

Biología y alimentos

[preguntas

respuestas]

©2003, Sociedad Española de Biotecnología

Depósito Legal: M-17140-2003

No se permite la reproducción total o parcial de este ejemplar ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Diseño y Maquetación: Lola Gómez Redondo

Imprime: Artes Gráficas G3 S.A.

Editorial

El INTERÉS en torno a las incógnitas que plantea nuestra alimentación actual y futura está creciendo a medida que se van introduciendo en este sector las nuevas tecnologías y en particular las que derivan de la Biotecnología. Palabras como "nuevos alimentos", "encefalopatía espongiforme bovina", "alimentos transgénicos", "dioxinas", "probióticos" o "nutracéuticos" están comenzando a formar parte de la jerga cotidiana, sin que muchos ciudadanos tengan una información precisa de lo que estas palabras y conceptos significan. Con ello se corre el riesgo de que los nuevos conceptos se mezclen e interpreten de forma errónea, generando un clima de intranquilidad que pone en cuestión los avances tecnológicos en el sector agroalimentario. Nada más lejos de la realidad puesto que nunca se ha dispuesto de una oferta alimentaria tan variada, tan segura y de tanta calidad como la actual. Para comprobarlo no hay más que repasar la mejoría sustancial de los datos que hacen referencia al incremento de la esperanza de vida o a la disminución de las intoxicaciones alimentarias (a pesar de que las que ocurren, dados los modos actuales de producción y comercialización de alimentos, tienen gran resonancia), que en gran medida se explican porque el consumidor tiene acceso a una bolsa de la compra cada día más segura desde el punto de vista sanitario. Dado que todo lo que comemos, sean animales, vegetales o alimentos fermentados tiene un origen biológico, asumiendo una acepción amplia, la tecnología de los alimentos se podría también denominar como biotecnología de los alimentos. Algunos opinan, y muy probablemente no les falte razón, que la tecnología de los alimentos es la más antigua de todas las biotecnologías. Por ello es evidente el interés de la Sociedad Española de Biotecnología (SEBIOT) en participar en este debate aportando información a los ciudadanos, más aun cuando las encuestas de la Unión Europea de-

muestran el interés del consumidor en el binomio alimentación-salud. No sólo queremos que aquello que comemos mantenga nuestras constantes energéticas y cubra nuestras necesidades formadoras y de regulación y, además, satisfaga nuestras apetencias organolépticas o sensoriales, sino que también pretendemos que tenga un efecto beneficioso para nuestra salud. Por ello muchos de los nuevos desarrollos de la tecnología y la biotecnología de los alimentos están destinados a satisfacer estas nuevas inquietudes del consumidor. Es en este marco donde surgen los nuevos desarrollos de la alimentación como los probióticos, los nutracéuticos o los alimentos transgénicos. Para proporcionar a los ciudadanos una información científica sobre estos temas, SEBIOT ha decidido escribir este cuaderno informativo sobre los nuevos alimentos.

Para confeccionar este cuaderno SEBIOT ha creado un comité editorial que ha identificado las inquietudes más usuales en el consumidor y las ha traducido en forma de preguntas. Se ha buscado un elenco de científicos expertos en dichas materias, tanto dentro como fuera de SEBIOT, para darles respuesta. Posteriormente, el comité ha dado un formato común y un lenguaje divulgativo a las mismas. Aunque este último paso ha podido repercutir en detrimento de la precisión científica se ha realizado para favorecer el objetivo fundamental de este esfuerzo que es informar a la mayor cantidad posible de consumidores interesados en esta temática. Con el fin de estructurar su presentación, se ha organizado en seis apartados que engloban preguntas afines y que tratan distintos aspectos relacionados con los nuevos alimentos: algunos conceptos básicos, la descripción de ciertos aspectos de la tecnología, algunas curiosidades, los temas relacionados con la salud y la seguridad, y finalmente, las implicaciones socio-económicas.

Contenidos

- 6 Definiciones
- 14 Tecnología
- 27 Curiosidades
- 34 Salud
- 43 Seguridad
- 54 Socio-económicos

1 ¿Qué es la biotecnología de alimentos?

ES UN CONJUNTO de técnicas o procesos que emplean organismos vivos o sustancias que provengan de ellos para producir o modificar un alimento, mejorar las plantas o animales de los que provienen los alimentos, o desarrollar microorganismos que intervengan en los procesos de elaboración de los mismos. La inmensa mayoría de los alimentos que comemos sufren diversas transformaciones biotecnológicas para obtener el producto que llegará al mercado. Los animales y las plantas de los que provienen estos alimentos han sido modificados por el hombre en múltiples aspectos para adecuarlos a las necesidades de producción, para mejorar sus propiedades nutritivas, o para cambiar sus cualidades sensoriales (olor, sabor, forma, color, textura, etc.). Una vez en la industria, muchas de estas materias primas animales o vegetales sufren transformaciones mediante microorganismos como bacterias, hongos o levaduras, los cuales también han sido seleccionados y mejorados previamente buscando unas características apropiadas. Igualmente, es práctica común en la industria alimentaria el empleo de enzimas y otros aditivos en algunas fases de la producción de los alimentos, los cuales, en su mayor parte, han sido producidos industrialmente a partir de microorganismos.



La mayoría de los alimentos que comemos sufren diversas transformaciones biotecnológicas



Los nuevos alimentos pueden aportar nuevas propiedades nutricionales y sensoriales

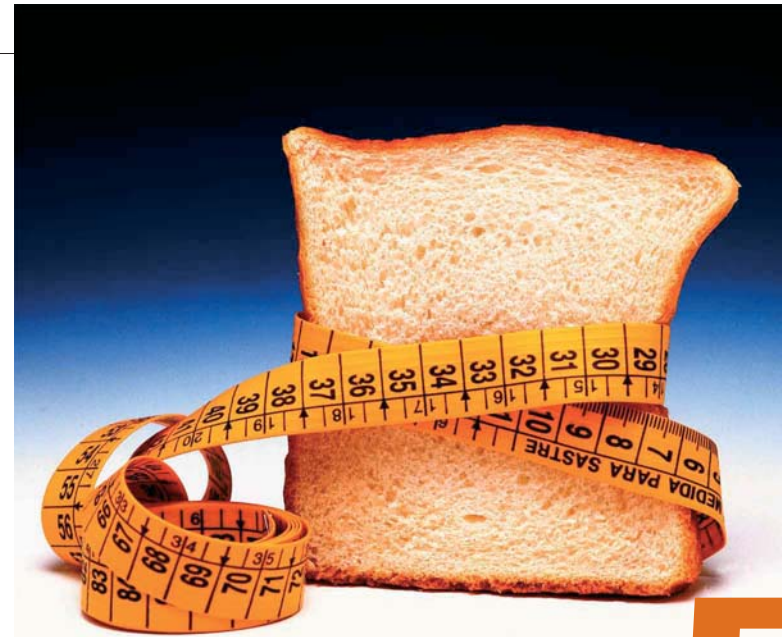
LA LEGISLACIÓN de la Unión Europea considera nuevos alimentos y establece condiciones para su comercialización y etiquetado, a todos los alimentos o ingredientes que no hayan sido utilizados antes en gran medida en los Estados Miembros. En concreto entran en esta categoría todos los que consistan, contengan o se hayan obtenido a partir de organismos modificados genéticamente (OGM) (véase pregunta 6); los que siendo habituales en otras culturas se incorporan en calidad de alimentos exóticos a nuestra dieta; o los que usen procesos de producción no utilizados habitualmente. Aunque generalmente se hace énfasis, al hablar de nuevos alimentos, en los que contienen organismos modificados genéticamente, no hay que olvidar que un alimento puede ser nuevo en virtud de la manera en que se ha procesado (por ejemplo, la esterilización por pulsos eléctricos) a pesar de fabricarse a partir de productos tradicionales. Los cambios en el estilo de vida debidos a factores sociales y culturales, unidos a los avances en investigación a nivel nutricional, así como de los procesos tecnológicos, han llevado a desarrollos de nuevos productos con valor añadido, cada vez más demandados por el consumidor.

2 ¿Qué son los nuevos alimentos?

Estos productos surgen, no sólo con el objetivo de aportar propiedades nutricionales específicas, sino también con el fin de mejorar el estado de salud y bienestar sin perder las cualidades sensoriales.

UN ALIMENTO PUEDE ser considerado funcional si se ha demostrado de forma satisfactoria que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, siendo esto relevante para la mejora de la salud y el bienestar o la reducción del riesgo a contraer una enfermedad. Es importante tener en cuenta que debe seguir siendo un alimento además de ejercer su efecto beneficioso con las cantidades que normalmente son consumidas en la dieta. A veces a estos alimentos funcionales se les denomina también nutraceuticos por entender que cumplen una doble función nutritiva y farmacéutica.

¿Qué son los alimentos funcionales?



¿Qué son los alimentos prebióticos?

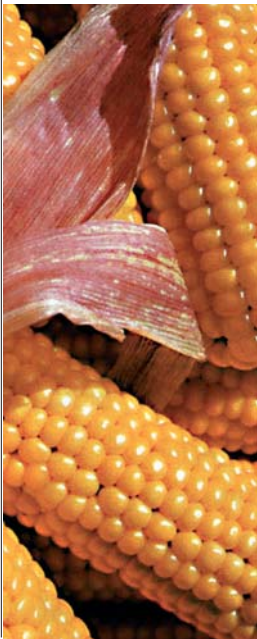
SON ALIMENTOS que contienen microorganismos vivos que, al ser ingeridos en cantidades suficientes, ejercen algún efecto beneficioso sobre la salud más allá de sus propiedades nutricionales. Los grupos bacterianos más utilizados como probióticos son los lactobacilos y las bifidobacterias, que se administran en alimentos fermentados como el yogur y otros productos lácteos fermentados, vegetales fermentados, o incluso en derivados cárnicos. Algunos de los efectos beneficiosos sobre la salud que se les atribuyen son: mejorar la respuesta inmunitaria, aumentar el equilibrio de la microbiota intestinal (evitar diarreas y estreñimiento), reducir las enzimas fecales implicadas en los procesos de iniciación del cáncer, ayudar en la terapia con antibióticos, reducir el colesterol, aumentar la resistencia a la gastroenteritis, proteger contra microorganismos patógenos que pueden contaminar algunos alimentos, y reducir los síntomas de la mala absorción de la lactosa.



SON ALIMENTOS prebióticos los que contienen ingredientes no digeribles de la dieta, que benefician al consumidor por estimular el crecimiento o la actividad microbiana intestinal. En esta categoría se encuentran, por ejemplo, la fibra, los fructooligosacáridos, la inulina, y la lactulosa. Estas moléculas pueden formar parte de la propia composición de los alimentos o añadirse a los mismos. Los prebióticos mejor caracterizados son los hidratos de carbono similares a la inulina y se usan en la industria alimentaria como sustitutos de azúcares y grasas, aportan textura, estabilizan la formación de espuma, mejoran las cualidades sensoriales (organolépticas) de los productos lácteos fermentados, mermeladas, galletas, pan y leche para lactantes. La estructura molecular de la inulina resiste a la digestión en la parte superior del intestino, lo que evita su absorción y le permite continuar su recorrido intestinal hasta que llega al colon, donde se convierte en alimento para las bacterias allí presentes. Es interesante saber que se está planteando la utilización de ciertos probióticos y prebióticos en las fórmulas infantiles en un intento de modificar la colonización bacteriana del intestino del recién nacido y así contribuir a prevenir las enfermedades infecciosas intestinales. Se denominan alimentos simbióticos a los que combinan alimentos probióticos y prebióticos.

6 ¿Qué son los alimentos transgénicos?

LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS son aquellos que han sido elaborados a partir de un organismo genéticamente modificado (OGM) (animales, vegetales, o microorganismos) o los que contienen algún ingrediente que proviene de alguno de estos OGMs, incluyendo los aditivos. Se consideran OGMs a los organismos modificados mediante técnicas de Ingeniería Genética (también llamadas técnicas de ADN recombinante). Es decir, los OGMs son organismos a los que mediante Ingeniería Genética se les ha incorporado en su genoma nuevos genes procedentes de otros organismos o se han modificado los genes propios. En general, un OGM posee una combinación nueva de material genético que le confiere nuevas propiedades (resistencia a plagas, resistencia a herbicidas, producción de sustancias de interés nutricional, organoléptico o farmacológico). Esto implica que se ha modificado el material genético del animal o planta del cual proviene el alimento o alguno de los ingredientes que contiene, o bien que se ha modificado el material genético de alguno de los microorganismos implicados en el proceso de elaboración del alimento. Si se acepta esta definición, se puede afirmar que los alimentos transgénicos se encuentran en las estanterías de los supermercados desde hace bastante tiempo, ya que es práctica habitual desde hace más de 10 años el empleo de aditivos producidos industrialmente por microorganismos transgénicos en la fabricación de múltiples alimentos.



