

Campaña sobre Patentes

La Necesidad de Mayor Reglamentación y Control sobre la Ingeniería Genética Declaración de Científicos Preocupados por las Tendencias Actuales en la Nueva Biotecnología

PROLOGO

Este documento es una declaración de destacados científicos que estudian las implicaciones e impactos de la ingeniería genética. Entre ellos figuran biólogos moleculares, microbiólogos, estudiosos de teoría biológica, biofísicos, ecólogos y agrónomos.

La declaración recoge la preocupación de estos científicos por el hecho de que la rápida expansión de la ingeniería genética en tiempos recientes y en la actualidad, no haya sido correspondida a nivel oficial por un incremento paralelo de esfuerzos y capacidades institucionales –nacionales o internacionales– para evaluar, supervisar, reglamentar o controlar esta tecnología y su aplicación.

Este hecho suscita al menos tres problemas fundamentales. En primer lugar, las premisas científicas del paradigma subyacente a la ingeniería genética tienen fisuras. En segundo lugar, esta tecnología conlleva riesgos graves (y potencialmente devastadores) para el medio ambiente y la salud humana. En tercer lugar, una concentración excesiva de recursos tanto financieros como humanos en el campo de la ingeniería genética ha mermado la capacidad de desarrollo de otros enfoques más apropiados, alternativos, a la ciencia, la agricultura y la salud.

La declaración proporciona información detallada sobre estos problemas, y presenta una serie de conclusiones y recomendaciones, entre las que figura la necesidad de considerar una moratoria a la liberación comercial en el medio de organismos manipulados mediante Ingeniería genética; la adopción del principio de precaución en la política y actividades relacionadas con la biotecnología; y el mantenimiento obligatorio de registros nacionales e internacionales de las actividades de ingeniería genética, como parte integrante de un sistema de alarma precoz que facilite el control de posibles resultados adversos.

En el documento, los científicos hacen referencia a una declaración anterior, ya histórica, firmada hace veinte años en la Conferencia de Asilomar, y en la que otros científicos alertaban de la naturaleza potencialmente peligrosa de la ingeniería genética, y hacían un llamamiento al aplazamiento voluntario de determinados experimentos.

Dos décadas más tarde, con la tremenda expansión de actividades en el campo de la ingeniería genética, y la evidencia cada vez mayor de riesgos y peligros, la necesidad de precaución, reglamentación y control de esta tecnología se ha hecho mucho más apremiante.

Esta declaración de una generación de científicos preocupados por los riesgos de la ingeniería genética,

tanto ecológicos como para la salud, es de una importancia y oportunidad crítica, en momentos en que el mundo traspone el umbral hacia una nueva era, la era de la biotecnología.

Las advertencias y recomendaciones de estos científicos son dignas de seria consideración.

Algunos de estos científicos se reunieron en la Conferencia Internacional, Redefiniendo las Ciencias de la Vida, organizada por la Red del Tercer Mundo en Penang, Malaisia, el 7-10 de Julio 1994.

Durante la conferencia, se formó un comité de científicos para discutir el entramado general y el contenido de la declaración. A lo largo de los meses siguientes los científicos prosiguieron el debate de varios de los puntos enunciados. A este debate se sumaron otros científicos, interesados en las cuestiones que la declaración abordaba. Profesionales de otros campos, incluyendo las ciencias sociales y las humanidades, contribuyeron igualmente a la redacción del documento con valiosas aportaciones. Innumerables borradores circularon para su revisión, hasta que se ultimó una declaración final a principios de 1995.

El documento que presentamos contiene un Resumen y Recomendaciones, seguido del texto completo de la declaración, que consta de seis apartados. Al final del texto se incluye la lista de científicos que rubricaron la declaración.

Martin Khor, Director Red del Tercer Mundo.

INTRODUCCION

1. La controversia y preocupación pública por los efectos potencialmente adversos de la ingeniería genética con técnicas modernas de recombinación del ADN se ha acentuado en los últimos años debido a la comercialización de alimentos producidos mediante ingeniería genética. En Estados Unidos, por ejemplo, se ha aprobado en 1994 la venta y consumo generalizado del tomate manipulado mediante ingeniería genética Flavr Savr, y la leche de vacas a las que se inyecta la hormona para el crecimiento bovino.
2. Desde un punto de vista científico riguroso, gran parte de la preocupación pública por cuestiones de seguridad relacionadas con la ingeniería genética tiene un sólido fundamento. Muchas de las cuestiones planteadas no han sido aún resueltas.
3. Hace dos décadas, los propios investigadores que entonces estaban desarrollando las herramientas para la ingeniería genética dieron la voz de alarma acerca de los riesgos potencialmente graves relacionados con la nueva tecnología.

En 1973, un grupo de eminentes científicos hicieron un llamamiento para establecer una moratoria a ciertas líneas de investigación, dado los riesgos imprevisibles asociados a una posible fuga y proliferación de organismos manipulados mediante ingeniería genética en el laboratorio.

4. En 1975, en la conferencia de Asilomar en Estados Unidos, los científicos miembros de la Comisión sobre ADN Recombinante de la Academia Nacional de Ciencias de los EEUU (presidida por Paul Berg y que incluía a James Watson) hicieron pública una declaración alertando de que hay grave preocupación por la posibilidad de que algunas de estas moléculas artificiales de ADN recombinante resulten biológicamente peligrosas. La declaración hacía un llamamiento a los científicos para aplazar

de forma voluntaria ciertos experimentos relacionados con moléculas de ADN recombinante.

5. Posteriormente, a medida que muchos científicos se implicaban cada vez más en el campo de las aplicaciones comerciales de las nuevas tecnologías, y se encontraban más cómodos trabajando con organismos de laboratorio disminuidos genéticamente, el auto-control que la comunidad científica había demandado se fue desvaneciendo.

6. En los últimos veinte años, ha habido una tremenda expansión de la investigación, comercialización, y pruebas a pequeña escala, y cada vez más también a gran escala, que implican la liberación de organismos manipulados mediante ingeniería genética (OMGs). Se ha dado una gran publicidad asimismo a afirmaciones generalmente exageradas, sin fundamento científico riguroso, acerca de determinados genes que se aduce controlan la enfermedad y el comportamiento, y de los enormes beneficios que se supone aportará la ingeniería genética a la agricultura y a la medicina.

7. La rápida expansión de la biotecnología, junto con un inquietante número de afirmaciones y promesas económicas sin fundamento, debería ser objeto de una gran preocupación global, en especial dado que no ha sido correspondida a nivel oficial por un aumento paralelo de esfuerzos y capacidades (bien a nivel nacional o internacional), que permitan evaluar, supervisar, regular y controlar la tecnología de ingeniería genética y su aplicación adecuadamente.

FISURAS CIENTIFICAS DEL PARADIGMA DE LA INGENIERIA GENETICA

8. Numerosos científicos que se ocupan de la interrelación entre genes, organismos, y el medio, y de temas como ecología y evaluación de riesgos, se cuestionan cada vez más la validez científica de muchas de las premisas básicas del paradigma que sustenta la ingeniería genética, y están crecientemente preocupados por los efectos potencialmente graves de su aplicación.

9. La nueva biotecnología basada en la ingeniería genética presupone que cada caracter específico de un organismo está codificado en uno o unos pocos genes específicos y estables, de manera que la transferencia de estos genes tiene como resultado la transferencia de un caracter discreto.

Este reduccionismo genético llevado a un grado extremo, ha sido rechazado por la mayoría de los biólogos y muchos otros miembros de la comunidad intelectual, dado que no tiene en cuenta las interacciones complejas entre genes y su medio celular, extracelular y externo que influyen en el desarrollo de todos los rasgos.

10. Además, la modificación del entorno de un gen puede provocar modificaciones en cadena imprevisibles, que podrían resultar dañinas, por ejemplo, en términos de seguridad alimentaria o para el medio ambiente. Como consecuencia de la transferencia genética a un huésped lejano, los circuitos de control que actúan de barrera estabilizadora de un gen están expuestos a posibles perturbaciones, pudiendo no ser eficaces en el nuevo huésped.

11. Por ello, en un número considerable de casos ha sido imposible predecir las consecuencias de la transferencia de un gen de un tipo de organismo a otro. La capacidad, limitada, para transferir características moleculares identificables de un organismo a otro mediante ingeniería genética, no constituye la demostración de sistema alguno comprensivo y fiable para predecir todos los considerables efectos de transponer genes.

12. Los estudios de dinámica ecológica revelan el amplio espectro de comportamientos complejos típico de sistemas en los que se dan complicados acoplamientos y respuestas entre los diferentes procesos. Ello hace inherentemente problemático cualquier pronóstico, y exige un especial cuidado en la deducción de hasta las más inciertas conclusiones.

13. A la ya de por sí enorme complejidad de cada organismo, que puede frustrar la predicción de resultados, hay que sumar el hecho conocido de que los genomas de todas las poblaciones de organismos son fluidos, es decir, sujetos a infinidad de procesos desestabilizadores, de forma que el gen transferido puede mutar, transponerse, o recombinarse dentro del genoma, e incluso ser transferido a otro organismo u otra especie. La estabilidad de organismos y ecosistemas puede verse perturbada y amenazada.

14. Especialmente preocupante es la dificultad o imposibilidad de recuperar OMGs que hayan sido liberados en el medio, o que hayan escapado de su confinamiento, si posteriormente se verifica que tienen efectos adversos. Algunos de estos OMGs pueden migrar, mutar de nuevo y multiplicarse de forma incontrolable, con efectos potencialmente dañinos en algunos casos. Algunas formas transgénicas pudieran volver a la naturaleza por selección natural, más aptos, pudiendo migrar y multiplicarse pasado un tiempo (durante el cual pueden pasar desapercibidos).

15. Es más, dado que la nueva biotecnología puede ya liberar a gran escala en el medio una gran variedad de OMGs ecológicamente vigorosos, y modificar la composición química de los alimentos, los problemas citados de indeterminación son en la actualidad de un orden de magnitud mucho mayor, y con una carga de implicaciones mucho más graves que las que se consideraban en la época de la declaración de Asilomar de 1975. La preocupación que recogía dicha declaración se refería a los peligros de cepas manipuladas genéticamente, de hecho especializadas para la vida en las condiciones restringidas de un laboratorio. Sin embargo, los OMGs que en la actualidad están siendo liberados deliberadamente en el medio son intencionalmente robustos y vigorosos, y por tanto tienen capacidad para un impacto mucho mayor.

De la misma manera, la seguridad de los alimentos es también una nueva cuestión que preocupa y que merece mucho más estudio.

16. La creciente preocupación pública por la falta de esfuerzos y capacidad de los gobiernos para regular eficazmente los peligros de la ingeniería genética, tiene por tanto un sólido fundamento científico.

ALGUNOS EFECTOS ADVERSOS POTENCIALES DE LA INGENIERIA GENETICA

Generalidades

17. Los efectos de la ingeniería genética, tanto positivos como negativos, vienen siendo objeto de creciente atención por parte de los medios de comunicación y del público. Mientras que los peligros de la ingeniería genética han sido resaltados por algunas organizaciones sociales, quienes propugnan la nueva biotecnología han dado gran publicidad a una imagen de la ingeniería genética según la cual no entraña riesgos importantes, o incluso ningún riesgo, mientras que sus posibles beneficios son muchos y grandes.

18. En realidad, existe una grave preocupación científica por los efectos adversos potenciales de la ingeniería genética. Esta preocupación por los efectos adversos ha sido ya el tema central de docenas de reuniones de trabajo auspiciadas por las agencias gubernamentales y asociaciones científicas, y de artículos publicados en revistas por cientos de científicos.

19. Es inquietante que la ya considerable e importante bibliografía científica relacionada con los aspectos ecológicos y de seguridad de la ingeniería genética no haya encontrado una respuesta acorde en las políticas y programas de seguridad de los gobiernos y la industria. Esto puede deberse al temor por parte de los interesados a que una mayor atención a cuestiones de seguridad pueda retardar el proceso de comercialización, reducir la financiación para investigación, o crear problemas de imagen a la ingeniería genética y la industria biotecnológica.

20. No se puede, sin embargo, hacer caso omiso de los riesgos. Si se quiere dar respuesta a la preocupación pública y científica, es necesario que una cultura de la seguridad venga a reemplazar la aparente cultura del silencio prevaleciente, que actualmente impregna la ingeniería genética.

21. De los muchos años de investigación y análisis llevado a cabo por la comunidad científica pueden extraerse algunas conclusiones acerca de los riesgos ecológicos, económicos y para la salud asociados con la ingeniería genética.

Riesgos Ecológicos

22. La diversidad biológica ordenada es la base para la estabilidad ecológica, en la actualidad ya gravemente debilitada, principalmente como resultado de la industrialización, urbanización y prácticas agrícolas esquilmantes globales. La liberación de OMGs en el medio podría perturbar radicalmente el modelo dinámico de relaciones funcionales sobre el que se asienta la evolución biológica y la estabilidad ecológica.

23. La incorporación de rasgos adaptativos novedos a organismos de tipo silvestre podría dotar a algunos de una ventaja competitiva que les llevara a invadir comunidades de plantas y animales, reduciendo la biodiversidad natural.

24. Los rasgos adaptativos novedos en organismos de tipo silvestre pueden alterar su biología, afectando incluso a las diversas funciones que cumplen los microorganismos y las plantas en los ciclos químicos naturales.

25. Los riesgos ecológicos potenciales de la aplicación de ingeniería genética a la agricultura incluyen la posibilidad de que algunos cultivos transgénicos pudieran convertirse en malas hierbas invasoras nocivas, mientras que otros podrían hacer de puente a través del cual se transmitan nuevos genes a las plantas silvestres, que a su vez pudieran convertirse en malas hierbas invasoras. Las malas hierbas nuevas podrían afectar negativamente a los cultivos agrícolas, así como a los ecosistemas silvestres. De forma similar, peces, moluscos e insectos manipulados mediante ingeniería genética pudieran convertirse en plagas en determinadas condiciones.

