponerse frente a las pantallas por lo menos media hora antes de disponerse a dormir, si es que querés tener un sueño verdaderamente reparador.

Traducido en términos simples: deberíamos dormir entre 8 o 9 horas por día. Verdaderamente, ¿Quién de nosotros lo hace? La cultura de las "24 horas al día, 7 días a la semana" de la sociedad occidental, en la que cada vez son más las horas de vigilia debido a la presión profesional o social, tiene consecuencias que son preocupantes.

¿Y cual es el problema que estemos más horas despiertos?

Mas allá de los riesgos que todos conocemos, como por ejemplo los de conducir un automóvil con sueño, u operar una máquina en una fábrica estando mal dormido, o ir a rendir un examen sin dormir porque utilizamos la noche para hacer el último repaso, y después nos encontramos que obtenemos el resultado contrario al esperado. Todo eso ya lo sabemos, pero no es lo único. Y lo que sigue es igual o más preocupante aún

Crecimiento

Una hormona fundamental en el mantenimiento de la función celular y masa muscular es la ***somatotrofina*** conocida como la hormona de crecimiento y esta solo se secreta cuando el sueño alcanza una profundidad adecuada. Si el sueño se torna superficial, como le sucede a mucha gente de la 3º edad, disminuye la secreción de esta hormona y se pierde masa muscular (2-4 kg/década).

Por eso el sueño es más importante en la infancia, la adolescencia o en el embarazo, donde las tasas de crecimiento son muy importantes.

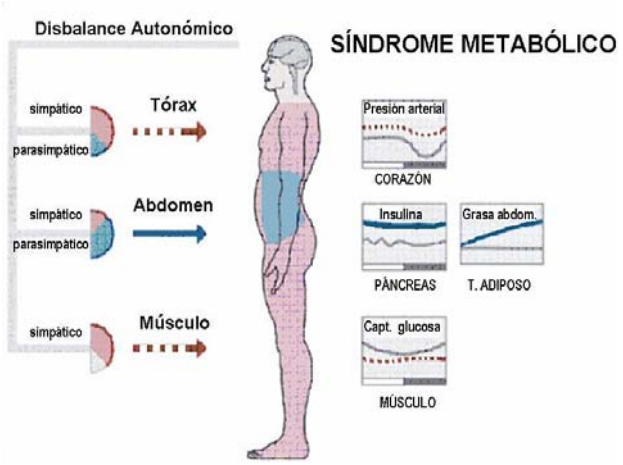
Síndrome metabólico

No solo dormimos menos, sino que además, tenemos mucha mas comida disponible que en la antigüedad, casi sin tener que esforzarnos físicamente para conseguirla. Este combo de menos descanso, más comida y menos trabajo muscular resulta explosivo, ya que nos conduce a la obesidad fácilmente, pues nuestro cuerpo, ancestralmente está diseñado para almacenar el alimento en forma de grasa ("reservar para cuando no se tiene"), y nuevamente, ese diseño genético no cambia de un día para el otro. La obesidad produce un profundo impacto sobre la salud, estando directamente relacionada con la diabetes mellitus y la hipercolesterolemia, principalmente a través de su influencia sobre la secreción y la sensibilidad a la insulina.

Nuestro cerebro está preparado para la alternancia de acción-descanso, permitiendo el consumo de glucosa y lípidos durante la vigilia y la reposición anabólica durante el sueño, pero esto debe ser regularizado diariamente para que funcione de manera correcta (seguro que tu abuela, además de decirte "es hora de dormir", también te dice "es hora de comer"!). Si alteramos esos ritmos naturales, no se produce por ejemplo la caída de presión arterial que es normal durante la noche, y entonces el riesgo de hipertensión aumenta.

Bastan solo dos noches de alterar nuestro ritmo fisiológico del sueño para sentir que tenemos

mas hambre o necesidad de consumir dulces: al restar descanso disminuye la producción de ***leptina,*** hormona anorexígena, y aumenta la secreción de ***ghrelina,*** que hace todo lo contrario! Y no estamos hablando solo de un fin de semana de descontrol. Piensa en aquellos trabajadores que desarrollan su actividad por la noche, o peor aún que poseen turnos rotativos de trabajo, están sujetos a estos inconvenientes



Tomado de: www.daniel-cardinali.blogspot.com

Estrés

La privación del sueño, aumenta en sangre los niveles de ***cortisol,*** una hormona directamente relacionada con la respuesta corporal al estrés y la respuesta inmune se ve afectada (por eso cuando estamos enfermos nos recomiendan descansar y dormir)

Sueño y emociones

Según un estudio realizado en la Universidad de Berkeley, dormir menos horas de las necesarias (de siete a ocho diarias) altera la capacidad de respuesta del lóbulo prefrontal, la parte del cerebro que regula las emociones, y conduce a comportamientos 'irracionales y primarios'. "El sueño restaura los circuitos emocionales, y haciendo esto nos prepara para los retos y las interacciones sociales del día siguiente. La falta de sueño, por el contrario, rompe los mecanismos que nos protegen de las enfermedades mentales".

Habitualmente se asocia la falta de descanso con un estado de decaimiento, poco reactivo. Sin embargo, al no dormir, la amígdala (zona del cerebro que mantiene las emociones bajo control) se vuelve mucho más reactiva: una especie de reversión al estado más primitivo del cerebro, con conductas más irracionales y hasta más agresivas.

Sexo, fertilidad y sueño

Elevado estrés y poco descanso, reducen el interés en el sexo (siendo más común en mujeres cercanas a la menopausia). Debido al mayor nivel de cortisol en sangre por el estrés, las ovulaciones pueden ser irregulares en la mujer y disminuir la producción de espermatozoides en el varón, afectando la fertilidad en ambos.

Ojo con los medicamentos

Algunos medicamentos o hasta alimentos que consumimos pueden causar un aumento de la vigilia y sueño de mala calidad: estimulantes como las anfetaminas y cafeína, antidepresivos, antihipertensivos y antiarrítmicos. Por supuesto, también el consumo de drogas ilegales (heroína, cocaína) se asocian con el insomnio. Muchas personas creen que consumir alcohol puede ayudar a dormir, pero en realidad, su metabolismo causa trastornos de sueño. Los alcoholicos crónicos tienen el sueño fragmentado y superficial y la privación de sueño de modo prolongado en el tiempo puede inducir delirium tremens.

Entonces, el sueño, no es un capricho, no es un lujo, ni una pérdida de tiempo. Está directamente relacionado con nuestro buen funcionamiento metabólico, regula la producción hormonal, la presión arterial, la respuesta ante el estrés y hasta nuestra fertilidad!

El sueño profundo y reparador en la medida apropiada resulta imprescindible para mantenernos sanos.

¡A dormir!

Para saber mas: www.daniel-cardinali.blogspot.com

Volver

DIVERSIDAD METABÓLICA DE LOS ORGANISMOS PROCARIONTES

Edgardo A. Hernández

(Lic. en Ciencias Biológicas, docente de Biología CBC-UBA)

Es posible para todos aquellos que se han tomado algún tiempo para observar la naturaleza, que hayan podido observar la gran diversidad de seres vivos que nos rodean. Fundamentalmente podemos identificar esta variedad en plantas y animales ya que nos es posible verlos a simple vista. En cambio aunque sepamos de la existencia de los microorganismos tenemos una visión sesgada de su diversidad. En principio creemos que son todas células pequeñas, con formas similares y por ende no muy diversas. Pero si estudiamos con detenimiento su metabolismo veremos que en este micro mundo, principalmente en las bacterias, podemos encontrar las más extrañas formas de obtener energía y fuentes de carbono para vivir.

Si tomamos al metabolismo como criterio para ver la diversidad en los seres vivos, entonces plantas y animales son seres de lo más parecidos. Ambos realizan respiración aeróbica para obtener energía oxidando materia orgánica, cuya ecuación general es:

$Glu + O_2 + ADP + P \rightarrow CO_2 + H_2O + ATP$

Los animales son **heterótrofos** ya que usan a la glucosa (un compuesto orgánico) como fuente de energía y de carbono. En cambio las plantas son **fotoautótrofos** ya que fabrican glucosa a partir de una fuente de carbono inorgánico (CO_2) y usan la luz solar como fuente de energía en el proceso llamado fotosíntesis cuya ecuación general es:

$CO_2 + H_2O \xrightarrow{luz} Glu + O_2$

Muchos procariotas tanto bacterias como archaeas (*Elementalwatson"La"revista* n° 7) que viven en ambientes acuáticos y terrestres, son **heterótrofos**, aerobios, como nuestra conocida bacteria intestinal *Escherichia coli*.

Figura 1. Bacterias de la especie Escherichia coli
Tomado de www.diversidadmicrobiana.com

También hay un importante grupo de bacterias fotosintéticas, las cianobacterias, que son **fotoautótrofas** y realizan una fotosíntesis **oxigénica**, como las plantas, con dos fotosistemas en funcionamiento (fotosistema I P700 y fotosistema II P680), usando el agua como fuente de protones (H^+) y electrones (e^-).

Bacterias purpuras del azufre (Proteobacterias) como el *Chromatium vinosum*, realizan una fotosíntesis **anoxigénica**, es decir no usan el agua como fuente de H^+ y e^- sino sulfuro de hidrógeno (H_2S) o azufre (S^o) por lo que no producen oxígeno.

$H_2S + CO_2 \rightarrow (CH_2O)_n + S^o$

$S^o + CO_2 + H_2O \rightarrow (CH_2O)_n + H_2SO_4$

Además estas bacterias hacen fotosíntesis con único fotosistema P870 capaz de captar energía lumínica en el rango del infrarrojo. Esto le permite sobrevivir en ambientes con mínima luz. La necesidad de usar H_2S hace que vivan en ambientes ácidos cuyo PH puede llegar a 2.

Otros grupos de bacterias también realizan fotosíntesis **anoxigénica** como *Heliobacteria* (Firmicutes) con un fotosistema P798 y *Chlorobium* (Chlorobi) cuyo fotosistema P840 también absorbe luz infrarroja. Estos organismos usan como fuente de carbono moléculas orgánicas por lo que se los considera **fotoheterótrofos**.