Los alimentos transgénicos se elaboran con organismos genéticamente modificados



El genoma contiene la información para la construcción y supervivencia de un ser vivo

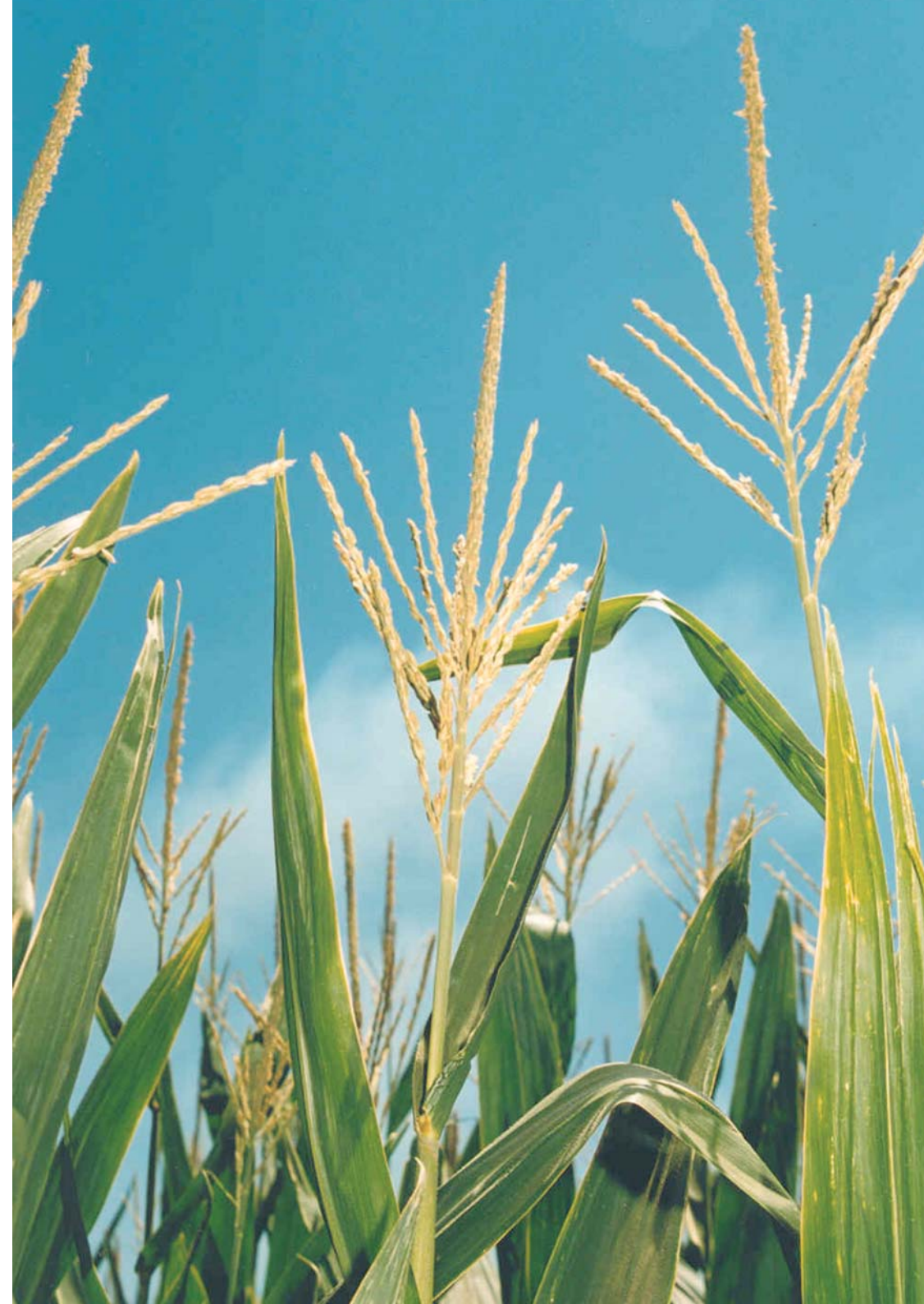
7 ¿Qué es un gen?

UN GEN CONTIENE la información necesaria para que se manifieste una característica heredable de un ser vivo. En términos de su estructura, un gen es un fragmento de una larga molécula de ADN (ácido desoxirribonucleico) que almacena información para fabricar una determinada proteína. Esta proteína es la que a su vez determina una propiedad o carácter del organismo, como por ejemplo el color de la piel, la presencia de semilla o la resistencia a una enfermedad. Los genes se organizan en largas moléculas de ADN que se denominan cromosomas y se encuentran en todas las células de un organismo vivo, desde las bacterias hasta el hombre. El conjunto de todos los cromosomas de una célula se denomina genoma. Este genoma contiene toda la información requerida para la construcción y supervivencia de un organismo. Si se comparase con una enciclopedia, cada gen sería equivalente a un capítulo de esta enciclopedia y cada cromosoma sería un volumen de la misma, formado por la sucesión de capítulos. Cada enciclopedia contiene la esencia de cada ser vivo y así, por ejemplo, la enciclopedia humana contendría unos 30000 capítulos (genes). El origen común de todos los seres vivos se refleja en el hecho de que todas las enciclopedias de todas las especies están escritas con los mismos símbolos y en el mismo lenguaje, que se ha denominado código genético.

8 ¿Qué relación hay entre genes y proteínas?

LOS GENES Y LAS PROTEÍNAS están estrechamente relacionados, ya que la información necesaria para que se elabore una proteína está contenida en un gen. Las proteínas se elaboran ensamblando en forma de cadena un número variable de eslabones que llamamos aminoácidos. Se puede elegir entre 20 aminoácidos-eslabones distintos para construir las cadenas de proteínas. Cada uno de estos aminoácidos está codificado en los genes mediante tres nucleótidos consecutivos, es decir, mediante un triplete de nucleótidos al que se denomina codón. El código genético relaciona los distintos tipos de tripletes (codones) con los distintos tipos de aminoácidos. Por lo tanto, la cadena de eslabones-aminoácidos que constituyen una proteína está determinada de forma unívoca por la cadena de tripletes-codones consecutivos que posee el gen. Aunque hay unos pocos genes que no se utilizan para sintetizar proteínas, se puede afirmar, generalizando, que cuando un organismo adquiere un nuevo gen, dicho organismo podrá sintetizar una nueva proteína. También se puede afirmar que cuando se modifica la composición de un gen, es decir cuando se produce una mutación en un gen, es altamente probable (aunque no siempre ocurre) que también se modifiquen la composición y propiedades de la proteína mutante correspondiente. Hay que decir que algunos genes pueden contener información para más de una proteína y que algunas proteínas una vez elaboradas pueden ser modificadas de distintas maneras por las células del organismo. Por esta razón, el número de proteínas distintas (el proteoma) que posee un organismo es, por lo general, superior al número de genes contenidos en su genoma.

La información necesaria para que se elabore una proteína está contenida en un gen



¿Cuándo se originó la biotecnología de alimentos?

LA BIOTECNOLOGÍA de alimentos existe desde que hace unos 14000 años el hombre abandonó sus hábitos nómadas, se hizo sedentario y empezó a utilizar la agricultura y la ganadería para producir alimentos. Los primeros agricultores en el Oriente Próximo cultivaron trigo, cebada y posiblemente centeno. Cabras y ovejas les proporcionaban leche, queso, mantequilla y carne. Los sumerios, hace unos 7000 años, ya utilizaban una biotecnología algo más desarrollada y producían alimentos fermentados como vino, cerveza, pan, yogur o queso. Rápidamente surgió la necesidad de conservar los alimentos para poder consumirlos en los momentos de escasez, desarrollándose tecnologías de conservación como el uso de la sal, el frío, el secado, el ahumado o la fermentación. La obtención de alimentos a partir de plantas, animales o microorganismos se ha llevado a cabo de manera espontánea mediante procesos que podrían denominarse de biotecnología tradicional. La consecuencia de todo esto es que no existe en la práctica ningún alimento que pueda denominarse natural en un sentido estricto, ya que, con excepción de unos pocos animales que se cazan en libertad, o algunas plantas o frutos que se recolectan espontáneamente, casi todos los animales y plantas destinados

La biotecnología de alimentos existe desde hace unos 14000 años

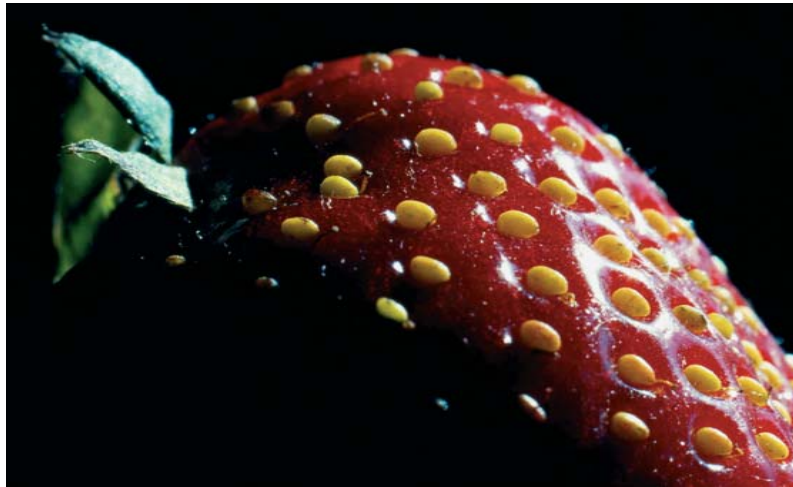


a alimentación, así como los microorganismos que intervienen en los procesos de fabricación, han sufrido un proceso de selección artificial y mejora por parte del hombre. Mediante métodos tradicionales, se han transferido una amplia colección de características genéticas entre los organismos, durante muchas generaciones, originando una gran variedad de plantas y animales, en los que se ha mejorado la producción, la apariencia o sus propiedades alimenticias. De igual manera, en los alimentos fermentados se han seleccionado empíricamente los microorganismos que mejor realizan dicha fermentación.

LOS ALIMENTOS PRODUCIDOS por estas dos tecnologías tan sólo se diferencian en la técnica genética utilizada para mejorar los organismos utilizados en la elaboración del alimento. Tradicionalmente, para la mejora genética de las especies se ha venido utilizando la variación genética natural o la generada mediante mutagénesis, y aplicando dos técnicas genéticas: el cruzamiento y la selección de individuos con los caracteres de interés en las siguientes generaciones. Recientemente, a estas dos técnicas se les ha añadido la mejora mediante Ingeniería Genética, que permite trabajar con genes aislados de una forma más controlada, lo que supone grandes ventajas frente a la situación tradicional en la que se manejaban los genomas completos (miles de genes) de manera poco controlada. Ahora se puede controlar y conocer mejor la modificación genética introducida y se pueden obtener resultados más rápidamente. Pero aun más, con la Ingeniería Genética se pueden realizar mejoras que antes no eran factibles, ya que ahora es posible saltar la barrera de la especie, y así, por ejemplo, los genes útiles de una fresa se pueden trasladar a una patata, lo que tradicionalmente era imposible ya que obviamente no se podía cruzar una fresa con una patata.

10

¿Qué diferencias existen entre la producción de alimentos por biotecnología tradicional o por biotecnología moderna?



11 ¿En qué puntos de la cadena de producción de un alimento se puede emplear la biotecnología?

