

CHITIN, CHITOSAN Y GLUCOSAMINE: INGREDIENTES VALIOSOS DE SUBPRODUCTOS DE MARISCO

EL RESUMEN

Los polímeros naturales, Chitin y Chitosan (derivado de Chitin) son producidos comercialmente del camarón de subproducto y esqueleto de cangrejo y tienen actualmente los centenares de aplicaciones de consumidor. Los mercados mundiales mayores son 1) nutraceuticals y suplementos dietéticos, 2) el tratamiento de efluentes, 3) la agricultura, 4) cosméticos, 5) médico y 6) alimento.

Otros mercados de potencial incluyen coatings de papel, drogas, y fijación de tinte de textil. El Mercado del mundo para Chitin y productos de Chitosan en 1999 fue estimado por varias fuentes para ser 17085 toneladas métricas en un valor mediano de \$15000 por tonelada métrica. Esto traduce a un mercado estimado del mundo de \$255 millones. Glucosamine, un producto derivado de Chitin, se vende en el mercado de "nutraceutical" de alimentos naturales suplemento como dietético para el tratamiento del dolor artrítica, tiene un mercado estimado de mundo de \$392 millones.

La Carne (CSM) del Esqueleto del crustáceo

Un subproducto del aislamiento de carne de crustáceos (camarón, el cangrejo, las langostas) son compuestos principalmente de Chitin, la proteína y los minerales (sales de calcio) y el pigmento rojizo llamado astaxanthin. Estos "mojó" los esqueletos de subproducto se pueden procesar en Chitin directamente o secados y el suelo en CSM. Los usos de CSM incluyen añadiduras para enmiendas animales de comida y tierra y cuando molió en un polvo fino, es ideal para la inyección por sistemas de irrigación.

Chitin

Por la eliminación de proteínas y mineral del esqueleto mojado o el esqueleto (CSM) secado, Chitin se recupera como un mojado/seca el producto. Chitin es un polímero alto molecular del peso hecho del glucosamine (GlcNAc) de azúcar N Acetyl D que repite. Desde que Chitin se ha purificado del esqueleto, sus usos llegan a ser más definido y selectivo. Chitin es insoluble es la mayoría de los solventes comunes inclusive agua y así es la mayoría del a menudo convertido en derivados o Chitosan, ambos de que se pueden disolver en o agua o ácidos acuosos. Los usos mayores de Chitin son la producción de Chitosan y glucosamine.

Chitosan

Este producto que tiene muchos usos es producido del chitin por el tratamiento químico para quitar acetyl N agrupa el ácido como acético. Chitosan, es esencialmente un polímero de repetir los grupos de azúcar de glucosamine, son un cationico (positivamente carga) polímero. Muchos de sus usos en cosméticos, la purificación de agua, la recuperación del desecho, el alimento, medicina y agricultura, utilizan su naturaleza de cationica para adherirse a superficies negativamente cargadas tal como piel, el cabello, etc.

VF-1: *Chitin, azúcares de chitin*, vitamina A y E, minerales: Calcio, hierro, manganeso, aceites vegetales naturales.

FUENTE: Dr. Hideo Kato, Director del Japan International Friendship General Hospital
Dr. Nobuhide Hoashi, Atlanta - Georgia : International Commission of Natural

El chitin fue descubierto por primera vez en las setas, en 1.811, por el profesor Henri Braconnot mientras era Profesor de Historia Natural y Director de los Jardines Botánicos de la Academia de las Ciencias de Nancy, Francia. En 1.830 fue descubierto también en los insectos y se le denominó chitin.

INTRODUCCION

La Quitina es la sustancia orgánica más abundante en la naturaleza, después de la celulosa, y, tal vez, la menos conocida. Se encuentra en la coraza de camarones, cangrejos y otros crustáceos, en el fino manto del plancton, en el exo-esqueleto de los insectos, en el cartílago del calamar y en las membranas celulares de algunos hongos. La Quitina constituye el principal precursor de la Quitosana, que se obtiene al tratar la Quitina con reactivos que permiten reducir su peso molecular y con esto buscar solubilidad en ácidos orgánicos, sustancias como la sangre, y en otros líquidos que configuran la fisiología del cuerpo.