El primer mecanismo **heterótrofo** que surgió en la historia de la vida fue la **fermentación**, para los estudiantes del curso inicial de biología son familiares la fermentación alcohólica realizada por levaduras y algunas bacterias:

Ac Pirúvico + NADH → Etanol + CO_2 + NAD^+

así como la fermentación láctica realizada por bacterias como el *Lactobacillus* (Firmicutes) y también por células eucariotas musculares y eritrocitos:

Ac Pirúvico + NADH → Ac Láctico + NAD^+

Sin embargo en diversos grupos de bacterias podemos encontrar diferentes vías de **fermentación** como la butírico-butílica, la propiónica, la acido mixta etc. En la *figura 2* se pueden ver vías metabólicas de fermentación y que géneros de bacterias la realizan.

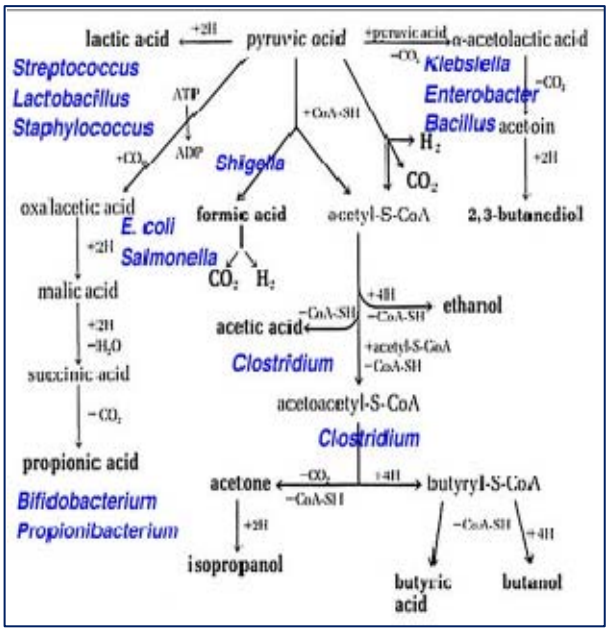


Figura 2. Diversas vías metabólicas de fermentación. En azul el nombre de las bacterias que realizan cada vía. Tomado de Kenneth Todar University of Wisconsin-Madison Department of Bacteriology

La respiración anaeróbica comprende distintos metabolismos **heterótrofos** realizados por diversos grupos de bacterias y archaeas, en los cuales el último aceptor de H^+ y e^- no es el O_2 como en la respiración aeróbica sino otro compuesto oxidado que pasa a producto reducido como se puede ver en la *tabla 1*.

	Terminal Electron Acceptor	Typical Product	Microorganism
Aerobic			
	O_2	H_2O	*Micrococcus luteus*
Anaerobic			
	SO_4^{2-}	H_2S	*Desulfovibrio desulfuricans*
	Fe^{3+}	Fe^{2+}	*Geobacter metallireducens*
	Mn^{4+}	Mn^{2+}	*Desulfuromonas acetoxidans*
	NO_3^-	NO_2^-	*Escherichia coli*
	NO_3^-	N_2	*Thiobacillus denitrificans*
	CO_2	CH_4	*Methanosarcina barkeri*
	CO_2	CH_3COO^-	*Clostridium aceticum*
	S^0	H_2S	*Desulfuromonas acetoxidans*
	AsO_4^{2-}	AsO_3^{2-}	*Chrysiogenes arsenatis*
	Fumarate	Succinate	*Wolinella succinogens*

Tabla 1. Ultimo aceptor de electrones, producto final y organismo ejemplo de diferentes tipos de respiración. Tomado de Microbial Life, tabla 8.4. Sinauer Associates, Inc. 2002.

Siendo la metanogénesis (producción de metano, CH_4) un importante proceso de respiración anaeróbica realizado por archaeas, como la *Methanosarcina barkeri (figura 3):*
$4H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2\ H_2O$

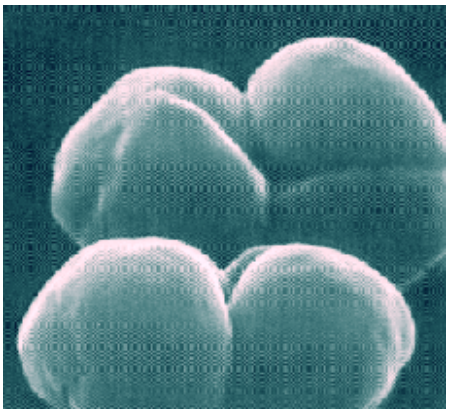


Figura 3. Archaea metanogénica Methanosarcina barkeri. Tomada de ***http://genome.jgi.doe.gov/finished_microbes/metba/metba.home.html***

La **quimiolitotrofia** (de lithos, roca) es una antigua forma de metabolismo exclusivo de procariotas que está aun presente en numerosos grupos que pueden habitar ambientes extremos, creciendo en medios estrictamente minerales, en ausencia de luz. Los **quimiolitótrofos** usan como fuente de energía compuestos inorgánicos, están los **quimiolitoautótrofos** cuya fuente de carbono es inorgánica, y los **quimiolitoheterótrofos** o **mixotrófos** para quienes la fuente de carbono es orgánica, como glucosa o acetato.

Los **quimiolitoautótrofos** utilizan el CO_2 como fuente principal de carbono, pero no utilizan la luz como fuente de energía sino que la obtienen por oxidación de compuestos inorgánicos reducidos del nitrógeno como NH_3, NO_2^-,el hidrógeno (H_2), formas reducidas del azufre (H_2S, S , $S_2O_3^-$) o hierro (Fe^{2+}). Su carbono celular deriva del CO_2 y es asimilado mediante las reacciones del ciclo de Calvin, de modo análogo a las plantas.

Varias especies de Proteobacterias tienen metabolismo **quimiolitoautotrófico** como ser:

1) Bacterias incoloras del azufre: oxidan azufre o compuestos reducidos de azufre. Son bacterias aerobias obligadas ya que necesitan oxígeno para la oxidación. Son las responsables de la transformación del sulfuro de hidrógeno (H_2S), producido por la descomposición de la materia orgánica, en sulfato (SO_4^{2-}) asimilable por las plantas, con lo que cierran el ciclo del azufre. La producción de sulfato origina condiciones extremadamente ácidas, con un pH inferior a 2. *Acidithiobacillus thiooxidans* es excepcionalmente resistente a estas condiciones y se encuentra en la naturaleza en ambientes muy ácidos.

Las reacciones son las siguientes:
$H_2S + ½O_2 \rightarrow S + H_2O$
$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2SO_4^{2-} + 4H^+$

2) Bacterias del nitrógeno: oxidan compuestos reducidos de nitrógeno. Se encuentran muy difundidas en el suelo y son las responsables de oxidar amoníaco (NH_3), producto de la descomposición de cadáveres y excrementos, a nitratos (NO^{3-}) utilizables por la plantas, cerrando el ciclo del nitrógeno. Dentro de este grupo se encuentran:

2a) Bacterias nitrosificantes como *Nitrosomonas* que oxidan amoníaco a nitritos:
$2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2NO^{2-} + 2H^+ + 2H_2O$

2b) Bacterias nitrificantes que a continuación de las anteriores, transforman los nitritos en nitratos (por ejemplo *Nitrobacter*, ver *figura 4):*
$NO^{2-} + ½O_2 \rightarrow NO^{3-}$

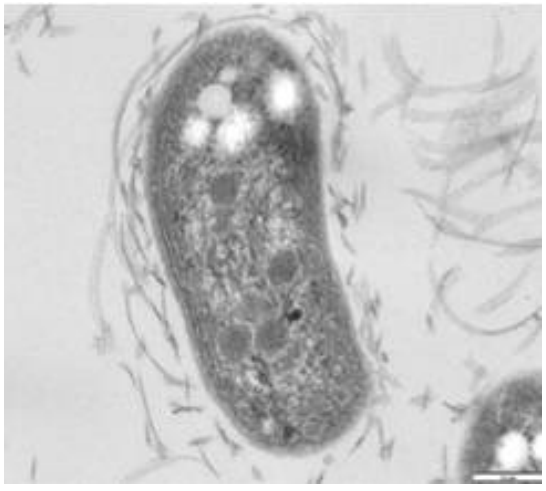


Figura 4. Bacteria Nitrobacter. Tomado de Mokka.hu

3) Bacterias del hierro, que oxidan compuestos de hierro ferroso (Fe^{2+}) a férricos (Fe^{3+}) con lo que transforman depósitos de carbonato de hierro en yacimientos de óxido de hierro. Por ejemplo *Acidithiobacillus ferrooxidans (figura 5)* vive en las aguas que se escurren por las

galerías de las minas de carbón, que son con frecuencia ácidas y contienen hierro ferroso:
$2FeCO_3 + 3H_2O + ½O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 2CO_2$

Figura 5. Bacterias del hierro de la especie Acidithiobacillus ferrooxidans . Tomado de www.diversidadmicrobiana.com

4) Bacterias del hidrógeno, pertenecen a géneros como *Ralstonia y Alcalígenes* son **quimiolitoautótrofas** facultativas capaces de utilizar hidrógeno molecular como fuente de energía: $H_2 + ½O_2 \rightarrow H_2O$

El hidrógeno es primero activado por la enzima hidrogenasa y transferido después al NAD^+ el cual es oxidado en la cadena respiratoria y se sintetiza ATP por fosforilación oxidativa.
Esta diversidad de procesos metabólicos presentes en los microorganismos procariotas les permitió vivir en ambientes con las más variadas condiciones ambientales de oxigeno, temperatura y PH, pudiendo encontrárselos en cualquier lugar de la biosfera.

Bibliografía:

- Perry, Jerome J. y Lory, Stephen. 2002. *Microbial Life*. Editorial: Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA.
- Jimeno, A. y Ballesteros, M. 2009. *Biología 2*. Grupo Promotor Santillana.
- Brock, T. D. 1999. *Biología de los microorganismos*, 8ª edición. Prentice Hall Iberia, Madrid.

Volver

Comunicate con nosotros!!!!
Correo de lectores:
revista_elementalwatson@yahoo.com.ar

Elementalwatson "la" revista

ESTRÉS OXIDATIVO Y ANTIOXIDANTES ¿PODEMOS REJUVENECER SIN CIRUGÍA ESTÉTICA?

Dra. Liliana N. Guerra de Grignoli.

