

Biotecnología en MOVIMIENTOS

REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM

Compromiso por desarrollar la Biotecnología en México

Del odio al amor, una historia sobre el estrés oxidativo

Para replicarse, los astrovirus necesitan moléculas de la célula que invaden

La transición de México hacia una economía basada en el conocimiento: Retos y oportunidades para la UNAM

Unidad de Escalamiento y Planta Piloto

¡Sin querer queriendo... en México con un virus!



Disponible en: www.ibt.unam.mx

Bienvenidos a la nueva era de la Ingeniería Genética

El IBt abrió nuevamente sus puertas en el 2016

¿Somos más bacteria que humano?



Instituto de Biotecnología

DIRECTORIO

UNAM

RECTOR

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers

SECRETARIO GENERAL

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez

SECRETARIO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa

SECRETARIO DE ATENCIÓN

A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA

Dr. César I. Astudillo Reyes

ABOGADA GENERAL

Dra. Mónica González Contró

COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Dr. William Henry Lee Alardín

DIRECTOR GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL

Lic. Néstor Martínez Cristo

IBt

DIRECTOR

Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich

SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. Enrique Rudiño Piñera

SECRETARIO DE VINCULACIÓN

Dr. Enrique Galindo Fentanes

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

C.P. Francisco Arcos Millán

COORDINADOR DE INFRAESTRUCTURA

Dr. Gerardo Corzo Burguete

JEFES DE DEPARTAMENTO

BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS

Dra. Patricia León Mejía

GENÉTICA DEL DESARROLLO Y FISIOLÓGIA MOLECULAR

Dr. Alberto Darszon Israel

INGENIERÍA CELULAR Y BIOCÁTALISIS

Dra. Gloria Saab Rincón

MEDICINA MOLECULAR Y BIOPROCESOS

Dra. Leonor Pérez Martínez

MICROBIOLOGÍA MOLECULAR

Dra. Guadalupe Espín Ocampo

EDITOR

Dr. Enrique Galindo Fentanes

galindo@ibt.unam.mx

EDITORA EJECUTIVA

Dra. Georgina Ponce Romero

geop@ibt.unam.mx

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Claudia Martínez Anaya

Dra. Martha Pedraza Escalona

Dr. Fernando Lledías Martínez

Dr. José Luis Reyes Taboada

Dr. Enrique Reynaud Garza

Dr. Adán Guerrero Cárdenas

Dr. Carlos Peña Malacara

Dr. Edmundo Calva

M.C. Blanca Ramos Cerillo

Biotecnología en Movimiento, año 2016, No. 5, publicación trimestral, editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, C.U. Delegación Coyoacán C.P. 04510, a través del Instituto de Biotecnología, Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, C.P. 62210, Cuernavaca, Mor., Tel. 3291771. Correo electrónico biotecmov@ibt.unam.mx. Editores responsables Enrique Galindo y Georgina Ponce. Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2015-060211444700-102 ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Impresa en Grafimor, Av. Castillo de Chapultepec Nte. Lote 20 Col. Cd. Chapultepec. C.P. 62398 Cuernavaca, Mor., este número se terminó de imprimir el día 10 de junio del 2016, con un tiraje de 1000 ejemplares, impresión offset, papel couché mate 135 grs. Distribuida por el IBt-UNAM

FOTÓGRAFO

Sergio Trujillo Jiménez

ILUSTRACIÓN Y DISEÑO EDITORIAL

letrasDG.com
letras@letrasdg.com
☎ (777) 322 57 82

NÚMERO 5

ABRIL-MAYO-JUNIO DE 2016

Biotecnología en MOVIMIENTO

REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM

Presentación del Comité Editorial



GENERANDO CONOCIMIENTO EN EL IBt

Del odio al amor, una historia sobre el estrés oxidativo

3



RECONOCIMIENTOS A LOS

MIEMBROS DE NUESTRA COMUNIDAD

Entrevista al Dr. Francisco Gonzalo Bolívar Zapata

6



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE NUESTROS ESTUDIANTES

Para replicarse, los astrovirus necesitan moléculas de la célula que invaden

9



PROPIEDAD INTELECTUAL, TECNOLOGÍA Y EMPRESA

La transición de México hacia una economía basada en el conocimiento: Retos y oportunidades para la UNAM

12



UNIDADES Y LABORATORIOS QUE

APOYAN A LA INVESTIGACIÓN Y A LA INDUSTRIA

Unidad de Escalamiento y Planta Piloto

17



EN LA VOZ DE NUESTROS EX-ALUMNOS

¡Sin querer queriendo...en México con virus!