LA BIOTECNOLOGÍA se puede emplear en cualquiera de los puntos de la cadena de producción, ya sea en la obtención de la materia prima, durante su procesado o en el producto final. Se puede utilizar la mejora genética con la materia prima vegetal o animal y obtener así un organismo comestible genéticamente modificado. También se pueden modificar genéticamente los microorganismos responsables de los procesos fermentativos, tanto las bacterias ácido-lácticas como las levaduras, y producir nuevos alimentos o bebidas fermentadas. Se pueden producir aditivos alimentarios (edulcorantes, colorantes, saborizantes, enzimas, conservantes) en organismos modificados y mejorados genéticamente. La biotecnología se puede utilizar incluso con fines diagnósticos ya sea para detectar en el alimento la presencia de microorganismos patógenos responsables de infecciones alimentarias o para investigar posibles fraudes alimentarios.

12 ¿Cómo se hacen los nuevos alimentos?

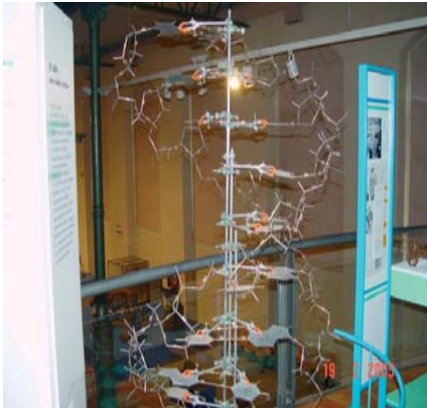
LOS NUEVOS ALIMENTOS se elaboran utilizando nuevas materias primas o procesos de producción no empleados habitualmente que provoquen un cambio deseado en la composición o estructura, valor nutritivo, digestibilidad o contenido en sustancias tóxicas. Además de los nuevos alimentos elaborados con OGMs (alimentos transgénicos) que se verán más adelante (véase pregunta 13) se están desarrollando otros que se pueden clasificar en dos grandes grupos: alimentos exóticos y alimentos en los que se modifica el procedimiento de fabricación. En el caso de los alimentos exóticos los métodos de obtención no varían con respecto a los que se emplean para producir formas tradicionales. En otros nuevos alimentos se han realizado modificaciones respecto al alimento tradicional, como reemplazar parcialmente un componente no deseable o aumentar o añadir un componente con efectos fisiológicos beneficiosos. En estos casos encontramos los alimentos con grasas animales sustituidas por grasas insaturadas, los alimentos con adición de fibra o bacterias probióticas o los enriquecidos en vitaminas u oligoelementos. Existe una gran variedad de nuevos alimentos en los que se introducen cambios en el procesado tan dispares como un nuevo procedimiento de higienización o de esterilización (pulsos eléctricos, campos magnéticos), nuevos protocolos de extrusión o adición en la formulación del producto de nuevos compuestos con efecto nutricional o incluso terapéutico

Los nuevos alimentos se elaboran utilizando nuevas materias primas o nuevos procesos

13

¿Cómo se hacen los alimentos transgénicos?

LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS se elaboran utilizando algún ingrediente procedente de un OGM. Excepto la metodología empleada para la obtención del propio OGM, el proceso de fabricación del alimento transgénico no difiere esencialmente del que se aplica a los alimentos convencionales. La Ingeniería Genética proporciona una gran variedad de métodos para obtener un OGM dependiendo del tipo de organismo y de la modificación que se pretenda introducir, por lo que sería muy complicado describirlos todos. Básicamente, la obtención de un OGM se realiza en tres etapas: i) preparación del material genético (técnicas de manipulación del ADN para obtener el material que contiene la modificación genética que se quiere introducir en el OGM); ii) transformación (técnicas para introducir la información genética en la célula); iii) selección (técnicas para regenerar y elegir el OGM adecuado a partir del conjunto de células transformadas). En los alimentos transgénicos más comunes se utilizan OGMs vegetales que poseen nuevas características agronómicas (por ejemplo maíz resistente a plagas o soja resistente a herbicidas), o presentan mejoras en sus propiedades nutritivas (arroz enriquecido en vitamina A) o en su aptitud para el procesado industrial (tomates que tardan más en ablandarse). En general, el material genético utilizado para la modificación procede de otras plantas o de microorganismos. En algunos alimentos transgénicos simplemente se utilizan enzimas o aditivos provenientes de OGMs microbianos. Aunque no se comercializan por el momento, también entrarían en esta categoría alimentos fermentados (productos lácteos o bebidas alcohólicas) con OGMs. La comercialización de productos cárnicos transgénicos no parece todavía inminente.



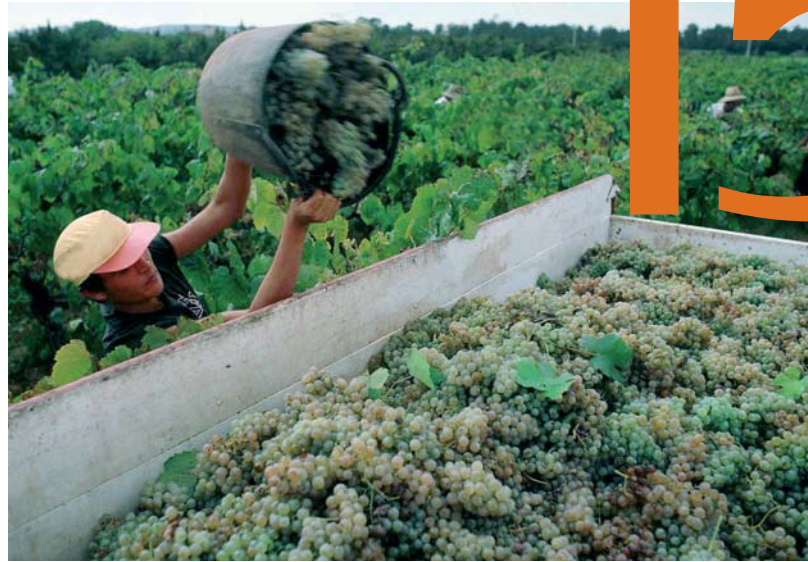
14

¿Cómo puede la moderna biotecnología mejorar los alimentos tradicionales?

LABIOTECNOLOGÍA MODERNA no sólo permite mejorar las características físicas y químicas de plantas y animales sino muchas otras, incluidas las propiedades sensoriales o nutritivas de los alimentos y las propiedades de muchos microorganismos utilizados en la alimentación. Comparadas con las técnicas biotecnológicas tradicionales, las técnicas modernas presentan la ventaja de ser más fáciles de controlar y en muchas ocasiones más eficaces, permitiendo conseguir los resultados en menos tiempo e incluso alcanzar objetivos anteriormente inabordables. Por ejemplo, la utilización de enzimas permite mejorar la textura del pan, haciéndolo más acorde a nuestros gustos actuales; la utilización de tomates que se ablandan más lentamente permite retrasar la recolección hasta alcanzar un mayor grado de madurez, elaborando con ellos salsas de tomate más sabrosas; la utilización de arroz enriquecido en vitamina A permitiría paliar deficiencias nutritivas en las amplias regiones del mundo que tienen el arroz como alimento base; y la utilización de levaduras productoras de determinadas enzimas puede permitir obtener vinos más aromáticos.

La biotecnología moderna permite mejorar las propiedades sensoriales o nutritivas de los alimentos

¿Qué es la agricultura orgánica?



LA AGRICULTUR ORGÁNICA (llamada también ecológica o biológica) es una forma de producción agrícola basada en la gestión integral del ecosistema en lugar de la utilización de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, medicamentos veterinarios, semillas y especies modificadas genéticamente, conservadores, aditivos, e irradiación. En lugar de todo ello se llevan a cabo prácticas de gestión específicas para cada lugar, que mantienen e incrementan la fertilidad del suelo a largo plazo y evitan la propagación de plagas y enfermedades. Para garantizar la seguridad de estos productos, es importante exigir que los sistemas agrícolas orgánicos y sus productos estén certificados por un organismo especializado, que controle que los procedimientos de producción, almacenamiento, elaboración, manipulación y comercialización se realicen de acuerdo con especificaciones técnicas precisas. En este sentido, hay que saber que al eliminar el uso de fungicidas puede aumentar el riesgo de la presencia de toxinas fúngicas en los alimentos orgánicos si no se controla bien el proceso de producción. Actualmente no existen datos científicos que indiquen que los alimentos orgánicos sean mejores des-

de el punto de vista nutricional que los alimentos convencionales correspondientes. Su principal ventaja reside en su respeto al medio ambiente y su principal problema es que tienen menor rendimiento que los tradicionales y mayores pérdidas postcosecha, por lo que los alimentos orgánicos (etiquetados como "producción ecológica" en España) son más caros que los no orgánicos, es decir aquellos obtenidos sin excluir la moderna tecnología. La aparente confrontación entre alimentos orgánicos y no orgánicos es un producto del marketing, ya que no existe ninguna razón poderosa para que ambos tipos de alimentos no puedan convivir en el mercado.

La agricultura orgánica es una forma de producción agrícola basada en la gestión integral del ecosistema

¿Qué es la PCR?

LA PALABRA PCR corresponde a las siglas inglesas de la Reacción en Cadena de la Polimerasa. La reacción de la PCR permite copiar muchas veces un fragmento específico de ADN (amplificación). El ADN posee dos cadenas complementarias que llevan la misma información y para copiarlo es necesario separar físicamente las dos cadenas y utilizar cada una de ellas como molde (plantilla que sirve de modelo a modo de espejo) para sintetizar la otra. Dicha operación la realiza una enzima llamada ADN polimerasa, que en este caso es termorresistente para soportar las elevadas temperaturas que se emplean en la etapa de separación de las dos cadenas de ADN en cada ciclo de copiado. Para que la ADN polimerasa inicie la copia de las cadenas de ADN se requieren dos "cebadores", que son pequeños fragmentos de ADN complementarios a los extremos de ambas cadenas y que al pegarse al ADN actúan como un primer eslabón de la cadena para que se inicie su copia. Estos cebadores confieren especificidad al proceso de amplificación y por eso el diseño de los cebadores requiere conocer la secuencia del ADN específico que se va a amplificar. La reacción se realiza mediante la repetición (20-40 ciclos) del proceso de copia de forma que la amplificación se produce de manera exponencial, obteniéndose al final del proceso 2^n copias del fragmento de ADN (donde "n" es el número de ciclos que se realizan). El objetivo de la PCR es la obtención de gran cantidad de dicho fragmento de ADN con finalidades que pueden ser muy diversas como la detección del ADN, su secuenciación, o su clonación.

El análisis del ADN es el mejor método para detectar un alimento transgénico

SE PUEDE SABER si un alimento es transgénico analizando su contenido en ADN o proteínas. Mediante el análisis se trata de detectar entre los componentes de dicho alimento la presencia del nuevo gen introducido por técnicas de Ingeniería Genética (ADN transgénico, transgén) o el producto de ese gen (proteína transgénica). Los métodos de análisis que detectan el ADN transgénico son los más utilizados, porque proporcionan una mayor especificidad y sensibilidad. El proceso se inicia mediante la extracción, purificación y concentración del ADN total del alimento. Una vez extraído el ADN total del alimento la detección del transgén se realiza mediante la amplificación específica de un fragmento del mismo utilizando para ello la técnica de la PCR. Sólo si el alimento contiene el transgén se obtendrá una señal positiva en esta reacción. Muchos de los organismos transgénicos desarrollados hasta ahora contienen elementos genéticos comunes lo que facilita su detección. En el caso de vegetales transgénicos, muchos de ellos son portadores de una secuencia de ADN característica, como sucede con la secuencia promotora denominada P-35S del virus del mosaico de la coliflor presente en la mayoría de los OGMs autorizados. Por consiguiente, si en una muestra de tomate triturado se detectase la secuencia P-35S esto indicaría que el producto ha sido elaborado a partir de una variedad de tomate transgénico. El análisis de las proteínas transgénicas es algo más complicado pero puede hacerse mediante inmunoensayos utilizando anticuerpos específicos frente a la proteína transgénica o mediante técnicas analíticas físico-químicas más sofisticadas. En los alimentos que por el procesamiento han sufrido una gran degradación de su ADN o de sus proteínas no se pueden efectuar estos análisis porque no se encuentran restos de los mismos, o apenas quedan trazas de los productos de degradación, en forma de fragmentos cortos.

¿Cómo se sabe si un alimento es transgénico?



¿Cómo se puede detectar el fraude alimentario utilizando la biotecnología?