26. Uno de los peligros de la transferencia de genes de plantas cultivadas a sus parientes silvestres, es que puede ocurrir que algunas se reproduzcan hasta el punto de hacerse dominantes, desplazando a las demás y por tanto reduciendo la diversidad de la cepa reproductora. Es conocida la transferencia vírica de genes entre las especies más evolucionadas. Es posible que ésto ocurra de forma lo suficientemente habitual como para permitir la migración de transgenes funcionales incluso entre especies muy

distanciadas, en especial si se han utilizado vectores virales en el proceso de manipulación mediante ingeniería genética.

27. En la actualidad se están manipulando plantas mediante ingeniería genética para hacerlas portadoras de partes de un virus, de forma que adquieran resistencia contra el virus. Algunos científicos han apuntado la posibilidad de que una utilización extendida de plantas transgénicas resistentes a ciertos virus en la agricultura, pudiera generar nuevos tipos de virus o facilitar la infección de un nuevo huésped por un virus.

Hay preocupación por la posibilidad de que la creación de nuevos tipos de virus y la ampliación del número de huéspedes de los virus pudiera aumentar el riesgo de nuevas enfermedades víricas que afectan negativamente a los cultivos y otras plantas. Se han descrito mecanismos mediante los cuales es plausible que las plantas manipuladas mediante ingeniería genética puedan dar lugar a nuevas enfermedades para las plantas.

28. Preocupa especialmente el riesgo de que la ingeniería genética acelere el ritmo de pérdida de biodiversidad global de cultivos agrícolas y de plantas. Los cultivos transgénicos pueden constituir una amenaza para las plantas silvestres y las variedades campesinas (variedades tradicionales de cultivos) que constituyen la fuente principal de diversidad genética de los cultivos.

Esta amenaza se derivaría de la competencia de cultivos transgénicos, o bien de la transferencia de los nuevos genes de los cultivos transgénicos a las variedades locales (variedades campesinas), o a parientes silvestres a través del polen. La pérdida de variedades campesinas y parientes silvestres privaría al mundo de algunos de los más valiosos recursos de que disponemos para mejorar la agricultura y para asegurar la seguridad alimentaria futura.

29. Los países del Tercer Mundo se enfrentan a mayores riesgos ambientales que los países del Norte dado que, por contraste, albergan gran cantidad de parientes silvestres de muchos cultivos, lo que facilita la generación de especies silvestres mutantes. Por otra parte, casi todos los centros globales de origen y diversificación de cultivos se encuentran en los países del Tercer Mundo; en consecuencia la erosión de la biodiversidad vegetal y germoplasma de plantas (tan crucial para una agricultura sostenible) en estos países aumentará el riesgo de falta de alimentos en un futuro a nivel mundial.

30. Algunos cultivos importantes de los países del Norte son parientes lejanos de los tipos silvestres, pero pueden hacer de puente de transgenes a parientes lejanos en los centros de origen del Tercer Mundo a través de la hibridación, desde el momento en que las semillas de organismos manipulados mediante ingeniería genética se pongan a la venta a nivel internacional.

31. Por otra parte, casi todos los países del Tercer Mundo tienen actualmente menos experiencia científica y capacidad reglamentaria para supervisar, evaluar y controlar las actividades con organismos manipulados mediante ingeniería genética, y por tanto son incluso más vulnerables a posibles impactos adversos.

32. Existe preocupación seria y justificable por la posibilidad de que las empresas de biotecnología, motivadas por la búsqueda de beneficios, no tengan en cuenta esta mayor vulnerabilidad, y en cambio traten de aprovecharse de esta carencia, llevando a cabo una gran parte de sus experimentos y procesos de ingeniería genética en el Tercer Mundo, convirtiendo a los países más pobres en campos de experimentación genética.

33. Otro riesgo ecológico es la posibilidad de que plantas de campo o forestales manipuladas mediante ingeniería para expresar sustancias tóxicas, como pesticidas o drogas de farmacia, puedan envenenar a otros organismos además de los que se pretendía combatir. Transgenes para la producción de compuestos fungicidas o insecticidas incorporados a los cultivos para control de plagas pueden, sin querer, matar insectos y hongos beneficiosos.

Los cultivos transgénicos utilizados para fabricar drogas o aceites industriales y productos químicos pudieran potencialmente dañar a animales, insectos, y microorganismos del suelo.

34. La reciente liberación de un supervirus en pruebas de campo en Oxfordshire en el Reino Unido es un ejemplo de dichos riesgos. Este virus manipulado mediante ingeniería genética contiene un gen tóxico derivado del escorpión, que se pretende mate a las larvas de la mariposa blanca de la col. Su eficacia agrícola no ha sido demostrada, pero se sabe que la gama de huéspedes del virus es muy amplia, y que incluye especies raras protegidas de mariposas diurnas y nocturnas. Este experimento podría provocar un desastre ecológico de forma inmediata al matar las especies raras, e indirectamente al alentar la evolución de nuevos virus, mas letales, por recombinación con los virus presentes de forma natural en el medio.

35. La posible contaminación química de las aguas superficiales y subterráneas por

microorganismos o plantas con procesos metabólicos inusuales o acelerados es

especialmente preocupante dado la importancia crucial del agua para la vida. Puede resultar

imposible recuperar, y difícil controlar, los OMGs dañinos, en especial aquellos que pueden

contaminar las aguas subterráneas.

36. Algunos rasgos de organismos pueden tardar décadas o aún mas en manifestarse. En la actualidad, las observaciones de OMGs cubren tan sólo unos años. Un organismo declarado seguro en base a este tipo de evaluación a corto plazo, pudiera en un futuro resultar peligroso. Además, la selección natural tenderá a mejorar el balance de genes con el paso del tiempo, de forma que la potencia ecológica de un OMG liberado, o de una especie silvestre a la que se han transmitido transgenes, puede no ser obvia durante muchas generaciones. Por ello, no se puede llegar a puntos finales seguro-inseguro con simples estudios de campo, y es preciso desarrollar criterios sofisticados para la elaboración de juicios bien informados. Sin dichos criterios sofisticados, los problemas potenciales pudieran acumularse y crecer hasta convertirse en múltiples bombas de relojería ecológicas.

Riesgos para la Salud

37. Algunos OMGs han sido creados por medio de virus o vectores transposon desarrollados artificialmente de forma que su especificidad sea menor. Dado que los virus y transposon pueden causar o inducir mutaciones, la posibilidad de que los vectores desarrollados puedan ser carcinógenos para el ser humano, así como para los animales domésticos y salvajes, es motivo de preocupación.

38. La preocupación de las personas que sufren alergias por la posibilidad de que alimentos habituales se conviertan en alergénicos debido a la ingeniería genética, está justificada. Es más, caso de que en el etiquetado de los alimentos no figure que proceden de organismos manipulados mediante ingeniería genética, no podrán protegerse de posibles trastornos.

Los efectos alergénicos podrían derivarse de la presencia del transgene, o ser estimulados por desequilibrios en los procesos químicos de la planta u organismo huésped.

39. Otro problema es que los trabajadores del campo, y los vecinos de cultivos insecticidas transgénicos pueden desarrollar alergias a cultivos transgénicos insecticidas. Por ejemplo, puede ocurrir que un veneno de araña expresado en la caña de azúcar bloquee una vía metabólica sólo en los insectos, y no en el ser humano, pero que sin embargo las personas desarrollen graves alergias a algunos de estos venenos.

40. Los alimentos habituales, manipulados mediante ingeniería genética, podrían convertirse en sustancias peligrosas para el metabolismo, o incluso tóxicas. Incluso si el propio transgene no es peligroso ni tóxico, podría alterar sistemas bioquímicos complejos y crear nuevos compuestos bioactivos o cambiar las concentraciones de aquellos que normalmente están presentes. Además, las propiedades de las proteínas pueden cambiar en un nuevo medio químico, dado que pueden plegarse en formas nuevas.

41. La muerte de varias decenas de personas y la mutilación de cientos por una nueva enfermedad ligada a un producto alimentario elaborado mediante ingeniería genética, constituye un primer aviso que debiera alertar sobre los potenciales problemas para la salud derivados de la ingeniería genética.

Una epidemia de esta enfermedad, el síndrome de eosinofiliamiaialgia (EMS), cuyos síntomas incluyen un número anormalmente alto de glóbulos blancos, se extendió por Estados Unidos y otros países y, en Junio de 1992, se tenían informes de 1.512 casos, con 38 muertes. Las víctimas habían ingerido una tanda determinada de L-triptofan sintético, un amino-ácido que aparece de forma natural en numerosos alimentos. Una cepa del bacilo amiloliquefaciens, el organismo utilizado para producir L-triptofan, modificada mediante ingeniería genética, había sido introducida en 1988. Aunque no se ha podido determinar la causa exacta del incidente, éste es un ejemplo de los graves e imprevisibles problemas que pueden surgir por el consumo de alimentos producidos mediante ingeniería genética.

De ocurrir en un país del Tercer Mundo, un incidente así pudiera tardar en detectarse, matando y mutilando a muchas personas, en especial si la legislación sobre etiquetado alimentario no exige que figuren datos que faciliten a epidemiólogos independientes la determinación causa/efecto entre consumo y enfermedad.

Riesgos Financieros

42. La biotecnología es una inversión financiera muy costosa e insegura, y el cumplimiento de casi todas sus promesas y proyectos lleva ya muchos años de retraso. Hay indicios de que prevalece una mentalidad del jugador, que lleva a la inversión de cantidades cada vez mayores (incluyendo recursos públicos), en la esperanza de cubrir pérdidas anteriores, con el consecuente aumento del riesgo.

43. También existe un alto riesgo en la actual asignación de recursos públicos preciosos, y de investigación y recursos humanos financiados con dinero público, a proyectos espectaculares de biotecnología con un elevado coste. Ello conlleva la detracción de fondos ya escasos de otros proyectos que podrían centrarse en soluciones más prácticas a los apremiantes problemas sociales.

44. Los supuestos beneficios sociales y financieros de los proyectos de investigación en ingeniería genética debieran sopesarse frente a sus riesgos ambientales, para la salud, y financieros. A menudo quienes propugnan la ingeniería genética afirman que sus riesgos son sólo hipotéticos. En realidad, sus pretendidos beneficios generalmente son más hipotéticos aún, mientras que hay un fundamento más sólido para tomarse los riesgos en serio.

Dificultades en la determinación de normas de seguridad

43. La complejidad de los organismos, la naturaleza fluida de los genomas, y la complejidad de las

interacciones ecológicas, implica que en un número importante de casos la evaluación de riesgos requerirá un razonamiento científico extremadamente sofisticado. En la actualidad se cuestiona, incluso en los países industrializados, si la comunidad científica y los programas de investigación pueden afrontar adecuadamente este reto, incluso si todos los conocimientos y experiencia adquirida se ponen al servicio de las instituciones gubernamentales para ello, e incluso si en el diseño de los proyectos concretos los organizadores del proyecto han contado con los expertos adecuados.

46. A los problemas implícitos en la determinación de normas de seguridad y en la creación de una cultura de seguridad, hay que añadir la enorme influencia financiera y política que ejercen quienes propugnan la biotecnología en círculos oficiales y académicos. Por otra parte, en cuestiones relacionadas con riesgos y con la eficacia de los productos manipulados mediante ingeniería genética se da un conflicto de intereses significativo entre los propios biólogos, debido a que muchos de ellos en la actualidad trabajan en el desarrollo de la industria.

47. Gran número de biólogos moleculares tienen asimismo dificultades a la hora de abordar cuestiones de seguridad, debido a la especialización de su aprendizaje, a su aislamiento de los conocimientos actuales en otros campos de las Ciencias de la Vida, a inversiones financieras personales en biotecnología hoy extendidas, y a la convicción de que la biotecnología encontrará soluciones no-problemáticas a los problemas del mundo tal y como ellos les conciben.

DESCUIDO DE LAS CUESTIONES DE SEGURIDAD Y LA NECESIDAD DE CONSIDERAR UNA MORATORIA A LA LIBERACION DE OMG

Generalidades

48. La Unión de Científicos Preocupados (Union of Concerned Scientists) de Washington D.C., ha estudiado la cuestión de si debería permitirse la salida comercial de cultivos manipulados mediante ingeniería genética. Su estudio Peligros en el seno de la Promesa, de 1993, concluía entre otras cosas, lo siguiente:

**** No debería permitirse la comercialización de cultivos transgénicos a ninguna empresa en los Estados Unidos mientras no se cuente con un programa gubernamental enérgico que asegure la evaluación de riesgos y el control de los cultivos transgénicos, y que tenga en cuenta adecuadamente los centros de diversidad de cultivos tanto en EEUU como en el resto del mundo.**

**** La institución de las Naciones Unidas apropiada debería desarrollar protocolos internacionales de bioseguridad, que son necesarios para asegurar que los países en desarrollo, especialmente aquellos que albergan los centros de diversidad genética de cultivos, puedan disponer de protección contra los riesgos de cultivos manipulados mediante ingeniería genética.**

49. Esta llamada a una moratoria a la liberación comercial de OMGs debería tomarse muy en serio, dado que parece que el mundo de la ingeniería genética y los gobiernos de los países industrializados no están desarrollando una infraestructura de seguridad adecuada, ni una cultura de seguridad. Una cultura de seguridad incidiría en el desarrollo de los mejores conocimientos científicos posibles como base para el diseño de OMGs seguros, y en un examen selectivo que permita identificar aquellos que pudieran ser peligrosos para la salud o para el medio ambiente.

50. En verdad, hay base fundada para presumir que influyentes promotores de la ingeniería genética han seguido una política de ignorancia estratégica, que va más lejos del mero descuido de cuestiones de seguridad. Se hace caso omiso de determinadas consideraciones científicas, y otras se ocultan; se ha procurado manipular la percepción de la nueva tecnología mediante el control del lenguaje; y hasta la propia infraestructura que permitiría avanzar en conocimientos científicos en campos que no interesan

a quienes propugnan la biotecnología, se halla marginalizada y amenazada de destrucción.

51. A continuación se incluyen algunos ejemplos de esta política de descuido y de ignorancia estratégica.

Descuido en temas de Seguridad

52. Ni la industria, ni la comunidad investigadora han desarrollado normas internas para la liberación de OMGs, ni normas convincentes para los alimentos derivados de OMGs.