Esta condición singular permite utilizarlas en un extenso abanico de aplicaciones que va desde los usos industriales y ambientales hasta su empleo en la medicina, con excelentes resultados en la cura de Diabetes, Colesterol y Triglicéridos altos, Hipertensión, Asma y afecciones de las vías respiratorias, Artritis y otras enfermedades reumáticas, enfermedades del Hígado, Disfunciones de la menopausia, Menstruaciones anormales, Ulcera péptica, Gastritis, Obesidad, Migraña, entre otras.

La Quitina fue descubierta en 1811 por Henry Branconot y poco después en 1823, por E. Odier. Sin embargo, ninguno alcanzó siquiera a imaginarse las asombrosas propiedades de esta sustancia y sus derivados ni el enorme espectro de sus aplicaciones. De lo contrario estarían reclamando, hoy, el Premio Nobel de Biología. Sólo con el desarrollo de la química a principios del siglo XX, los químicos Emil Fischer (1903), Paul Karrer (1929) y Walter Hawort (1939) lograron avanzar en la obtención de la Quitina. Pero, apenas a finales del mismo siglo, a través de una intensa investigación científica, ante todo en Europa y el Japón, se ha logrado conocer a fondo las poderosas cualidades de la Quitina y la Quitosana

CHITIN: UN PRODUCTO NATURAL PARA EL SIGLO XXI

1. Dr. Sam Hudson, profesor asociado de química polímera de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, un centro académico asociado en la investigación acerca del chitin dice que los investigadores están muy lejos de la cantidad de productos que pueden ser hechos a partir del chitin y de sus derivados.

2. El chitin es un polisacárido relacionado químicamente a la celulosa, que forma una sustancia semitransparente y callosa, siendo el principal constituyente de la cáscara de los insectos, crustáceos y arácnidos - *Randon House Unabridged Dictionary*.

3. Chitin no es exactamente una palabra familiar, pero para mucha gente sí lo será su fuente. Se encuentra naturalmente en la cáscara de los crustáceos, como el cangrejo, camarón y gambas, además de en el exoesqueleto del zoo-placton marino, incluyendo corales y medusas. Los insectos como las mariposas y las mariquitas tienen chitin en sus alas; así como en las paredes de las células de la levadura, setas y otros hongos contienen esta sustancia natural.

4. El chitin es uno de los tres polisacáridos más abundantes en la naturaleza junto con la celulosa y la fécula.

5. La celulosa y la fécula son carbohidratos utilizados por las plantas como fuente de alimentación y constituyen las paredes celulares. Ellos son utilizados para la industria, de la misma manera, investigadores ven un potencial similar para el chitin.

6. Químicamente la celulosa, la fécula y el chitin son polisacáridos - polímeros, o secuencias largas de moléculas, formadas por pequeñísimas moléculas de azúcar unidas, como perlas en cadena. El chitin puede ser tratado para convertirlo en derivados, uno de los más conocidos es el chitosan, el cual se forma cuando el chitin es calentado con una solución química.

7. Tanto el chitin como sus derivados tienen una serie de propiedades que los hacen muy atractivos por su gran variedad de aplicaciones, desde el alimento, la nutrición ó la cosmética, hasta la biomedicina, agricultura y medio ambiente. Sus **propiedades antibacteriales y antivirales** están muy indicadas para las aplicaciones de la medicina biológica, en la cura de heridas, suturas y como ayuda en las operaciones de cataratas y tratamiento de las enfermedades periódicas. Los investigadores han podido comprobar que tanto el chitin como sus derivados no son tóxicos ni producen alergias,

por lo que el organismo humano no produce ningún rechazo hacia estos componentes. El chitin es totalmente biodegradable y por sus aplicaciones antihongos está muy recomendado para la agricultura y el medio ambiente.

8. A diferencia de otros polisacáridos, el chitosan derivado del chitin, posee una fuerte carga positiva lo cual le permite neutralizar la carga negativa de las superficies de la cara y del cabello. Son ya muchos los estudios que indican que la carga del chitosan **ayuda a diluir las grasas, el colesterol y los coágulos que se puedan formar en la sangre.**

9. Durante la pasada década, investigadores de Japón, EEUU y Europa han comprobado que el chitin y sus derivados poseen **numerosas aplicaciones en el campo de la medicina**. Los investigadores lo han enfocado como alimento. Hoy en día hay varios millones de personas de todo el mundo consumen de forma habitual el chitin como un suplemento alimenticio.