EL FRAUDE ALIMENTARIO consiste en la venta de un alimento que no posee las características exigidas por la legislación para ese producto o que no tiene las propiedades marcadas en su etiqueta (peso, ingredientes, materia prima, ausencia de contaminantes, etc.). Debido a la gran variedad de alimentos que existe, el fraude alimentario puede ser de naturaleza muy diversa como, por ejemplo, la sustitución de un producto animal, vegetal o microbiano por otro parecido de menor valor, la presencia de aceite de semilla en envases etiquetados como aceite puro de oliva, la venta como fresco de pescado que ha sido congelado, la presencia de antibióticos, hormonas u otras sustancias prohibidas en la carne. Muchas de las técnicas analíticas y metodologías comúnmente empleadas en biotecnología son de gran utilidad en el proceso de caracterización y tipificación del fraude alimentario. Las técnicas de caracterización del ADN o de las proteínas permiten identificar cualquier especie animal, vegetal o microbiana. El análisis de secuencias de ADN de una especie biológica integrante de un producto (por ejemplo el bacalao), y su comparación con bases de datos de secuencias de ADN de especies similares o afines (por ejemplo, abadejo, eglefino, o maruca) se emplea en la detección de fraudes en alimentos procesados. Las técnicas de detección y análisis inmunológico permiten en algunos casos sustituir a las técnicas de análisis físico-químicas. Para poder tipificar el fraude es preciso disponer de una pormenorizada caracterización de las propiedades que debe poseer el alimento, en función de su naturaleza, conservación y proceso de elaboración.

1 ¿Qué son los biosensores y para que se utilizan en la alimentación?

UN BIOSENSOR ES un dispositivo analítico construido al menos con un componente de naturaleza biológica (una enzima, un anticuerpo o un microorganismo). Este dispositivo permite detectar y cuantificar de forma precisa un determinado compuesto químico o un parámetro físico-químico de una sustancia o mezcla de sustancias (analitos). Cuando el componente del biosensor de naturaleza biológica interacciona con el analito se genera una respuesta que se transforma mediante un sistema que se denomina transductor en una señal física o química. Los transductores pueden ser, por ejemplo, de tipo electroquímico, óptico, o térmico. Los biosensores proporcionan una medida específica, rápida y fácil de realizar, que evita el uso de instrumentos analíticos complejos y costosos. Los biosensores pueden ser utilizados en todas las etapas de la producción de alimentos: control de materias primas (residuos de pesticidas, grado de maduración, adulteración), control de procesos (control microbiológico, parámetros físico-químicos como acidez) y control de producto comercializado (alteraciones de constituyentes). Entre las numerosas aplicaciones en la industria de alimentos se pueden citar la determinación del contenido en carbohidratos (glucosa, fructosa, lactosa, maltosa) de distintos tipos de alimentos (zumos de fruta, leche), en polifenoles de aceites vegetales, en aminas biógenas como indicadores de la frescura de los pescados o de la calidad de sus derivados, en etanol de las bebidas, en ácido láctico de los productos fermentados, o en ácido acético del vinagre, en la detección de la presencia de residuos de plaguicidas, de contaminantes ambientales o de otros tóxicos en los alimentos.



Los biosensores están contruidos con algún componente de naturaleza biológica

LAS ENZIMAS SON proteínas muy útiles para mejorar las propiedades de los alimentos o mejorar los procesos de producción de los mismos. Las enzimas son catalizadores biológicos capaces de modificar selectivamente un componente de un alimento, dejando completamente intactos todos los demás componentes. Las enzimas son capaces de actuar en condiciones muy suaves de reacción para que los alimentos no sufran ninguna modificación no deseada. Obviamente, las enzimas que se emplean en la alimentación no tienen ninguna toxicidad y se pueden añadir a los alimentos, para mejorarlos, sin generar problema adicional alguno. Gracias a la biotecnología, las enzimas se pueden obtener muy puras en grandes cantidades, y muy baratas, por lo que sus posibilidades de utilización en tecnología de alimentos son cada día mayores. Algunos ejemplos de interés son:



1. Las lactasas que sirven para eliminar la lactosa de la leche y convertirla en un alimento tolerado por la población intolerante a la lactosa.
2. La renina que es capaz de hidrolizar la caseína de la leche y promover la formación de la cuajada, primer paso de la producción de quesos.
3. Las glicosidasas que se utilizan para liberar sustancias aromatizantes en vinos y mejorar su aroma, ya que muchas moléculas aromáticas están unidas a restos de azúcares y no podrían mostrar sus propiedades aromatizantes.
4. Las proteasas que se utilizan para hidrolizar proteínas en cerveza o vinos y evitar la formación de turbidez al enfriarse estas bebidas.

2 ¿Para qué se utilizan las enzimas en la alimentación?



¿Comemos genes cuando ingerimos alimentos?

LA MAYORÍA DE LOS ALIMENTOS que ingerimos proceden de los seres vivos (animal, vegetal o microorganismo), y dado que todos los seres vivos contienen genes se puede afirmar que habitualmente comemos una gran cantidad de genes. El ADN (los genes) es un componente importante de nuestra nutrición. No obstante, no siempre ingerimos genes con todos los alimentos. Por ejemplo, la leche es un fluido animal que no contiene células cuando procede de un animal sano y por eso si no se contamina con microorganismos la leche estará libre de genes. Por otro lado, cuando los alimentos son sometidos a tratamientos tecnológicos muy intensos que incluyan procesos de extracción, horneado, destilación, tratamientos enzimáticos, etc., los genes se pueden eliminar o pueden sufrir una degradación muy elevada, por lo que quedan ausentes de ellos. Este es el caso, entre otros, de los aceites vegetales muy refinados o de las bebidas alcohólicas sometidas a destilación.

Habitualmente comemos una gran cantidad de genes y de organismos vivos

¿Comemos alguna vez organismos vivos?

EN NUMEROSAS OCASIONES comemos organismos vivos. No sólo comemos microorganismos que puedan estar incluidos en grandes cantidades en alimentos fermentados (yogur), sino también otros seres vivos macroscópicos como los vegetales (frutas, verduras, etc.) que una vez recolectados siguen siendo materia viva sujeta a cambios, aunque de una forma distinta que cuando se encontraban en el árbol o en el campo, a no ser que se inactiven por procesos de conservación o estabilización. Qué decir de las ostras y otros animales que según las diferentes culturas y tradiciones se ingieren vivos.

23

¿Es malo comer microorganismos?



DEPENDE DE SU NATURALEZA y de su cantidad. Es bien sabido que algunos alimentos pueden contener microorganismos patógenos que ingeridos en suficiente cantidad desencadenan una enfermedad como sucede con los alimentos contaminados con la bacteria *Salmonella*. Sin embargo, un número importante de alimentos denominados fermentados como por ejemplo el yogur, el queso, o el chorizo, contienen microorganismos (bacterias, levaduras, hongos) cuya ingesta no sólo no comporta daño para la salud del consumidor sino que confieren propiedades nutricionales y sensoriales. Más aún, como ya se ha comentado existen microorganismos denominados probióticos, como ciertos lactobacilos y bifidobacterias, que introducidos en la dieta e ingeridos en cantidad suficiente ejercen un efecto positivo en la salud, más allá de los efectos nutricionales tradicionales. De todas formas es difícil pensar que alguien que tuviese una dieta compuesta mayoritariamente por microorganismos sobreviviese mucho tiempo, ya que su composición es incompleta para los requerimientos nutricionales humanos.



LA PRÁCTICA TOTALIDAD de los alimentos (transgénicos y no transgénicos) que ingerimos contienen genes (véase pregunta 21) y proteínas o restos de los mismos en forma más o menos degradada. Por eso, en la mayoría de los casos, cuando ingerimos alimentos transgénicos comemos los genes y proteínas transgénicas junto con el resto de los genes y proteínas no transgénicas del alimento. Sin embargo, hay que saber que aunque los transgenes se encuentran en todas las células del organismo transgénico no siempre sucede lo mismo con las proteínas, ya que en algunas ocasiones las proteínas transgénicas pueden encontrarse sólo en alguna parte del mismo. Por ejemplo, las proteínas transgénicas pueden encontrarse en la raíz, pero no en las hojas o los frutos de una planta transgénica, y, por consiguiente, no se comerá la proteína transgénica al ingerir estas partes de la planta. Este hecho se debe a que no todos los genes de la célula están siempre activos para producir proteínas. Dependiendo del tipo de célula o tejido algunos transgenes pueden permanecer silenciosos durante toda la vida de esa célula. Los genes y proteínas transgénicas se procesan de forma similar a los otros genes y proteínas del alimento y por lo tanto, el máximo contenido de estos genes y proteínas en el mejor estado posible se encontrará en vegetales recién cosechados, que se comen crudos. En el extremo opuesto, los genes y proteínas transgénicos en poca cantidad, o en forma de restos muy degradados, se hallará en aquellos alimentos transgénicos que resultan de una extracción y amplia transformación (calor, tratamiento con ácidos, refinado de aceites, destilación, etc.).

24

¿Comemos genes y proteínas transgénicas cuando ingerimos los alimentos transgénicos?

¿Pueden los genes que comemos pasar a formar parte de nuestra descendencia?

ES PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE que un gen, o un fragmento del mismo, ingerido en un alimento pase a formar parte de nuestro material hereditario y, por lo tanto, de nuestra descendencia. Existen distintas barreras que impiden que el ADN que se ingiere con los alimentos llegue a incorporarse en nuestros cromosomas. La primera barrera se encuentra en nuestro aparato digestivo, donde el alimento se expone a la acción de los jugos gástricos que descomponen el ADN. En esta etapa, los genes quedan fragmentados en unidades muy pequeñas perdiendo su capacidad informativa (codificante de proteínas), y sólo pueden ser considerados como meros componentes alimenticios. En el raro supuesto de que un material genético con capacidad codificante pudiese superar esta barrera hasta llegar al interior de una de nuestras células, aún le faltaría sortear muchas otras dificultades para poder incorporarse en nuestros cromosomas. En primer lugar tendría que llegar al núcleo de la célula sin que se degradara y allí insertarse en un cromosoma, todo lo cual no es sencillo. Pero, en el hipotético supuesto de que se insertase, tendría que ser capaz de funcionar y un gen sólo puede funcionar si su transcripción/traducción (proceso que permite sintetizar una proteína) tienen lugar en el instante y tejidos adecuados. Para ello, el gen debe estar acompañado de unos sistemas/elementos reguladores muy precisos siendo muy difícil que pueda utilizar los elementos reguladores propios, si es que el mismo los transportaba, o que tras la inserción pueda adquirir estos elementos reguladores del propio cromosoma. Por último, para que el material genético ingerido sea heredable tiene que darse la circunstancia de que dicho material se inserte en el cromosoma de una de las células del sistema reproductor y que sea precisamente esta célula la que origine el óvulo o el espermatozoide responsable de la descendencia. Todo lo anterior multiplica la dificultad y diluye la probabilidad hasta límites prácticamente inapreciables, sin olvidarnos de que tal remota eventualidad, no es diferente para el caso de un material transgénico como de uno no transgénico.

Los genes que ingerimos no pasan a formar parte de nuestro material hereditario



¿Cuántos alimentos transgénicos hay en el mercado?

EXISTEN YA MUCHOS alimentos transgénicos comercializados en todo el mundo y algunos de ellos se están consumiendo desde hace años por centenares de millones de personas. En el mercado europeo hay actualmente tres plantas transgénicas (soja, maíz, colza) y un aditivo procedente de un OGM (riboflavina) autorizados para su comercialización en alimentos. Las primeras modificaciones genéticas de soja y de maíz se autorizaron en 1996 y 1997, respectivamente, mediante la Directiva 220/90 y se comercializan a través de derivados de ambos productos. La colza se autorizó mediante la misma Directiva 220/90 pero se comercializó mediante la aplicación del artículo 5 del Reglamento 258/97 de nuevos alimentos (*notificación de puesta en el mercado por equivalencia sustancial*). Actualmente existen 10 productos derivados de colza y maíz comercializados a través de este sistema de notificación. La riboflavina se ha autorizado como nutriente y procede de la fermentación de un OGM derivado de la bacteria *Bacillus subtilis*. La quimosina que se utiliza para la producción de quesos y algunas otras enzimas comerciales (proteasas, amilasas, isomerasas, etc.) que se utilizan en distintos procesos de producción de alimentos se obtienen a partir de OGMs. Si bien hay que precisar que en muchos casos estas enzimas producidas por OGMs nunca llegan a formar parte del alimento final.