(Docente de Biología CBC y Depto. Química Biológica. FCEyN – UBA, IQUIBICEN – CONICET)

La oxidación es un proceso bioquímico de pérdida de electrones siempre asociado a otro de captación que llamamos reducción (Guerra y col, 2001). Estas reacciones se las conoce como reacciones redox. La oxidación se encuentra presente en la naturaleza: el hierro es oxidado por el aire, al igual que la manzana cuando se corta y adquiere un color café, y los alimentos grasos que cuando se oxidan, se vuelven rancios. Existen otros procesos oxidativos importantes como es la respiración, ya que a través de las reacciones que se llevan a cabo en ellos, se genera energía la cual es necesaria para que la vida exista. Sin embargo, en la respiración no sólo se obtiene energía, también se producen ciertas sustancias que son dañinas para el organismo. Estas sustancias dañinas son especies reactivas del oxígeno (EROs), es decir, son radicales libres o promueven la formación de los mismos. Un radical libre se define como un átomo o molécula que tiene uno o más electrones no apareados girando en sus órbitas externas. Es por esto que los radicales libres oxidan a las moléculas vecinas para así adquirir un equilibrio químico (Leighton y col, 1998).

Especies Reactivas del Oxígeno y Antioxidantes

Bajo condiciones fisiológicas las especies reactivas del oxígeno (EROs) son generadas durante los eventos metabólicos normales. Bajo circunstancias normales, la principal fuente de EROs en las células es la "fuga" de electrones a partir de las cadenas transportadoras de electrones hacia el oxígeno molecular, tales como aquellas en mitocondria. Se sabe que hasta un 4% de los electrones que fluyen a través de la cadena respiratoria (desde el O_2 al H_2 O), se pierden en la formación de especies reactivas del oxígeno. Pequeñas cantidades de EROs, como el radical hidroxilo, el anión superóxido y el peróxido de hidrógeno, son constantemente generados por los organismos aeróbicos. Aunque los niveles de EROs son bajos, la acumulación de ellos produce daño biológico de macromoléculas, que son oxidadas por ellos, llevando a procesos de, citotoxicidad y, mutagénesis.

Es importante comentar que los EROs no sólo se generan por la respiración. Existen miles de sustancias tóxicas en el ambiente que son fuente de radicales libres, por ejemplo, cuando el organismo se somete a la exposición de radiaciones UV, la contaminación ambiental y, el humo del cigarrillo, entre otros, son algunos de los estresores exógenos a los que estamos expuestos *(Figura 1).*

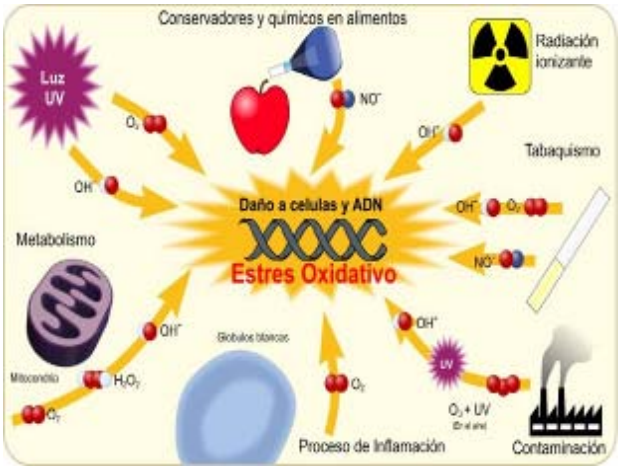


Figura 1. Producción de EROs, y posible estrés oxidativo con daño a ADN

Por lo tanto, el organismo está protegido por un amplio sistema antioxidante: Enzimas antioxidantes, que remueven superóxidos y peróxidos y una red redox que incluye principalmente vitamina E, vitamina C y glutatión. Así, la producción accidental de EROs es mantenida al mínimo por la alta eficiencia de la defensa antioxidante preventiva (Rice-Evans et al, 1991)

El estrés oxidativo y la peroxidación lipídica

El estrés oxidativo es causado en los organismos por un desbalance entre la producción de EROs y la capacidad del sistema biológico de detoxificar sus efectos nocivos. Distorsiones en el estado redox normal de los tejidos pueden provocar la producción de peróxidos y radicales libres que dañan los componentes celulares (como proteínas, lípidos y ADN). Como consecuencia se puede producir muerte celular. Las principales clases de biomoléculas pueden ser atacadas por radicales libres, pero los lípidos son probablemente los más susceptibles. Las membranas celulares son fuentes ricas de ácidos grasos polinsaturados, los cuales son fácilmente atacados por radicales oxidantes. La destrucción oxidativa de los ácidos grasos polinsaturados, conocida como peroxidación lipídica, es particularmente perjudicial. La peroxidación lipídica es una reacción en cadena muy destructiva que puede directamente dañar la estructura de la membrana celular.

En la fase acuosa algunos compuestos actúan como removedores de radicales libres, como por ejemplo el ácido ascórbico (vitamina C), que es un importante antioxidante tanto dentro de las células así como en el plasma (Guerra y col, 2008). Por otro lado, el glutatión es una de las principales fuentes de poder reductor en la célula, siendo importante en los procesos de detoxificación (Guerra y col, 2011). Reacciona con peróxidos, protegiendo a las membranas lipídicas del daño oxidativo. Esta acción ha sido comprobada en hígado in situ, hepatocitos aislados y, en homogeneizados de hígado.

Enfermedades y procesos degenerativos

El envejecimiento es un proceso degenerativo que se relaciona con el ataque de los radicales libres. La teoría de los radicales libres en el envejecimiento supone que éste resulta de la acumulación de lesiones orgánicas debidas al ataque de éstas especies radicalarias sobre los tejidos. También se ha detectado una disminución de las concentraciones de antioxidantes en edades avanzadas.

El colágeno se encuentra presente en todos los órganos multicelulares de nuestro cuerpo. Es la proteína estructural fibrosa que compone la piel, tendones, huesos, cartílagos y todos los demás tejidos conectivos. En otras palabras, el colágeno es la proteína natural que constituye el sostén de la estructura del cuerpo y es la substancia principal del tejido conectivo. Este tejido conectivo fibroso mantiene unido a nuestro cuerpo y forma parte hasta del 75% de nuestra piel.

Los meses y los años pasan y nuestro cuerpo sufre los efectos del tiempo. A diferencia de lo que ocurre en la piel joven, la red de colágeno se rompe en la piel vieja *(Figura 2).*

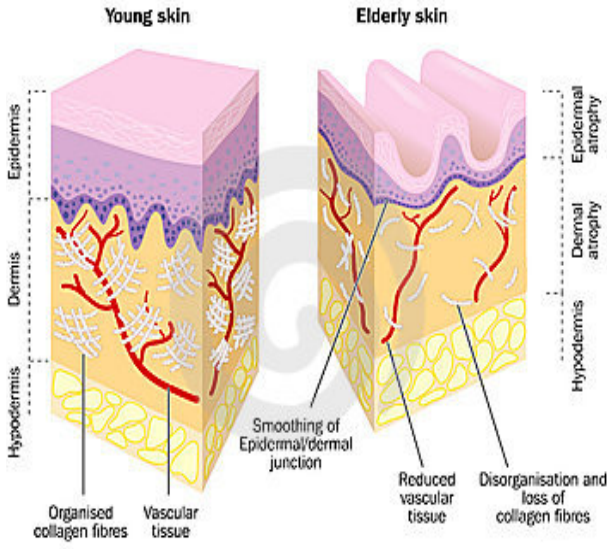


Figura 2. Esquema de la piel donde se observan las fibras de colágeno.

Por otro lado, el organismo disminuye su producción de colágeno en la piel, alrededor de los veinticinco años de edad. Este proceso se acelera entre los cuarenta y los cincuenta años. Muchos estudios han demostrado que la producción normal de colágeno puede disminuir un 1% por año después de los cuarenta años. Por lo tanto, a los cincuenta y cinco años, el organismo ha perdido aproximadamente 15% de su capacidad para producir colágeno. A los setenta, la pérdida de producción de colágeno puede llegar a más de 30%. Cuando la producción de colágeno disminuye, la piel retiene menos agua, se hace más delgada y comienza a arrugarse.

Importancia de la dieta para mantenimiento del colágeno

Linus Pauling (Premio Nobel de Química) fue uno de los primeros en reconocer la importancia de la vitamina C para la producción del colágeno (Myllyla y col, 1984). La vitamina C está involucrada en los primeros pasos de la síntesis del colágeno, correspondiente a la obtención de procolágeno e hidroxilación de prolina y lisina, que permite el plegamiento de la proteína para dar colágeno *(Figura 3).*

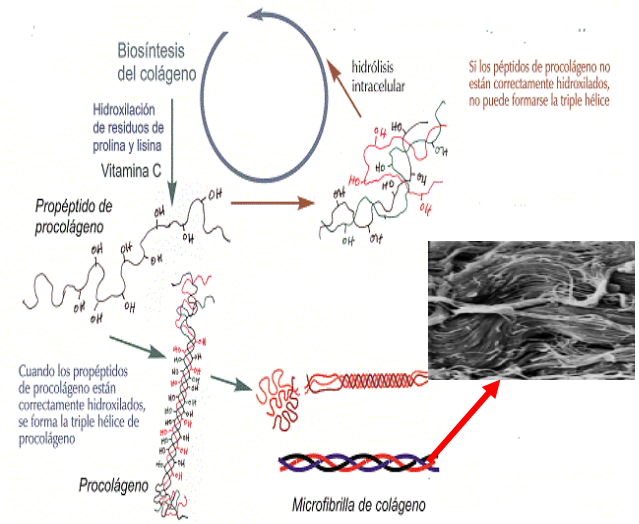


Figura 3. Síntesis de colágeno. También se observa una fotografía al microscopio electrónico de una fibra de colágeno.

La mayoría de los mamíferos son capaces de sintetizar ácido ascórbico (vitamina C), pero algunas especies como el hombre son dependientes de fuentes exógenas de esta vitamina porque carecen la última enzima de la biosíntesis de ácido ascórbico a partir de glucosa. Así, la única fuente de la vitamina C son verduras (ají, tomate, brócoli, etc.) y frutas (naranja, pomelo, lima, limón, mandarina, frutillas, etc.). De esta forma una buena dieta en la cual consumamos frutas y verduras podrá ayudar en la síntesis de colágeno y así ser capaces de rejuvencer sin cirugía estética.

Bibliografía

Guerra LN, Moiguer S, Karner M, Ríos de Molina MC, Sreider C, Burdman JA. Antioxidants in the Treatment of Graves Disease. International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life, 2001; 51:105-9.

Miranda S, Foncea R, Guerrero J, Leighton F. Oxidative stress and upregulation of mitochondrial biogenesis in mitochondrial DNA- depleted Hela cells. Biochemistry and Biophysics Research Communications, 1999; 258: 44-9.

