

**El metro,
los alimentos
y la biotecnología**



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México, la Ciudad de la Esperanza

Gobierno del Distrito Federal

Lic. Alejandro Encinas Rodríguez
Jefe de Gobierno

Lic. Francisco Garduño Yáñez
Secretario de Transportes y Vialidad

Dra. Florencia Serranía Soto
Directora General del Sistema
de Transporte Colectivo



Universidad Nacional Autónoma de México

Juan Ramón de la Fuente
Rector

Enrique del Val Blanco
Secretario General

Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

René Drucker Colín
Coordinador de la
Investigación Científica

Julia Tagüeña Parga
Directora General de
Divulgación de la Ciencia

Patricia Gómez Cano
Jefe del Departamento de Difusión de la
Coordinación de la Investigación Científica

**El metro,
los alimentos y
la biotecnología**

Agustín López Munguía



Dirección General de Divulgación de la Ciencia

Coordinación editorial
Rosanela Álvarez y Juan Tonda

Diseño de la colección
Elizabeth Cruz

Corrección técnica
Martín Bonfil y Javier Cruz

Formación
Elizabeth Cruz y Kenia Salgado

Asistente editorial
Leticia Monroy

Ilustración de portada
Emmanuel Vela

Primera edición, 2006

D.R. © Dirección General de Divulgación de la Ciencia
Universidad Nacional Autónoma de México
Edificio Universum, tercer piso, Circuito Cultural,
Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, México, D.F.
www.dgdc.unam.mx

ISBN 970-32-2054-1



Agradecemos el apoyo otorgado por ISA Corporativo

Impreso y hecho en México

Este libro no puede ser reproducido, total ni parcialmente, por ningún medio electrónico o de otro tipo, sin autorización escrita de los editores.

El metro, los alimentos y la biotecnología

El diputado estuvo de acuerdo: se cambiaría el nombre de la estación Polanco del Metro por estación Pasteur. No encontraba inconveniente: además de que en esa colonia hay una estatua del científico, no habría oposición por parte de los escasos habitantes que le quedan: está casi convertida en centro comercial.

No tuve que argumentar mucho para convencerlo de honrar así la memoria del científico francés, conocido por haber descubierto la vacuna contra la rabia, pero también por habernos abierto los ojos a un nuevo mundo, no lejano, no del otro lado de algún océano, sino entre nosotros: el de los microbios.

Le dije que gracias a la obra de Pasteur se inició a mediados del siglo XIX una ciencia: la microbiología, y con ella, el descubrimiento de células con vida propia en un mundo microscópico. Un mundo minúsculo que convive entre nosotros, y que

descubriríamos con tan sólo echar una mirada con microscopio al tubo del que se sostienen todos los que van parados en este vagón. Ese tubo, y el suelo, el aire, la tierra, los mares, en fin, todo lo que nos rodea, está poblado por millones de estas especies. Al oír esto, el diputado dijo que para eliminar bacterias, hongos, levaduras y demás bichitos había que lavarse muy bien las manos.

Hoy se sabe que algunos microorganismos aparecieron en la Tierra antes que nadie: los llamados *arquea*. Se conocen poco, pues habitan en ambientes extremos: muy altas temperaturas y presiones.

—¿Más altas que las del Metro? —preguntó el diputado.

—Mucho más —le contesté—, como las que hay en las chimeneas termales que surgen del fondo del mar, en los llamados géiseres o en los volcanes.

Y continué con la justificación.

—A otros los conocemos mejor, pues son en parte responsables de la inseguridad que vivimos en el país: si nos descuidamos atentan contra nuestra vida, como por ejemplo las bacterias patógenas, responsables de infecciones y enfermedades como la peste, el ántrax, el cólera o la salmonelosis. Otras, por el contrario, nos ayudan a sobrevivir en la tierra como las bacterias que trabajan en nuestros intestinos ayudándonos en la digestión. ¿Sabía usted, diputado, que hay más bacterias en nuestros

intestinos que células en todo el cuerpo? Las que limpian el agua y degradan la basura orgánica y, desde luego, las bacterias y hongos que se emplean para producir medicamentos tan importantes como los antibióticos. Finalmente otros microorganismos traen placer a nuestra existencia, como las levaduras que descubrió Pasteur, que hacen el milagro cotidiano de transformar el jugo de uva en vino o el extracto de cebada en cerveza, sin olvidar a las que desde hace miles de años, en el antiguo Egipto, iniciaron el diario trabajo de fermentar la masa de trigo para producir pan. La humanidad debe vivir agradecida con todas las levaduras y bacterias que, como descubrió Pasteur, transforman el azúcar en alcohol y el grano en pan.