10. Las actuales y potenciales aplicaciones del quitina y sus derivados en el campo de la biomedicina, nutrición, procesos alimenticios, farmacología, microbiología y cosmética son enormes y exitosas. Más de 1.000 investigaciones han sido publicadas sobre el quitina y sus derivados. También son muchos los terapéutas en Japón y EEUU, junto con otros en todo el mundo, que han incorporado a sus tratamientos esta sustancia y sus derivados. El quitina tiene un seguimiento internacional : científicos de docenas de países, incluyendo Japón, EEUU y Rusia, cada tres años presentan en congresos las nuevas investigaciones acerca del quitina y sus derivados.

Cada vez más, este componente natural, se está introduciendo fuertemente en campos como el de la biomedicina, nutrición e industrias alimentarias. Cada vez se descubren nuevas ventajas, derivadas de sus aplicaciones como *alimento funcional* complementario. Se estima que el gran desarrollo y la rapidez con que se extiende y se acepta como complemento alimentario, hará pronto de él un *alimento imprescindible en la dieta diaria* de la mayor parte de la población humana.

La quitina y su potencial industrial

Como un escudo de alta eficiencia construido con pura química, una sustancia que forma parte del caparazón defiende a insectos, crustáceos, moluscos y otros seres vivos de su contacto con lo externo. La poseen en diversa cantidad jaibas, camarones, langostas, arañas y cucarachas. Incluso algunos hongos y algas. Se llama quitina y es un compuesto natural con variados beneficios para el ser humano, útil en las industrias farmacéutica, de alimentos, cosmética y de empaques.

De basura a materia prima que filtra agua contaminada, ofrece consistencia a alimentos procesados, atrapa grasa, es antibactericida y sirve como envoltura biodegradable, entre otros beneficios, la quitina está involucrada en la protección de varias especies. Su nombre, derivado del griego kítos, significa cavidad o bóveda, y el sitio en que se encuentra, el caparazón de muchos artrópodos, también refiere su capacidad para enfrentar a diversos agentes externos.

Después de la celulosa, es el segundo polímero más abundante en el planeta, por lo que su utilización a gran escala en México es muy prometedora, como lo ha sido en Japón, en donde alrededor de 250 empresas explotan la quitina.

Una investigadora de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la maestra en ciencias Patricia Miranda Castro, estudia desde hace siete años la quitina y su principal derivado, el quitosán. En el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C), esta química farmacobióloga ha logrado una metodología propia para extraer la quitina y el quitosán del camarón, utilizando caparazones y cabezas de los crustáceos que para la industria pesquera son desechos.

"México es el séptimo productor de camarón en el mundo, así que muchas toneladas de cabezas del crustáceo regresan al mar cada año, y grandes cantidades de caparazones se tiran día a día en las marisquerías de todo el país. Nos parece interesante sumarnos a un proceso en donde la sustancia que buscamos está en lo que otros consideran basura", explica la maestra Miranda, quien en su laboratorio ha ensayado durante varios años una forma eficiente para obtener la quitina.

La patente de esta metodología para la extracción, obtención y purificación de la quitina y el quitosán está en trámite ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial y de otorgarse la UNAM podrá realizar transferencias tecnológicas con este producto de origen natural.

Las cualidades del quitosán

El quitosán es soluble en agua acidificada. Esta solubilidad y su viscosidad (que puede hacerse más espesa o más ligera, según se requiera) son características que lo hacen aplicable a usos variados, así como su acción de "imán bioquímico", capaz de detectar sustancias nocivas. Por ejemplo, en el estómago humano, atrapa grasas como el colesterol y los triglicéridos, a los que conduce por el intestino capturados hasta evacuarlos. Así que una aplicación farmacéutica lo utiliza como regulador del peso corporal, mientras que también sirve como regulador de la presión arterial, consecuente a la disminución de grasas.

En la industria de alimentos este derivado de la quitosina se utiliza para dar consistencia y viscosidad a los aderezos para ensaladas y mayonesas, mientras que en las frutas y verduras frescas sirve como un protector antimicrobiano.