Rice-Evans, CA, Diplock AT. Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology (Burdon RH and Knippenberg PH eds.), Elsevier New York, 1991, Volume 22.

Guerra LN, Ríos de Molina MC, Miler E, Moiguer S, Karner M., Burdman JA. Antioxidants and methimazole in the treatment of Graves´disease: effect on urinary and malondialdehyde levels. Clinica Chimia Acta, 2005; 352: 115-20.

Calzadilla P, Saphochnik, D, Cosentino S, Diz Virginia, Dicelio L, Calvo JC, Guerra LN. N-acetylcysteine reduces markers of differentiation in 3T3-L1 adipocytes. International Journal of Molecular Science, 2011; 12: 6936–51.

Myllyla R, Majamaa K, Giinzler V, Hanauske H, Kivirikko KI. Ascorbate is consumed stoichiometrically in the uncoupled reactions catalyzed by prolyl 4-hydroxylase and lysyl hydroxylase. Journal of Biological Chemistry, 1984; 259: 5403-5.

Volver

Elementalwatson "la" revista

EVOLUCIÓN Y METABOLISMO CELULAR: LAS PRIMERAS VÍAS METABÓLICAS

Víctor H. Panza
(Lic. en Ciencias Biológicas, Docente de Biología CBC-UBA)

"El surgimiento del metabolismo es otra cuestión que aún genera más controversias que respuestas. Definido como se lo conoce hoy en día no hay metabolismo sin célula, pero tampoco puede existir una célula sin metabolismo."

Introducción

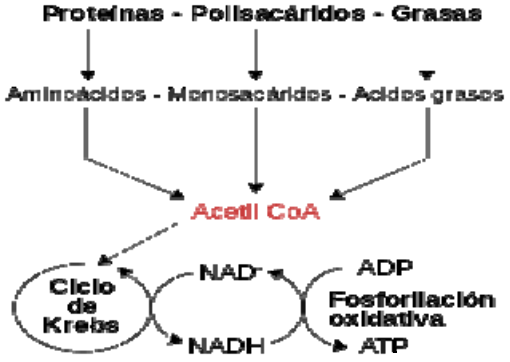
Estableceremos algunos conceptos de modo de facilitar la comprensión de este tema. Y lo haremos en función de los individuos unicelulares, por ser estos los primeros en surgir en el planeta.

Se suele definir **metabolismo** como el conjunto de reacciones bioquímicas y procesos fisicoquímicos que ocurren dentro de una célula u organismo pluricelular. Este complejo conjunto de procesos es la base de la vida a escala molecular y permite al individuo organizar las moléculas en estructuras específicas, llevando, en última instancia, al crecimiento, la replicación celular y la continuidad de la vida.

Se denominan **nutrientes** a los productos químicos exteriores a partir de los cuales se construye una célula [1]. Estos nutrientes son tomados por la célula de diversas maneras y transformados mediante procesos bioquímicos en los constituyentes celulares. Por ello podemos definir como **anabolismo** al conjunto de procesos por los que una célula se construye a partir de nutrientes simples tomados del medio externo [1]. El anabolismo es entonces un subgrupo del metabolismo conformado por las reacciones de biosíntesis bioquímica de nuevo material celular, por lo cual también se lo denomina **biosíntesis**. Los procesos de biosíntesis son **endergónicos**, es decir, requieren energía para llevarse a cabo. Esta energía puede obtenerse de diversas maneras, siendo las dos más comunes a partir de la luz o a partir de la oxidación de compuestos químicos. Entonces podemos definir **catabolismo** como el conjunto de procesos por los que una célula rompe productos químicos en constituyentes más simples obteniendo energía. El catabolismo es por lo tanto, también un subgrupo del metabolismo conformado por las reacciones de degradación. Las reacciones de degradación son **exergónicas**, es decir liberan energía.

Establecidos estos conceptos, es necesario saber como se acepta, era el ambiente terrestre al momento de surgir la vida, hace unos 3500 millones de años (m.a.).

La atmósfera del planeta, una atmosfera reductora, era rica en vapor de agua, nitrógeno, dióxido de carbono, amoniaco, metano y otros gases. La tierra y el agua se encontraban a gran temperatura y sometidas a una intensa radiación ultravioleta, debido a que la capa de ozono, aún no existía. Tormentas eléctricas de proporciones inimaginables se sucedían constantemente.



Un diagrama simplificado del catabolismo de proteínas, carbohidratos y lípidos en un organismo que realiza respiración celular.

El surgimiento del metabolismo y las células

Es así que nos encontramos con las primeras cuestiones. ¿Cómo se forman las moléculas y macromoléculas necesarias en el metabolismo?, ¿Cuándo surge el metabolismo?, ¿Cómo era el metabolismo más primitivo?

Hay que dejar claro desde un principio que estas preguntas no tiene una respuesta mayormente aceptada por la comunidad científica. Hay varias hipótesis, todas con puntos a favor y en contra. Enumeraremos las principales tratando de explicarlas brevemente.

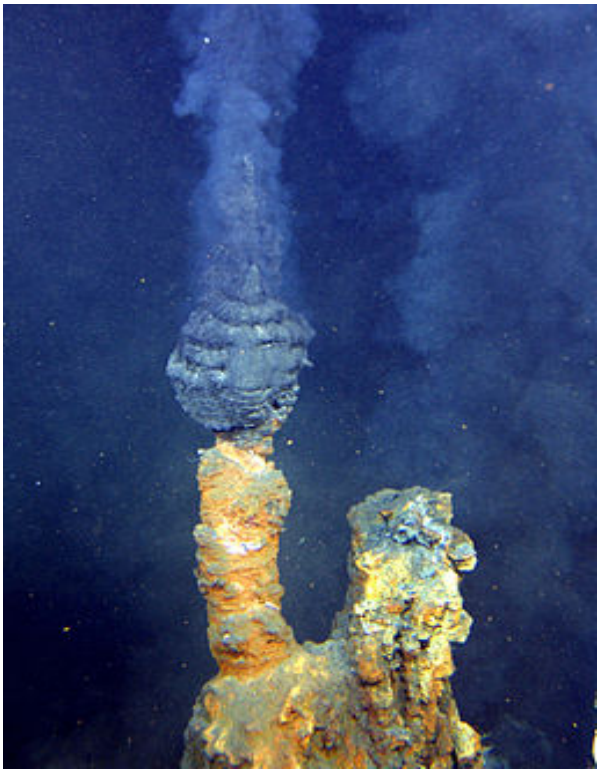
Hay consenso en la comunidad científica que lo primero que se originó fueron las moléculas orgánicas simples. Se sabe por observaciones astronómicas que los hidrocarburos se pueden formar abioticamente y que los carburos al combinarse con agua dan hidrocarburos en forma natural, aún hoy en día. Moléculas primitivas pudieron formarse en distintos momentos y lugares del planeta a partir de varios procesos. Se puede profundizar este punto y el experimento de Miller y Urey en el artículo "*Evolución y microbiología – El surgimiento de la vida*" del Nº 7 de *Elementalwatson"la"revista* (http://www.elementalwatson.com.ar/revista7-prot.pdf).

Otros experimentos simulando la tierra primitiva permitieron sintetizar pequeños péptidos, purinas, ribosa y desoxirribosa. Sin embargo otras macromoléculas fundamentales presentan numerosos inconvenientes.

El primer inconveniente que encontramos está en el paso de las moléculas a las macromoléculas, se trata de un proceso endergónico y difícil de llevar a cabo en forma abiótica. Bajo condiciones prebióticas no se conocen rutas químicas para la síntesis abiogénica de pirimidinas, citosina y uracilo. A esto se suma lo dificultoso de sintetizar nucleósidos y unirlos con fosfato. Y por si esto fuera poco los nucleósidos en las condiciones de la tierra primitiva duran muy poco tiempo, en especial los que tienen citosina ya que se hidroliza fácilmente. Otro inconveniente aún no resuelto está dado por la quiralidad de las moléculas. No se ha establecido aún como podría surgir y permanecer la quiralidad de las moléculas en un sistema abiótico.

Una posible explicación para la síntesis prebiótica de las macromoléculas está dada por la Hipótesis de Wächstershäuser, llamada la teoría del hierro-sulfuro, modificada en 2002 por William Martin y Michael Russell. Dentro de las llamadas "chimeneas negras", que se encuentran en las profundidades oceánicas, en las zonas de expansión del fondo oceánico debido al movimiento de las placas tectónicas. Estas estructuras son como chimeneas recubiertas por sulfuros metálicos. En ellas asciende agua caliente con materia orgánica, creando un ambiente propicio para la polimerización gracias al gradiente térmico y la energía redox aportada por los sulfuros metálicos.

Otras hipótesis pueden leerse en el artículo anteriormente recomendado.



Fumarolas negras

El surgimiento del metabolismo es otra cuestión que aún genera más controversias que respuestas. Definido como se lo conoce hoy en día no hay metabolismo sin célula, pero tampoco puede existir una célula sin metabolismo. Una cuestión que recuerda la famosa pregunta "¿qué fue primero, el huevo o la gallina?". Si aceptamos que en un principio se pudieron dar un conjunto de reacciones químicas, algo así

como un "proto-metabolismo" en estructuras no celulares y a partir de allí evolucionar al metabolismo, la pregunta toma sentido y tiene diversas respuestas. Las hipótesis que responden a como se llegó a la primer célula, se pueden dividir en dos grandes grupos. 1 - Las que postulan la aparición temprana de los ácidos nucleicos (el mundo de ARN) como directores de todo el metabolismo el cual se daría dentro de las ya células. 2 - las que postulan que primero aparecieron las reacciones bioquímicas y las rutas metabólicas, lo que llevó a la celularidad y luego a los ácidos nucleicos como forma de asegurar las copias en la multiplicación (primero el metabolismo). También hay algunas hipótesis que tratando de aprovechar lo mejor de cada grupo plantean modelos híbridos.

Las hipótesis del mundo de ARN postulan que el ARN podría haberse formado espontáneamente o en el interior de arcillas de modo de que pudiera catalizar su propia replicación. Las primeras membranas se pudieron haber formado por fosfolípidos presentes en el agua primitiva o por proteinoides (moléculas similares a proteínas que se forman al calentarse soluciones con aminoácidos). El ARN encerrado en estas estructuras tenía actividad enzimática (ribozimas), era capaz de autoreplicarse y adquirió la capacidad de almacenar información. A partir de él se fue desarrollando el metabolismo.