53. La formación de los ingenieros genéticos tiende a limitarse a los aspectos prácticos de la biología molecular, en lugar de basarse en aspectos más amplios de las Ciencias de la Vida. Es típico que los libros de texto destinados a ingenieros genéticos carezcan de una buena información que sirva de guía en cuestiones técnicas relacionadas con el tema de riesgos, y no hagan referencia adecuada a la voluminosa bibliografía sobre cuestiones de seguridad. Fracasan igualmente en la labor pedagógica de situar la adquisición de conocimientos de forma precisa en un contexto intelectual más amplio.

La manipulación de las percepciones a través del lenguaje

54. Los esfuerzos para sustituir el término manipulado mediante ingeniería genética por modificado genéticamente, junto con esfuerzos destinados a dar la impresión de que la nueva biotecnología es tan solo una extensión de (y por tanto básicamente no diferente de) prácticas fitomejoradoras tradicionales, son intentos de ocultar el hecho de que las técnicas recombinantes entrañan un poderoso potencial totalmente nuevo, y por tanto son cualitativamente diferentes de las prácticas biotecnológicas tradicionales.

55. Este intento de utilizar un lenguaje determinado para ocultar el verdadero nuevo potencial de la ingeniería genética podría tener consecuencias graves, por ejemplo en lo que se refiere al diseño de políticas nacionales sobre biotecnología y bioseguridad, así como en el desarrollo de acuerdos en el seno de foros internacionales como la Convención de Biodiversidad que está considerando la necesidad de un protocolo internacional sobre bioseguridad.

56. Algunas instituciones han declarado igualmente que la ingeniería genética es segura dado que se han realizado cientos de liberaciones de OMGs en parcelas de prueba y que no ha ocurrido nada peligroso.

Esta forma de hablar encubre los siguientes datos: que las liberaciones no han sido reales, dado que se han hecho en parcelas confinadas; que no han sido verdaderas pruebas de seguridad dado que en una mayoría de los casos se ha tratado únicamente de estudios de características de interés comercial; y que en casi todos los casos los proyectos descritos se encuadrarían en una categoría que no sería motivo de preocupación por su seguridad, en cualquier caso.

57. Es más, en pruebas científicamente correctas se hubiera llevado a cabo una planificación y un seguimiento sistematizado del desarrollo de las pruebas durante un período adecuadamente largo. Los estudios del Profesor Sukopp en la Universidad de Berlín han demostrado que el impacto de la introducción de nuevas plantas en un ecosistema puede manifestarse en un período que oscila entre cinco y más de cien años. Esto da una idea del plazo apropiado requerido, en base a criterios científicos, para el seguimiento de liberaciones de OMGs.

La conclusión de que no existen impactos negativos, extraída de la afirmación de que nada inesperado ha sucedido es científicamente imprecisa y engañosa. No existe pues evidencia que pueda sustentar la afirmación general de que la ingeniería genética será siempre segura dentro de unos límites aceptables.

Falta de consideración de las aportaciones científicas

58. Los programadores genéticos y las instituciones responsables de su regulación parecen con demasiada frecuencia fundamentar sus estimaciones sobre seguridad, en teorías biológicas parciales y desfasadas, y no en un análisis científico comprensivo, que incorpore los conocimientos modernos de las diversas ramas de las Ciencias de la Vida. Por ejemplo, la normativa de EEUU sobre biotecnología se basa exclusivamente en leyes formuladas para sustancias químicas. Estas leyes difícilmente pueden ajustarse a, o regir en el caso de organismos manipulados mediante ingeniería genética.

59. A pesar de que se ha llevado a cabo una importante labor investigadora en temas de seguridad tanto en Estados Unidos como en Europa, y de que se han realizado numerosas reuniones de trabajo sobre evaluación de riesgos, en general la industria no ha apoyado estas iniciativas, ni ha tenido en cuenta adecuadamente sus resultados, por temor a una posible imagen negativa de la biotecnología. En lugar de reconocer que el tema de seguridad y riesgos es objeto de legítima preocupación, quienes propugnan la biotecnología continúan proclamando que estas preocupaciones son a-científicas.

60. Centros de estudio modestos, como los de la Agencia de Protección Ambiental de EEUU en Gulf Breeze (Florida) y Corvallis (Oregón), y un centro establecido en la Universidad del Estado de Michigan por la Fundación Nacional de la Ciencia de EEUU, están siendo utilizados para intentar persuadir a sectores bien informados de la comunidad científica de que el gobierno sí reconoce la existencia de ciertos peligros y está desarrollando la capacidad necesaria para su control. Pero los programas de estos centros no parecen tener gran influencia sobre otras instituciones gubernamentales, ni a niveles más altos de formulación de políticas, ni en la industria, que continúa proyectando una imagen de que no hay nada que temer.

61. Un estudio de Wrubel, Krimsky y Wetzler publicado en Biociencia en 1992, documentaba la falta de recogida sistemática de información científica útil de las pruebas de campo comerciales, por parte del Departamento de Agricultura de los EEUU (United States

Department of Agriculture, USDA). Por toda respuesta al estudio el USDA aseguró que estaba mejorando sus procedimientos. Sin embargo, una petición de estatus no-regulado muy cuestionable, formulada en 1994 para un calabacín manipulado mediante ingeniería genética, fue avalada por el USDA con un informe positivo. Distinguidos científicos que criticaron este informe positivo sugirieron que el informe no sólo era superficial, sino que el USDA carecía de personal con la formación apropiada para poder informar sobre este tipo de propuestas.

62. Los biotecnólogos han tendido a hacer caso omiso del detallado Informe de la Sociedad Ecológica de América de 1989 sobre La Introducción Planificada de Organismos Manipulados mediante Ingeniería Genética, de Tiedje et al., y obviado las secciones de los informes de la Academia Nacional de Ciencias y el Consejo Nacional de Investigaciones de los EEUU, que subrayan la necesidad urgente de contar con el asesoramiento de la moderna ciencia ecológica a la hora de planificar y evaluar proyectos de OGMs.

63. En la Comunidad Europea hay indicios de una tendencia a la desregulación, y a la erosión y abandono del enfoque de precaución. Por ejemplo, es posible que una variedad de COLZA resistente a los herbicidas obtenga la aprobación para su comercialización en breve, a pesar de la posibilidad científicamente plausible de que los transgenes de esta variedad manipulada se transmitan a parientes que son malas hierbas, con el consiguiente problema de potenciar su invasión en zonas en que se aplica herbicida. Durante 1994 las investigaciones llevadas a cabo en dos instituciones científicas de Dinamarca (Danish Agricultural College y el Instituto de Investigación Riso) aportaron una considerable evidencia en este sentido. Los Drs. Joergensen y Andersen han enviado un trabajo al Diario Americano de Botánica (American Journal of Botany) en el que presentan evidencia de un ritmo de transferencia genética entre distintas especies de la familia de las Brassicaceae mucho más rápido de

lo que hasta ahora se pensaba, y que era el establecido para las evaluaciones oficiales de riesgos. La semilla de colza resistente a los herbicidas (*Brassica napus*) transmitía el transgene a malas hierbas emparentadas (*Brassica rapa*). En el transcurso de la primera temporada el gen responsable de la resistencia a herbicidas ya había sido asimilado por las malas hierbas. Estos descubrimientos podría hacer obsoleto incluso el propio concepto de cultivos resistentes a los herbicidas. Como mínimo, demuestran la necesidad, y la validez, de evaluaciones críticas.

ALIMENTOS TRANSGENICOS

ALGUNAS PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE ALIMENTOS MODIFICADOS GENETICAMENTE

Ante el gran interés que está despertando la cuestión de los alimentos modificados genéticamente, he considerado interesante reunir algunos datos para que cualquier persona pueda formarse su opinión personal sobre el tema.

En esta página puede encontrarse a continuación una pequeña revisión desde un punto de vista científico. Puesto que puede resultar un poco árida para personas sin conocimientos de bioquímica, he preparado también una serie de "preguntas frecuentes" y respuestas.

ALIMENTOS TRANSGENICOS. ESTADO ACTUAL

Algunas enzimas y aditivos utilizados en el procesamiento de los alimentos se obtienen desde hace años mediante técnicas de DNA recombinante. La quimosina, por ejemplo, enzima empleada en la fabricación del queso y obtenida originalmente del estómago de terneros, se produce ahora utilizando microorganismos en los que se ha introducido el gen correspondiente. Sin embargo, la era de los denominados "alimentos transgénicos" para el consumo humano directo se abrió el 18 de mayo de 1994, cuando la Food and Drug Administration de Estados Unidos autorizó la comercialización del primer alimento con un gen "extraño", el tomate "Flavr-Savr", obtenido por la empresa Calgene. A partir de este momento, se han obtenido cerca del centenar de vegetales con genes ajenos insertados, que se encuentran en distintas etapas de su comercialización, desde los que representan ya un porcentaje importante de la producción total en algunos países hasta los que están pendientes de autorización.

Existen diferentes posibilidades de mejora vegetal mediante la utilización de la ingeniería genética. En el caso de los vegetales con genes antisentido, el gen insertado produce un mRNA que es complementario del mRNA del enzima cuya síntesis se quiere inhibir.

Al hibridarse ambos, mRNA del enzima no produce su síntesis. En el caso de los tomates "Flavr-Savr" en enzima cuya síntesis se inhibe es la poligalacturonasa, responsable del ablandamiento y senescencia del fruto maduro. Al no ser activo, este proceso es muy lento, y los tomates pueden recogerse ya maduros y comercializarse directamente. Los tomates normales se recogen verdes y se maduran artificialmente antes de su venta con etileno, por lo que su aroma y sabor son inferiores a los madurados de forma natural. En este caso, el alimento no contiene ninguna proteína nueva. La misma técnica se ha utilizado para conseguir una soja con un aceite con alto contenido en ácido oleico (80 % o más, frente al 24% de la soja normal), inhibiendo la síntesis del enzima oleato desaturasa.

La inclusión de genes vegetales, animales o bacterianos da lugar a la síntesis de proteínas específicas. La soja resistente al herbicida glifosato, conocida con el nombre de "Roundup Ready" y producida por la empresa Monsanto contiene un gen bacteriano que codifica el enzima 5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintetasa. Este enzima participa en la síntesis de los aminoácidos aromáticos, y el propio del vegetal es inhibido por el glifosato; de ahí su acción herbicida. El bacteriano

no es inhibido.

El maíz resistente al ataque de insectos contiene un gen que codifica una proteína de *Bacillus thuringiensis*, que tiene acción insecticida al ser capaz de unirse a receptores específicos en el tubo digestivo de determinados insectos, interfiriendo con su proceso de alimentación y causando su muerte. La toxina no tiene ningún efecto sobre las personas ni sobre otros animales. La utilización de plantas con genes de resistencia a insectos y herbicidas permite reducir la utilización de plaguicidas y conseguir un mayor rendimiento.

También se ha obtenido una colza con un aceite de elevado contenido en ácido láurico, mediante la inserción del gen que codifica una tioesterasa de cierta especie de laurel. Los vegetales resistentes a virus se consiguen haciendo que sintetizen una proteína vírica que interfiere con la propagación normal del agente infeccioso. Estos vegetales contienen proteína vírica, pero menos de la que contienen los normales cuando están severamente infectados.

Los vegetales transgénicos más importantes para la industria alimentaria son, por el momento, la soja resistente al herbicida glifosato y el maíz resistente al taladro, un insecto. Aunque se utilice en algunos casos la harina, la utilización fundamental del maíz en relación con la alimentación humana es la obtención del almidón, y a partir de este de glucosa y de fructosa. La soja está destinada a la producción de aceite, lecitina y proteína.

Puesto que la harina de maíz, la proteína de soja y los productos elaborados con ellas contienen DNA y proteínas diferentes a la de las otras variedades de maíz, en la Unión Europea (no en los Estados Unidos) existe la obligación de mencionar su presencia en el etiquetado de los alimentos. Aunque no se ha detectado ningún caso, sería concebible la existencia de personas alérgicas a las nuevas proteínas. No obstante, en el caso de la proteína de *B. thuringiensis*, su amplio uso como plaguicida en agricultura ecológica permite asegurar su falta de alergenicidad.

El aceite de soja transgénica y la glucosa y la fructosa obtenidas del almidón de maíz transgénico no contienen ningún material distinto a los que contienen cuando se obtienen a partir de los vegetales convencionales. En la mayoría de los casos, ni siquiera las técnicas de PCR, que como se sabe tienen una sensibilidad extrema, son capaces de detectar material genético extraño, por lo que no existe ninguna obligación de etiquetado diferencial.

En el caso de los alimentos completos, o de partes que incluyan la proteína extraña, como podría ser la proteína de soja o la harina de maíz, hay que considerar el riesgo de la aparición de alergias a la nueva proteína. Este es el caso de la soja a la que se le había introducido el gen de una proteína de la nuez del Brasil para aumentar el contenido de aminoácidos azufrados de sus proteínas y por ende su valor nutricional. La nueva proteína resultó ser alergénica, y esta soja no ha llegado a salir al mercado (47). Sin embargo, esto es absolutamente excepcional, y no existe ninguna evidencia de que las proteínas introducidas por medio de la ingeniería genética sean más alergénicas que las naturales.

En el caso de la utilización de materiales procesados exentos de proteínas, como el aceite de soja o la glucosa obtenida a partir del almidón del maíz, no existe ningún material que no se encuentre en el producto convencional, y consecuentemente no existe ningún riesgo, ni siquiera hipotético, atribuible a la manipulación genética. Incluso en los casos en que existe alergia a una proteína de la semilla oleaginosa (convencional o transgénica), un aceite procesado no produce respuesta.

Son nuevos los alimentos modificados genéticamente?

Para que se obtienen vegetales transgénicos?

Cuántos alimentos transgénicos existen?

De donde se obtienen los genes que se introducen en los vegetales transgénicos?

Pueden producir alergias los productos transgénicos?

Son los productos transgénicos peligrosos para el medio ambiente?

Cuándo consumimos alimentos modificados genéticamente?