Otras aplicaciones están en la industria de los cosméticos, en donde el quitosán se introduce en cremas humectantes, pues es una molécula que absorbe el agua. Algunos fabricantes de shampoo lo utilizan como ingrediente, ya que desarrolla una película que da protección y brillo al cabello.

En la industria papelera, donde el principal insumo es la celulosa, el quitosán sirve para fijar y dar resistencia al papel, mientras que una de sus más prometedoras aplicaciones podría ser como plástico biodegradable, sustituyendo al plástico tradicional derivado del petróleo, uno de los materiales más utilizados en el mundo y más difíciles de degradarse, lo que genera mucha contaminación.

Como material plástico alternativo, el quitosán ya ha sido sometido a pruebas en el Laboratorio de Biotecnología de la maestra Patricia Miranda Castro, quien desarrolló una especie de celofán a partir de esta sustancia natural, "una envoltura que incluso podría comerse", finaliza la especialista universitaria.

Mucho antes de que existieran los plásticos y los polímeros sintéticos, remontándonos a los mismos orígenes de la tierra, la naturaleza se valía de los polímeros naturales para hacer posible la vida. No pensamos en los polímeros naturales de la misma manera que lo hacemos con los polímeros sintéticos, porque no podemos adjudicárnoslos como maravillas de nuestra propia ingenuidad y las compañías químicas no los pueden vender en busca de grandes ganancias. Sin embargo, eso no hace que los polímeros naturales sean menos importantes; de hecho, en muchos sentidos, son más importantes.

Los polímeros naturales incluyen al ARN y al ADN, vitales en genes y en los procesos de la vida. Por cierto, el ARN mensajero es el que hace posible la existencia de las proteínas, los péptidos y las enzimas. Las enzimas colaboran en la química interior de los organismos vivos y los péptidos conforman algunos de los componentes estructurales más interesantes de la piel, el cabello e inclusive los cuernos de los rinocerontes. Entre otros polímeros naturales se encuentran incluidos los polisacáridos

(azúcares) y los polipéptidos como la seda, la queratina y el cabello. El caucho natural es también un polímero natural, constituido sólo por carbono e hidrógeno. Veamos más de cerca cada una de las principales familias de polímeros naturales.

Polisacáridos

ADN y ARN

El ARN y el ADN contienen estructuras poliméricas basadas en unidades de azúcares. Esto los convierte en polisacáridos, aunque en el caso del RNA y el DNA existen grupos perfectamente ordenados unidos a las unidades de azúcares, que les confieren a dichos polímeros sus particularidades tan especiales.

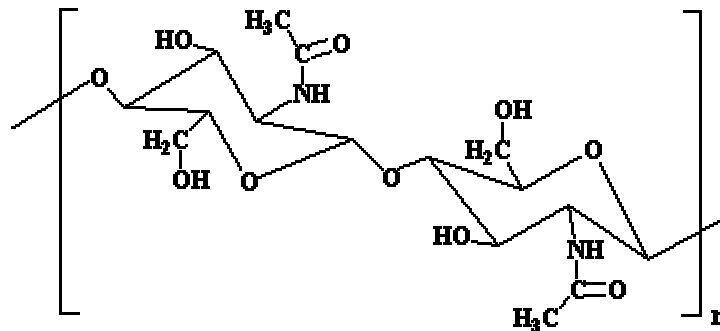
Madera y Papas

Otra familia de polisacáridos incluye al almidón y la celulosa. El [almidón](#) es un polisacárido de alto peso molecular. Alimentos como el pan, el maíz y las papas se encuentran llenos de almidón. El almidón puede tener hasta 10.000 unidades de azúcar unidas entre sí. El modo en que se encuentran enlazadas estas unidades, ya sea en forma lineal o con algunas de ellas formando ramificaciones, determina el tipo de almidón o polisacárido (más adelante ampliaremos detalles). Otro importante miembro de la familia de los polisacáridos es la [celulosa](#). Es el principal polímero constituyente de las plantas y los árboles. La madera es principalmente celulosa. Este polímero es distinto al almidón. (Haga clic [aquí](#) para descubrir más.) El almidón es soluble en agua caliente y con él pueden hacerse útiles objetos. La celulosa, por otra parte, es altamente [cristalina](#) y prácticamente no se disuelve en nada. El algodón es una forma de celulosa que empleamos en casi toda nuestra ropa. El hecho de que sea insoluble en agua caliente es importante. De lo contrario, nuestra ropa se disolvería al lavarla. La celulosa posee también otra fantástica propiedad que hace posible que se vuelva lisa y achatada cuando la humedecemos y le pasamos una plancha caliente por encima. Esto hace que nuestra ropa de algodón se vea elegante (al menos por un tiempo) pero no obstante permite una fácil limpieza cada vez que la lavamos.