27 ¿Tienen los alimentos transgénicos el mismo olor y sabor que los no transgénicos?

LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS tienen el mismo olor y sabor que el alimento equivalente no transgénico a menos que la modificación genética se haya realizado específicamente para cambiar el olor o el sabor del alimento. Por ejemplo, en el maíz Bt (resistente a insectos) o la soja Roundup Ready (resistente a herbicidas) como la modificación introducida no está relacionada con las características sensoriales de estas plantas no se aprecian diferencias de olor o sabor. Ahora bien, si lo que se pretende con la modificación genética introducida es variar estas propiedades, evidentemente si habrá diferencias entre el alimento transgénico y el convencional, como sucede con algunas levaduras vínicas que han sido modificadas con determinados genes que darían lugar a un vino con un aroma más afrutado, siempre que previamente se autorizara su uso.

En general no se modifica el olor y el sabor en los alimentos transgénicos



¿Qué alimentos son mejores para la salud?

EL MEJOR ALIMENTO para la salud será el que de acuerdo con las necesidades del organismo contenga las cantidades apropiadas y los distintos tipos de nutrientes que se requieren para una correcta nutrición, y no esté contaminado con organismos o sustancias tóxicas o antinutritivas, sin olvidarnos de que puede darse la circunstancia de que por su especial composición contribuya a prevenir enfermedades. La calidad de un alimento está determinada por su composición cualitativa y cuantitativa en nutrientes, ya que la finalidad primordial de un alimento es conseguir una nutrición correcta que permita mantener la salud. La sanidad alimentaria exige que el alimento esté exento de componentes tóxicos y/o agentes patógenos, o que los contenga por debajo de límites tolerables, ya que la presencia de trazas de tóxicos, inocuos a dosis realmente bajas, muchas veces es difícilmente evitable. Actualmente, además de estos criterios básicos de calidad, se persigue que el alimento, o mejor dicho la alimentación en su conjunto, contribuya si es posible a mejorar los sistemas defensivos del organismo frente a procesos físicos, químicos o biológicos que alteran su normal funcionamiento y, así, se alcance un estado óptimo de salud. Se puede afirmar que todos los alimentos son necesarios en la alimentación humana, pero ninguno es imprescindible, ya que

salvo la leche materna para el lactante, no existe ningún alimento completo. Consecuentemente, nuestra alimentación necesita mezclar varios alimentos para equilibrar una dieta. En definitiva, es la dieta globalmente considerada la que debe ser suficiente, variada y equilibrada y ello se puede conseguir combinando muchos alimentos de maneras muy diversas. Puesto que también es conveniente alcanzar un cierto placer al alimentarse, las mezclas deben variarse lo suficiente como para evitar la monotonía y asegurar el completo aporte de nutrientes. Sin embargo, existen alimentos cuyo consumo debe ser moderado, cuando no suprimido, en razón de la presencia de componentes contraindicados en determinadas enfermedades o a que puedan por sí mismos desencadenar ciertas patologías. Por ejemplo, un alimento tan sano como el azúcar está contraindicado para personas diabéticas.



¿Pueden servir los nuevos alimentos para mejorar nuestra salud, curar enfermedades o prevenirlas?



LOS NUEVOS ALIMENTOS, igual que los alimentos tradicionales, pueden desempeñar un papel fundamental para mejorar nuestra salud. De hecho, algunos nuevos alimentos se están diseñando para tener una funcionalidad específica en relación con la mejora de nuestra salud, sustancialmente distinta a la del alimento tradicional del que proceden. Así, es posible modificar la composición de un alimento tradicional para que contenga uno o varios componentes nuevos que eleven el valor nutricional, por ejemplo aminoácidos esenciales, vitaminas, ácidos grasos insaturados, etc. También es posible conseguir nuevos alimentos enriquecidos en sustancias capaces de ejercer en el organismo humano una protección frente a diversas patologías. Este es el caso de algunos compuestos derivados de las plantas (fitoquímicos), como el licopeno y otros carotenoides, fitoestrógenos, flavonoides, etc. Algunos de los nuevos alimentos pueden comportarse como probióticos y/o prebióticos en nuestro organismo ejerciendo una función reguladora de la microbiota intestinal, con los beneficios para la salud que de ello pueden derivarse. Las denominadas vacunas comestibles podrían en el futuro ser muy útiles para prevenir enfermedades infecciosas (véase pregunta 35). No obstante, no hay que olvidar que los fitoquímicos, por ejemplo, se encuentran de forma natural en diversos alimentos no enriquecidos (frutas, verduras, hortalizas, hierbas aromáticas, té, bebidas alcohólicas) y a través de ellos podemos ingerirlos, siendo los productos enriquecidos más una facilidad que una necesidad.

¿Pueden los nuevos alimentos mejorar la salud de las personas que padecen intolerancia a determinados alimentos?

EN PRINCIPIO, es posible desarrollar nuevos alimentos que eliminen los problemas de intolerancia causados por algunos alimentos tradicionales. Esto se puede realizar bloqueando los compuestos que causan la intolerancia, eliminándolos o sustituyéndolos por otros. Por ejemplo, mediante el uso de las enzimas denominadas lactasas se puede hidrolizar la lactosa de la leche, de modo que la leche así tratada pueda ser consumida por las personas intolerantes a la lactosa. En el caso de alergias causadas por determinadas proteínas también se puede hidrolizar parcialmente la proteína con enzimas, eliminando las sustancias causantes de la alergia. Estudios recientes indican que la utilización de determinadas bacterias probióticas en la elaboración de nuevos alimentos puede modular la respuesta inmune en personas alérgicas a alimentos. También las técnicas de Ingeniería Genética permiten reducir los niveles de una sustancia alérgica (alergeno) en alimentos modificados genéticamente. Por ejemplo, en el caso del arroz se ha conseguido reducir la producción de una proteína causante de la alergia. Del mismo modo, la sustitución de un gen por otro similar puede ser utilizada para reemplazar totalmente una proteína alérgica por otra inocua.

Los nuevos alimentos pueden eliminar los problemas de intolerancia a alimentos tradicionales



EVIDENTEMENTE SÍ. La implantación de los nuevos alimentos en los países menos desarrollados puede contribuir a remediar, al menos en parte, las carencias nutricionales de sus habitantes y, por tanto, a mejorar su salud. Esta contribución se realizará fundamentalmente si se consigue un abaratamiento de su producción. Una nutrición insuficiente, en la que se suelen unir la escasez con la falta de diversidad de alimentos ingeridos, puede corregirse mediante el desarrollo de cultivos más productivos (resistentes a plagas, sequía, salinidad) o de nuevas plantas que incorporen nutrientes deficitarios en la dieta de la población (vitaminas). Así, la manipulación genética de semillas de arroz ha permitido la síntesis en este cereal de importantes cantidades de provitamina A. Este arroz denominado "arroz dorado" presenta extra-

ordinario interés para diversas zonas de Asia, donde el arroz es la base de la alimentación y existe una carencia habitual de vitamina A en la dieta, lo que causa una elevada incidencia de la ceguera en estas poblaciones. Otro ejemplo lo constituyen las patatas transgénicas con ingredientes que tienen propiedades que vacunan contra el cólera (vacunas comestibles) (véase pregunta 35). Hay otros nuevos alimentos como son los denominados funcionales cuya implantación no es previsible que se realice a corto plazo en países menos desarrollados por su mayor costo y por su aplicación dirigida a la prevención o la contribución a la curación de enfermedades metabólicas muy concretas y que no son de aplicación general. Tampoco es previsible que a corto plazo lleguen a países en vías de desarrollo los nuevos alimentos en los que se han aplicado métodos de conservación que consiguen un menor deterioro de su calidad nutricional pero cuyo coste de obtención es elevado. Sin embargo, un ejemplo de productos de buena calidad nutritiva y bajo costo son los sucedáneos cármicos obtenidos a partir de proteínas vegetales, más baratas que las cármicas.

¿Pueden los nuevos alimentos contribuir a mejorar la salud en los países menos desarrollados?

PARA CONTESTAR correctamente a esta pregunta es necesario precisar qué se entiende por aditivo y a cual nos referimos. Por ejemplo, según el Código Alimentario Español, sólo se consideran aditivos aquellos ingredientes que tienen finalidad tecnológica, y no los que influyen sobre las cualidades nutricionales de los alimentos, pero también existen otras definiciones menos estrictas que admiten como aditivos otras sustancias. En rigor, son muy pocos los aditivos que se están añadiendo a la leche líquida (principalmente se añaden jarabes de cacao y vainilla y zumos de frutas para cambiar el color y/o el sabor; aunque también modifican parcialmente la textura). Dejando aparte la leche "tradicional" pasteurizada que no tiene aditivos, recientemente se han empezado a comercializar leches enriquecidas y leches especiales que incorporan nutrientes específicos de potencial interés para la salud. En un sentido amplio, éstos compuestos adicionados pueden considerarse también aditivos. A la leche que sufre tratamientos térmicos más intensos se pueden adicionar polifosfatos, con el fin de hacer más estable el producto frente a dichos tratamientos. Entre las leches enriquecidas de más aceptación figuran las que incorporan minerales (calcio y fósforo) y vitaminas (A, D, E). Un enriquecimiento discutible es la incorporación de flúor en la leche de libre consumo, ya que dicho elemento puede dar lugar a ciertas manifestaciones tóxicas a dosis no muy superiores de las biológicamente útiles. Existen en el mercado un conjunto de "leches especiales", tales como leche "baja en lactosa" para personas que no toleran la lactosa o con "jalea real", que aporta a la leche las cualidades nutricionales de este alimento. Para aumentar la presencia de microorganismos beneficiosos para la salud (bifidobacterias y lactobacilos), se han comercializado leches a las que se añaden carbohidratos (lactulosa, fructooligosacáridos, etc.) denominados prebióticos, capaces de llegar intactos al colon y estimular su crecimiento. También se han empezado a comercializar preparados lácteos a la carta, que en muchos casos implican la incorporación a una leche desnatada de variados complejos vitamínicos, minerales y/o grasas insaturadas (mezcla de grasas vegetales y de pescado para incorporar ácidos grasos poliinsaturados y ω -3), que tienen un potencial interés para la salud. y una larga serie de vitaminas y/o minerales, incluyendo hierro. La bondad teórica que ofertan algunos de los aditivos más novedosos no está, sin embargo, suficientemente contrastada en la práctica.



Entre las leches enriquecidas de más aceptación figuran las que incorporan minerales (calcio y fósforo) y vitaminas (A, D, E). Un enriquecimiento discutible es la incorporación de flúor en la leche de libre consumo, ya que dicho elemento puede dar lugar a ciertas manifestaciones tóxicas a dosis no muy superiores de las biológicamente útiles. Existen en el mercado un conjunto de "leches especiales", tales como leche "baja en lactosa" para personas que no toleran la lactosa o con "jalea real", que aporta a la leche las cualidades nutricionales de este alimento. Para aumentar la presencia de microorganismos beneficiosos para la salud (bifidobacterias y lactobacilos), se han comercializado leches a las que se añaden carbohidratos (lactulosa, fructooligosacáridos, etc.) denominados prebióticos, capaces de llegar intactos al colon y estimular su crecimiento. También se han empezado a comercializar preparados lácteos a la carta, que en muchos casos implican la incorporación a una leche desnatada de variados complejos vitamínicos, minerales y/o grasas insaturadas (mezcla de grasas vegetales y de pescado para incorporar ácidos grasos poliinsaturados y ω -3), que tienen un potencial interés para la salud. y una larga serie de vitaminas y/o minerales, incluyendo hierro. La bondad teórica que ofertan algunos de los aditivos más novedosos no está, sin embargo, suficientemente contrastada en la práctica.

¿Qué ventajas aportan para la salud los aditivos de la leche?

dos, etc.) denominados prebióticos, capaces de llegar intactos al colon y estimular su crecimiento. También se han empezado a comercializar preparados lácteos a la carta, que en muchos casos implican la incorporación a una leche desnatada de variados complejos vitamínicos, minerales y/o grasas insaturadas (mezcla de grasas vegetales y de pescado para incorporar ácidos grasos poliinsaturados y ω -3), que tienen un potencial interés para la salud. y una larga serie de vitaminas y/o minerales, incluyendo hierro. La bondad teórica que ofertan algunos de los aditivos más novedosos no está, sin embargo, suficientemente contrastada en la práctica.