Así, para honrar este extraordinario fenómeno conocido como *fermentación alcohólica*, en mis funciones de miembro de la Comisión Encargada de Ponerle Nombre a las Estaciones (Cepone) hice otra propuesta al diputado, que a estas alturas se había sentado junto a mí: que la estación Mixcoac, nombrada así en honor del Señor de la Caza y de la Guerra, se cambiara por estación Mayahuel, en honor de la lunar Señora del Pulque, resultado de la fermentación del aguamiel del maguey. Se nombra *fermentado* al producto resultante de la acción de los bichitos.

—¿Fermentado? ¿Cómo el tepache de la piña?
—me preguntó el diputado, enderezándose en su



VALLE GOMEZ

asiento con el dulce recuerdo—. Y, ¿qué tal estación Tepachitlán?

No le contesté, sumido en mi reflexión. No alcanzarían las estaciones del metro para honrar a todos los dioses de la Antigüedad relacionados de alguna manera con las fermentaciones, a los productos de la fermentación o a los científicos modernos que han domesticado a los microorganismos para ponerlos a nuestro servicio e, incluso, han controlado a los más peligrosos para que no nos causen daño. Pensé que, en este sentido, la estación Valle Gómez tiene un icono hermoso: una planta de agave.

Hice entonces una contrapropuesta.

—¿Qué tal cambiar la estación Valle Gómez por algo así como estación Tequila o estación Agave?
—Y fui más lejos. Le propuse involucrar a las empresas y privatizar la estación para que se llamara estación Sauza, Cuervo o Herradura, todo en honor de una planta que, gracias a la acción de las levaduras sobre el jugo de sus piñas, ha dado renombre internacional al país, y a nosotros nos ha hecho tan machos.

El ciudadano diputado y presidente de la Cepone, murmuró:



UNIVERSIDAD

—Estás como loco.

Y es que aquella mañana había tomado el Metro desde la estación Universidad, ubicada en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde se gestó la idea de éste y otros textos, como se han gestado muchas de las grandes ideas científicas y culturales que han transformado a nuestro país. El objetivo era escribir sobre la biotecnología y los alimentos resultados de los más recientes avances de la ciencia y la tecnología, en particular los relacionados con la ingeniería genética. Para inspirarme, decidí dirigirme a cualquier estación del Metro que llevara por nombre algo asociado con la ciencia y que no fuera Observatorio, pues además de que me quedaba lejos, no era momento para mirar estrellas. Tardé un tramo de la línea 3 en darme cuenta de una perturbadora noticia: he tomado el Metro cientos de veces sin caer en la cuenta de que no existe una sola estación que honre a algún científico, ya no digamos mexicano, ni siquiera internacional. No existen las estaciones Darwin, Galileo, Newton ni Pitágoras. Dejando de lado a los héroes que nos dieron patria, sólo encontré políticos, generales, abogados, santos, santas y un par de poetas (sin incluir a Octavio Paz).

Fue en ese momento cuando escuché la voz del diputado por primera vez. Me dijo:

—¿Y qué hay con la estación Eduardo Molina, ingeniero mexicano que abordó el problema del agua y del subsuelo en la capital; o qué con la estación Miguel Ángel de Quevedo, el Apóstol del Árbol? —estación que había quedado atrás hace rato en mi recorrido, al igual que muchos de los esfuerzos de ese personaje y de otros ilustres ecólogos por la preservación de la flora del país, en particular de los árboles de la capital.