¡Quitina: El Polímero de los Amantes de los Mariscos Dentro Suyo!

Otro miembro de los polisacáridos es la quitina. Constituye el caparazón de los langostinos, camarones, cangrejos, langostas de mar y otros crustáceos. Es rígida, insoluble... y en cierto modo flexible. Hasta ahora no hemos logrado hacer polímeros sintéticos que posean esta maravillosa combinación de propiedades. Tampoco hemos descubierto qué hacer con la quitina, si bien empleamos la celulosa para un montón de aplicaciones químicas y para fabricar papel, casas de madera, calzado de madera, etc. Existe un gran campo de investigación acerca de los usos de la quitina para diferentes cosas y quizás algún día podamos hacer ropas o plásticos a partir de ella. Es un área de investigación sumamente importante desde el momento en que se emplean polímeros naturales que provienen de desechos o recursos renovables. (¿Usted sabe cuántos camarones pierden anualmente sus caparazones para nosotros?)

Químicamente la quitina es poli(*N*-acetilglucosamina). Aquí está su estructura:



Aprendemos de la Naturaleza

A medida que usted vaya observando más de cerca a cada miembro de estas familias de polímeros naturales, recuerde esto: la naturaleza nos ganó de mano, ¡y cómo! Uno de nuestros trabajos como científicos es averiguar cómo la naturaleza hace un determinado trabajo, así podemos imitarla. Por ejemplo, una vez que averiguamos por qué la seda poseía esas asombrosas propiedades, fuimos capaces de hacer seda sintética en forma de [nylons](#). Aún nos queda un largo camino por recorrer, sin embargo, antes de que podamos hacer ARN y ADN sintéticos, lo cual conducirá a la vida sintética. Quizás nunca lleguemos a eso y sólo nos quedemos averiguando cosas que nos conduzcan a una variedad de importantes desarrollos en polímeros sintéticos y otras áreas, incluyendo la medicina y la bioquímica. Esto plantea la importante cuestión de que la ciencia es como la vida. No se relaciona sólo con una cosa, sino con un conjunto. La ciencia de polímeros no es la única ciencia e inclusive puede no ser la ciencia más importante (¡aunque en los negocios nos guste pensar eso!). Es una de las áreas que nos pueden ayudar a comprender y emplear el conocimiento que obtenemos a partir del estudio de la naturaleza. En ese sentido, desarrollamos tecnología.

(Nota: Sólo para aclarar esta eterna cuestión de ciencia y tecnología, digamos que ambas cosas son diferentes. La ciencia es el acto de recoger conocimiento mediante la observación y la experimentación. La tecnología es poner este conocimiento en acción. Ejemplo: mediante la ciencia aprendemos que los gases calientes se expanden. Luego, mediante la tecnología, empleamos el principio de expansión de los gases calientes para fabricar un motor a nafta que pueda hacer arrancar un auto. ¿Ve cómo funciona?)