Algunas leches enriquecidas incorporan nutrientes específicos de potencial utilidad para mejorar la salud

¿En qué se diferencian los distintos tipos de yogures y leches fermentadas?

LAS LECHES FERMENTADAS se producen por la acción de microorganismos específicos que generan una mayor acidez (reducción del pH), por la formación de ácido láctico, y la coagulación de las proteínas de la leche. Estos microorganismos específicos deben ser viables, activos y abundantes en el producto final, en el momento de la venta para su consumo. Existen dos grandes grupos de leches fermentadas: ácidas y ácido-alcohólicas. Entre las primeras se encuentra el yogur, elaborado exclusivamente mediante la acción de las bacterias *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. En el mercado podemos encontrar distintos tipos de yogur, según el contenido graso, la consistencia, el aroma y el sabor que presentan, la adición de frutas, de cereales, o la adición de azúcar u otros edulcorantes. Actualmente se obtienen otras leches fermentadas con otras especies bacterianas, destacando bifidobacterias y lactobacilos acidófilos, que actúan como probióticos y pueden tener repercusiones digestivas e inmunitarias positivas. Para ello, dichas bacterias deben superar las barreras fisioló-

gicas del estómago e intestino delgado, alcanzando el colon y ayudando a mantener una microbiota bacteriana lo más adecuada posible para nosotros. Las leches fermentadas ácido-alcohólicas, de menor consumo, se elaboran a partir de microorganismos que conducen a la formación, además de ácido láctico, de alcohol etílico y de dióxido de carbono (CO₂). El representante más conocido de este tipo de leches fermentadas es el Kefir (Cáucaso), aunque hay otros como el Kumis (Rusia), o el Fuli (Finlandia). La elaboración del Kefir se lleva a cabo mediante dos fermentaciones; una de tipo láctica, debida a *Lactobacillus lactis* y a otras bacterias de los géneros *Leuconostoc*, *Lactobacillus* y *Acetobacter*, y otra de tipo alcohólica, mediante levaduras que fermentan la lactosa como *Kluyveromyces marxianus* y *Candida kefir*, así como otras levaduras que no utilizan lactosa como *Saccharomyces unisporus*, *S. cerevisiae* y *S. exiguus*.



34 ¿Puede la biotecnología ayudar a prevenir las intoxicaciones alimentarias?

SIN DUDA LA BIOTECNOLOGÍA puede ayudar a prevenir las intoxicaciones alimentarias de distintas maneras. Una de ellas es desarrollando sistemas de diagnóstico rápidos y sensibles que permitan detectar los organismos patógenos o los compuestos tóxicos antes de ingerirlos. Por otro lado, se están desarrollando microorganismos protectores que eviten la presencia de organismos patógenos. Por ejemplo, para obtener derivados lácteos y productos cárnicos curados o encurtidos, se están diseñando bacterias ácido-lácticas que producen además del ácido láctico otras sustancias activas (bacteriocinas) contra bacterias patógenas como *Listeria*, *Campylobacter* o *Salmonella*, pero que son inocuas para el hombre o los animales. De esta forma la bacteria ácido-láctica al mismo tiempo que fermenta y produce el alimento mata al microorganismo patógeno.

35 ¿Qué son las vacunas comestibles?

ESTE TÉRMINO se aplica al uso como vacuna de las partes comestibles de las plantas transgénicas (tubérculos, frutos, hojas, etc.) o plantas no transgénicas infectadas con un virus transgénico vegetal, con el fin de que produzcan componentes específicos (antígenos) de un patógeno (virus, bacteria, etc.) contra el cual se desea proteger a una persona o animal. Esta terminología también puede extenderse a otros alimentos como los productos lácteos que contienen bacterias lácticas modificadas genéticamente para que produzcan los antígenos específicos. La producción de antígenos en plantas tiene las ventajas del bajo coste y de la ausencia de peligros de contaminación con otros patógenos del hombre o del animal que va a ser vacunado. Pero la ventaja del bajo coste pierde valor cuando para obtener la vacuna se precisan costosos procesos de purificación, conservación y administración del antígeno. Por eso, la situación ideal es aquella en la que se consigue una vacunación eficiente con la ingestión directa de la planta que produce el antígeno. A esta situación es a la que corresponde al concepto de vacunas comestibles. Ya se ha demostrado que la ingestión de patatas transgénicas que producen antígenos apropiados de la bacteria *Escherichia coli* y de los virus de Norwalk y de la hepatitis B inducen una respuesta inmunológica en voluntarios humanos, que en algunos casos es protectora. Aún hay que solucionar muchos problemas para que se puedan utilizar estas vacunas ya que, en general, la vía oral no es la mejor ruta de vacunación, porque la cantidad de antígeno necesaria para una inmunización eficiente por esta vía suele ser muy alta, sobre todo si no se trata de una vacuna viva y suele necesitarse, además, la coadministración de un adyuvante que estimule la respuesta inmune. En este caso, el uso de bacterias lácticas como vehículos de vacunas puede ser de gran interés, debido a la capacidad estimulante del sistema inmune demostrada en algunas de ellas. Los niveles de acumulación de antígeno en plantas transgénicas suelen estar por debajo de los necesarios para que la mera ingestión de la planta suministre las dosis de vacuna adecuadas. Por otra parte, la irregular acumulación del antígeno en las plantas dificulta un control adecuado de las dosis y puede producir el efecto contrario al deseado, esto es, tolerancia, que es la respuesta habitual frente a las proteínas de nuestros alimentos.



¿Son seguros para la salud los nuevos alimentos?

LOS NUEVOS ALIMENTOS incluidos los transgénicos son seguros hasta el máximo nivel de seguridad que permite garantizar el conocimiento actual. Después de varios años de consumo de varios alimentos transgénicos, principalmente en Estados Unidos, consumidos por millones de personas, no se ha detectado ningún caso de efecto adverso para la salud humana. Los nuevos alimentos antes de ser comercializados se someten a estudios exhaustivos para demostrar que no tienen riesgos para la salud del consumidor, no suponen un riesgo de contaminación medioambiental, y no ponen en peligro la diversidad de las especies. Además hay que asegurarse que su etiquetado no induce a error, no difiere de otros alimentos o ingredientes alimentarios a los que sustituye, y su consumo no implica desventajas nutricionales. La aplicación de la biotecnología moderna en la obtención de alimentos no conlleva necesariamente una pérdida de seguridad con respecto a las tecnologías tradicionales. Hasta la fecha no se ha publicado ningún estudio epidemiológico que demuestre que los alimentos obtenidos por biotecnología moderna sean menos seguros que los alimentos tradicionales. En algunos de los nuevos alimentos la biotecnología moderna permite eliminar ciertos componentes tóxicos o poco beneficiosos para la salud antes no considerados como tales o impedir el desarrollo de microorganismos patógenos o de sus toxinas. Los alimentos obtenidos por biotecnología moderna pueden poseer periodos de conservación y estabilidad mayores, sin el empleo de aditivos o conservantes químicos. El hecho que algunas variedades de plantas transgénicas resistan la contaminación por bacterias, virus o insectos disminuye los tratamientos con plaguicidas, de forma que su cultivo ocasiona un menor impacto ambiental. La seguridad de los alimentos obtenidos por biotecnología tradicional se basa en que se han considerado seguros debido a la larga experiencia en su consumo, de manera que, en general, ni siquiera se han desarrollado en estos alimentos procedimientos de evaluación de su seguridad tan exhaustivos como los que se hacen con los nuevos alimentos.

Los alimentos obtenidos por biotecnología moderna son tan seguros como los alimentos tradicionales

¿Puede afectar al medio ambiente la producción de los nuevos alimentos?

ESTA PREGUNTA NO POSEE una respuesta sencilla ya que depende de que tipo de alimento se considere y de como se lleve a cabo su producción.

Los posibles efectos sobre el medio ambiente de la producción de un alimento, nuevo o tradicional, deben considerarse caso por caso. Probablemente, los nuevos alimentos que generan un mayor debate son los obtenidos a partir de plantas transgénicas y por eso se centra en ellos la discusión. Para evaluar los posibles daños causados por los cultivos transgénicos es importante compararlos con los efectos que producen los cultivos tradicionales. El primer daño medioambiental se origina con las propias prácticas agrícolas tradicionales que incluyen el clareado y la deforestación, prácticas que se han venido aceptando durante siglos sin evaluación previa de las consecuencias, porque hasta hace muy poco tiempo no ha existido ningún tipo de conciencia de protección medioambiental. En este sentido la sustitución de un cultivo tradicional por uno transgénico no añadiría ningún daño adicional al medio ambiente; por el contrario, el impacto medioambiental puede reducirse si con el cultivo transgénico se logra un mayor rendimiento agrícola y por lo tanto se necesitará deforestar o aclarar menos terreno para producir lo mismo. En contra de los cultivos transgénicos se argumenta que pueden afectar al medio ambiente si se produce alguno de los siguientes supuestos: (a) que los efectos plaguicidas contra los insectos afecten a especies de insectos distintas a las deseadas, lo que puede incidir tanto en ellas como en otras con las que se relacionen; (b) que los genes empleados para conferir resistencia a herbicidas se transfieran a otros cultivos o a especies silvestres emparentadas con las cultivadas, lo que podría facilitar la aparición y extensión de malas hier-

bas resistentes al herbicida. En ambos casos hay que decir que en los cultivos tradicionales, con excepción de los cultivos denominados orgánicos, también se utilizan plaguicidas y herbicidas químicos que matan los insectos y las malas hierbas, que son incluso más tóxicos que los que se utilizan en los cultivos transgénicos. La probabilidad de que los genes se transfieran a otras plantas es muy baja y aun así los efectos perjudiciales que ello podría suponer son pequeños. Pero como no es posible descartarlos completamente, las normas de la Unión Europea para el cultivo y comercialización de plantas transgénicas incluyen planes de seguimiento sobre los efectos medioambientales de los nuevos productos que se autoricen en su territorio, siendo, además, revocables las autorizaciones en función de nuevas informaciones o cambio en las circunstancias que llevaron a su aceptación. De hecho, todavía no se ha detectado ningún efecto negativo particular para el medio ambiente como consecuencia de los cultivos transgénicos aunque estos cultivos ya están extendidos por todo el mundo, especialmente en países como los Estados Unidos, Argentina y China.

¿Puede afectar a la biodiversidad la producción de los nuevos alimentos?

SÓLO PODRÍA HABLARSE de problemas relacionados con la biodiversidad en el caso de los nuevos alimentos obtenidos con plantas transgénicas, ya que no existen otras razones para pensar que la producción de nuevos alimentos pueda afectar a la biodiversidad. En cualquier caso, el uso de las plantas transgénicas podría disminuir la biodiversidad de las plantas cultivadas pero no del resto de las plantas del planeta. Este fenómeno de disminución de la biodiversidad de las plantas cultivadas se ha venido produciendo con la agricultura tradicional ya que desde hace tiempo los mejoradores genéticos tradicionales de las grandes compañías de semillas ofrecen al mercado un número limitado de variedades cultivables que poco a poco van consiguiendo que se retiren de los cultivos las variedades autóctonas. La tecnología transgénica puede acelerar este proceso de reducción del número de variedades cultivadas y será preciso establecer algunos sistemas de regulación y mejorar los sistemas de conservación y potenciación de los bancos de germoplasma para que no se pierdan especies. Para esto último la biotecnología aporta grandes soluciones.

30 ¿Qué pruebas se hacen para controlar la seguridad de un nuevo alimento?