Tuve que confesar al diputado que, si bien era un merecido reconocimiento, no estaba ni cercano a lo que yo planteaba. De hecho, la frustración de no poder inspirarme como deseaba me había hecho cerrar los ojos y recargar la cabeza en la ventanilla, dejándola libre de movimiento. Después de unos minutos de rebotes, y de aspirar los extraños olores del vagón, entré en esto que denominan *estado de conciencia alterada*, es decir, entre que estaba y no estaba.

Y en este estado de ensoñación conocí al diputado, que sin más preámbulos me invitó a formar parte de la mencionada Cepone, presidida por él. La invitación no me extrañó: todos los días me invitan a formar parte de comisiones en el mundo de la ciencia y la tecnología, algunas de ellas muy extrañas y aburridas. Sin embargo, ésta me resultaba de sumo

interés: tenía como objetivo promover la ciencia en el Metro, y de paso a los científicos, a través del nombre de las estaciones. Curiosa coincidencia. El problema es que todas ya tenían uno.

El diputado que, cosa rara, hablaba poco, sugería cambios que la población recibiera con beneplácito. Lo paradójico fue que él mismo propusiera un cambio para la estación Niños Héroe, ante las dudas acerca de la veracidad de la legendaria historia que los rodeaba. Dijo no tener una opinión propia al respecto, pero que se le había ocurrido sólo al pasar en ese momento por ahí.

—¿Qué tal estación Fleming? —propuse.

—¿Cómo crees? —contestó molesto—. No hay nombres de extranjeros en el transporte de la capital.

—Entonces estación *Penicillium*, en honor del hongo productor de penicilina que aisló Alexander Fleming en 1928 —contrapropuse.

—¡Menos! —me respondió—. Aquí nadie habla latín, y a mí todo lo que tiene que ver con la *peni* me pone de nervios. Aunque pensándolo bien —rectificó con una sonrisa dibujada en el rostro— podría ser estación Penicilina, pues ese bendito medicamento me liberó de una penosa enfermedad venérea. Y sí, la penicilina ha salvado y sigue salvando más vidas y honores que los niños héroes —argumentó.

Además el descubrimiento tiene el mérito de haber dado origen a la industria biotecnológica, pues en



ESCUADRON 201

la década de los cuarenta, durante la Segunda Guerra Mundial, fue necesario producir en grandes cantidades la penicilina descubierta por Fleming dos décadas atrás. Para ello se diseñaron grandes tanques fermentadores, con capacidad para contener cientos de miles de litros de caldos de cultivo con azúcar y otros nutrientes, gracias a los cuales el hongo crecería y, al hacerlo, produciría la milagrosa sustancia. Hasta ese entonces, las fermentaciones se hacían fundamentalmente en jugos de frutas o en leche, como es el caso del vino, el tepache o el yogurt.

—¿Sabes qué? —preguntó el diputado en tono que no era de pregunta, por lo que dejé que continuara—, es políticamente peligroso. Para evitar que los familiares de los niños vayan a hacerme un plantón en San Lázaro, mejor usemos la estación Escuadrón 201, que sea ésta la que ceda su nombre a la estación Penicilina.

Nada tonto el diputado: las infecciones causaron más bajas en los primeros años de la Primera Guerra Mundial que las balas. De hecho, hasta la fecha la penicilina ha salvado más seres humanos que cualquier otro medicamento. Pero además, la industria



FERRERÍA

detergentes biológicos, levaduras para panificación, vinagre, gomas y muchas sustancias importantes para la medicina y la alimentación.

—Otra opción es hacer pequeños cambios —sugerí—. Si ya no hay rastro en Ferrería, podemos dejar el logotipo de la vaquita pero cambiarle de nombre por Oaxaca o Chihuahua, no tanto por los estados sino por sus quesos, otro extraordinario producto de la biotecnología —expliqué al diputado—. Para hacer queso del bueno, además de la leche, es necesario sacrificar a las terneras para extraer de uno de sus estómagos un menjurje que todos conocemos como cuajo.

—¿Pues cuántos estómagos tienen?, —preguntó sorprendido.