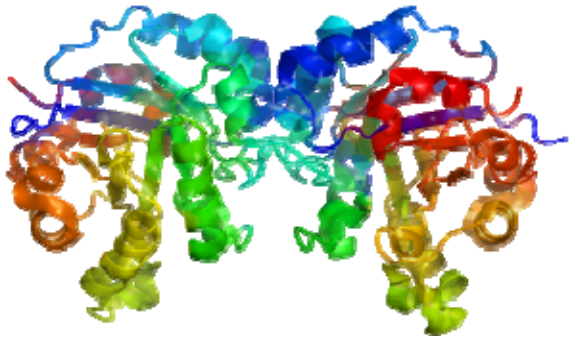
La hipótesis de "primero el metabolismo" postula el surgimiento de un metabolismo primitivo, con muy pocas rutas metabólicas, que proporcionó un ambiente adecuado para el posterior surgimiento del la replicación del ARN. Esto pudo darse según la teoría del hierro-sulfuro modificada u otras como la de los coacervados de Oparin. Más información sobre esto puede encontrarse en el artículo antes mencionado.

Evolución del metabolismo.

Sea como sea, en algún momento surgieron las primeras células. Individuos unicelulares, procariotas sumamente simples. Posiblemente al quedar encerrados ARNs dentro de membranas primitivas.

Estas primitivas células absorbían moléculas del ambiente (nutrientes) y sintetizaban otras. Aquellas que podían sintetizar más moléculas y de mayor complejidad fueron seleccionadas favorablemente cuando la materia orgánica comenzó a disminuir en el agua. Como ya vimos el ácido nucleico que seguramente poseían era ARN y era la molécula que portaba la información genética, además de tener una función catalítica. Se trataba de ARNs autorreplicantes.

No hay forma de saber como se pasó del ARN catalítico a las enzimas. Posiblemente las enzimas surgieron gradualmente y se asociaron al ARN para cumplir su función catalítica. Con el transcurso del tiempo, evolutivamente fueron seleccionadas las enzimas, frente al ARN catalítico, por ser más rápidas, precisas y diversas. Sin embargo no se trata de un cambio sencillo. El ARN reunía en un único tipo de molécula las principales funciones celulares, portaba la información genética, se autorreplicaba y era la maquinaria catalítica. El surgimiento de proteínas específicas y no como resultado de la síntesis prebiótica trajo aparejado algún mecanismo de traducción primitivo. Un cambio metabólico y evolutivo fenomenal. La selección natural se encargó del resto y los ARNs fueron reemplazados por las enzimas, como los catalizadores biológicos por excelencia para la gran mayoría de las reacciones bioquímicas. Con el surgimiento de las enzimas el metabolismo tuvo un gran salto y comenzó paulatinamente a complejizarse.



Estructura de la Triosa fosfato isomerasa. La quinta enzima involucrada en la glucólisis.

Pero, ¿cómo obtenían la energía para la biosíntesis de moléculas y macromoléculas? Recordemos que los procesos anabólicos son endergónicos. La luz no podía ser una opción, ya que los pigmentos capaces de absorber su energía y canalizarla a las reacciones químicas, son extremadamente complejos al igual que las rutas metabólicas de su síntesis. La atmósfera era anoxigénica por lo cual, para las reacciones redox no se disponía de oxígeno libre. La degradación de materia orgánica, aún en su forma más sencilla, la fermentación, requiere de numerosos pasos catalizados por enzimas. Para entender esto alcanza con ver todos los pasos y enzimas necesarias para la glucólisis. Por lo tanto, la hipótesis más plausible es que absorbían sustancias químicas del medio (acuoso) y debido a su metabolismo anaeróbico extremadamente sencillo, obtenían energía de reacciones de uno o dos pasos (una o dos proteínas). Las reacciones quimiolitotróficas sencillas son la opción más probable. Dadas las características de la Tierra primitiva, una reacción parece ser la mejor candidata. Es la reacción del sulfuro ferroso (abundante en la Tierra primitiva) con sulfuro de hidrógeno, que origina, disulfuro de hierro (II), llamado pirita, e hidrógeno molecular.

$$FeS + H_2S \longrightarrow FeS_2 + H_2$$

Otra posibilidad es el la reacción del carbonato ferroso, también abundante en la Tierra primitiva, con sulfuro de hidrógeno para dar pirita, hidrógeno molecular, agua y dióxido de carbono.

$$FeCO_3 + H_2S \longrightarrow FeS_2 + H_2 + H_2O + CO_2$$

La energía liberada de estas reacciones es suficiente para la formación de ATP u otras moléculas captadoras de energía (por ejemplo los tioésteres).
A su vez el hidrógeno molecular podría haberse separado en protones y electrones mediante una hidrogenasa primitiva.

$$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$$

Los electrones se utilizarían en la reducción del azufre molecular, en presencia de agua, originándose sulfuro de hidrógeno.

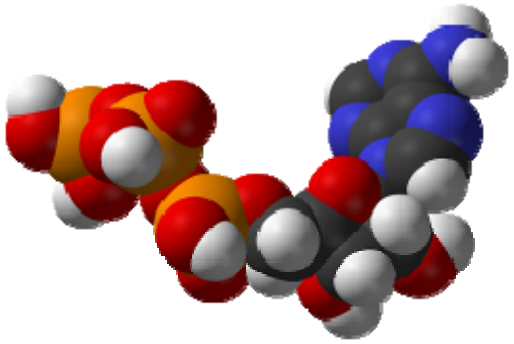
$$H_2O + S^0 + e^- \longrightarrow H_2S + OH^-$$

Y los protones podrían crear un gradiente electroquímico en la membrana plasmática, que permitiera el funcionamiento de una ATPsintetasa primitiva y generar nuevamente agua.

$$OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$$

Una evidencia de la factibilidad de estos procesos es el hecho de que la mayoría de las arqueas hipertermófilas actuales, pueden reducir el azufre elemental utilizando hidrógeno molecular y formar sulfuro de hidrógeno. Además, muchas de ellas, pueden producir pirita si se encuentran en un ambiente con iones ferrosos ($Fe2^+$). Es importante notar que estas arqueas, sean posiblemente, los seres actuales más estrechamente emparentados, con los primitivos habitantes de la Tierra.

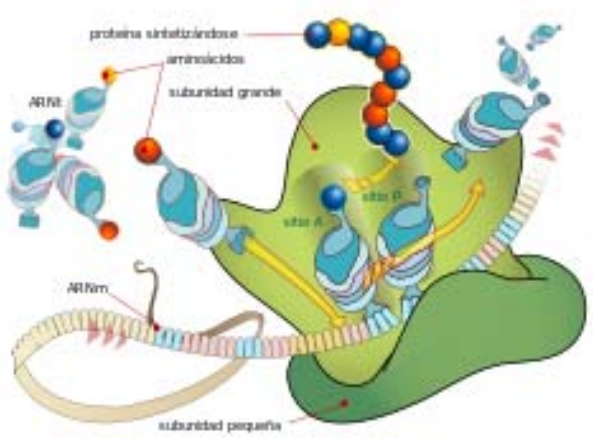
Sin embargo, el surgimiento de una ATPsintetasa, aún mucho más primitiva que las actuales, debió de requerir de un considerable tiempo evolutivo e innumerables combinaciones erróneas, dada la complejidad de esta enzima.



Modelo tridimensional del ATP

Un paso evolutivo posterior debió ser la adquisición de la pared celular, lo cual les permitió vivir en ambientes con variaciones osmóticas. Esto trajo aparejado nuevas vías de síntesis de biomoléculas y la necesidad de mayor energía y sustratos. Lenta, muy lentamente el metabolismo se fue haciendo más complejo y ello requirió de ciertas cuestiones, a saber:
1) de más y nuevas enzimas que catalicen las reacciones que componían al metabolismo primitivo,

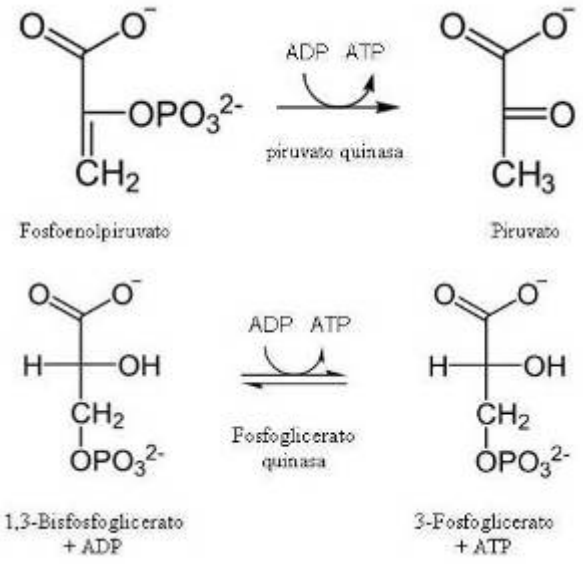
2) de una maquinaria eficiente de almacenaje de la información y de su adecuada replicación y transmisión a la descendencia y
3) de un mayor suministro de sustratos y de una mayor y mejor forma de obtención de energía.
En algún momento surgió el ADN como material genético. Seguramente el mayor cambio evolutivo desde el surgimiento de las enzimas. Se especula que una posibilidad para este cambio pudo ser la necesidad de que la transmisión de la información genética a la descendencia fuera más precisa. Las ARN polimerasas, son menos precisas que las ADN polimerasas. Por lo tanto hay un gran valor adaptativo en poseer ADN polimerasas y ADN como material genético ya que la replicación se vuelve muchísimo más precisa. Con un sistema de replicación más preciso puede aumentar la complejidad enzimática y con ello la complejidad metabólica. Adicionalmente, con el ADN se logra:
a) almacenar en forma más estable la información genética,
b) almacenarla en un mismo lugar (la macromolécula de ADN) y
c) el posterior surgimiento de mecanismos de regulación de la expresión génica, los cuales le permiten a la célula ahorrar energía y sustratos. El éxito evolutivo de este sistema de tres componentes, ADN, ARN y proteínas, queda probado por el hecho de que todas las células actuales los poseen.



Ribosoma durante la traducción.

Con el trascurso del tiempo, por mutaciones y selección natural, surgieron reacciones quimioorganotróficas capaces de aprovechar la materia orgánica como fuente de energía. Asumiendo que las reacciones más antiguas se encuentran donde se sintetizan las moléculas biológicas más esenciales y que se hayan más ampliamente distribuidas entre los seres vivos, las reacciones pertenecientes a la glucólisis debieron estar entre las más antiguas. Sin embargo debieron darse numerosos cambios para llegar a una vía como la glucólisis, dada la cantidad de enzimas participantes.