19



CIENCIA Y CULTURA

Bienvenidos a la nueva era de la Ingeniería Genética

22



HISTORIAS DE NUESTRA COMUNIDAD

El IBt abrió nuevamente sus puertas en el 2016

28



VIAJES BIOTECNOLÓGICOS

¿Somos más bacteria que humano?

30



PRESENTACIÓN

Los recursos naturales de México son evidentes: grandes montañas, amplios litorales, megadiversidad de especies, entre muchos otros. Pero existe otro tipo de recurso, aún más importante, que no se ha desarrollado a plenitud: el recurso humano, del que se derivan las economías basadas en el conocimiento y que tiene gran relación con el bienestar de las sociedades.

Justamente la riqueza basada en el conocimiento la experimentó de primera mano el Dr. Francisco Bolívar Zapata a principios de los años 70 en los que comenzaba la revolución de la manipulación del ADN. En aquella época, el ahora Investigador Emérito, junto con colegas de la Universidad de California en San Francisco, llevaron a cabo experimentos pioneros para producir proteínas humanas en bacterias –cosa que en aquel entonces nadie hubiera siquiera podido imaginar– abriendo brecha a la era de la ingeniería genética, lo que permitió más tarde la creación de *Genentech*, la primera multimillonaria compañía biotecnológica en el mundo. Este número presenta una entrevista al Dr. Bolívar y se comenta sobre la nueva revolución de la ingeniería genética que representa la tecnología CRISPR-Cas9.

Transitar de una economía de maquila a una basada en el conocimiento es un gran reto para México, y en este número el Dr. Antonio Juárez, del Instituto de Ciencias Físicas del Campus Morelos de la UNAM, expone el problema y sugiere soluciones. Las sociedades científicamente informadas no solamente pueden desarrollar una mejor visión sobre los problemas que las aquejan y proponer soluciones innovadoras para resolverlos, sino que son también menos susceptibles a supersticiones y están más capacitadas para discernir lo valioso del mar de información que inunda los medios. Estas sociedades saben que en la actualidad vivimos rodeados de productos derivados de la tecnología que es el resultado de investigaciones que posiblemente durante sus inicios no buscaban una aplicación inmediata.

En este número se incluyen artículos que dan cuenta de que los antioxidantes no son sustancias que mágicamente alargan nuestra existencia, sino que por el contrario cierta oxidación controlada en el organismo es normal y hasta deseable; y sobre la importancia del estudio de los mecanismos de invasión de los virus, así como aquellos de defensa que establece el organismo, para entonces demandar políticas de salud que propongan estrategias de prevención y control efectivas. Otro artículo revisa si somos, como se ha dicho, más bacteria que humano y otro más describe la infraestructura del IBt en donde podemos producir microorganismos (y sus productos) a escala piloto.

Conocer es maravilloso, así que los invitamos a leer más sobre estos y otros temas en este quinto número de *Biotecnología en Movimiento*.



Sección a cargo de Georgina Ponce (geop@ibt.unam.mx)

El trabajo científico, incluyendo el biotecnológico, están en una muy dinámica evolución, un tema lleva a otro, y así, se concatenan para formar una red de conocimiento que sostiene el

pensamiento sistemático. En esta sección se presentan temas actuales de interés general.

¿Somos más bacteria que humano?

Dr. Agustín López Munguía



El trauma de muchos estudiantes de secundaria al llegar a su primer curso de Química es el momento en el que se enfrentan a *Amedeo Avogadro* y a su famoso número: el número de moléculas que existe en una mol de una sustancia. Una de las causas de su desasosiego es la incapacidad de poner en la cabeza un número de la talla de 6.023×10^{23} . Uno aprende de memoria ese número y por diversas razones, no se preocupa por ir a la fuente original y descubrir cómo le hizo *Avogadro* para llegar a semejante cifra, a pesar de que el maestro de química, nos haya explicado que la precisión que se tiene experimentalmente no permita dar una respuesta exacta. Sin inquietarse mucho, nos limitamos a usar el famoso Número de Avogadro cada vez que necesitemos saber cuántas moléculas hay en determinada cantidad de una sustancia de peso molecular conocido. Contrasta este aburrido cálculo con la emoción de enterarnos de que junto con la Vía Láctea, en nuestro universo existan alrededor de 10^{11} galaxias (de 100 a 500 billones dicen los astrónomos). Aunque menos de la mitad que moléculas en una mol, el número sigue quedando grande para una cabeza promedio. Algo más pequeño, pero igualmente desproporcionado en nuestro cotidiano son los casi 3×10^9 dólares con los que dejó endeudado a Coahuila (estado del norte de México) el gobernador Moreira.