Proteínas y Polipéptidos

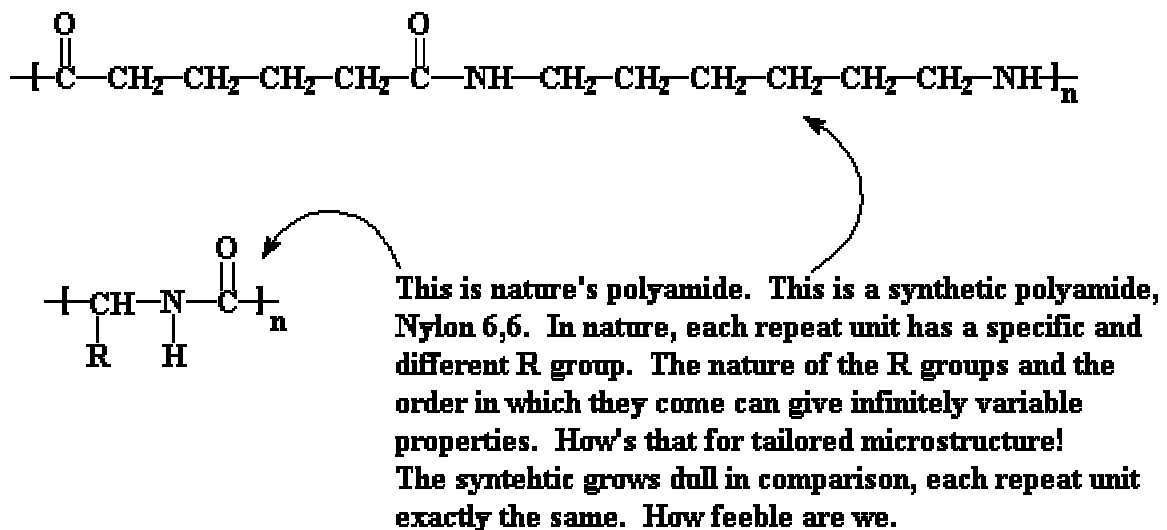
Proteínas

Las [proteínas](#) fueron los primeros ejemplos de poliamidas (una palabra elegante para el [nylon](#)). Ambos comparten muchos rasgos en común, pero son muy distintos en su estructura y en sus propiedades físicas. Son similares en el sentido de que ambos contienen enlaces amida en la cadena principal. Las amidas provienen de los ácidos carboxílicos y las aminas, a través de la pérdida de agua. (Para más detalles, haga clic [aquí](#).) El segmento molecular amida es muy particular en su estructura y en las

interacciones intermoleculares. Debido a la hibridación del nitrógeno, el carbono y el oxígeno del grupo amida, el segmento es básicamente plano.

Más importante aún, el hidrógeno unido al nitrógeno y el oxígeno del carbonilo pueden originar una fuerte interacción denominada enlace por puente de hidrógeno. Por esta razón, los grupos amida se unen entre sí, de modo de formar fuertes asociaciones que le confieren propiedades inusuales a los polímeros que los contienen. Este tipo de interacción también es discutido en la sección de los nylons y es la similitud clave entre las poliamidas naturales y sintéticas.

La diferencia entre cómo la naturaleza hace los nylons y cómo los hacemos nosotros, es notable. Nosotros partimos especialmente de moléculas que tienen muchos grupos CH₂ en su estructura. La sección de los nylons muestra las estructuras del nylon 6 y el nylon 6,6, dos de las poliamidas sintéticas más comunes. Estas poseen cuatro, cinco, o seis grupos CH₂ entre las unidades amida. La naturaleza, no obstante, es mucho más económica, ya que eligió emplear un único átomo de carbono entre grupos amida. Lo que la naturaleza realiza en forma diferente, es sustituir este carbono con una gran cantidad de grupos y distintos segmentos funcionales.



Esto resulta en dos propiedades clave. En primer lugar, los segmentos individuales y la molécula entera son ópticamente activos, o *quirales*. Esto significa que son como los guantes: sólo hay una versión derecha y una izquierda. Por alguna razón, la naturaleza eligió emplear sólo la versión izquierda de los aminoácidos que son sintetizados por las plantas y los animales. El hecho de que sea empleado sólo uno de los dos isómeros conduce a algunas consecuencias estereoquímicas asombrosas. Por ejemplo, los polipéptidos naturales pueden formar estructuras helicoidales, mientras que los nylons no. Las conformaciones helicoidales incrementan la estabilidad de los polipéptidos naturales. ¿Sabía usted que ciertas bacterias pueden sobrevivir en agua caliente? Esto es porque sus polímeros naturales han sido estabilizados por esas estructuras helicoidales. La figura de abajo muestra una de ellas, llamada α -hélice. Los pequeños segmentos de esas estructuras helicoidales son los que la naturaleza emplea para moldear las enzimas en ciertas formas, de modo que puedan realizar su magia catalítica. Por ejemplo, un segmento flexible ovillado al azar puede estar conformado por dos segmentos α -hélice, de modo de poder reaccionar en algún sustrato.