Los procesos metabólicos fermentativos se pueden clasificar como fermentaciones que producen fosforilación a nivel del sustrato y las que no. Las más ampliamente distribuidas son aquellas que producen fosforilación a nivel del sustrato y entre estás, la glucólisis, es la más común. ¿Pero qué es la fosforilación a nivel del sustrato? Es la formación de ATP durante la catálisis del compuesto orgánico (mediante pasos enzimáticos particulares), a partir de ADP y el P previamente unido al compuesto en cuestión. Ejemplo de esto es la formación de ATP durante la glucólisis a partir de dos intermediarios fosfatados, el 1,3 difosfoglicerato y el fosfoenolpiruvato.

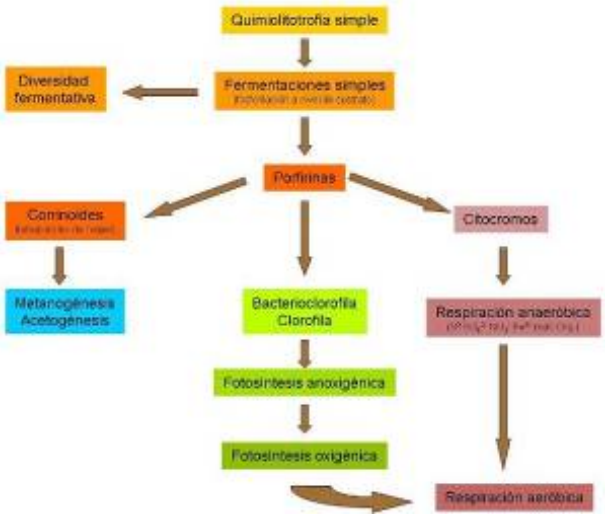


Esquemas mostrando los dos pasos donde se produce la fosforilación a nivel de sustrato en la glucólisis

Existe una gran variedad de tipos de fermentaciones y se pueden clasificar por los productos formados. Los principales productos que se obtienen son etanol, ácido láctico, ácido butírico, ácido propiónico, ácido-mixta, ácido homoacético, butanol y metano. Sin embargo, hay numerosos compuestos que se pueden obtener en fermentaciones bacterianas menos usuales, lo cual ilustra la gran diversidad metabólica que hoy en día encontramos, producto de la evolución.

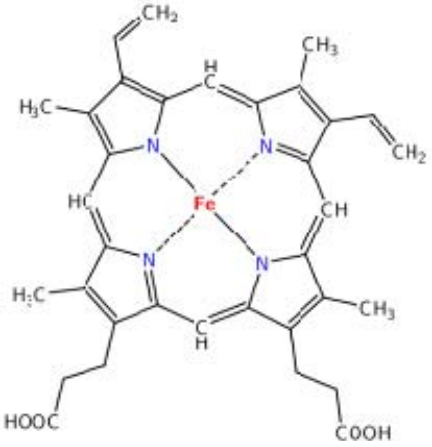
Las fermentaciones que no producen fosforilación a nivel del sustrato están acopladas a bombas iónicas que producen un gradiente de Na^+ o a carriers del tipo antiporte que generan un gradiente de H^+ a través de la membrana. Este gradiente es aprovechado por una ATPsintetasa traslocadora de Na+ o una ATPsintetasa traslocadora de H+ que forman ATP a partir de ADP y Pi. Este proceso presenta una ruta metabólica mucho más sencilla que la glucólisis (con apenas un par de reacciones químicas) pero necesita de proteínas translocadoras y ATPsintetasas específicas.

Un metabolismo simple también puede requerir de evolución como es el caso de la sintrofía (nutrición mutua). En este caso, se acoplan íntimamente dos reacciones metabólicas, de individuos de distintas especies para dar una ruta metabólica en común. Un caso particular de coevolución en procariotas que genera un metabolismo más complejo entre especies.



Esquema mostrando una posible evolución de los mecanismos metabólicos generadores de energía en procariotas

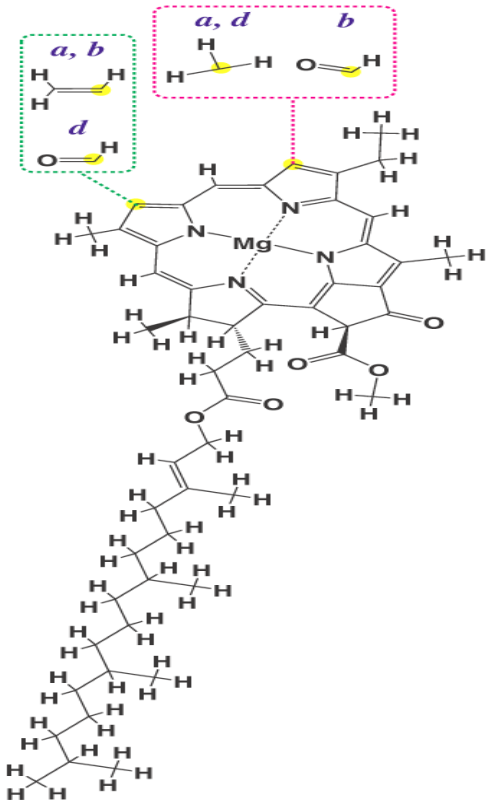
Tuvo que darse una lenta evolución que incluyera el desarrollo de los tetrapirroles, para que surgieran las porfirinas, un hito en la evolución metabólica. Paralelamente debieron darse cambios en la membrana plasmática. Con el tiempo surgieron los citocromos y con ellos las cadenas de transporte electrónico, capaces de realizar la fosforilación mediante el transporte de electrones. Finalmente la evolución llevó a la respiración anaeróbica, un metabolismo mucho más complejo y eficiente de obtención de energía. Cómo la atmósfera no poseía oxígeno otras moléculas fueron utilizadas como aceptores de electrones de las cadenas respiratorias. Hoy en día aún numerosos organismos realizan respiración anaeróbica, casi todos procariotas. En la mayoría de los metabolismos de respiración anaeróbica, se utiliza para respira (degradar totalmente para obtener energía) compuestos orgánicos, sin embargo, algunos organismos quimiolitotrofos también pueden realizar este proceso. En la mayoría de los casos, los aceptores de electrones son compuestos inorgánicos, aunque algunos compuestos orgánicos también son utilizados. Una gran diversidad de microorganismos con respiración anaeróbica, se estima, fue reemplazando a los que poseían metabolismo fermentativo debido a la eficiencia que poseían en la obtención de energía. Es decir, fueron seleccionados naturalmente por ser comparativamente más aptos.



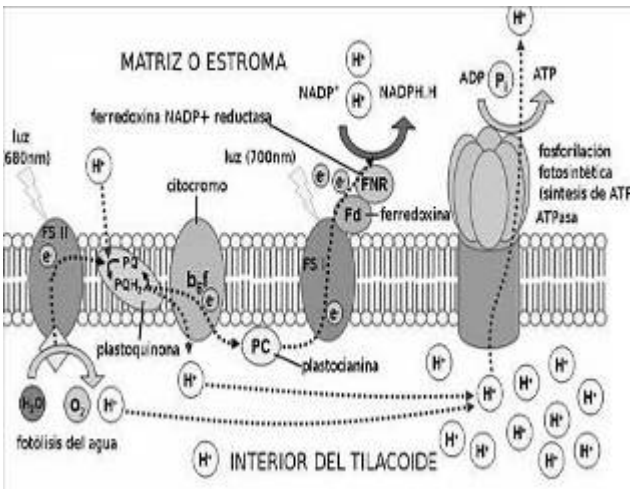
Esquema del grupo hemo, una porfirina

El surgimiento de porfirinas y su posterior evolución habría permitido el desarrollo de tetrapirroles con magnesio sensibles a la luz, es decir, la aparición de las bacterioclorofilas. Con ello se desarrolló evolutivamente el metabolismo de la fotosíntesis. Este suceso evolutivo es sin duda uno de los mayores hitos evolutivos y permitió aprovechar una nueva e inagotable fuente de energía, la luz. Los microorganismos rápidamente se diversificaron, produciendo seguramente una gran explosión de vida.

Estos individuos fototróficos eran anoxigénicos y sólo utilizaban la fotosíntesis para sintetizar ATP. Como fuente de poder reductor debieron utilizar compuestos reducidos presentes en el ambiente, como el H_2S (liberándose S^0). Poseían un sólo tipo de fotosistema. En la actualidad encontramos organismos parecidos en algunas bacterias verdes o rojas del azufre. Al no poder utilizar el agua como fuente de electrones este tipo de fotosíntesis no aportó oxígeno al ambiente.



Estructura de las clorofilas a, b y d.



Esquema de la etapa fotoquímica, que se produce en los tilacoides

Posteriormente surgió el segundo fotosistema y la posibilidad de utilizar H_2O como dador de electrones, otro hito en la evolución metabólica. Desde el origen de los primeros seres vivos, fueron necesarios casi 1000 m.a. de mutaciones aleatorias y selección natural para llegar a ellas. Células fotosintéticas que desprendían O_2 como desecho. A partir de entonces y con la disponibilidad de electrones (obtenidos del agua) la ventaja competitiva de estas células fue abrumadora y con el tiempo se extendieron por el mundo.

Los primeros organismos de este tipo, fueron procariotas parecidos a las actuales cianobacterias. Estos organismos poseen clorofila b, en lugar de bacterioclorofila, lo cual implica necesarios cambios metabólicos en la síntesis de estos compuestos.

Con ellas lentamente la atmosfera del planeta fue cambiando acumulándose oxigeno y paulatinamente dejó de ser reductora. La presencia de O_2 disponible que actúe como aceptor de electrones permite el surgimiento de la respiración aeróbica, proceso metabólico mucho más efectivo para obtener energía que la respiración anaeróbica o la fermentación y con un aceptor de electrones mucho más abundante y accesible que otros. Con más energía disponible, pudieron desarrollarse mayores densidades de población, aumentando las posibilidades de evolución de nuevos organismos y de nuevos esquemas metabólicos.