Por que los fabricantes se oponen al etiquetado de los productos transgénicos?

Pueden los alimentos modificados genéticamente hacer que las bacterias se vuelvan resistentes a los antibióticos?

Quién ha preparado estas respuestas?

Son nuevos los vegetales modificados genéticamente?

El hombre lleva varios miles de años modificando los vegetales que utiliza como alimento. Por ejemplo, las coles de Bruselas, la coliflor, el brócoli y el colinabo son variedades artificiales de la misma planta (aunque no lo parezcan). Lo mismo se puede decir de las decenas de variedades de manzanas, maíz, patatas, trigo, etc. Los antecedentes salvajes de muchas de estas plantas, cuando existen, son tan poco parecidas que no serían reconocidos como tales por alguien que no fuera experto.

En cuanto a la "mezcla de especies", el triticale, un híbrido de trigo y centeno, lleva décadas prosperando en terrenos de mala calidad (útiles para centeno, pero no para trigo), pero con algunas buenas propiedades del trigo, lo que lo hace mucho mas valioso para alimentación humana.

Sin embargo, la ingeniería genética permite ahora llevar a cabo, en pocos años y de forma controlada, lo que antes podía costar décadas o siglos, o conseguir efectos que sólo estaban en los sueños de los agricultores, pero que eran imposibles con las viejas técnicas de cruce y selección.

La ingeniería genética se utilizó inicialmente (por su alto coste) para producir sustancias de usos farmacéutico, como la insulina, modificando genéticamente microorganismos. Con los posteriores desarrollos, se obtuvieron también enzimas para uso industrial, como la quimosina recombinante, utilizada, al igual que la obtenida de estómagos de terneros jóvenes (su fuente original, el "cuajo"), para elaborar el queso.

Posteriormente se han obtenido vegetales (y animales) modificados genéticamente para mejorar sus propiedades.

Para que se obtienen vegetales transgénicos?

Actualmente existen, comercializados o en proceso avanzado de desarrollo, vegetales modificados para:

- Que tengan una vida comercial más larga.
- Resistan condiciones ambientales agresivas, como heladas, sequías y suelos salinos.
- Resistan herbicidas.
- Resistan plagas de insectos.
- Resistan enfermedades – Tengan mejores cualidades nutritivas

La modificación más interesante en animales sería conseguir vacas que incluyeran en la leche proteínas de la leche humana con efecto protector, como la lactoferrina.

Cuántos alimentos transgénicos existen?

Depende de a lo que se llame "alimentos transgénicos". Podemos considerar los siguientes grupos:

- Sustancias empleadas en tratamientos de animales para mejorar la producción. Científicamente hablando, no deberían incluirse aquí, aunque sus detractores lo hacen. El mejor ejemplo es la hormona de crecimiento bovina recombinante utilizada para aumentar la producción de leche. Se utiliza en Estados Unidos, pero no en la Unión Europea.
- 2. Sustancias empleadas en la industria alimentaria, obtenidas en microorganismos por técnicas de DNA recombinante. Por ejemplo, la quimosina (cuajo) recombinante. Usada ya en la UE para fabricar queso. Tiene problemas burocráticos (denominaciones de origen) pero no es una fuente de problemas ecológicos, ni tiene riesgos para el consumidor.
- 3. Animales transgénicos que segreguen en su leche una proteína humana, o que tengan un contenido menor de lactosa, etc. No existen todavía nivel comercial.

Debe hacerse notar que en estos tres casos no se liberan organismos al medio ambiente. Una vaca no es un organismo que pueda "polinizar" sin control a nadie, y en los otros casos solamente se comercializan las sustancias puras obtenidas. No hay que considerar pues aspectos relacionados con la ecología, como transferencias de genes de resistencia, etc. Únicamente son importantes los aspectos relacionados con la seguridad de los consumidores, fáciles de examinar además en estos casos.

- En este momento solamente se utilizan unos cuantos vegetales modificados genéticamente, que serían los auténticos "alimentos transgénicos"

1. El primer alimento disponible para el consumo producido por ingeniería genética fue el tomate "Flavr Svr". Este tomate había sido modificado para que resistiera mas tiempo después de madurar, evitando que produjera un enzima esencial en el proceso de senescencia ("aprovechamiento")

2. Otro producto importante es la soja transgénica. En este caso, lo que se ha hecho es introducir un gen que la hace resistente a un herbicida, el glifosato, conocido por su nombre comercial de Roundup (Monsanto).

3. El maíz transgénico se ha obtenido para que sea resistente a un insecto, el taladro del maíz, y a un herbicida, el glufosinato. Por lo que respecta al herbicida, vale lo dicho para la soja. En cuanto a la resistencia contra el insecto, se obtiene insertando en el maíz el gen de una proteína insecticida de una bacteria.

- Esta proteína insecticida es perfectamente inocua, y su utilización está autorizada incluso en la llamada "agricultura ecológica"

Las perspectivas de esta tecnología son muy amplias. Ya existen varias docenas de plantas mas a punto de comercializarse, y en los próximos años sus numero ascenderá a centenares

4. Aunque todavía no existen, están ya en desarrollo los vegetales con un gen extra-o para consumo alimentario directo. Serian patatas, frutas, etc., con genes que les confirieran resistencia a insectos, heladas, salinidad, etc. Estos productos exigirían un examen minucioso en cuanto a seguridad (toxicidad a corto y largo plazo, alergias) antes de su comercialización.

- También se pueden desarrollar bacterias, levaduras, etc., utilizables en la fabricación de alimentos (pan, cerveza, yogur etc.), modificando el genoma de las convencionales, introduciendo el gen de un enzima de otro microorganismo o induciendo la sobre expresión de un gen propio. Es un campo muy

prometedor, donde están empezando a obtenerse resultados. También es uno de los campos en los que hay mayor porcentaje de investigación pública.

De donde se obtienen los genes que se introducen en los vegetales transgénicos?

En el caso de querer conseguir una vida comercial mas larga, por ejemplo, en el tomate "Flavr Svr", no se introduce un gen de otro ser vivo, sino un gen "antisentido", artificial, que evita que se sintetice una proteína responsable de la senescencia (digamos, del "aprovechamiento") del tomate.

En los demás casos, se introducen genes que codifican la síntesis de proteínas especiales. El gen que hace a la soja resistente al glifosato (un enzima que no es afectado por este herbicida) procede de una bacteria comen del suelo. El que codifica la resistencia a insectos se obtiene de una bacteria patógena para los insectos, pero totalmente inocua para los animales superiores

Pueden producir alergias los productos transgénicos?

La alergia es la reacción exagerada del organismo contra una sustancia (normalmente una proteína) extraña a él. La soja (o cualquier vegetal) tiene miles de proteínas extrañas para el hombre, por lo que existen bastantes personas alérgicas a la soja, al cacahuete, a las fresas, etc. La soja transgénica tiene una proteína mas entre esos miles, por lo que el aumento del riesgo es minúsculo. Y naturalmente, el riesgo desaparece por completo cuando la soja se procesa para obtener aceite, lecitina, etc.

Son los productos transgénicos peligrosos para el medio ambiente?

Efectos sobre el medio ambiente

Efectos potenciales de la resistencia a herbicidas

Inconvenientes potenciales:

Uso exagerado de herbicidas por parte de los agricultores, afectando al medio ambiente.

Ventajas potenciales:

El glifosato es un herbicida es poco tóxico y fácilmente biodegradable, pero no es selectivo, por lo que no puede utilizarse con cultivos de soja "normal"

Evita la utilización de herbicidas más agresivos para el medio ambiente, pero más selectivos, en los cultivos de soja.

Efectos de la resistencia a insectos.

Inconvenientes potenciales:

educación de la población de insectos, afectando a animales insectívoros (aves, murciélagos) al privarles de sus presas.

Es un efecto muy poco importante, ya que solamente mata a aquellos insectos que pretenden alimentarse a expensas de la cosecha. Ventajas potenciales:

Reduce el uso de insecticidas. Solamente afecta a los insectos perjudiciales para la planta concreta.

Cuando consumimos alimentos transgénicos?

La utilización de la soja como alimento, como tal soja, es puramente anecdótica. La soja se utiliza como materia prima para obtener aceite, que luego es procesado químicamente por hidrogenación, y lecitina. Ninguno de estos dos productos contienen la proteína que ha sido introducida para inducir la

resistencia. Son por tanto idénticos en todas sus propiedades físicas, químicas, biológicas, nutricionales y toxicológicas, procedan de soja "normal" o de soja "transgénica".

Casi lo mismo puede decirse del maíz. Sus aplicaciones fundamentales son la obtención de almidón y de glucosa a partir de ese almidón. Ninguno de estos dos productos contiene DNA ni proteínas, ni "normales" ni "transgénicas"

Por que los fabricantes se oponen al etiquetado de los productos transgénicos?

En el caso de productos como el tomate, es posible el etiquetado diferencial. De hecho, los tomates Flavr Svr suelen etiquetarse uno por uno. La compañía ganó en Estados Unidos el juicio contra los que querían obligarle al etiquetado individual. Pero después de esto, decidió libremente etiquetarlos, ya que consideraba (con razón) que su superior calidad debía quedar evidente para los consumidores.

En el caso de la soja, el etiquetado es casi imposible. La soja se manipula a granel, en cantidades enormes, y ya muchas granjas mezclan las distintas variedades nada mas cosecharlas. En los silos y barcos de transporte se mezcla todavía más. Además, en el caso de la soja que no se come como tal (casi, as, casi toda) esto no tiene la menor importancia, ya que como se ha dicho, el aceite que se obtiene no contienen material genético

En el caso del maíz transgénico, si se utiliza directamente su harina en la fabricación de alimentos, el etiquetado es obligatorio, ya que es, en cierta forma, diferente del habitual, al contener la proteína de Bt. Si el maíz se utiliza para obtener almidón, con el que luego se fabrica glucosa o fructosa, pretender el etiquetado de estos productos finales es absurdo, ya que son ABSOLUTAMENTE IGUALES, e indistinguibles por cualquier sistema, de los obtenidos del maíz "no transgénico".

Pueden los alimentos transgénicos hacer que las bacterias se vuelvan resistentes a los antibióticos?

Para modificar el genoma de la planta se utiliza el gen que se quiere insertar y otros genes auxiliares. Algunos de estos genes auxiliares confieren resistencia frente a determinados antibióticos, para poder seleccionar las células modificadas. Así, el maíz modificado genéticamente tiene también el gen de la beta-lactamasa, que confiere resistencia al antibiótico ampicilina.

Para que una bacteria patógena se volviera resistente a este antibiótico sería necesario:

- Que el gen de resistencia al antibiótico se mantuviera intacto. El procesado de los alimentos destruye el DNA. Consecuentemente sería necesario comer el maíz crudo. Esto descarta el problema en el caso humano, y lo reduce a los animales cuando se utiliza este maíz como pienso
- Que el gen pudiera transferirse a una bacteria. Aunque originalmente el gen de resistencia al antibiótico procede de bacterias, su situación actual dentro del genoma vegetal hace esto extremadamente improbable. Sería machismo más probable que adquiriera ese gen de otra bacteria de los muchos presentes en el tubo digestivo.
- Que existiera una presión selectiva a favor de la bacteria que ha adquirido el gen de resistencia, es decir, que el animal estuviera siendo tratado en ese momento con el antibiótico.

Como precaución adicional, no se utilizan generalmente genes de resistencia a antibióticos importantes en clínica humana o frente a antibióticos nuevos que pudieran tenerla en el futuro.

En todo caso, puesto que el gen de resistencia al antibiótico no juega ya ningún papel en la planta

transgénica, si se considerara un riesgo, podría eliminarse.

Puesto que "mas vale prevenir que lamentar", la petición de esta eliminación es bastante razonable

ALIMENTOS TRANSGENICOS – UN RIESGO SERIO PARA LA SALUD

¡AHORA DISPONIBLES EN TU SUPERMERCADO!

Nuevos y extraños alimentos jamás pensados por la naturaleza ya están apareciendo en tu supermercado. Los efectos de estos alimentos aún no se conocen completamente y algunos ya han tenido un efecto devastador en la salud. En un caso concreto en los Estados Unidos 37 personas murieron y 1500 resultaron incapacitados. Otros productos tuvieron que ser abandonados cuando salieron fuera de control. Pero no sabrás lo que estas comiendo porque el gobierno ha decidido que él etiquetarse de alimentos genéticamente modificados no es necesario. El valioso derecho de escoger lo que tú y tu familia come se ha perdido.

¿Que es la ingeniería genética?

Los genes son los patrones para cada parte de un organismo. La modificación genética es el proceso de transferir artificialmente la información específica de un tipo de organismo a otro, por ejemplo de un pez a un tomate, o de un animal a una planta.

¿Porque hacerlo?

Los científicos quieren transferir cualidades deseables de un organismo a otro – por ejemplo, la resistencia a un pesticida o a un insecto o organismo dañino.

¿Es necesario?

Se puede producir suficiente comida buenísima sin recurrir a ello. Los motivos para la modificación genética son principalmente comerciales y políticos, sin tomar en cuenta la salud y la nutrición.

¿Cuales son los peligros?

Los peligros potenciales son enormes. Las estructuras genéticas existentes han evolucionado a través de millones de años formando un ecosistema infinitamente complejo e interconectado. Ahora los científicos están estropeando este equilibrio delicado con cambios que no podrían ocurrir naturalmente. Esto se está haciendo extremadamente rápido sin suficiente cuidado para las posibles consecuencias.

La ingeniería genética no es lo mismo que los cruces entre especies que se ha practicado durante muchos años. No es una ciencia exacta. Por ejemplo, podría resultar en algunos organismos peligrosos haciéndose resistentes a los antibióticos. Podría resultar en las malas hierbas y los insectos haciéndose resistentes a los pesticidas y a los herbicidas. Podría accidentalmente crear nuevos venenos y enfermedades. El alimento viene de la naturaleza. Si cambiamos la estructura fundamental de un alimento, podría crear enfermedad, justo como los pesticidas y los herbicidas hicieron en el pasado. Los alimentos transgénicos no tienen que someterse a pruebas antes de que se vendan en las tiendas.