—Cuatro, ¿no ve que son rumiantes?, —le contesté. Y continué—. El cuajo es en realidad una enzima, y las enzimas son proteínas que permiten que las

biotecnológica a la que dio origen produce hoy, mediante diversos microorganismos creciendo en inmensos fermentadores, no sólo penicilina o bebidas alcohólicas, también muchos otros antibióticos, vitaminas, vacunas, enzimas como las de los

reacciones químicas se lleven a cabo rápidamente, es decir, actúan como *catalizadores*. Todos y cada uno de los cambios químicos en las células, se llevan a cabo gracias a las enzimas. Por ejemplo, las enzimas de nuestro estómago y páncreas desdoblan los alimentos que consumimos hasta sus elementos más básicos para que podamos asimilarlos y, a partir de éstos podamos, con otras enzimas de nuestras células, construir todo lo que nuestro cuerpo requiere, incluida la energía necesaria para poder entrar y salir de los vagones del Metro. Pero volviendo a las terneras, la enzima que tienen en su cuarto estómago se conoce como *quimosina* y con ella se logra que cuaje la leche, primera etapa en la producción de queso.

— ¡Ha de haber muchas terneras como para hacer el queso de todas las quesadillas que se consumen en un solo día en este país! —calculó sorprendido el diputado.

—Y no se le olvide —añadí— que el queso es un alimento de consumo universal, por lo que obviamente no alcanzan las terneras. Por esta razón desde hace décadas se desarrollaron sustitutos, entre ellos el llamado *cuajo microbiano*, con enzimas que se obtienen a partir del crecimiento de ciertos hongos y bacterias y que, por lo mismo, son mucho más baratas y accesibles que el cuajo.

—¿Y qué hay de nuevo en esto? —preguntó ya un tanto ansioso.



DOCTORES

—¡Péreme!, para allá voy. Sucede que desde principios de la década de 1990, gracias a la ingeniería genética, se logró producir con una bacteria transgénica un *cuajo* igual al que se extraía de la ternera. A esta bacteria se le introdujo en sus genes el pedazo preciso de información de los genes de la vaca, lo requerido para hacer la proteína del cuajo. Así, al crecer en un tanque, la bacteria se encuentra con esta nueva orden genética, misma que obedece sin chistar, a pesar de no ser vaca y para beneficio de nuestro paladar (y alivio de las mamás de las terneras). Hoy, muchos aditivos y alimentos transformados industrialmente se elaboran con enzimas transgénicas, como la glucosa, la fructosa y otros edulcorantes, como el aspartame que encontramos en los refrescos de dieta, y los productos derivados de almidones, como las ciclodextrinas, o de aceites, emulsificantes, sustitutos de grasa y margarinas, por citar algunos ejemplos.

Dado el poco interés del diputado en mi propuesta volví a mis reflexiones. Las estaciones estaban invadidas por las cadenas de comida



MERCED

debería incluir el uso de la ciencia para nuestro beneficio. Como el asunto éste de los transgénicos, que tanto se ha debatido. ¿Qué comer? Ésa era la gran pregunta.

—Ya hace hambre —comentó el diputado, echándole un ojo a mi plano del Metro—. Mira, ¿qué tal unos Chabacanos o unos Camarones? —preguntó con antojo, señalando el icono de las estaciones correspondientes.

—Hace mucho que en esa zona se acabaron los chabacanos y los camarones —le informé—. Mejor regresemos a Salto del Agua y nos vamos a la Merced. Es la estación ideal para hablar de alimentos.