Enzimas

Las enzimas son unos de los principales tipos de polipéptidos y son cruciales para la vida en la tierra. Todos los organismos vivos emplean enzimas para hacer, modificar y cortar los polímeros que hemos discutidos aquí. Las enzimas son catalizadores destinados a trabajos específicos. Con gran frecuencia, cada enzima realiza sólo un tipo de tarea o una sola clase de molécula. Esto significa que debe haber montones de enzimas diferentes, todas constituidas por distintas combinaciones de aminoácidos unidos de modos únicos en los polipéptidos, para realizar todas las tareas que cualquier organismo vivo necesita. Sabemos que cada criatura sobre la tierra posee cientos o aún miles de enzimas diferentes para realizar lo que la misma requiere. Lo realmente extraño es que cada una de las enzimas tiene que estar constituida por otras enzimas. Esto conduce a mecanismos de control sumamente complicados: no tenemos ni la más mínima idea (en la mayoría de los casos) de cómo y cuándo la naturaleza decide qué enzimas son necesarias, ni cómo éstas son activadas o desactivadas. Estamos comenzando a descubrirlo y el estudio de estos sistemas constituye una importante parte de la bioquímica y la biología.

Recorriendo el Camino de la Seda

Uno de los polipéptidos exclusivos que empleamos desde los comienzos dado a sus excelentes propiedades fue la seda. La seda fue descubierta por los chinos, mucho antes del nacimiento de Cristo. Está constituida por diminutas orugas tratando de hilar capullos para su transformación en mariposas. Nosotros les robamos la seda a las orugas, lo cual las deja sin hacer nada. La seda es hilada para formar [fibras](#). Las agrupaciones de delgados polímeros individuales conducen a un material más resistente. Esta es la forma en la que hacemos sogas, por medio de débiles hebras individuales unidas entre sí, de modo tal de que el conjunto sea flexible y resistente. Por tratarse de un polipéptido, la estructura de las moléculas de seda es inusual. Posee montones de glicina, un aminoácido no sustituido. Los segmentos de glicina son capaces de formar cadenas planas extendidas que pueden empaquetarse perfecta y apretadamente. Esto le confiere a la seda su particular resistencia y su lustrosa flexibilidad. Estas propiedades exclusivas, especialmente en los climas cálidos y húmedos, hizo que la seda dominara el comercio en el oriente durante siglos. El comercio de la seda entre China y Japón controló la economía de las civilizaciones en esa región por mucho más tiempo del que cada país quiere admitir. Inclusive en Estados Unidos, la seda fue importante antes de la Segunda Guerra Mundial, para la fabricación de medias. Cuando fue luego empleada para hacer cuerdas de paracaídas, las mujeres norteamericanas se vieron sumamente disgustadas. Esto provocó que las compañías químicas se pusieran a sintetizar seda artificial, el nylon, para hacer medias de nylon y así permitir que las mujeres mantuvieran sus pies tibios y los hombres volvieran a luchar en sus guerras.

Otra diferencia esencial entre los polipéptidos y los nylons es la forma en la que están constituidos. Los humanos hacemos toneladas de nylons por día en inmensas plantas químicas, donde se unen moléculas simples en grandes cantidades, para dar productos que deseamos o necesitamos.

La naturaleza es mucho más cuidadosa y concisa en cómo hacer las cosas. Por cada organismo viviente que fabrique una enzima, debe estar involucrada otra enzima u otras especies activas. La síntesis siempre involucra un patrón o un registro de cómo se unen los aminoácidos individuales para dar el polímero final. Este patrón o mapa, es el ARN mensajero (mARN). El mensaje que lleva, obviamente, es cómo la enzima involucrada en la fabricación del péptido debe hacer el polipéptido.

Cada aminoácido es conducido a la enzima por una molécula portadora y es activado para la incorporación por una diversa secuencia de reacciones. La enzima agrega un aminoácido por vez, de acuerdo a lo indicado por el mARN. Este es un proceso lento y tedioso, y lleva mucho tiempo. A veces la enzima se frustra esperando el aminoácido correcto y en su lugar, coloca uno equivocado. Para compensarlo, la enzima retrocede ocasionalmente para verificar su trabajo. Si ha cometido un error, comienza un proceso de remoción del aminoácido equivocado para insertar el correcto. Los humanos nunca hacemos ésto. Si cometemos un error, simplemente rompemos todo y lo tiramos.