Las plantas diseñadas para ser más resistentes a los herbicidas permitirán la aplicación de concentraciones mas altas en los cultivos, con el resultado de que los alimentos contienen mas química, y los ríos y los embalses se contaminarán más. La modificación genética del ganado lleva a animales enfermos y sufrieses y a un alimento de ínfima calidad. Ya se están criando animales con enfermedades para experimentos y una vida de sufrimiento.

Peces han sido modificados para crecer más grandes; vacas y cabras han sido modificadas para crear drogas. Estos animales frecuentemente son enfermizos y tienen una vida más corta. Compañías agroalimentarias occidentales están comprando compañías de semillas en países en vías de desarrollo

para poder vender semillas genéticamente modificadas, haciendo peligrar la biodiversidad de los cultivos a través de la pérdida de las semillas tradicionales.

La contaminación biológica puede ser el mayor peligro resultante de la ingeniería genética. Nuevos organismos vivos, bacterias y virus serán soltados para reproducir, migrar y mutar. Pasarán sus nuevas características a otros organismos y nunca se podrán recuperar o contener. Esto es una invitación a una alteración ecológica desastrosa.

¿Cuál es la posición ahora?

Los alimentos transgénicos ya disponibles incluyen soya, (que se utiliza en el 60% de los alimentos procesados) tomates, levadura, productos lácteos y aceite de colza. Pero esto es solo el comienzo. En unos años, a lo mejor será casi imposible encontrar alimentos naturales. El gobierno está ignorando los peligros, al no apoyar el etiquetarse y la evaluación correcta de nuevos alimentos.

De todos los efectos secundarios venenosos de la tecnología moderna, los organismos genéticamente modificados son los más peligrosos. No se pueden contener y sus efectos son irreversibles. Los peligros de la ingeniería genética incluyen comida de calidad baja, animales enfermos, insectos, organismos y enfermedades más virulentas, una biodiversidad más reducida, mayor contaminación del agua, el alimento y la tierra, y la alteración del equilibrio de la naturaleza. Con una ya mayor intervención científica en la producción alimentaria, se está haciendo más común la comida no sana y tóxica. Nadie sabrá cuantos morirá de la enfermedad de las vacas locas, que sospechan que es el resultado de alimentar el ganado con alimentos totalmente innaturales pero científicamente aprobados. Pesticidas, fertilizantes, agua y aire contaminados están causando cáncer, defectos de nacimiento, una fertilidad decreciente, envenenamiento por salmonada, asma y leucemia. Estos existen en añadidura a las conocidas amenazas de contaminación de residuos nucleares, los efectos secundarios de drogas como la talidomida, la destrucción de la capa de ozono, y materiales tóxicos como el asbesto y el plomo en la gasolina.

¿Manipulación genética de los alimentos?

Más vale prevenir que curar

Alimentos obtenidos por manipulación genética son: (A) los organismos que se pueden utilizar como alimento y que han sido sometidos a ingeniería genética (por ejemplo, plantas manipuladas genéticamente que se cosechan), (B) alimentos que contienen un ingrediente o aditivo derivado de un organismo sometido a ingeniería genética, o (C) alimentos que se han producido utilizando un producto auxiliar para el procesamiento (por ejemplo, enzimas) creado por medio de la ingeniería genética.

Aunque sea menos preciso, resulta habitual referirse a este tipo de sustancias como *alimentos transgénicos* o *alimentos recombinantes*.. Para la introducción de genes foráneos en la planta o en el animal comestibles es necesario utilizar como herramienta lo que en ingeniería genética se llama un *vector de transformación*: "parásitos genéticos" como plásmidos y virus, a menudo inductores de tumores y otras enfermedades como sarcomas, leucemias...

Aunque normalmente estos vectores se "mutilan" en el laboratorio para eliminar sus propiedades patógenas, *se ha descrito la habilidad de estos vectores mutilados para reactivarse, pudiendo generar nuevos patógenos*. Además, estos vectores llevan genes marcadores que confieren resistencia a antibióticos como la kanamicina (gen presente en el tomate transgénico de Calgene) o la ampicilina (gen presente en el maíz transgénico de Novartis), resistencias que se pueden incorporar a las poblaciones bacterianas (de nuestros intestinos, del agua o del suelo).

La aparición de *más cepas bacterianas patógenas resistentes a antibióticos* (un problema sobre el que la OMS no deja de alertar en los últimos años) constituye un peligro para la salud pública imposible de ignorar o minimizar.

Si bien la ingeniería genética es una herramienta potentísima para la manipulación de los genes, actualmente *existe un gran vacío de conocimiento sobre el funcionamiento genético de la planta o animal que se va a manipular*. ¿Qué genes se activan y se desactivan a lo largo del ciclo vital de una determinada variedad de planta, cómo y por qué lo hacen? ¿Cómo influye el nuevo gen introducido en el funcionamiento del resto del genoma de la planta? ¿Cómo altera el entorno el encendido o el apagado de los genes de la planta cultivada? Actualmente, todas estas preguntas se encuentran, en gran medida, sin respuesta. La introducción de genes nuevos en el genoma de la planta o del animal manipulado provoca alteraciones impredecibles de su funcionamiento genético y de su metabolismo celular, y esto puede acarrear: i) la producción de proteínas extrañas causantes de *procesos alérgicos* en los consumidores (estudios sobre la soja transgénica de Pioneer demostraron que provocaba reacciones alérgicas, no encontradas en la soja no manipulada); ii) *la producción de sustancias tóxicas que no están presentes en el alimento no manipulado* (en EE.UU, la ingestión del aminoácido triptófano, producido por una bacteria modificada genéticamente, dio como resultado 27 personas muertas y mas de 1500 afectados); y *alteraciones de las propiedades nutritivas* (proporción de azúcares, grasas, proteínas, vitaminas...).

Hay suficientes peligros reales como para afirmar que estos alimentos no son seguros. Hoy por hoy, *la comercialización de alimentos transgénicos es un acto irresponsable que nos convierte a los consumidores en cobayas humanas*. Las multinacionales agroquímicas (que desean que para el 2010 haya componentes transgénicos en un 60–70% de los productos comercializados) se prometen grandes beneficios económicos, pero el riesgo lo ponemos nosotros y el medio ambiente.

Las tristes experiencias pasadas con biocidas como el DDT –que se difundieron masivamente en su día, promocionándolos con promesas parecidas a las que ahora se emplean en relación con las biotecnologías, y hoy están prohibidos debido a los gravísimos problemas ambientales y sanitarios causados aconsejan *una prudencia extrema*, aplicando la sabiduría contenida en el dicho "más vale prevenir que curar".

Además de los riesgos sanitarios, los peligros para el medio ambiente son incluso más preocupantes. *La extensión de cultivos transgénicos pone en peligro la biodiversidad del planeta, potencia la erosión y la contaminación genética, y potencia el uso de herbicidas* (un importante foco de contaminación de las aguas y de los suelos de cultivo).

Según un informe de la OCDE, el 66% de las experimentaciones de campo con cultivos transgénicos que se realizaron en años recientes estuvieron encaminadas a la creación de plantas resistentes a herbicidas. Tal es el caso de la soja transgénica de Monsanto, resistente al herbicida *Roundup*, que produce la misma multinacional.

La Agencia de Medio Ambiente de EE.UU (US EPA) considera que este herbicida de amplio espectro es el responsable de poner al borde de la extinción una gran variedad de especies vegetales de EE.UU.; también se le considera uno de los herbicidas mas tóxicos para microorganismos del suelo como hongos, actinomicetos y levaduras. Otra de las preocupaciones fundadas acerca de los cultivos transgénicos es el posible *escape de los genes transferidos hacia poblaciones de plantas silvestres relacionadas con estos cultivos*, mediante el flujo de polen: ya ha sido bien documentada la existencia de numerosas hibridaciones entre casi todos los cultivos transgénicos y sus parientes silvestres.

La introducción de plantas transgénicas resistentes a plaguicidas y herbicidas en los campos de cultivo conlleva *un elevado riesgo de que estos genes de resistencia pasen, por polinización cruzada, a malas*

hierbas silvestres emparentadas, creándose así "super malas hierbas" capaces de causar graves daños en cultivos y ecosistemas naturales. A su vez, estas plantas transgénicas, con características nuevas, pueden desplazar a especies autóctonas de sus nichos ecológicos. La liberación de organismos modificados genéticamente al medio ambiente tiene consecuencias a menudo imprevisibles e incontrolables pues una vez liberados (el animal o la planta) al medio ambiente, estos se reproducen y se dispersan por su habitat, sin que podamos hacer ya nada para controlarlos. Por no poner sino un último ejemplo: se ha documentado ya cómo plantas manipuladas genéticamente con genes virales para inducir resistencia a los virus originaban en poco tiempo, por recombinación, nuevas cepas virales más activas.

En Europa el debate está abierto. En diciembre de 1996 llegó a Barcelona el primer cargamento de soja transgénica procedente de EE.UU, entre las protestas de los grupos ecologistas. Encuestas realizadas en numerosos países han revelado *un rechazo generalizado al consumo de alimentos transgénicos por parte de la población*. Las autoridades de la UE están sufriendo una enorme presión por parte del gobierno de EE.UU y de las multinacionales agroquímicas para conseguir una legislación laxa que no ponga ningún tipo de restricción a los cultivos y a los alimentos transgénicos. Se intenta que países como Luxemburgo, Italia y Austria, que habían prohibido el maíz transgénico de Novartis, vuelvan atrás sobre su decisión. Los vegetales transgénicos se comercializan mezclados con los normales, y además las compañías se niegan al etiquetado distintivo, con lo que el ciudadano o ciudadana se encuentra totalmente indefenso y sin posibilidad de elección. *El interés crematístico y monopolístico de las multinacionales agroquímicas no es el mejor seguro para nuestra seguridad alimentaria, nuestra salud ni la habitabilidad de la biosfera.*

A menudo se evoca la necesidad de promover un amplio debate social acerca de los alimentos manipulados genéticamente. Es un propósito loable que compartimos desde el movimiento ecologista; pero *se convierte en una sangrante tomadura de pelo si ya se han adoptado --sin participación democrática-- las decisiones que introducen estos alimentos en nuestros mercados, nuestras cocinas y nuestros estómagos. Y precisamente eso es lo que está sucediendo hoy.*

Venga el debate serio, profundo, riguroso, sin prisas, y al final del debate voten en referéndum todos los ciudadanos y ciudadanas (como se hará en Suiza la próxima primavera): pero pospónganse hasta entonces las decisiones, o se estará aplicando con cinismo *la violencia de los hechos consumados*.

Si no se acepta que el debate sobre las opciones tecnológicas debe preceder a la implantación de las tecnologías, paso que en las sociedades industriales modernas y para tecnologías como las que están en discusión es luego prácticamente irreversible, no se está obrando de buena fe.

Y demasiadas grandes opciones tecnológicas ya han mostrado, en el pasado reciente, su potencial de catástrofe como para permitirnos ninguna ingenuidad a este respecto: bastará seguramente con evocar las tecnologías de generación nuclear de electricidad o la agricultura espurreadora de biocidas. La OMS acaba de poner en marcha una investigación internacional para estudiar la relación entre la utilización de teléfonos móviles y el aumento de los tumores cerebrales, pero *--otra vez-- la investigación y el debate se hacen cuando ya se han tomado opciones tecnológicas irreversibles (o casi)*. Sería deseable que, al menos por una vez, en el caso de los alimentos manipulados genéticamente las autoridades de España y de la UE obraran de verdad de acuerdo

con el principio de precaución para que no pueda ocurrir ninguna nueva crisis de las "vacas locas" ni ningún Chernobil biotecnológico.

No lo decimos animados por ninguna intención anticientífica, sino exactamente al contrario: queremos más ciencia --pero también mejor ciencia, ciencia con conciencia que no puede ser sino ciencia con prudencia... y sobre todo más democracia, también para decidir sobre las políticas científicas y tecnológicas.

Normativas sobre "Alimentos nuevos":

que los consumidores de la UE sepan qué hay en el menú

Marina Leonardi, ENEA; Marina Miraglia, Roberta Onori, Carlo Brera, Istituto Superiore de Sanità

El rápido desarrollo de las tecnologías alimentarias y especialmente de la biotecnología han introducido en el mercado para consumo humano ciertos alimentos e ingredientes que hasta ahora no eran de uso general. Aspectos importantes de seguridad alimentaria de los alimentos llamados "nuevos" se han reglamentado a nivel de la UE. Esto incluye protección e información del consumidor, principalmente mediante el etiquetado y explicación de los requisitos que han de cumplir los productores antes de obtener autorización para colocar sus productos alimenticios "nuevos" en el mercado.

Relevancia: Una de las características más importantes relacionadas con los alimentos nuevos en el debate actual sobre política alimentaria y en especial sobre la protección del consumidor, es la conexión, ahora más fuerte que nunca, con las cuestiones medioambientales. Sin embargo, la Normativa 258/97/EEC, se centra especialmente en los aspectos de la seguridad alimentaria y en los requisitos del etiquetado. Como consecuencia, las directrices específicas que se marcarán ayudarán probablemente a volver a enfocar la discusión hacia cuestiones prácticas importantes.

¿Qué son alimentos nuevos?

El 5º Programa Marco de la UE (1998–2002) ha definido la "Salud y Alimentación" como tema prioritario de investigación entre las acciones clave a llevar a cabo en el programa temático *Seres vivos y ecosistema*. La calidad de la alimentación se percibe cada vez más como una cuestión social y a veces incluso como asunto de interés público. Al mismo tiempo, se considera la biotecnología como una herramienta para "la producción de alimentos seguros, sanos, equilibrados y variados". Es importante que este punto de vista sea compartido por la investigación pública y privada, las instituciones gubernamentales y, finalmente, por los consumidores.

La reciente Normativa de la UE (258/97/EEC) da una definición estricta de alimento "nuevo" como aquel que, de alguna manera, se origina a partir de un organismo modificado genéticamente (OMG), –denominado a veces alimento transgénico – o que presenta una estructura molecular nueva o se deriva de fuentes alimentarias no usuales, que se presentan detalladas en el *Artículo*

1.