Solo para ubicarnos en esta danza de los millones, revisemos paso a paso, a la usanza americana, la danza de los trillones:

1,000 = un mil (10^3)

1,000,000 = un millón (10^6)

1,000,000,000 = un billón* (10^9)

1,000,000,000,000 = un trillón (10^{12})

Una manera de facilitarnos la tarea de imaginar tales cifras, es fraccionándolas, dividiéndolas por un factor que nos sea familiar. Así, podemos decir que a cada habitante de la Tierra le tocan poco

(*). A no confundir con la definición mexicana, donde un billón se define como un millón de millones (10^{12}).

más de 10 galaxias, con todo y sus planetas, o que cada coahuilense tiene una deuda de mil pesos mexicanos. Eso se entiende mejor (aunque tomar posesión de las galaxias sea imposible y la impunidad del gobernador coahuilense inexplicable).

Esta manera de manejar grandes cifras explica la fascinación en la que hemos vivido desde 1972, cuando Thomas Donnell Luckey publicó en el *American Journal of Clinical Nutrition*, en un artículo titulado "Introduction to intestinal microecology", que en el intestino humano existían 10^{14} bacterias: 100 trillones es algo un tanto complejo de imaginar. Luckey era asesor de la NASA en materia de nutrición, donde existía preocupación sobre la eventual contaminación de la luna con microbios de la nave y de la dieta [1]. Si ya para entonces sabía de la carga que llevaban los astronautas en los intestinos, la piel, la boca, ..., ¿para qué preocuparse por esterilizar las naves y la dieta? Extrañamente, no sólo un servidor, sino que gente mucho más seria, en revistas de la talla de *Science*, *Nature*, *PNAS*, *Trends in Microbiology*, y cientos de citas más, repetimos la exorbitante cifra (10^{14}) que, hoy descubrimos, estaba equivocada casi en un orden de magnitud.

Quizás una de las causas de no haber cuidado la credibilidad de la fuente original fue lo fascinante que resultó la forma "fraccionada" en que la cifra nos fue presentada. Y es que, paralelo al recuento de bacterias en nuestro espacio interior íntimo, Luckey también incluyó el número de nuestras células; las fabricadas por nosotros, las que llevan la etiqueta de "humanas". Estas se habían estimado previamente [2] en 10 trillones (10^{13}), de tal suerte que las 10^{14} bacterias estimadas por Luckey en 1972 [3], divididas entre las 10^{13} células humanas, arrojaban la apabullante situación en nuestro organismo de **10 bacterias por cada célula humana**. Y así lo repitieron (repetimos dijo el autor) en cientos de citas, artículos, conferencias, reportes, etc.