Nuestras Limitadas Capacidades

Estamos comenzando a comprender cómo la naturaleza agrupa estas moléculas y hemos encontrado la forma de hacerlo nosotros mismos. Sin embargo, no somos muy buenos en ésto y no podemos lograr que las grandes moléculas varíen de modo eficiente. La razón es que si cometemos un error, arruinamos toda la molécula y no sabemos cómo repararla. El instrumento que fue empleado para fabricar análogos sintéticos de polipéptidos se llama "sintetizador de péptidos". Dicho instrumento está construido alrededor de diminutas hebras de polímero que unimos al primer aminoácido que deseamos colocar en nuestra cadena polipeptídica. (Esto se denomina Método de Síntesis de Merrifield. El empleo de hebras poliméricas fue una idea sumamente creativa y Robert Merrifield ganó el premio Nobel por ésto, allá en los años '50). Podemos tomar un aminoácido activado, similar a lo que emplea la naturaleza y unirlo por medio de un enlace amida. Repetimos este proceso una y otra vez, tratando de que esta reacción se verifique en todo momento, en cada molécula y en cada hebra. A veces no somos muy afortunados y perdemos algún aminoácido. Esto quiere decir que algunos de los polipéptidos tienen unidades faltantes, lo cual siempre conduce a mezclas de productos buenos y malos, en los cuales los primeros pueden ser los minoritarios. Esto empeora cuanto más grande sea el polipéptido que estamos tratando de hacer y es uno de los principales problemas que tenemos en la fabricación de polipéptidos. Si pudiéramos descubrir cómo volver atrás y revisar cada una de nuestras adiciones, corrigiendo los errores que vayamos cometiendo, quizás podríamos hacer un trabajo tan bueno como el de la naturaleza. Quizás.

Usted probablemente se esté preguntando porqué querríamos hacer el mal trabajo de fabricar análogos sintéticos que la naturaleza realiza tan bien (y si no se lo está preguntando, de todos modos coopera). Existen muchas razones, una de las cuales es simplemente descubrir cómo lo hace la naturaleza. Otra es averiguar porqué los péptidos y las enzimas trabajan de la forma en que lo hacen. No siempre es claro para nosotros, meros mortales, porqué una secuencia dada de aminoácidos hace que un polipéptido asuma una cierta forma o estructura. Estas estructuras son cruciales para saber cómo los polipéptidos hacen el trabajo que la naturaleza les encomendó. A veces, cuando comprendemos el modo en que la naturaleza une estas moléculas, podemos hacer análogos sintéticos que cumplan la misma función,

pero que sean más fáciles de fabricar. Esto ha conducido al desarrollo de nuevas drogas y al tratamiento de algunas enfermedades genéticas. La naturaleza también hace cosas en forma diferente a nosotros, sintetizando polipéptidos en agua. La mayor parte de nuestras síntesis, de hecho, no emplean agua. Sintetizamos nuestras poliamidas en tóxicos solventes orgánicos. Esto nos ocasiona un problema: ¿qué hacemos con los solventes orgánicos cuando terminamos la síntesis?

A veces los incineramos, pero más frecuentemente, intentamos reciclarlos. En primer lugar, no sólo se están cotizando cada vez más caros (comparados con la económica agua que tenemos en todas partes, o en casi todas) sino que debemos responsabilizarnos de su reciclado, purificación y ubicación final. Un ejemplo de cómo la naturaleza emplea el agua en este sentido y que ni siquiera hemos averiguado aún, es la producción de seda de araña. Las arañas tejen sus telas a partir de soluciones de polipéptidos en agua. Estas soluciones pasan a través de la diminuta glándula hilandera de la araña y son rápidamente extendidas para formar las telarañas que todos hemos visto y a veces en las que nos hemos enredado. Lo realmente extraño es que una vez que estas telarañas se forman, ya no son solubles en agua. Si tan sólo pudiéramos averiguar cómo las arañas hacen primero la seda en agua y luego tejen sus telas a partir de la misma, podríamos hacer nylon de la misma forma. Esto nos ahorraría muchos problemas de tratamiento de residuos... y dinero. Esta es un área de investigación básica donde necesitamos mucha ayuda; quizás usted pueda pensar algo que podríamos probar.