En la actualidad se prevé la presencia de clases cada vez más prometedoras de alimentos nuevos producidos por microorganismos, hongos o algas, en "fábricas de células", para la fabricación de metabolitos valiosos. Los tejidos animales o vegetales pueden utilizarse también para los mismos fines. Estos organismos viables pueden haber sido modificados genéticamente para mejorar, por ejemplo, el rendimiento del producto final. En este artículo, los autores se centrarán principalmente en el caso de los alimentos derivados de organismos modificados genéticamente (OMG). El concepto unificador en estas aplicaciones biotecnológicas es que las moléculas, estructuras, células o incluso el organismo entero derivado biológicamente se utilizan para llevar a cabo un proceso específico o para alcanzar un objetivo definido.

El alimento llamado "nuevo" puede no ser de hecho muy diferente, al menos en lo que se refiere a apariencia o a características organolépticas generales, de su homólogo tradicional.

Sin embargo, el alimento puede ser "nuevo" simplemente porque su proceso de producción "no es ninguno de los utilizados generalmente". Los alimentos que han sido sometidos a un proceso

tecnológico nuevo que ha afectado a su estructura o a su composición, por ejemplo, desde un punto de vista nutricional, se clasifican por lo tanto como nuevos.

El Marco normativo de la UE

La nueva Normativa reguladora de los alimentos nuevos y de los ingredientes alimentarios nuevos entró en vigor en mayo de 1997, permitiendo así la accesibilidad de los consumidores europeos a una nueva categoría de alimentos. Es el resultado de un trabajo preparatorio bastante largo realizado por la Comisión: varios borradores de las propuestas de la Normativa han sido recopilados y discutidos desde 1992.

El texto final pretende dar un marco legislativo a nivel de la Unión Europea, que responda a la rápida evolución mundial de las disciplinas científicas emergentes y de los procesos tecnológicos de reciente aparición. Como es usual, se establecen claramente los objetivos principales de los legisladores europeos, tales como la armonización de las diferentes legislaciones de los estados miembros de la UE para el funcionamiento sin problemas del mercado interno. Los alimentos llamados "nuevos" no deben representar peligro para los consumidores (punto crucial: la evaluación de la seguridad). Al mismo tiempo, los consumidores europeos tienen derecho a reconocer esta nueva clase de alimentos y a ser capaces de distinguirlos de los tradicionales, es decir, a no ser confundidos por una etiqueta no suficientemente clara. Además, si en casos específicos tienen que hacer uso de un sucedáneo (un producto alimenticio que sustituya al usual), no deben estar expuestos a un riesgo imprevisible, derivado, por ejemplo, de la presencia o ausencia de un componente particular en el alimento o en las formulaciones alimentarias normales.

Aún es pronto para ver cuáles serán los probables efectos principales de la nueva Normativa sobre el mercado alimentario interno. De todos modos, representa un paso enorme hacia adelante con respecto a ciertos aspectos generales de alimentos nuevos controvertidos.

Muchos puntos se han definido muy bien, como la base científica para el control de la seguridad alimentaria y cómo este punto se relaciona con otros problemas como las cuestiones medioambientales y la Directiva 89/397/EEC sobre Control Oficial. Quedan algunas cuestiones que tienen que ser respondidas o aclaradas, tales como el etiquetado y el solapamiento con el sistema HACCP (Punto de Control Crítico y Análisis de Riesgo).

Los productores alimentarios europeos pueden desear saber lo que realmente deben escribir sobre las etiquetas de sus productos alimenticios y cuál es la fraseología más clara y más correcta a utilizar. Además, otros puntos que se deben desarrollar son el perfeccionamiento de un banco de datos sobre la composición de los alimentos nuevos y sus homólogos tradicionales, así como el desarrollo de metodologías analíticas convenientes para identificar alimentos producidos por medio de ingeniería genética. La Comisión Europea está cofinanciando un trabajo de investigación en esta área, que está llevando a cabo un grupo de catorce participantes que representan a cinco estados miembros de la UE y otros dos países europeos. Se pretende desarrollar y evaluar métodos analíticos para identificar alimentos producidos por ingeniería genética.

Evaluación de la seguridad

Uno de los primeros congresos internacionales sobre las cuestiones principales de la seguridad de los alimentos transgénicos, tuvo lugar en Ginebra en 1990, organizado por la Organización de Agricultura y Alimentación y la Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO). Uno de los objetivos principales era establecer principios científicos y desarrollar nuevas metodologías para la evaluación de la seguridad de los alimentos transgénicos. El principio de equivalencia sustancial fue establecido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 1993.

Según este principio, *"un organismo existente utilizado como alimento, o como fuente alimentaria, puede emplearse para la comparación cuando se evalúa la seguridad para el consumo humano de un alimento o componente alimentario que ha sido modificado o es nuevo"*. Este concepto puede aplicarse a los diferentes productos alimenticios con la flexibilidad adecuada, considerando caso por caso. Los primeros elementos a tener en cuenta para los alimentos transgénicos son, la información básica sobre las características del organismo anfitrión, la modificación genética y el ADN insertado, junto con las características del organismo modificado, en especial las relativas a la estabilidad del material genético introducido. También deben investigarse los efectos imprevistos de la modificación genética. Esto último es, generalmente, más difícil, y a este respecto desempeñan un papel crucial las características de la composición, que son esenciales para la definición de equivalencia sustancial. Los niveles de nutrientes, de factores antinutricionales y de sustancias tóxicas deben compararse con los márgenes naturales presentes en los alimentos tradicionales homólogos ; también puede ser útil la comparación de las características fenotípicas de las plantas modificadas genéticamente.

Sin embargo, debe observarse que la ausencia de equivalencia sustancial no implica *"per se"* que el producto alimenticio no sea seguro, incluso aunque su seguridad tenga que ser evaluada durante más tiempo y más cuidadosamente mediante estudios *in vitro* y *in vivo*.

Los alimentos nuevos deben ser fácilmente reconocibles por el consumidor

Como se ha mencionado ya, las tecnologías de los alimentos han dado enormes pasos hacia adelante en las últimas décadas, y son parcialmente responsables de los cambios en los hábitos dietéticos de los consumidores, incluyendo la globalización alimentaria del consumo, citada tan a menudo.

En el caso específico de alimentos que se derivan de organismos modificados genéticamente, los nuevos procesos tecnológicos disponibles para los fabricantes de alimentos, se basan en el progreso continuo de la bioquímica, la microbiología y la ingeniería genética, con las que usualmente no están muy familiarizados los consumidores. La aplicación tecnológica final de este acervo científico puede conducir a modos de producción de nuestros alimentos diarios todavía menos conocidos. Como ejemplo, los consumidores, los políticos y los legisladores quizá hayan oído discutir a los tecnólogos sobre las ventajas de aplicar presiones elevadas a la conservación de los alimentos, pero no es muy probable que tengan una idea clara de en qué consiste este nuevo proceso.

La misma consideración se puede aplicar al uso de organismos modificados genéticamente en la cadena alimentaria: los riesgos y los beneficios deben discutirse claramente, la información es esencial, partiendo del etiquetado claro de los productos alimenticios. En el contexto de la necesidad de información y transparencia, es esencial la disponibilidad y fiabilidad de metodologías analíticas dirigidas a distinguir entre alimentos transgénicos y sus copias originales.

La presencia de una secuencia modificada de ácido nucleico en un alimento transgénico, y el conocimiento de esto hace posible desarrollar métodos analíticos para la identificación correcta de estos productos alimenticios con diferentes enfoques experimentales. Un esfuerzo coordinado en esta dirección es un proyecto de investigación, financiado por la Comisión Europea, que actualmente se desarrolla en el marco del Programa de Normas, Medidas y Ensayos. Al desarrollo de los métodos de detección seguirá su validación final, con ensayos en colaboración entre un grupo de laboratorios europeos experimentados. El objetivo final es convertir los métodos evaluados en normas CEN. Otro resultado será la preparación de una base de datos que recoja toda la información disponible sobre alimentos modificados genéticamente que ya están en el mercado, las secuencias modificadas y los ensayos convenientes para su detección.

Deberían dedicarse esfuerzos a mejorar el nivel de educación del consumidor en el campo de la producción de alimentos y en el de los hábitos dietéticos, con el fin de que la gente conozca mejor las

opciones que se le ofrecen.

Los desarrollos de la tecnología alimentaria hacen cada vez más frecuente encontrar formulaciones donde un ingrediente común se ha sustituido por uno nuevo que proporciona mejores características tecnológicas o incluso nutricionales. En especial debe relacionarse este último aspecto con los aumentos recientes de alergias alimentarias u otras reacciones adversas a los alimentos. Si un consumidor es consciente de que sufre una alergia alimentaria específica, necesita asegurarse, por medio de la etiqueta del producto alimenticio hecho con ingredientes diferentes, de que ese producto está libre de su alérgeno específico. Este factor es todavía más importante en el caso de los alimentos nuevos.

Alimentos transgénicos y alergias alimentarias

La alergenidad potencial de alimentos derivados de OMG es una cuestión crucial. La modificación genética de organismos hace posible la expresión de un alérgeno (una proteína específica) en un organismo nuevo. La identificación de un alérgeno de nuez del Brasil en soja transgénica constituye un ejemplo bien conocido de este riesgo. Sin embargo, desde una perspectiva más general, la misma tecnología que puede aumentar el riesgo de desarrollar reacciones adversas a los alimentos, paradójicamente puede ser útil para prevenir el problema de las alergias alimentarias. De hecho, los nuevos desarrollos en tecnología genética podrían conducir a "sustitución de genes" en la ubicación normal del gen. Mientras tanto se están utilizando otros medios para suprimir la expresión genética objetivo. Es posible incluso que los investigadores inhiban realmente la expresión de genes que codifican dando proteínas alérgicas.

La posibilidad de producir trigo deficiente en gliadinas en su origen, mejor que consumir fórmulas alimenticias sin gluten, podría abrir nuevas perspectivas a las personas que sufren la enfermedad celíaca. Estimaciones recientes del número de personas que padecen esta enfermedad tienden a presentar una cifra mucho más alta de lo que antes se pensaba, posiblemente de 300.000 a 550.000 personas sólo en Italia. ¿Por qué los investigadores, y posiblemente también los políticos, no consideran las posibles ventajas de explotar la conexión entre modificación genética y alergias alimentarias?

Un etiquetado claro es, obviamente, una herramienta efectiva para evitar el riesgo de provocar alergias insospechadas en el caso de alimentos que contienen proteínas exógenas capaces de inducir respuestas alérgicas en los consumidores. Sin embargo, puede que esto no sea suficiente. Hay siempre un riesgo de contaminación –un concepto asociado con más frecuencia a contaminantes microbiológicos o químicos– a lo largo de la cadena de procesamiento de los alimentos, especialmente si se utiliza la misma línea de producción para tratar materias primas diferentes y no se realiza una limpieza adecuada entre cada proceso. La posible solución de este problema radica en el solapamiento entre producción de alimentos nuevos y HACCP.

Alimentos nuevos y principios HACCP

La Directiva 93/43/EEC sobre Higiene Alimentaria marca un hito decisivo al reconocer finalmente la necesidad de ofrecer al consumidor mayores niveles de seguridad. Como ya se ha indicado en las consideraciones sobre evaluación de la seguridad discutidas antes, los productores deben considerar muchos aspectos diferentes antes de usar alimentos transgénicos. Otra preocupación adicional se refiere a la posibilidad de que se introduzcan en la cadena alimentaria organismos modificados genéticamente que no han pasado una evaluación oficial de su seguridad. La Normativa sobre alimentos nuevos se refiere claramente a la directiva 89/397/EEC y esto implica indirectamente los principios de HACCP relativos a la protección de la salud, la calidad de los alimentos y los intereses del consumidor, incluyendo las necesidades de grupos especiales de población, el etiquetado y también posibles fraudes. Los problemas relacionados con los alimentos nuevos podrían incluirse en los sistemas HACCP y viceversa.

NOTA: El presente documento es un resumen del dossier original, que consta de 125 paginas, con fotos, gráficas y documentos de periódicos y revistas especializados.

PRESENTACION DOSSIER

El Dossier " LOS ORGANISMOS GENETICAMENTE MANIPULADOS – O.G.M. " está elaborado por la FEDERACION MUNDIAL DE TRABAJADORES DE LA AGRICULTURA, ALIMENTACION, HOTELERIA Y AFINES (FEMTAA) , miembro de la CONFEDERACION MUNDIAL DEL TRABAJO (CMT).

El dossier tiene como objetivo fundamental ofrecer una serie de datos sobre los O.G.M. que sean de interés para el estudio, información y formación de dirigentes sindicales de organizaciones afiliadas a la FEMTAA, especialmente de Africa, Asia, América Latina y Europa del Este, para tener una visión sobre la realidad de los O.G.M.

Agradecemos a los diversos medios de comunicación que se han interesados en divulgar el tema de los O.G.M., tanto en sus publicaciones normales como por medio de INTERNET. En cada caso hacemos referencia a la fuente original.

La FEMTAA ha elaborado este dossier en tres idiomas: francés, inglés y español, sin embargo, el contenido de las informaciones es diferente, pero con el mismo fondo.

José Gómez Cerda

Secretario General FEMTAA

Bruselas, Bélgica, diciembre 1998.

UN PIONERO DE LA GENETICA :

JOHAAN MENDEL

La genética es una parte de la biología, que trata sobre los problemas de la herencia biológica. Uno de los pioneros de esa rama es Johaan Mendel.

Johaán Mendel, religioso Agustino y botánico , austriaco, nació en Moravia, en 1822 y murió en 1884. Se ordenó sacerdote en 1848. Comenzó sus experimentos de hibridación vegetal en 1856. En 1866 anunció las leyes que fundamentan la ciencia genética, sin embargo, sus obras fueron conocidas por los biólogos sino en el año 1900.

Las Leyes de Mendel, que son tres (3). Tratan sobre la herencia de los caracteres de los seres orgánicos, derivados de sus experimentos sobre el cruzamiento de variedades de guisantes.

Durante muchos años él estuvo probando como podían modificarse el comportamiento de plantas.