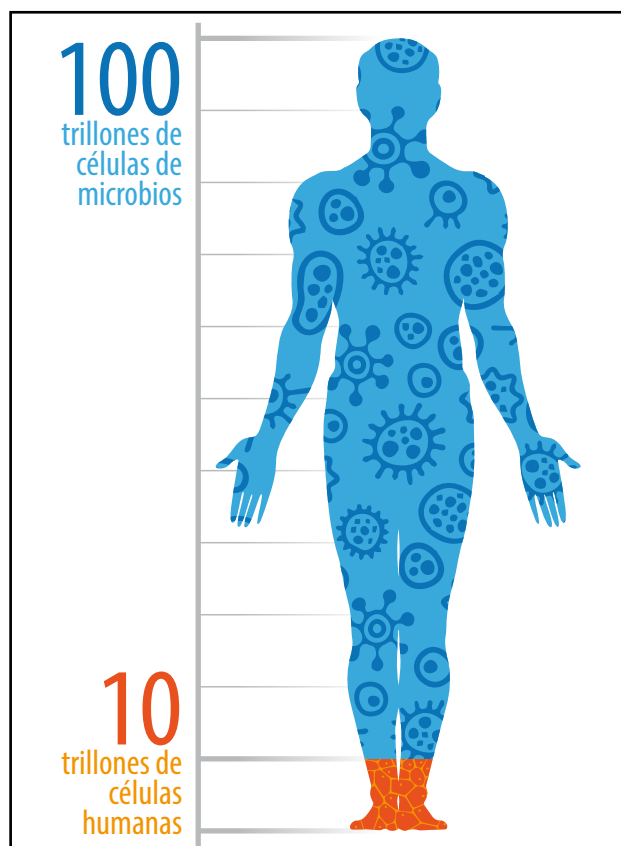


Figura 1

Por ejemplo, en una conferencia TED reciente sobre la microbiota humana (http://www.ted.com/talks/rob_knight_how_our_microbes_make_us_who_we_are) Rob Knight, Profesor de la Universidad de Princeton, y parte del "Human Microbiome Project Consortium" [4] presenta un muy original esquema en el que ilustra el hecho de que nuestra comunidad microbiana sobrepasa nuestras células somáticas y germinales en un orden de magnitud (Figura 1).

Esta relación: *10 ellas-una nosotros*, se volvió un mito, que para muchos biólogos y microbiólogos constituyó un nuevo paradigma. Si bien ya sabíamos que no éramos el centro del universo, ni el objetivo de la creación, ahora había que aceptar que éramos más bacteria que humano, e incluso que podríamos ser un invento de las bacterias intestinales para reproducirse y vivir tranquilamente. Para otros, la información fue motivo de relajamiento psicológico al poder responsabilizar a alguien más de sus actos: "no soy yo, son mis bacterias".

Todo esto empezó a venirse abajo cuando Judah L. Rosner, en un



Figura 2

comentario en la revista *Microbe* [5], se interrogaba: ¿10 veces más células microbianas que humanas en el cuerpo? Rosner criticaba la cifra de Dobzhansky, experto en la mosca de la fruta (*Drosophila*) cuya cita especificaba que “un humano estaba constituido por 7×10^{27} átomos (¿siete octillones?) agrupados en unos 10 trillones de células (10^{13})”. Menos mal que a nivel de átomos todos somos iguales: polvo de estrellas. En un estudio reciente de Bianconi y col. [6], realizaron una extensa revisión sobre el número de células en el cuerpo humano, concluyendo que en más de 30 reportes, casi todos en libros de texto, no se explicaba la base del cálculo o la estimación. Más aún, en estos 30 reportes los valores iban desde 5×10^{12} hasta 7×10^{16} con un reporte en el que se llegaba incluso a proponer 2×10^{20} células en el cuerpo. De los valores en la literatura, usando el volumen promedio y el peso de las células de mamífero, calcularon que habría en el cuerpo humano de 1.5 a 72.4×10^{13} células.

La puntilla la vinieron a dar en el 2016, Ron Sender y col. [7] quienes revisaron al detalle los métodos de Luckey. Y resulta que el cálculo debió haberlo hecho en una servilleta, cuando compartía el lunch con algún estudiante. Y es que Luckey en 1972 partió de la base de que en un gramo de nuestro excremento (figura 2) existen en promedio 10^{11} bacterias (o sea 100 billones de las americanas). Aunque para algunos la cifra es elevada, démosla por buena.

Después consideró que el “tracto alimentario”, definido como el espacio que va de la boca hasta el ano, tiene un volumen de 1 litro y supuso dado su alto contenido de agua, que el excremento tiene una densidad de 1 kg/L. El problema vino entonces cuando a las 10^{11} bacterias en cada gramo, las multiplicó por 1000 g que “habría” en el “tracto alimentario” dando como resultado el famoso 10^{14} bacterias. El lector que siguió el cálculo con detalle debe estar haciendo una mueca de solo imaginarse la ubicación para la materia fecal que este cálculo supone. Así, la corrección más importante que este año hicieron Sender y col., implicó disminuir el volumen del “tracto alimentario” a 0.4 L de colon al que está restringida la materia fecal: ¿obvio no?.