Al llegar constaté que la única forma de leer en esta zona del Metro es cuando el libro está escrito en el techo, pues sólo los que van sentados tienen posibilidades de mover las manos. Eso sí, el olor a moles, canela, orégano, pimienta y otras especias

rápida, prototipo de la alimentación extranjera; tratándose de alimentos, bien podría hacerse un esfuerzo de carácter nacional que promoviera nuestra cultura alimentaria, la modernizara y protegiera la dieta del mexicano. Ese esfuerzo

se intercambia dentro del vagón con otros menos deseables. Recorrer la Merced lo deja a uno con la sensación de que no hay suficiente población para comer tanto y tan variado. Ojalá fuera así: la verdad es que hay más de 800 millones de seres humanos con hambre en el planeta, y siguen esperando una adecuada distribución de los alimentos. Pero eso no es el único problema: además, ¿cómo haremos para alimentar a las futuras generaciones, si la población no deja de crecer? El asunto es de enormes dimensiones políticas y económicas, y de ninguna manera será resuelto sólo con tecnología, aunque es un hecho que tampoco podrá ser solucionado sin la contribución de la ciencia, y en particular de la biotecnología. La necesidad es clara: en terrenos cada vez más erosionados hay que producir más alimentos, sin agregar sustancias químicas peligrosas para la salud (plaguicidas e incluso fertilizantes)



NEZAHUALCOYOTL

y aprovechando al mismo tiempo todo lo que sabemos sobre los requerimientos nutrimentales de la población. Además, hay cada vez menos agua. Es ahí donde la biotecnología, esa poderosa herramienta, puede ayudarnos.

Mientras tanto, aprovechando la abundancia del momento, nos habíamos sentado a comer en un puesto de tacos. Viendo masticar al diputado, me imaginé a las células de los vegetales siendo modificadas por sus dientes, pues ahora se puede modificar genéticamente todo tipo de célula. Es así como surgieron las plantas transgénicas. La primera planta transgénica fue aprobada en 1996: un tomate al que, con el cambio de un gen, se le retrasó la maduración para evitar las pérdidas por descomposición temprana del producto (léase apachurramiento), causa por la cual se pierde una buena parte de la producción de frutas (échenle una visitada al tiradero atrás del mercado de la Merced). En 2004, más de 8 millones de campesinos sembraron cultivos transgénicos en todo el mundo, en más de 80 millones de hectáreas. Por mucho, el principal productor es Estados Unidos, seguido de Argentina, Canadá, Brasil, China y nueve países más.

—¿Qué cultivos? —preguntó el diputado sin dejar de masticar.

—Fundamentalmente la soya, el maíz, la colza y el algodón. La soya es el más exitoso: más de la mitad de la soya que se consume en el mundo está modificada genéticamente, contra sólo 9% del maíz. En el caso del algodón, único cultivo que se ha sembrado con regularidad en México (aunque se empieza a sembrar también soya), 20% es trans-



JAMAICA

plaguicidas, la proteína con la que ahora se defienden las plantas es totalmente segura para los seres humanos.

—¿Y a qué saben los genes? —insistió el diputado, volteando a ver lo que quedaba de su taco, como si los buscara entre el jitomate, la lechuga o el pedazo de costilla.

—A nada —contesté—, y tampoco pasa nada por comer genes. Siempre que comemos un alimento, cualquiera que éste sea, ingerimos también sus genes: vacas, chapulines, pescados o cuitlacoche. Incluso un beso muy intenso provoca que comamos los genes de nuestra pareja.

—Es cierto —continué— que hasta ahora el mayor beneficio inmediato de las modificaciones genéticas lo tienen las compañías que desarrollan y venden estas semillas y los herbicidas, aunque a la

génico. Muchas de estas plantas tienen ahora el gen de una bacteria que les permite producir una proteína que impide que los insectos se la coman. Si lo hacen mueren. Es el mismo efecto que antes se lograba con el DDT y otros insecticidas, pero a diferencia de los



LA RAZA

norte han reducido al mínimo la aplicación de los insecticidas usados contra los gusanos chupadores, como el “rozado”, que prácticamente se había chupado la economía de los productores. Además, al no ser atacados por insectos, los cereales son menos susceptibles a la contaminación con toxinas de hongos, sobre todo durante el almacenamiento. La fumonisina, producida por el hongo *Fusarium verticilloides*, se encuentra dentro de los más potentes agentes cancerígenos descubiertos hasta la fecha. Así, con el vegetal transgénico, el consumidor está protegido no sólo de los insecticidas, sino también de esos poderosos e invisibles contaminantes de efectos a largo plazo que son las toxinas de hongos.

Y seguí con mi argumento.