La oxigenación de la atmósfera fue uno de los cambios más importantes para la vida, siendo un gran factor de selección. Pero si bien el O_2 posee la capacidad de aceptar electrones en la respiración celular, también es un fuerte oxidante de moléculas orgánicas, lo que requirió la evolución de nuevas vías metabólicas que protegieran a los individuos del O_2 y otras moléculas oxidantes como por ejemplo el $O^{\bullet}$. y el H_2O_2. Surgen las moléculas antioxidantes. (ver: *"Estrés oxidativo y antioxidantes: ¿podemos rejuvenecer sin cirugía?"*) Aquellos que no poseían estas adaptaciones metabólicas perecieron o subsistieron en ambientes anóxicos.

El registro fósil muestra que conforme se oxigenaba la atmósfera Terrestre se produjo una explosión evolutiva que finalmente llevó a la aparición de los eucariotas.

Por otra parte, el O_2 atmosférico dio origen a la capa de ozono que protege a los seres de la radiación ultravioleta, lo que luego permitió que se pasara del agua a la tierra. La evolución continuaba y el ambiente seleccionaba a los mejores adaptados.

([1]) Madigan M.T., Martinko J.M. y Parker J. *Brock Biología de los Microorganismos* (Octava edición revisada). Ed. Prentice Hall Iberia. 1999.

Volver

Comunicate con nosotros!!!!
Correo de lectores: revista_elementalwatson@yahoo.com.ar

CIENCIA Y GÉNERO

En esta sección, te contaremos, número a número, pequeñas historias de las grandes de la ciencia

REBECA GERSCHMAN (1903-1986)

Discípula del doctor Bernardo Houssay, la fisióloga y bióloga Rebeca Gerschman fue una de las personalidades científicas argentinas que alcanzó mayor prestigio en el campo de la fisiología humana. Farmacéutica y bioquímica graduada en la UBA, ingresó al Instituto de Houssay en la década del 30. Su tesis doctoral de 1939 sobre el potasio plasmático, que daría lugar al método Gerschman-Marenzi, constituyó en su momento una técnica de vanguardia para el estudio de las variaciones de concentración de potasio sanguíneo en distintas condiciones fisiopatológicas. Su trabajo en el estudio de los radicales libres del oxígeno fue reconocido a nivel internacional, tanto que fue considerada por la comunidad científica como una firme candidata al Premio Nobel de Fisiología y Medicina a inicios de la década de 1980, que no pudo concretarse debido a la enfermedad que finalmente causaría su fallecimiento en 1986.

GERTY THERESA CORI (1896-1957)

Esta bioquímica checo-americana fue la tercera mujer en el mundo, y primera en EE.UU., en ganar un Premio Nobel en Ciencias y la primera a nivel mundial en recibir el Premio Nobel de Fisiología o Medicina. Nacida en Praga, se casó y se mudó a los EE.UU. en 1922, donde continuó la investigación médica junto a su marido. Juntos recibieron el Premio Nobel en 1947 (compartido con el fisiólogo argentino Bernardo Houssay), otorgado por descubrir el mecanismo por el cual el glucógeno (un derivado de la glucosa) se convierte en ácido láctico en el tejido muscular y luego es resintetizado en el cuerpo y almacenado como fuente de energía (ciclo de Cori). Gerty permaneció activa en su laboratorio de investigación hasta el final. Entre los múltiples premios y honores recibidos, el cráter Cori en la Luna lleva su nombre.

Volver

ALIMENTOS, MICROORGANISMOS Y FERMENTACIÓN

María del Carmen Banús

(Lic. en Ciencias Biológicas, coordinadora de Cátedra,
docente de Biología del CBC y artista plástica)

Tan antiguos como la vida misma, los procesos fermentativos son mucho mas frecuentes de lo que creemos. Pero quizás te sorprendas al leer esta nota, que productos tan exquisitos como el chocolate, estimulantes como el café, o básicos y cotidianos como el pan, dependen de procesos fermentativos, en los que están presentes diversos tipos de microorganismos. ¿Será que la fermentación es un proceso barato? ¿O será que es beneficioso para nuestro organismo? Durante milenios, los humanos han disfrutado de sabores y nutrición distintivos, resultantes del poder transformador de bacterias y hongos Los alimentos fermentados forman parte de la herencia cultural de sociedades de todo el mundo. Permitieron conservar alimentos sin refrigeración y, ahora, reciben un tardío reconocimiento gastronómico y médico. Enterate de que se trata

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere O_2, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones. Se consideran fermentados todos los productos transformados exclusivamente con microorganismos, sin procedimientos artificiales. Cuando la fermentación tiene lugar, los azúcares y carbohidratos de un alimento se convierten en alcoholes y dióxido de carbono (vino, cerveza, pan, vinagre, etc.), o ácidos orgánicos (queso, yogur, etc.).

Distintos hongos, incluyendo levaduras, y bacterias, o una combinación de ambos organismos, se ocupan de esta transformación y otorgan a los alimentos fermentados un sabor y propiedades nutricionales distintivos, además de prolongar su conservación.

Vino, cerveza, café, sidra, chocolate, quesos, pan, yogohurt, kombucha, vinagre, chukrut, salsa de soja, miso, y podríamos seguir agregando ejemplos, todos alimentos consumidos en los 5 continentes, se basan en diferentes procesos fermentativos.

De algunos de ellos ya hablamos, por ejemplo, en el nº 7 de nuestra revista http://www.elementalwatson.com.ar/revista7-prot.pdf, *"¿Preparamos cerveza?"*, por Tamara Abramoff y también en ese número *"Los microorganismos en la biotecnología: viejos protagonistas para la más nueva de las ciencias"*, por Juan Burgos, nos contaban las fermentaciones correspondientes al pan, quesos y bebidas alcohólicas.

Nos detendremos entonces, solo en algunos ejemplos no tan conocidos.

Salsa de soja

En la China antigua, apreciaban la soja, porque como las leguminosas, tiene un efecto fertilizante del suelo (fija el nitrógeno). Recién durante la dinastía Chou (1134-246 A.C), con el dominio de la técnica de fermentación, comenzó a consumirse el poroto en forma de fermentados como el natto, tempeh, miso y salsa de soja.

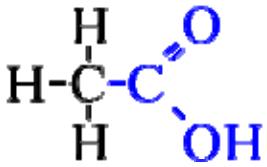
República Popular de China. Producción tradicional de la salsa de soja: fermentación de mosto

La salsa de soja es líquida, de color marrón oscuro, aroma agradable y salada. En la elaboración tradicional, correspondiente al Japón, su sabor particular proviene de la fermentación natural del poroto de soja, utilizando un medio fermentativo mezcla de trigo tostado partido y sal. Tradicionalmente, la fermentación de la salsa se iniciaba en el mes de abril y demoraba todo un año, empleándose semillas de soja con levaduras y hongos, como el *Aspergillus oryzae* o *Aspergillus sojae* y también podían agregarse champiñones secos. Lógicamente, para permitir el desarrollo de los hongos, es necesario que el proceso se desarrolle en calor, humedad y oscuridad. Posteriormente se diseño en Europa, una variante utilizando granos de arroz, lo que libera a la salsa de su contenido en gluten y resulta apta para el consumo de los celíacos. Actualmente se realizan muchas salsas donde se emplean procesos químicos, agregado de azúcar, colorantes, etc., alterando la calidad y sabor del producto final. Generalmente suelen ser muy saladas, no implican ningún proceso fermentativo y se obtienen mediante hidrólisis química partiendo de harina de soja desgrasada, colorante de caramelo, jarabe de maíz u otros endulzantes y extracto de malta.

Salsa de soja koji que consiste en soja y trigo cultivadas con Aspergillus sojae

Vinagre

El vinagre (vino agrio) se origina por la fermentación acética del alcohol, por acción de bacterias como *Mycoderma aceti*. Contiene una concentración que va de 3 % al 5 % de ácido acético en agua.



ácido acético

Algunos vinagres naturales también contienen pequeñas cantidades de ácido tartárico u ácido cítrico.

Su origen está relacionado al comienzo de la elaboración de bebidas alcohólicas, pues el vinagre procedía de los toneles en los que el vino se agriaba o se "picaba", es decir, aumentaba su acidez más allá de lo deseable. Y si bien su uso se registra en antiquísimos libros de recetas de cocina, no fue hasta 1864, que se pudo explicar el fenómeno que lo producía. El vinagre proviene de la actividad de las bacterias *Mycoderma aceti*. Las acetobacterias o bacterias del ácido acético comprenden un grupo de bacilos gran negativos, aeróbicos y móviles, que realizan una oxidación incompleta del alcohol, produciendo una acumulación de ácidos orgánicos como productos finales. Una propiedad de este tipo de microorganismos es su alta tolerancia a la acidez, la mayoría de las cepas pueden crecer a pH inferiores a 5. Las bacterias se disponen formando una "piel superficial", que toma el oxigeno de la superficie y transforma el alcohol en ácido acético.

El proceso final del vinagre es la maduración, que suele producirse en toneles de madera. Tras el proceso de maduración se filtra, se clarifica y se pasteuriza para su embotellamiento y comercialización.

El aceto balsámico es un tipo de vinagre de origen italiano. Dentro de sus características se encuentran las de poseer un sabor fuerte, de color oscuro y aroma ligeramente dulce. Se madura durante al menos doce años en toneles de diferentes maderas.

Café

Si bien el consumo de café no implica el consumo de una bebida fermentada, no es menos cierto que para la obtención del grano, es necesario un proceso de fermentación. Pocas bebidas en el mundo han llegado a ser tan populares y altamente apreciadas como una taza de café bien preparada. Los especialistas coinciden en que esta bebida está en capacidad de ofrecer un sabor y experiencias complejas que van más allá de ser una simple bebida estimulante o que satisface la sed. Su exquisito aroma y sabor ofrecen una variada gama de sensaciones que reconfortan el estado físico y espiritual de quienes lo consumen.

La historia comienza luego de la cosecha, cuando se recolectan las cerezas de café.
La cereza de café madura es un fruto de color rojo. Cada cereza tiene una piel exterior (exocarpio) que envuelve una pulpa dulce (mesocarpio). Debajo de la pulpa están los granos recubiertos por una delicada membrana translucida y estas membranas envuelven las dos semillas (endosperma) de café. Las semillas de café, son las que se tuestan para la elaboración de la bebida.

Granos de café

Las prácticas de post cosecha, son procesos que se utilizan para separar mesocarpio de endocarpio. El tiempo que duren estas prácticas y el efecto que pueden generar los diferentes compuestos presentes en la pulpa y mucílago del café en la semilla, tiene influencia en la calidad final de la bebida.