LAS CONSIDERACIONES de seguridad de los nuevos alimentos se establecen tanto para aquellos que contengan o se deriven de OGMs, como para los que no contienen ni proceden de OGMs. En general, para evaluar la seguridad de los nuevos alimentos se realizan múltiples pruebas nutricionales y toxicológicas. En el caso particular de los alimentos que contienen o proceden de OGMs se estudian las consecuencias directas (nutricionales, tóxicas o alergénicas) de la presencia en los alimentos de nuevos productos genéticos, de la alteración de los productos genéticos existentes y de las consecuencias indirectas en el metabolismo del organismo fuente del alimento. También deben estudiarse las posibles consecuencias de la transferencia genética a la microbiota gastrointestinal desde los OGMs o desde los alimentos o componentes alimenticios derivados de ellos. En la evaluación de la seguridad es esencial la caracterización bioquímica del alimento y la caracterización precisa de la modificación genética incorporada en los OGMs, incluidos el sitio de inserción en el genoma, el número de copias y el nivel de expresión del material genético introducido. La presencia de posibles sustancias tóxicas en el alimento se comprueba mediante análisis químicos y mediante el empleo de sistemas celulares y animales de experimentación, con los que se investigan los posibles efectos a corto, medio y largo plazo (toxicidad aguda, subaguda y crónica). El análisis de la existencia de posibles alérgenos en el nuevo alimento se realiza mediante ensayos de alergenicidad. Para cada caso particular se requiere

la aportación de aquellas pruebas o estudios adicionales que los comités científicos consideran relevantes. Los nuevos alimentos que no cumplan todos los requisitos de seguridad establecidos por la Unión Europea y no superen la evaluación de los distintos comités de expertos de los Estados Miembros no podrán ser comercializados.



LA SEGURIDAD DE UNA PLANTA modificada genéticamente para su uso como alimento se comprueba mediante el estudio crítico de los siguientes aspectos:

a) Se han de realizar experimentos de laboratorio utilizando plantas cultivadas en invernadero, para confirmar que las modificaciones genéticas introducidas mediante las técnicas de Ingeniería Genética son las que se habían planificado y sólo ellas, y que el material genético añadido se ha incorporado de manera estable al genoma de la planta.

b) Se han de llevar a cabo ensayos de campo aprobados por las Autoridades Competentes de distintos países miembros, y realizados bajo condiciones controladas para confirmar que la variedad ensayada no es perjudicial para la salud animal o humana ni afecta al medio ambiente.

c) Se ha de demostrar a satisfacción de todas las Comisiones Nacionales de Bioseguridad y Autoridades Competentes de todos los países miembros, que las modificaciones en el ADN de la nueva variedad no introducen ningún riesgo de ser incorporados al genoma de otros organismos, que las proteínas codificadas por los nuevos genes no son tóxicas ni alergénicas, y que desde el punto de vista de la composición de nutrientes la nueva variedad es equivalente a la original.

d) Para los productos aprobados se exige el desarrollo de un Plan de Seguimiento durante un número de años para detectar cualquier efecto perjudicial como consecuencia del uso del nuevo alimento.

Por ejemplo, para la comercialización en la Unión Europea de una variedad de maíz transgénico tolerante a un herbicida y resistente a la plaga del taladro, la Autoridad Competente de Francia examinó el caso y después de mostrar su opinión favorable facilitó a la Unión Europea un dossier con los estudios de laboratorio y los resultados de los ensayos de campo. Este dossier fue examinado por las Comisiones Nacionales de Bioseguridad de los países miembros que presentaron las objeciones que consideraron pertinentes, y sólo después de ser contestadas satisfactoriamente ante una comisión internacional de expertos se autorizó la comercialización.

40 ¿Cómo se analiza la seguridad de una planta transgénica utilizada como alimento en la Unión Europea?



41 ¿Qué normativas existen en España y en la Unión Europea para regular el consumo de nuevos alimentos?

ACTUALMENTE EN LA Unión Europea los nuevos alimentos se rigen por el Reglamento 258/97 de Nuevos Alimentos y Nuevos Ingredientes Alimentarios de 1997. Posteriormente en el año 2000 se aprobaron los Reglamentos 49/2000 sobre contaminación accidental y umbrales para el etiquetado y 50/2000 sobre aditivos y aromas. En la actualidad se están elaborando el Reglamento de Alimentos y Piensos Modificados Genéticamente y el Reglamento de Trazabilidad y Etiquetado. El procedimiento de autorización de nuevos organismos transgénicos actualmente bloqueado debería desbloquearse una vez que entren en vigor estos últimos Reglamentos, ya que se completarían los requerimientos de gobiernos, consumidores y organizaciones interesadas en estos temas.

42 ¿Quién controla en España y en la Unión Europea la seguridad de los nuevos alimentos?

HASTA LA FECHA, tanto en España como en el resto de los Estados Miembros de la Unión Europea existe una autoridad nacional que valora los alimentos que se le presentan, así como los que se presentan en el resto de los Estados Miembros antes de dar su autorización para el consumo. En España esta autoridad nacional está formada por los Ministerios de Sanidad y Consumo, y Agricultura, Pesca y Alimentación, y ha sido notificada ante la Unión Europea como responsable de la seguridad alimentaria española. Ambos Ministerios, a través del Instituto de Salud Carlos III, valoran conjuntamente la seguridad de los productos que se presentan para su autorización utilizando el Reglamento comunitario 258/97. Recientemente, en España se ha replanteado el sistema de la seguridad alimentaria y mediante la Ley 11/2001 de 5 de julio, se ha creado la Agencia de la Seguridad Alimentaria para promover la seguridad alimentaria y ofrecer garantías e información objetiva a los consumidores y agentes económicos del sector agroalimentario español. La Agencia es un Organismo Autónomo adscrito al Ministerio de Sanidad y Consumo que cuenta con la participación de otros Ministerios, Administraciones, Organizaciones y Consumidores. Cuenta con un Comité Científico, que valorará la seguridad alimentaria y un Comité Consultivo, que asegurará la participación y transparencia. En la Unión Europea, esta competencia recae por ahora en el Comité Permanente de Productos Alimenticios de la Comisión Europea (donde están representados todos los Estados Miembros), que a su vez se apoya en los Comités Científicos independientes. Todos los Estados Miembros tienen la oportunidad de valorar la seguridad de todos los productos que se presentan para autorización bajo el Reglamento 258/97. En caso de que exista alguna objeción la valoración y decisión se traslada a la Comisión Europea. Sin embargo, todo este sistema va a cambiar con la entrada en vigor del Reglamento de Alimentos y Piensos Modificados Genéticamente.



¿Qué es la Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria?

EN UN FUTURO PROXIMO la Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria será la única que evalúe el riesgo alimentario y dictamine si procede o no la comercialización de un alimento. La gestión del riesgo (la autorización y sus condicionantes) la efectuará un Comité Regulador (Comisión Europea + Estados Miembros). Para proceder al control y validar los métodos de análisis de los productos habrá un Laboratorio Comunitario de Referencia. El Grupo Europeo de Ética de la Ciencia y las Nuevas Tecnologías también será escuchado a la hora de la autorización de un alimento. La introducción de la Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria facilitaría el proceso de autorización y puesta en el mercado de nuevos alimentos, sin menoscabo de la seguridad, ya que se ceñirá a criterios técnicos, eliminando condicionantes de otro tipo que pueden provocar problemas comerciales.



La futura Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria será la única que evalúe el riesgo alimentario



¿Qué es la Comisión Nacional de Bioseguridad?

LA COMISIÓN NACIONAL de Bioseguridad fue creada mediante la Ley 15/1994 para supervisar las actividades relacionadas con la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de OGMs, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente. Esta Comisión actúa como órgano consultivo de la Administración General del Estado y de la Administración de las Comunidades Autónomas cuando éstas lo solicitan. La Comisión evalúa e informa preceptivamente las peticiones de autorización relativas a los OGMs, que solicitan las empresas o los Organismo públicos y privados de investigación, y que corresponden otorgar a la Administración General del Estado. Está compuesta por representantes de los distintos Ministerios que tienen competencias en estos asuntos, así como por personas e instituciones expertas en estas materias. La ley 15/1994, que aplica la Directiva Europea 220/90 sobre la liberación voluntaria de organismos modificados genéticamente está siendo adaptada a la nueva Directiva Europea 18/2001 que sustituye a la anterior.

La Comisión Nacional de Bioseguridad supervisa el uso, liberación y comercialización de OGMs

¿Es obligatorio etiquetar los nuevos alimentos?

EL ARTÍCULO 8 del Reglamento 258/97 dispone el etiquetado de los nuevos alimentos tanto si contienen como si no contienen OGMs. En cuanto a los alimentos procedentes de OGMs, únicamente se establece la obligación de etiquetarlo cuando no sean equivalentes a su homólogo convencional en lo que respecta a su composición, valor o efectos nutritivos, uso al que se destina o repercusiones para la salud de ciertos grupos de población. También se etiquetarán cuando el producto pueda plantear inquietudes religiosas o éticas. El Reglamento 49/2000 establece el umbral del 1% (de proteína o ADN modificado) para la contaminación accidental de productos que no han sido fabricados a partir de un OGM. Por encima de ese umbral hay que etiquetar. El futuro Reglamento de Trazabilidad y Etiquetado establece que deberán etiquetarse los alimentos que consistan en OGMs, los alimentos fabricados a partir de estos y los alimentos elaborados con alimentos fabricados a partir de ellos. El criterio será la presencia de alguna materia procedente de un OGM, y no sólo la presencia de proteína o ADN modificados en el producto final. Se trata de conocer si en alguna fase de la fabricación del alimento entró un OGM y quedaron restos de él, para permitir al consumidor elegir con conocimiento. Se etiquetarán así: "alimento modificado genéticamente", "contiene (nombre del ingrediente) modificado genéticamente" o "alimento/ingrediente producido a partir de organismo modificado genéticamente (nombre del organismo) pero que no contiene ningún organismo modificado genéticamente".

Todos los alimentos que contienen más del 1% de un componente transgénico deben ser etiquetados



4 ¿Para qué necesitamos los alimentos transgénicos?



LA NECESIDAD DE LOS alimentos transgénicos viene condicionada por las características de cada alimento y va ligada a la mejora que se pretenda conseguir de ese alimento y al tiempo que se pretenda invertir para conseguir dicha mejora. La necesidad también está condicionada por el grado de desarrollo de la sociedad, porque no tienen las mismas necesidades los países más desarrollados con excedentes alimentarios, que los países más pobres. La tecnología transgénica permite abordar y resolver problemas de difícil o imposible solución para la tecnología tradicional o que requieren mucho tiempo y esfuerzo. Algunas plantas transgénicas de uso alimentario se desarrollan para aumentar los rendimientos de producción de los cultivos, lo que satisface en primera opción las necesidades e intereses de los primeros eslabones de la cadena de producción, los productores de semillas y los agricultores, pero también en segunda opción puede favorecer los intereses de los consumidores cuando los alimentos son escasos. Otras plantas se diseñan para disminuir el uso de plaguicidas químicos contaminantes en los campos de cultivo, o para lograr una agricultura sostenible más respetuosa con el suelo y con menor consumo energético, lo que satisface los intereses medioambientales generales. En otros casos, los alimentos transgénicos sirven para aumentar las propiedades nutritivas o disminuir las carencias alimentarias de determinadas comunidades, lo que obviamente satisface las necesidades de los últimos eslabones de la cadena, los consumidores. Las posibilidades de futuro para desarrollar nuevos alimentos con nuevas propiedades que cubran nuevas necesidades son muy grandes, pero estos desarrollos dependerán de distintas estrategias políticas, comerciales y sociales.

La necesidad de los alimentos transgénicos está condicionada por el grado de desarrollo de la sociedad

4 ¿Se pueden patentar los nuevos alimentos?

LOS NUEVOS ALIMENTOS pueden patentarse como establece el artículo 3 de la Directiva 44/98 sobre Invencciones Biotecnológicas, siempre y cuando impliquen una invención que cumpla los requisitos de patentabilidad. En España las Invencciones Biotecnológicas se pueden patentar si cumplen los requisitos que establece la Ley 10/2002, permitiendo su explotación comercial en exclusiva durante un periodo de 20 años por la persona o entidad que ha conseguido la invención. Además de ello, el futuro Reglamento

de Alimentos y Piensos Modificados prevé una "protección" para el solicitante de una autorización de un producto en cuanto a los estudios y ensayos realizados para la evaluación de la seguridad que ha de presentar. La Unión Europea prevé esta protección para compensar de alguna forma al fabricante/solicitante por el gasto y esfuerzo que ocasionan los estudios que son necesarios para el informe que ha de realizar. Los nuevos solicitantes no podrán utilizar los resultados de estos estudios para avalar las solicitudes de sus nuevos productos.