— También es importante señalar que los vegetales transgénicos desarrollados hasta la fecha no son

par se da también para el agricultor, que requiere menos sustancias químicas venenosas, y en consecuencia para el ambiente y para la salud del consumidor. En el caso del cultivo del algodón en México, para citar un ejemplo cercano, los productores del

adecuados para todos los sistemas de producción. Por ejemplo, en el sur de México, donde existen muchas razas de maíz, no sabemos aún qué efecto puede producirse al llevar nuevas variedades genéticas. Esta diversidad genética podría verse afectada por la cruce de genes silvestres y criollos con genes de semillas modernas. Este aspecto ha sido descuidado por décadas: se siembran híbridos en cualquier parte. Sin embargo, en la actualidad es tema de estudio de muchos grupos. Pero es importante considerar que la misma tecnología permitiría desarrollar variedades de maíz adecuadas para zonas áridas donde el agua es muy escasa (un problema que se avecina no sólo en México, sino en todo el mundo), maíces transgénicos resistentes a suelos salinos o a plagas específicas de ciertas regiones del país, por no hablar de los enriquecidos con nutrientes básicos.

Mientras más reflexionaba sobre el maíz, más duro le entraba el diputado a los tacos, y yo con él. El atracón fue tan fuerte que regresamos al Metro a dormir la siesta.

—Por lo pronto —concluía ante el adormecido diputado—, esperemos que en el Metro existan más estaciones Politécnico, Tecnológico, UAM, Universidad o Instituto Mexicano del Petróleo, es decir, referentes a instituciones públicas capaces de desarrollar tecnología y productos que respon-



LA VILLA BASILICA

En el sur de Asia, 70% de los niños menores de cinco años sufre de deficiencias en vitamina A y, en total, el problema afecta a más de 500 millones de seres humanos en 100 países, causando ceguera, cuando no la muerte. Un abasto suficiente de vitamina A evitaría más de un millón de muertes de niños, librando de la ceguera a otros tantos miles. Este arroz, desarrollado en una institución pública, contribuye a la solución de un grave problema de salud entre los más desfavorecidos, aquéllos cuyo único alimento es un plato de arroz. ¿Usted cree que no necesitamos eso en México? ¿Qué va a hacer la Cepone? Vaya, ¿qué va a hacer el Congreso y el país en favor de la ciencia y de sus instituciones públicas? —concluí ante el hombre que dormitaba.

Entre cabeceadas murmuró.

—Esperemos, sí, que pronto la ciencia y la tecno-

dan a las necesidades de la población. Veamos, por ejemplo, lo que han hecho en el Instituto Suizo de Tecnología: crearon un arroz transgénico rico en vitamina A, gracias a la incorporación de dos genes provenientes de la planta del narciso y de una bacteria. En el

logía estén tan arraigadas entre la población que sea común ver estaciones con nombres de científicos... y no tantas con los de generales y santos. Es más, vamos a tratar este asunto ahora mismo al lugar adecuado —concluyó, levantándose de un brinco y descendiendo del vagón—. Llevaremos estas ideas al único sitio donde nos harán caso.

—¿Estación Congreso de la Unión, licenciado?

—pregunté.

—No. La Villa.

Agradecimientos

A Consuelo Vázquez, Lena García, Ángela Ávila, Adriana Garay y Jalil Saab por la lectura crítica y sugerencias al manuscrito.

Agustín López Munguía

El doctor Agustín López-Munguía Canales es investigador en el Instituto de Biotecnología de la UNAM en Cuernavaca, Morelos, en donde trabaja en aspectos relacionados con la biotecnología aplicada a los alimentos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, y en el año 2003 recibió el Premio Nacional en Ciencias y Artes en Tecnología. Ha escrito varios libros de divulgación científica, entre los que se encuentran *Alimentos: del tianguis al supermercado* y *Alimentos transgénicos*, ambos de la editorial ADN, y *La biotecnología*, perteneciente a la serie Tercer Milenio de Conaculta. Es miembro del Comité Editorial de la revista *¿Cómo ves?* que publica la DGDC de la UNAM.