En uno de los procesos de post cosecha las cerezas comúnmente se exponen al sol durante varios días hasta alcanzar cierto grado de humedad en rangos variables. Uno de los efectos que tiene este método es la impregnación de la semilla con los azúcares y otros compuestos presentes en el mucílago del café, lo que conduce a la generación en la bebida final de sabores característicos del café.
El proceso incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. En el despulpado a las cerezas se les retira la pulpa rápidamente después de la recolección. Posteriormente se retira el mucílago (mesocarpio) por medio de la *fermentación* del grano en tanques de fermentación o por medios mecánicos. La fermentación puede durar de 12 a 18 horas, dependiendo de: la temperatura del lugar, la altura de la masa de café en el tanque de fermentación, el uso de agua, el grado de madurez del café y la cantidad de mucílago en el grano.
El tiempo de fermentación es un factor definitivo en la calidad del café, luego del cual debe iniciarse el proceso de lavado final del grano. Si el café se sobrefermenta, se mancha, pierde peso, se avinagra el grano y se afecta su calidad.
Con el lavado, se elimina totalmente el mucílago del grano. De esta forma, al separar rápidamente la pulpa y el mucílago del grano de café, y lavarlo, se evita la aparición posterior de sabores defectuosos.
Este proceso constituye un trabajo arduo y artesanal que está íntimamente ligado a la tradición cafetera colombiana.

Chocolate

Quizás uno de los procesos fermentativos que mas nos entusiasmen es el que tiene que ver con la elaboración del chocolate. El cacao crudo, semillas del árbol *Theobroma cacao,* tiene un sabor astringente desagradable, de manera que debe ser tratado mediante un proceso en el que los microorganismos, a través de diversas fermentaciones, modifiquen sus componentes. No hay sabor a chocolate en los granos sin fermentar. Posteriormente los granos son secados y rostizados, para que interaccionen las moléculas formadas durante la fermentación y se

desarrollen las características sensoriales del chocolate.

Flor de Cacao.
Acuarela de M. del Carmen Banús

Los microorganismos llevan a cabo la fermentación en la pulpa, que contiene carbohidratos (glucosa, fructosa, sacarosa) y un valor de pH entre 3.3 y 4.0, debido a la presencia de ácido cítrico. La pulpa contiene pectina y otros polisacáridos, que además dificultan la difusión del aire.
El proceso de fermentación del cacao es natural, ya que no se añaden intencionalmente los microorganismos a los granos. Se contaminan con microorganismos provenientes de todas las superficies con las que entran en contacto: los utensilios y las manos de las personas que manipulan el cacao. Sin embargo, son numerosos los microorganismos que intervienen, por lo que se suele hablar de diferentes fases fermentativas del cacao

En la primera fase, la pulpa rica en carbohidratos y con un pH bajo, favorece el desarrollo de levaduras. Aparecen 5 ó 6 especies que finalmente le dejan lugar a *Hanseniaspora guilliermondii,* que es la levadura predominante durante las primeras 24 horas. *Hanseniaspora* sólo se encuentra ocasionalmente en las fases posteriores, aunque los microorganismos pueden variar según las diversas técnicas que se utilicen para la fermentación. A las 36-38 horas dominan *Saccaromyces cerevisiae y Pichia membranaefaciens,* que se encuentra al final de la fermentación.
Las levaduras llevan a cabo el proceso de fermentación, transformando los azúcares sencillos del mucílago o pulpa en etanol, degradando la pectina, lo que modifica la textura del grano y elimina el ácido cítrico, lo que trae como consecuencia una disminución de la acidez. Por otro lado, el consorcio de levaduras consume el oxígeno, creando un ambiente anaerobio que favorece el desarrollo de bacterias lácticas. Estas, cobran importancia en la segunda fase de la fermentación, donde fermentan los carbohidratos residuales y continúan el consumo del ácido cítrico. Se han aislado sobre todo bacterias del tipo *Lactobacillus* (*Lb. collonides, Lb. fermentum, Lb. mali y Lb. plantarum*), aunque también se han identificado bacterias como *Leuconostoc pseudomesenteroides, Leuconostoc pseudoficulneum, y Pediococcus acidilactici.*
Las levaduras contienen enzimas del tipo "pectinolítico", lo que les permite hidrolizar las pectinas, ocasionando una disminución de la viscosidad de la pulpa de mucílago y favoreciendo la entrada de aire. Con este ambiente aerobio y menos ácido, debido al consumo de ácido cítrico, se favorece el desarrollo de *bacterias acéticas,* entrando así en la tercera fase de fermentación. Las bacterias acéticas llevan a cabo la transformación del etanol (producido por las levaduras) en ácido acético, tal como ocurre en la industria productora de vinagre. La transformación de etanol en ácido acético es una reacción exotérmica que termina matando el embrión.
Las más importantes bacterias acéticas que se han aislado de la fermentación del cacao, son: *Gluconobacter oxydans, Acetobacter aceti y Acetobacter pasteurianus.*
En la cuarta y última fase de la fermentación, la temperatura alta favorece el desarrollo de bacterias del género *Bacillus*, conocido por la producción de numerosas enzimas, que catalizan reacciones cuyos productos dan al cacao sabores y olores desagradables, pero podrían contribuir en el sabor con la producción de ácidos orgánicos y saborizantes, como 2,3-butanodiol.

Apariencia externa de los granos antes, durante y después de la fermentación

Resumiendo entonces, cuatro fermentaciones diferentes se llevan a cabo para poder disfrutar del sabor exquisito del chocolate: ***fermentación alcohólica, acética, láctica y butírica,*** variando en cada una de ellas el sustrato, los microorganismos que la producen, la temperatura y el tenor de oxígeno; como notarás, todas características importantes para la regulación de la actividad enzimática.

Concluyendo

Distintos argumentos nos llevan a pensar la importancia de las fermentaciones en los alimentos que consumimos, pero es cierto que son tan antiguas como el hombre.

Los humanos en el mundo entero han fermentado su comida desde tiempos ancestrales. Indicios de viticultura y bebidas fermentadas se encontraron en Babilonia alrededor de 5000 AC, en Egipto alrededor de 3150 AC, en el México prehispánico alrededor de 2000 AC y en Sudan alrededor de 1500 AC. También existe evidencia de que se producía pan con levadura en el antiguo Egipto tan temprano como 1500 AC y que se fermentaba leche en Babilonia 3000 AC.

Existen evidencias antropológicas sobre dietas con un papel primordial de productos fermentados desde los inicios del neolítico, aumentando su presencia en la Edad del Bronce (3000 a.C.), con el germen de dietas distintivas, como la japonesa, coreana o las variedades mediterráneas.

Pueden pensarse las fermentaciones como una estrategia importante para la ***conservación***: La fermentación es una de las biotecnologías aplicadas más antiguas, se ha utilizado para conservar alimentos durante más de seis mil años. Es una técnica de conservación de alimentos barata y fácil, y muy adecuada donde otros métodos son inaccesibles o no existen, como las conservas y la congelación.

Otro "argumento" importante, es que gracias a las diferentes fermentaciones logramos ***sabores, texturas y aromas*** interesantes en los alimentos que vamos a consumir (como lo vimos claramente en la elaboración del chocolate)

La fermentación ***mejora el contenido nutritivo de los alimentos*** por la biosíntesis de las vitaminas, los aminoácidos esenciales y las proteínas, al volver más digeribles las proteínas y las fibras, proporcionar más micronutrientes y degradar los factores antinutritivos. Los métodos de fermentación mejoran la inocuidad de los alimentos al reducir los compuestos tóxicos como las aflatoxinas y los cianógenos, y producir factores antimicrobianos como ácido láctico, dióxido de carbono, agua oxigenada y etanol, que facilitan la inhibición o eliminación de los patógenos de los alimentos.

Además de todo esto, **los alimentos fermentados son la mejor *fuente de probióticos*:** al introducir bacterias beneficiosas en nuestros cuerpos estamos restaurando el equilibrio de nuestra flora intestinal

Volver

STAFF

Elementalwatson “la” revista

……

Revista cuatrimestral de divulgación
Año 4, número 11

……

Universidad de Buenos Aires
Ciclo Básico Común (CBC)
Departamento de Biología
Cátedra F. Surribas - Banús
PB. Pabellón III, Ciudad Universitaria
Avda. Intendente Cantilo s/n
CABA, Argentina

……

Propietarios:
María del Carmen Banús
Carlos E. Bertrán

Editor Director:
María del Carmen Banús

Escriben en este número:
Alejandro Ayala
María del Carmen Banús
Liliana Guerra
Edgardo Hernández
Adrián Fernández
Víctor Panza

Diseño:
María del Carmen Banús
Doris Ziger

……

revista_elementalwatson@yahoo.com.ar
www.elementalwatson.com.ar/larevista.html

……

54 011 4789-6000 interno 6067

……

Todos los derechos reservados; reproducción parcial o total con permiso previo del Editor y cita de fuente.

Registro de la propiedad intelectual
Nº 841211

……

ISSN 1853-032X

……

Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad exclusiva de sus autores no comprometiendo posición del editor

Imagen de tapa:
“Elixir de dulzura”
Acuarela sobre papel, año 2013
María del Carmen Banús

27 DE JUNIO: DIA NACIONAL DEL BIÓLOGO

Y …. un poquitito de autorreferencia, nunca viene mal

FELICIDADES A TODOS NUESTROS COLEGAS!!!

En 1812 se produjo lo que se considera el primer acto oficial vinculado a esta profesión en el país: la Circular cursada por el Primer Triunvirato, por inspiración de Rivadavia, invitando a los comandantes del interior a participar en el acopio de materiales para dar principio al establecimiento en la Capital de un Museo de Historia Natural.

Sin embargo, el proceso de creación estuvo detenido hasta 1823, cuando el mismo Rivadavia, en ese momento Ministro de Gobierno, reactiva la idea ordenando adoptar las medidas, "...que conduzcan a acelerar el establecimiento del Museo del País, especialmente en todos los ramos de la historia natural”.

Posteriormente, Rivadavia durante su presidencia lo consolida, dándole existencia real al nombrar en 1826 a Carlos Ferraris como primer Encargado del Museo, el cual es instalado en una de las celdas altas del Convento de Santo Domingo.

Desde sus inicios esta institución ha sido dirigida por renombrados científicos, entre ellos Germán Burmeister, Florentino Ameghino, y Angel Gallardo. Con el transcurso del tiempo se transformó en el que ahora es el Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, ubicado en el parque Centenario de la Capital Federal.

Volver

Comunicate con nosotros!!!!
Correo de lectores:
revista_elementalwatson@yahoo.com.ar