PRIMERA LEY : PUREZA DE GAMETOS (ELEMENTOS SEXUALES MACHOS Y HEMBRAS) :

SEGUNDA LEY : LEY DE LA DOMINACION :

TERCERA LEY : LEY DE RECOMBINACION DE GENES.

LA GENETICA Y LAS NUEVAS TECNOLOGIAS

El proceso de globalización que vivimos actualmente está basado en las nuevas tecnologías, los beneficios en las inversiones financieras, la privatización, y la disminución del rol del Estado.

LAS NUEVAS TECNOLOGIAS han revolucionado el mundo del trabajo y la producción. La más conocida es el campo de la informática, pero se está dando en los sectores de la agricultura, la alimentación y el medio ambiente, que en pocos años está cambiando las formas tradicionales de producción y consumo de alimentos, que son los ORGANISMOS GENETICAMENTE MANIPULADOS (O.G.M.). Durante toda la historia de la humanidad los hombres del campo, los productores y los investigadores, se han preocupado por mejorar las especies vegetales y animales ; conservar los buenos granos que servirán para sembrar la cosecha siguiente y mantener los animales que puedan ser más eficaces como reproductores.

EL ADN

La biología se ha revolucionado a partir del descubrimiento del ACIDO DESOXIDO NUCLEAR (ADN), que ha permitido conocer todas las informaciones y secretos de como fabricar seres vivos.

¿ QUE ES UNA MANIPULACION GENETICA ?

De los millones de células que tiene un ser vivo, cada uno de su núcleo central forman los CROMOSOMAS portadoras de genes.

Utilizando una nueva técnica, los investigadores esperan que el ADN extraño,(el que ha sido injertado) penetre en cierta cantidad de células, pasando por el núcleo central, en el lugar adecuado. Uno o dos son

suficientes para obtener un organismo genéticamente modificado, pero no se puede predecir en que lugar quedará exactamente el nuevo injerto. Por lo tanto el código genético de la célula no es una ciencia exacta, sino experimental, los resultados pueden ser variados o imaginativos.

Las células son luego cultivadas en el patrimonio genéticamente modificado, una bacteria puede producir las hormonas crecientes, que por ejemplo puede producir un clonaje o una nueva variedad de animales, vegetales o seres humanos.

Hasta ahora estas investigaciones están limitadas a laboratorios muy especializados, en países desarrollados, sus costos son muy elevados.

MANIPULACION CON EL SER HUMANO.

El ser humano está formado de millones de células que en su núcleo central se encuentran 46 CROMOSOMAS, partículas que parecen pequeñas pelotas compuestas de largos filamentos envueltos en ellos mismos. Esos filamentos son el ADN, es un enrejado de elementos químicos, que forman EL GENE.

El patrimonio genético de un ser vivo es el conjunto de sus genes, en el desarrollo del organismo vivo.

El descubrimiento del ADN permite que en un laboratorio se pueda separar un pedazo del patrimonio vivo y reemplazarlo por otro diferente patrimonio vivo, sea de BACTERIA, ANIMAL , VEGETAL.....O DE UN SER HUMANO. Así se puede hacer cualquier combinación : es lo que se llama el GENIO GENETICO. *La manipulación genética permitirá a cada pareja escoger el sexo de sus hijos, las características físicas y psicológicas, " fabricar " individuos de carácter preciso. El clonaje humano permitirá reproducir el mejor modelo... También se pueden eliminar los fetos que se hayan concebido diferente a los deseados.*

Cuando la naturaleza sea sustituida por la manipulación, los hijos serán como desean sus padres , sin embargo, nadie asegura como será el comportamiento de esos futuros hijos.

No sabemos el peligro que estamos creando, ni que tipo de sociedad será formada por personas que sus orígenes han sido manipulados. ¿ Como serán los descendientes de las personas fabricadas con O.G.M. ?

Cuando se actúa diferente a la naturaleza debemos saber donde está la ETICA HUMANA.

A partir del clonaje de la oveja " Dolly ", hecho en Escocia el pasado año 1997, muchos científicos están

interesados en hacer lo mismo con SERES HUMANOS.

Clonar los seres humano no es imposible en la actualidad, aunque es muy diferente clonar un animal que a un ser humano.

El Papa Juan Pablo II, la Unión Europea y el Presidente de Estados Unidos, Bill Clinton, se han opuesto a éste tipo de experimento. Según el Papa la vida comienza en el momento de la concepción y debe defenderse la dignidad humana de cada individuo desde su gestación.

El 16 de marzo de 1998 en París, 19 naciones europeas firmaron un acuerdo que proscribía la clonación humana, un acuerdo para prohibir la réplica genética de seres humanos . Alemania e Inglaterra no firmaron el acuerdo.

CROMOSOMA HUMANO ARTIFICIAL. Uno de los últimos descubrimientos científicos es el Cromosoma Humano Artificial.

El Dr . Huntington F. Williard, ha explicado su invento genético, hecho en la Facultad de Medicina de la Case Wester Reserve University, en Cleveland, Estados Unidos, que su experimento se basa en una "suposición ". En el laboratorio un cromosoma artificial entró en las células de cultivo, además añadió la proteína que caracteriza a los cromosomas normales, que es la " cromatina ". El cromosoma artificial se incorporó como si fuera parte de él. Sin embargo, todavía no se sabe si éstos genes podrían funcionar correctamente en el SER HUMANO.

Científico pide patente para impedir mezcla entre humanos y animales

WASHINGTON (Reuters) -- Un científico pidió en Nueva York la aprobación de la patente de un proceso para desarrollar criaturas que serían parte humanas y parte animales, informó el jueves el diario The Washington Post. El rotativo aclaró que Stuart Newman, un biólogo celular del New York Medical Center, en Walhalla, no pretende crear estos seres, sino evitar que alguien más lo haga.

"Va a obligar a la oficina de patentes a plantearse algunas preguntas algo incómodas", dijo Newman, que colaboró en la fundación del Concilio de Genetistas Responsables.

Newman dijo al periódico que quería provocar un debate nacional sobre la creación de tales seres.

Lo cierto es que, técnicamente, ya existen ratones, conejos, ovejas y vacas que portan genes humanos para elaborar productos que van desde la alfa antitripsina, usada para tratar la fibrosis quística, hasta la

lactoferrina, que puede mejorar el sistema inmune. Ya hay patentes de tales criaturas, conocidas como quimeras. Lo que preocupa a Newman es que la técnica sea usada para hacer crecer a una quimera a partir de células de embriones humanos y animales. Su técnica, descrita en la revista científica Nature, implicaría mezclar células humanas y animales, quizás un chimpancé por su cercanía genética.

Métodos similares fueron utilizados para hacer "geeps", un animal quimérico que es mitad oveja y mitad cabra. Newman dijo al Post que la gente y los simios están más relacionados genéticamente que las ovejas y las cabras.

"Creo que es muy razonable asumir que al menos algunos de ellos llegarían a ser un animal completo", afirmó.

Copyright 1998 Reuters Limited Derechos Reservados

DOSSIER FEMTAA 1998

Los Organismos Genéticamente Manipulados.

Los O.G.M. y la alimentación Humana

LA ALIMENTACION HUMANA

LA ALIMENTACION HUMANA : Es posible que cada día estemos consumiendo alimentos con

O.G.M. sin saberlo, desconociendo los riesgos a que estamos sometidos.

Según Philippe Dejonghe, de " Recherche et Developpement Vandemortele ", de Bélgica, dentro de 10 años entre el 80 al 90% de todos los alimentos humanos estarán compuestos con O.G.M.

Actualmente los O.G.M. están en tomates, maíz, las papas, el tabaco, algodón, la leche, soja, etc. pueden estar en la mantequilla, harina, margarina, el pan, los quesos, el jugo, la salsa, el chocolate, el dulce, el aceite, alimentos para niños, comidas rápidas, platos preparados, en fin, en cualquier comida o bebida.

Hasta ahora las repercusiones de los alimentos con O.G.M. en la salud humana son desconocidas, sin embargo, los científicos reconocen que pueden producir varias alergias.

El 90% de las plantas son genéticamente manipuladas por razones puramente económicas, para el beneficio de sus productores, sin ningún motivo de mejorar la CALIDAD NUTRICIONAL.

El 85% de los europeos evitan consumir alimentos con O.G.M. sin embargo, ellos no saben cuando lo están consumiendo o no.

MANIPULACION VEGETAL.

La manipulación vegetal puede producir bananas con sabor a tomate, cultivar productos tropicales en lugares fríos, ... también se pueden mezclar producción humana en plantas y animales, y viceversa.

Todas las plantas producidas por polen, como la colza ; y otras como el maíz y la soja , con los OGM pueden resistir la herbicida, se defienden de los insectos, son más fáciles para cultivar y dan mayores rendimientos. Hace más de 10 años que especialistas en biología molecular hacen pruebas en sus laboratorios, pero no han determinado cual es su comportamiento para convivir en el ambiente natural.

Las empresas multinacionales se han apropiado de éstos avances de la ciencia para sus lucros y beneficios económicos ; además están provocando una DESLOCALIZACION de la agricultura del tercer mundo a los países industrializados.

Estamos en la mayor revolución agrícola en los últimos siglos.

En Estados Unidos se plantaron 12 millones de hectáreas de agricultura transgénica sólo en el año 1997, que es 10 veces mayor que las plantadas en 1995.

ASPECTOS POSITIVOS

Los O.G.M. tienen aspectos positivos, entre los cuales se pueden citar :

Los productos agrícolas tradicionales que no pueden resistir los insectos, parásitos y plagas en general, serán remplazados por los O.G.M., que son más eficaces a estas calamidades naturales.

El maíz, la banana y otras frutas, podrán producir vacunas más fuertes contra las enfermedades.

Con precios controlados y los riesgos modificados, los productos alimentarios producidos con O.G.M. podrán enfrentar los problemas actuales de la seguridad alimentaria. La producción agrícola con O.G.M. podrá presentar nuevas variedades de productos alimentarios y con diferentes sabores.

Una manipulación genética es un procedimiento que modifica las semillas, puede transformar los productos, inventar nuevas variedades inimaginables , para que las plantas tengan resistencia a los pesticidas, reduciendo el consumo de éstos.

Productos agrícolas que hasta ahora sólo pueden cultivarse en zonas tropicales como las bananas, caña de azúcar, vainilla, coco, café, té y cacao, podrán ser cultivados en cualquier parte del mundo, eliminando así las riquezas naturales, y los ingresos de exportación de muchos países del tercer mundo como productores agrícolas serán sometidos a ser consumidores de artículos y productos a precios elevados, aumentando la pobreza y la miseria en esos países.

Entre las consecuencias que sufrirán los países pobres podemos citar :

La mayoría de las personas estarán obligados a consumir productos alimentarios con O.G.M . desconociendo el origen de esos productos , sin estar suficientemente orientados de lo que están

consumiendo , pudiendo producirles enfermedades imprevisibles.

Millones de productores y trabajadores agrícolas perderán su trabajo, pues no podrán competir con artículos producidos con O.G.M. Desde hace varios años en Estados Unidos se produce maíz con O.G.M.

El jarabe de maíz se usa actualmente para endulzar refrescos, bebidas y otros productos que requieren dulces, han sustituido el azúcar de caña, industria que se ha arruinado en los países pobres y ha dejado a miles de trabajadores " azucareros " en el desempleo.

Los países desarrollados tendrán el monopolio de la producción agrícola.

JAPÓN Y Alemania pueden producir VAINILLA, de esencia de pino, lo cual deberá sin empleo a más de 50.000 trabajadores agrícolas de MADAGASCAR, que viven actualmente de esa producción.

Con la utilización de cacao con O.G.M. o con la grasa vegetal como sustituto del cacao natural para la elaboración de chocolate, quedarán sin trabajo más de 10.000.000 de trabajadores agrícolas de AFRICA DEL OESTE. Inglaterra está produciendo QUININA con O.G.M. lo que afecta a miles de trabajadores en INDONESIA. Varios productos agrícolas, como el cacao, hasta ahora sólo se pueden cultivar en el corredor de 10 grados al norte y el sur del Ecuador, donde está el clima y el suelo natural adecuado para su cultivo. Sin embargo, con los O.G.M. todos los productos podrán ser cultivados en cualquier parte del mundo. Las diferencias genéticas de las plantas sólo pueden ser conocidas en los microscopios, para poder identificar los eslabones del ADN, por lo tanto existe un margen más elevado para los errores experimentales.

MANIPULACION EN LOS ANIMALES.

Actualmente los Norteamericanos han invadido al mundo con leche de vaca con HORMONAS, que aumenta la producción en un 25%... pero arruina al 30% de los pequeños productores agrícolas. Las vacas que son alimentadas con HORMONAS producen bacterias que luego son consumidas por los seres humanos . Aunque un Comité mixto de la FAO y la OMS han afirmado que la leche de vacas con HORMONA SOMOTOTROPINA BOVINA conocida como el BST, que sirve para aumentar la producción de leche , no hace daño a la salud humana.

El caso de las " VACAS LOCAS ", es la consecuencia de los alimentos que consumen los animales, que luego son trasladados a los seres humanos.

Hay que tomar en consideración que los seres humanos consumimos tanto la leche y sus derivados como la carne vacuna.

170.000 " vacas locas " han aparecido en Inglaterra ; 251 en Irlanda, 78 en Portugal ; 33 en Francia ; 6 de Alemania . Ha pesar de todas las medidas de higiene que ha implementado la Unión Europea.

COMO AFECTAN AL MEDIO AMBIENTE ?

Una de las realidades de los O.G.M. es la comprobación de que esos productos degradan el medio ambiente y se presume por lo tanto que afectan al consumo humano.

Los efectos comprobados ante el medio ambiente son :

LAS MALAS YERBAS. La diseminación del polen en las malas yerbas las hacen también más resistentes a los herbicidas y a los insectos, por tanto más resistentes a todos los tratamientos.

LAS ABEJAS que consumen polen de plantas transgénicas disminuyen su vida a una tercera parte.