Otros ajustes al cálculo derivan de consideraciones anecdóticas. Por ejemplo, en su nuevo cálculo, Sender parte de la publicación de Bioanconi, pero considera que para efectos de la cuenta de células humanas, sólo los glóbulos rojos pintan. ¿Por qué? Pues resulta que en nuestros aproximadamente 5 L de sangre, hay más o menos 5×10^{12} glóbulos rojos en cada litro, de tal forma que estiman 30 trillones (3×10^{13}) en un ser humano, aproximadamente un 84 % de nuestras células. Ninguna otra célula se les acerca en número, siendo las más cercanas las plaquetas que comprenden un 5 %, las de la médula ósea un 2.5 %, los linfocitos 2 % y las endoteliales un 2 %. Es curioso que si en vez de número, nos refiriésemos a la masa de las células, entonces las células musculares y los adipocitos (la grasa) serían las mayoritarias con 33 kg para un ciudadano común de unos 70 kg de peso, mientras que los glóbulos rojos sólo contribuirían con unos 2.5 kg. Así que para no complicar la cuenta más, quedémonos con las células en número.

En conclusión: ¿cuántas son ellas y cuantas nosotros? De acuerdo con el cálculo y resumen de Sender, estamos casi a la par:

4×10^{13} ellas, contra 3×10^{13} nosotros. Empatados. ¡Qué alivio! Pero todo es sujeto de debate. El mismo Sender considera que como los glóbulos rojos no contienen ADN (no tienen núcleo), no podrían identificarse como humanos. Así, considerando sólo las células nucleadas nuevamente, las bacterias tendrían mayoría de 10:1, pues las células humanas nucleadas se reducirían a 0.3×10^{13} y volvemos donde estábamos.

Como sea, 10^{13} o 10^{14} bacterias, son muchas bacterias en nuestro cuerpo, jugando el papel central en todos los ámbitos de la biología humana, como se ha puesto de manifiesto en la últimas décadas, y variando constantemente en relación con las células humanas, por muchas causas incluyendo la edad, la dieta, la geografía, las enfermedades, los hábitos y desde luego, cada vez que visitamos el inodoro.

Referencias

- 1- Luckey TD, Bengson MH, Smith MC. (1973) Apollo diet evaluation: a comparison of biological and analytical methods including bio-isolation of mice and gamma radiation of diet. *Aerosp Med.* 44(8):888-901
- 2- Dobzhansky T. (1972) Genetics of the evolutionary process. *Columbia University Press*, New York.
- 3- Luckey, T.D. (1972). Introduction to intestinal microecology. *Am. J. Clin. Nutr.* 25: 1292– 1294
- 4- Methé BA et al. (248 authors) (2012) Human microbiome project consortium. A framework for human microbiome research. *Nature*. Jun 13;486: 215-221
- 5- Rosner, J.L. (2014). Ten Times More Microbial Cells than Body Cells in Humans? *Microbe* 9(2): 47
- 6- Bianconi E1, Piovesan A, Facchin F, Beraudi A, Casadei R, Frabetti F, Vitale L, Pelleri MC, Tassani S, Piva F, Perez-Amodio S, Strippoli P, Canaider S. (2013). An estimation of the number of cells in the human body. *Ann. Hum. Biol.* 40: 463–471
- 7- Sender R., Fuchs S., and Milo R. (2016) Are we really vastly outnumbered? Revisiting the ratio of bacterial to host cells in humans. *Cell* 164 (3): 337-340

Contacto: agustin@ibt.unam.mx

La gran inversión

Biotecnología en MOVIMIENTO

Revista trimestral de divulgación –única en su género–, gratuita que publica avances importantes de la biotecnología. Editada por el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Disponible en www.ibt.unam.mx con más de 10 mil visitas mensuales de académicos, empresarios, sociedades científicas, investigadores y estudiantes.

Impresión de mil ejemplares que se distribuyen gratuitamente entre cientos de instituciones de educación superior, empresarios, ex-alumnos del IBt, sociedades profesionales y científicas y funcionarios gubernamentales.

Diez mil volantes promocionales se reparten en congresos, pláticas y conferencias.

PROMUEVA
EN GRANDE
SUS PRODUCTOS
O SERVICIOS:
CONTRATE UN
ESPACIO



UNAM
CAMPUS MORELOS Instituto de Biotecnología
Secretaría de Vinculación
(52 777) 329 1777 Ext. 38122
biotecmov@ibt.unam.mx