LAS TENDENCIAS de consumo actuales permiten identificar cuales van a ser las exigencias que marcarán los alimentos que consumiremos en el futuro. Por una parte, se tratará de alimentos fáciles de preparar, porque cada vez es menor el tiempo que se dedica a la elaboración de alimentos. El proceso de elaboración deberá ser llevado a cabo en una parte muy considerable en las industrias, sin que esto suponga una disminución en su calidad organoléptica o nutritiva, y garantizando su seguridad. Otra tendencia es la de conseguir alimentos más económicos, más frescos, con menos aditivos, más diversificados, y más seguros para los consumidores. Las técnicas de conservación por frío (congelados y refrigerados) seguirán ganando terreno a las de conservación por calor (pasteurizados y esterilizados). Algunas tecnologías emergentes (esterilización por altas presiones,

4 ¿Cómo será la alimentación del hombre en el futuro?

▶ radiaciones ionizantes), que requieren la colaboración de la refrigeración, potenciarán más este cambio. Los avances en acuicultura abaratarán los costos unitarios de producción y facilitarán el aumento de consumo de pescado y mariscos. Por otra parte, continuará el diseño de alimentos para grupos específicos de consumidores: alimentos hipocalóricos, hipercalóricos, para diabéticos, para fenilcetonúricos, etc. El conocimiento del genoma humano permitirá el diseño de alimentos adecuados para individuos con diversos tipos de desórdenes metabólicos y se seguirán identificando los constituyentes alimentarios responsables de contribuir al mantenimiento de la salud en aquellas enfermedades crónicas que tienen un componente relacionado con la dieta (enfermedades cardiovasculares y cáncer). Estos avances científicos permitirán desarrollar alimentos específicos indicados para ayudar a la prevención de determinadas enfermedades. También existirá un deseo de encontrar alimentos con sabores y aromas más agradables, pues la alimentación debe ser un acto placentero, y el consumidor cada vez más demandará alimentos que le produzcan esta satisfacción cuando los consume. En ningún caso parece previsible que se vaya a una "alimentación sintética". Un individuo adulto sano necesita al cabo del día una cantidad de productos sólidos (hidratos de carbono, proteínas, grasas, minerales y vitaminas) del orden de unos 450-500 gramos, además del agua. Esta cantidad, en forma de comprimidos de medio gramo equivaldría a unos 1000 comprimidos. Obviamente es más cómodo, y sobre todo más agradable,



El conocimiento del genoma humano permitirá el diseño de alimentos adecuados para personas con enfermedades metabólicas

40 ¿Qué papel juegan las multinacionales en el mercado de los nuevos alimentos?

LAS MULTINACIONALES juegan un papel decisivo en el desarrollo de los nuevos alimentos. Llevan a cabo y promocionan una gran parte de la investigación, el desarrollo y la innovación en este campo. Sus estrategias se orientan a la consecución de beneficios y son diferentes según el segmento de la cadena de producción de alimentos en el que operan. Por ejemplo, los productores de semillas se han encaminado a la obtención de semillas de gran aplicación e interés para la agricultura intensiva. Sin embargo, las empresas que actúan en el ámbito de la transformación se orientan a la búsqueda de alimentos con mejoras nutritivas o que favorecen la salud, ya que es el principal tipo de demanda creciente de los consumidores. Las multinacionales son propietarias de muchas patentes por lo que juegan un papel decisivo en el control de este mercado. Este aspecto es especialmente relevante en un sector donde hay un número muy elevado de actores y eslabones en la cadena de producción, que se pueden ver afectados por las exigencias de la propiedad intelectual, sin haber tenido tiempo para acostumbrarse a estas exigencias. El control del sector alimentario por las multinacionales no es un tema ligado exclusivamente a los nuevos alimentos, ya que con patentes o sin ellas, este control se ha venido incrementando progresivamente tanto en lo que se refiere a la producción de semillas no modificadas genéticamente, como a la producción y distribución de alimentos tradicionales. La corrección del problema de la concentración de poder requiere nuevos patrones en la cultura de gestión dentro del sector alimentario y un considerable esfuerzo en las prácticas de diálogo y negociación entre los distintos actores. La importancia del papel regulador de los gobiernos y administraciones es, por lo tanto, creciente. Un esfuerzo en este sentido es decisivo para conseguir un buen equilibrio entre los intereses de las multinacionales y los de la sociedad en general.

Hay que buscar nuevos patrones en la cultura de gestión dentro del sector alimentario

50 ¿Son los nuevos alimentos moral y éticamente aceptables?

SI, AUNQUE DEBE RECONOCERSE que la posibilidad de transferir genes entre determinadas especies puede tener importancia moral o ética para determinados colectivos de consumidores con los que hay que ser respetuosos. Por ejemplo, un vegetariano de dieta estricta no aceptará un vegetal que contenga una proteína animal. En este mismo sentido, algunas religiones no permiten alimentarse de algunos animales y tampoco podrían aceptar que las plantas u otros animales contengan genes y proteínas de los animales prohibidos. Realmente este problema no es nuevo ya que ocurre con determinados alimentos procesados tradicionalmente donde se mezclan proteínas animales y vegetales. El problema se soluciona fácilmente etiquetando el alimento e informando al consumidor de que el producto que adquiere contiene un determinado gen o proteína. En último extremo, la posibilidad de transferir genes entre distintas especies no estrechamente relacionadas, como la ya comentada de transferir genes humanos a microorganismos, plantas o animales puede plantear restricciones éticas a determinados colectivos. En Europa, estas cuestiones serán evaluadas, antes de que se apruebe la comercialización de un nuevo alimento, por el Grupo Europeo de Ética de la Ciencia y las Nuevas Tecnologías.

La transferencia de genes entre organismos de uso alimentario puede plantear cuestiones morales para determinados colectivos



GLI OSARI O

ADN Acido desoxirribonucleico, es el nombre de la molécula química de la que están compuestos los genes.

ADYUVANTE Sustancia que estimula la respuesta inmunitaria y que se administra junto con las vacunas.

ALERGENO Sustancia que produce una reacción alérgica en el organismo.

AMINOÁCIDO Sustancia constituyente de las proteínas.

ANALITO Sustancia que se quiere analizar.

ANTICUERPO Proteína que producen los glóbulos blancos de la sangre y que tiene la propiedad de reconocer y unirse específicamente a una determinada sustancia para bloquearla.

BANCO DE GERMOPLASMA Colección de semillas con capacidad de germinar.

BIODIVERSIDAD Variedad de los seres vivos en la naturaleza.

CARBOHIDRATOS Sustancias químicas también denominadas glúcidos, hidratos de carbono, azúcares o sacáridos.

CLONACIÓN Acción de reproducir un organismo con un genoma idéntico a otro.

CRUZAMIENTO Transferencia de polen de una flor de una planta a la flor de otra planta de tal manera que se produce la fertilización y se generan semillas.

ENZIMA Proteína que lleva a cabo un proceso de transformación química de una sustancia en otra mediante una reacción catalítica.

EXTRUSIÓN Proceso de moldeado mediante presión. Se aplica para compactar y dar forma a algunos alimentos.

FERMENTACIÓN Proceso químico de transformación de unas sustancias en otras que realizan los microorganismos cuando crecen.

FERMENTACIÓN LÁCTICA Fermentación que produce ácido láctico.

FITOQUÍMICO Relativo a las sustancias químicas extraídas de las plantas.

FRUCTOOLIGOSACÁRIDO Carbohidrato constituido por unidades repetidas de fructosa, más una glucosa.

FUNGICIDA Sustancia que mata a los hongos.

GEN Unidad biológica de la herencia que es responsable de la aparición de un determinado carácter, sea físico, bioquímico o de comportamiento y que transmite la información hereditaria de generación en generación.

GENOMA Conjunto de genes de un organismo.

HERBICIDA Sustancia química que mata las malas hierbas.

INMUNOENSAYO Técnica de análisis que se realiza con anticuerpos.

INSULINA Polisacárido formado por unidades de fructosa.

MEJORA GENÉTICA Procedimiento por el que se generan y se seleccionan individuos más productivos y de mejor calidad de una especie.

MICROBIOTA Conjunto de microorganismos que habitan en un determinado ambiente.

MICROORGANISMO Ser vivo de pequeño tamaño que sólo puede observarse con un microscopio y que incluye a virus, bacterias, hongos, levaduras, algas y protozoos.

MUTACIÓN Alteración de la composición del genoma.

MUTAGÉNESIS Proceso mediante el que se originan mutaciones en los genomas de los organismos.

NÚCLEO Región central de la célula eucariota en la que se encuentra el material genético (ADN) que constituye el genoma, separado por una membrana del resto de la célula.

OGM Organismo genéticamente modificado mediante técnicas de Ingeniería Genética. También se suele abreviar como OMG.

OLIGOSACÁRIDO Sustancia formada por unas pocas unidades repetidas de un glúcido.

ORGANOLÉPTICAS Se dice de las propiedades que se pueden apreciar con los sentidos.

PATÓGENO Microorganismo que provoca una enfermedad.

PCR Abreviatura de la reacción de la polimerasa en cadena que se utiliza para hacer amúltiples copias de un fragmento de ADN.

PLAGUICIDA Producto químico que incluye a los herbicidas, insecticidas y fungicidas que se utilizan para eliminar las plagas.

POLISACÁRIDO Sustancia formada por muchas unidades repetidas de un glúcido.

PROTEOMA Conjunto de proteínas de un organismo.

RESISTENCIA Característica de un organismo por la cual es capaz de protegerse a sí mismo de los efectos de un organismo patógeno, de una plaga o de una sustancia particular.

RESPUESTA INMUNITARIA O INMUNOLÓGICA Reacción de defensa frente a una sustancia u organismo extraño por la que se generan anticuerpos y células específicas del sistema inmunitario.

SENSORIAL Organoléptico

TOLERANCIA A HERBICIDAS Característica de una planta que le permite crecer en presencia de herbicidas específicos.

TOXINA Veneno que suele tener una procedencia biológica.

TRANSGÉN Gen introducido en un genoma mediante Ingeniería Genética.

Han colaborado:

Armando Albert
Instituto de Estudios Sociales Avanzados, CSIC Madrid

Elisa Barahona
Ministerio de Medio Ambiente

José Vicente Carbonell
Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, CSIC Valencia

Alfonso Carrascosa
Instituto de Fermentaciones Industriales, CSIC Madrid

Francisco A. de Tomás
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSIC Murcia

Teresa Esteve
Instituto de Biología Molecular, (CSIC) Barcelona

José Vicente Gil
Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, CSIC Valencia

Carmen González
Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC Pontevedra

Ramón González
Instituto de Fermentaciones Industriales, CSIC, Madrid

Fernando González-Candela
Universitat de Valencia, Institut Cavanilles Valencia

Manuela Juárez
Instituto del Frío, CSIC Madrid

Abel Mariné
Universitat de Barcelona Barcelona

Ascensión Marcos
Instituto de Nutrición y Bromatología, CSIC Madrid

Baltasar Mayo
Instituto de Productos Lácteos de Asturias, CSIC Villaviciosa

Emilio Muñoz
Instituto de Estudios Sociales Avanzados, CSIC Madrid

Rosario Muñoz
Instituto de Fermentaciones Industriales, CSIC Madrid

Agustín Olano
Instituto de Fermentaciones Industriales, CSIC Madrid

Andreu Palou
Universitat de les Illes Balears Palma de Mallorca

Carmen Peláez
Instituto del Frío, CSIC, Madrid

Gaspar Pérez
Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, CSIC Valencia

Julio Polaina
Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, CSIC Valencia

María del Carmen Polo
Instituto de Fermentaciones Industriales, CSIC Madrid

Francisca Rández-Gil
Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, CSIC Valencia

Guillermo Reglero
Universidad Autónoma de Madrid Madrid

Teresa Requena
Instituto del Frío, CSIC Madrid

Julián Rivas
Universidad de Salamanca Salamanca

Juan Evaristo Suárez
Universidad de Oviedo Oviedo

Patrocinado por:

antama



Biotecnología y alimentos

[preguntas

respuestas]

Biotecnología en pocas palabras

Biotecnología y alimentos

EDITADO POR:



(Sociedad Española
de Biotecnología)

COMITÉ EDITORIAL:

Ignacio Casal

José Luis García

José Manuel Guisán

José Miguel
Martínez-Zapater

Daniel Ramón