El 14 de marzo de 1998 la Federación de Sociedades Suizas de Apicultura (FSSA) denunciaron las consecuencias del genio genético, que modifican el equilibrio de la naturaleza, cuando afectan a las abejas, por la " polinización " de las plantas con O.G.M.

LAS SIEMBRAS. Donde se ha sembrado una planta transgénica, se hace improductiva a otro tipo de cultivos.

LOS PECES. Los peces transgénicos son más PREDADORES que los otros, para alimentarse eliminan otras especies diferentes a las actuales.

LOS ANIMALES. Todos los animales modificados genéticamente transforman el ambiente donde se desarrollan, es un atentado imprevisible contra la naturaleza.

EL ECOSISTEMA. No existen predicciones sobre como pueden los OGM cambiar el ecosistema, sin embargo, ahora conocemos los efectos de " EL NIÑO ", que está cambiando considerablemente el sistema natural, afectando personas y naturaleza, pero poco se ha estudiado a fondo sobre el origen de éste

fenómeno, que ha cambiado la climatología, y ha hecho daños a miles de personas, al ecosistema y a la producción agrícola.

EL 30% DE LAS ABEJAS QUE CONSUMEN POLEN DE PLANTAS CON ORGANISMOS GENETICAMENTE MANIPULADOS (O.G.M.) MUEREN EN POCOS DIAS .

Apuntes Transgénicos

Riesgos de los alimentos transgénicos

1. Sustancias empleadas en tratamientos de animales para mejorar la producción.

Yo no las incluiría aquí, pero los ecologistas si lo hacen. El mejor ejemplo, muy usado en USA (no en la UE, mas por razones económicas que por otra causa) es la hormona de crecimiento bovina recombinante utilizada para aumentar la producción de leche. En este caso, deberíamos evaluar los riesgos para el consumidor (paso de hormona a la leche) y para los animales en los que se utiliza. Yo los considero despreciables. No hay riesgos ecológicos.

2. Sustancias empleadas en la industria alimentaria, obtenidas en microorganismos por técnicas de DNA recombinante.

Por ejemplo, la quimosina (cuajo) recombinante. Usada ya en la UE para fabricar queso. Tiene problemas burocráticos (denominaciones de origen) pero no problemas ecológicos ni riesgos para el consumidor.

3. Animales transgénicos que tengan en su leche una proteína humana, menos lactosa, etc.

No hay ninguno aún comercial, que yo sepa. Ni riesgos ecológicos ni riesgos para el consumidor.

En estos tres casos no se liberan organismos al medio ambiente. Una vaca no es un organismo que pueda "polinizar" sin control a nadie, y en los otros casos solamente se comercializan las sustancias puras obtenidas. No hay que considerar pues transferencias de genes, resistencias antibióticas, etc.

4. Vegetales transgénicos con tecnología RNA antisentido.

En este caso, el vegetal deja de fabricar una proteína suya, pero no fabrica nada nuevo. Por ejemplo, el tomate *Flavr Savr*, comercializado en USA, y creo que ya en Inglaterra también.

No hay riesgos ecológicos por el vegetal (sí pasara el gen a otra planta, no le serviría de nada, al no tener la misma secuencia de mRNA para hibridar, y aunque la tuviera, pues simplemente el fruto se aprovecharía más despacio). No hay riesgos para el consumidos, ni siquiera de alergias marginales.

En este caso solamente nos queda el asunto de los genes de resistencia a antibióticos. Hasta ahora tampoco veo yo ningún riesgo socioeconómico de monopolios, abusos multinacionalizadores y demás.

5. Vegetales con un gen de resistencia a herbicida, que no se consumen directamente por las personas.

La soja de marras. Riesgos ecológicos teóricos de transmisión de la resistencia al herbicida sí:

- a)– Donde se cultiva existen plantas semejantes
- b)– Si tenía algún interés utilizar el herbicida para eliminar la planta salvaje.

La condición a) no se produce en Europa. La b) se les olvida, curiosamente, a todos los ecologistas que hasta hace unos días no querían ni ver a los herbicidas.

Nota: el gen no ha salido de la nada, sino de otra planta salvaje, creo que de la familia de las petunias.

6. Vegetales con gen de la toxina de Bt, que no se consumen directamente por las personas.

El maíz de la guerra de Greenpeace. Riesgos ecológicos:

- a) Transmisión de resistencia. Solo si donde se cultiva existen plantas semejantes, lo que no sucede en Europa.
- b) Aparición de insectos resistentes a Bt. Posible, pero menos probable que con el uso indiscriminado de la toxina propugnado por la "agricultura biológica"
- c) Destrucción de insectos beneficiosos. Escandalosa y malintencionada mentira. Esto si puede suceder si se usa la toxina de Bt a voleo. Si está en el maíz, hay que comérselo antes, y ningún insecto que come maíz es "beneficioso", al menos para el agricultor.
- d) Toxicidad para otras formas de vida. No, porque la toxina de Bt no afecta a aves, mamíferos, etc., que se puedan merendar el maíz, o los insectos afectados (lo que no se puede decir de los insecticidas convencionales, que de pronto pasan a ser los "buenos" de esta película.
- e) Posible perjuicio a insectívoros (murciélagos, aves, etc.): Ninguno depende exclusivamente de los comedores de maíz, y los demás insectos se verán menos afectados que con sistemas químicos. Mas que perjudicial, beneficioso comparado con los plaguicidas químicos.

En los casos 5 y 6 no existe riesgo para el consumidor de ningún tipo. Lo que comemos es almidón, lecitina, glucosa, etc., que no contiene proteínas (no hay riesgo de alergias) ni DNA (ni de transmisión de resistencias a antibióticos). Existe el riesgo teórico de paso de resistencias a antibióticos en el tubo digestivo de los rumiantes cuando se utilizan como pienso.

Nota al margen. Las resistencias antibióticos, para trasmitirse eficazmente precisan dos condiciones:

- Que se trasmitan.
- Que exista una presión selectiva favorable, es decir, que esté presente ese mismo antibiótico. La segunda condición se olvida casi siempre.

7 Vegetales con un gen extraño, el que sea, que se consumen como tales.

No hay ninguno comercial. Serían patatas, frutas, etc., con genes de cualquier tipo. Aquí, además de los riesgos ecológicos de transmisión del gen (con las debidas condiciones para que sea posible, no hay

patatas salvajes en Europa), o de la resistencia a antibióticos (también ya en humanos) deberíamos considerar.

- Aparición de alergias. Una proteína nueva aumenta la alergenicidad, teóricamente al menos. El aumento es en realidad casi despreciable (pongamos un 1 por mil mas de lo que ya existía), y solamente en alimentos crudos.
- Aparición de toxicidad. Puede ser importante, y exige un examen minucioso antes de comercializar el producto.
Son los que tienen mas riesgos, pero son también los mas prometedores, científica y socialmente, si se desarrollan adecuadamente. INVESTIGACION PUBLICA YA!!!

8. Bacterias, levaduras, etc., utilizadas en fabricación de alimentos (pan, cerveza, yogur etc.), a las que se les coloca el gen de un enzima de otra.

Se está trabajando en ello, incluyendo grupos españoles. Creo que no hay ninguna todavía comercial. Antes de "soltarlas" deberían llevarse a cabo controles estrictos de seguridad. La mayor parte de este tema está en manos públicas, por lo que la sensatez parece estar garantizada.

Los casos 5 a 7 se prestan además a situaciones de abuso poder por parte de empresas multinacionales, especialmente en el caso de las parejas resistencia/herbicida. No creo que más que lo que sucede con el petróleo, pero eso es otra historia, y yo no soy economista.

POR ETIQUETAR QUE NO QUEDE

Consideraciones previas

La existencia del ser humano, como ente biológico, tiene únicamente dos fines: alimentarse y reproducirse. Y en rigor, solamente reproducirse. Lo que sucede es que le resulta indispensable alimentarse antes de hacerlo. En España al menos, estas dos premisas se han olvidado por completo, y así resulta que en las diversas etapas de la enseñanza en ningún momento se imparten "clases" ni de alimentación ni de reproducción. No puede negarse, pongamos por caso, que puede que sea importante saber que fue "*El compromiso de Caspe*", pero sucede que el día tiene 24 horas. De ellas, algunas se destinan – en los niños/adolescentes– a enseñanza obligatoria. Pues bien; parecería lógico pensar que estas horas se distribuyeran comenzando por tener en cuenta lo "indispensable", le siguiera lo "menos indispensable" y, finalmente "lo prescindible".

Entre nosotros no se hace nada de esto. ¿Como se cambia una bombilla en casa?, ¿Que quiere decir margarina 3/4? ¿Es dañino el colorante E-123? ¿Es recomendable el parto bajo el agua?, y así mil preguntas mas de las que al terminar el bachillerato no se tiene ni idea.

Esto conduce, entre otras cosas, a que los "ciudadanitos" y los "ciudadanos" no sepan en su inmensa mayoría que las etiquetas de los productos alimenticios están ahí para algo, aparte de para reproducir falsas fotografías de lo que hay dentro del sobre, lata o envase. Ya no se trata de que sepan por que la "energía" que va a suministrar aquel alimento se expresa, a la vez, en kilocalorías y en kilojulios, por ejemplo, sino de que entiendan que "caramelo" en una coca-loca no es un caramelo, sino una definición técnica..... Pero ca... En España seremos/serán/son capaces de montar un cirio por un quítame allá esa "religión" y ponme una "ética" u otra alternativa en la enseñanza, pero en cambio se permite que la gente llegue a morir sin saber, por ejemplo, que la miel es mas cariogénica que el azúcar, o que existe algo que se llama higiene de la reproducción.

En consecuencia, mi opinión es que la etiqueta de los productos alimenticios – y a las encuestas, todo y que no se hasta que punto son fiables, me remito– sirve actualmente para muy poca cosa.

¿Las lee el ciudadano? Y de hacerlo, ¿sabe lo que quieren decir? Por otra parte, la Administración se muestra cada vez mas tolerante en este asunto: productos importados de otros países de la UE (o de terceros, como Sudamérica o China) sin especificaciones en castellano; conservas y bebidas que transgreden aquello de que la información principal debe estar situada "en un mismo campo visual" (son infinitos los productos en los que se indica algo así como: "Fecha de caducidad y lote..... ver el tapón, el fondo de la lata, etcétera"). Otros que, incumpliendo flagrantemente el Código Alimentario en vigor "ayudan a cuidar tu colesterol" o que son una panacea porque "es agua ligera", etcétera. La Administración prefiere no darse por enterada.

Por tanto, si el ciudadano – estoy hablando siempre del español, todo y que el caso puede extrapolarse con mayores o menores matizaciones a toda Europa, América, etcétera– ni sabe para que sirve una etiqueta, ¿que utilidad tiene que esta indique no se que de transgénicos, si solo ha oído/visto transgénicos al ver una foto en un diario que "explica" que los grinpises de turno han impedido la descarga de soja transgénica ("tenia un 2% de transgénicos" dicen los analfaecologistas...) en el puerto de Barcelona?. De todas formas, una cosa es lo que yo piense y otra la legislación en vigor. Por eso, allá vamos...

Prudencia aproximativa

Meterse a saco en la legislación europea comunitaria es tanto como decir que uno puede morir en el intento, sobre todo si a este uno le repele la burocracia. De todas formas, en el caso concreto del etiquetado de productos alimenticios modificados genéticamente (atención: otra cosa, que va por su parte, es la legislación sobre organismos manipulados genéticamente y/o su liberación al medio ambiente), aun es posible conocer todo lo dictado sin caer en una depresión de la que ni los mas modernos ISRS pueden sacarte.

En efecto: hasta el día de hoy, 8 de mayo de 1999, al menos, sólo están en vigor dos Reglamentos. Había un tercero que, como se dirá, ha sido derogado.

Dos Reglamentos "fetén"

Conscientes (es un decir) los miembros del Parlamento europeo, de la Comisión y del Consejo de ministros comunitarios de la importancia de etiquetar debidamente los "nuevos alimentos" (así en general), el 27 de enero de 1997, el Parlamento y el Consejo aprobaron el "Reglamento (CE) núm. 258/97 sobre Nuevos Alimentos y Nuevos Ingredientes Alimentarios" (Diario Oficial de las Comunidades Europea, DOCE, L-43, de 14 de febrero de 1997). Para resumirlo: se establecen las normas que deben seguir los "nuevos alimentos" (del tipo que sean, transgénicos o no), para poderse comercializar en la UE. Este Reglamento no es necesario que sea incluido – vía BOE– en la normativa española/otro país, porque, automáticamente, su publicación en el DOCE lo hace entrar en vigor en el plazo que se indique.

Algunos meses después (19 de setiembre de 1997), se establecía otro Reglamento (1813/97) que "acondicionaba" el anterior, porque, lo cierto es que ni dios se entendía (no creo que actualmente lo hayan conseguido) en lo que a transgénicos se refiere. Mas aun: en virtud de otra normativa muy anterior ciertos alimentos transgénicos ya podían "circular" por Europa.

Finalmente, teniendo en cuenta este detalle que se les había escapado (¿?), y pensando, pensando, alguien de la Comisión dio en descubrir que el 1813/97 se "quedaba corto" y, de alguna manera, no "contemplaba" ni el maíz ni la soja que ya campaban legalmente por sus anchas en el mercado europeo (no necesariamente como alimento para personas). Así que, toma, otro Reglamento: el 1139/98, de 26 de mayo de 1998 (DOCE, L-159, de 3 de junio de 1998), para ceñirse mas a la realidad maicera y sojistica imperante. Y, además, para derogar el Reglamento 1813/97.

En definitiva, y para no matar de pena: en la actualidad son de aplicación, por lo que a etiquetado de alimentos transgénicos destinados al consumo humano se refiere, los 258/97 y 1139/98. Es este ultimo, por su propio diseño, el que más nos afecta. Y, en particular, lo que se establece en su artículo 2, aunque es recomendable leerse todo, así como el 258/97. Debe tenerse presente que tratan, sobre todo, de lo referente a productos derivados del maíz y de la soja transgénicos.

En síntesis, el Reglamento 1139/98 viene a decir como es preciso etiquetar los alimentos transgénicos, y, a la vez, que no deben tener un "etiquetado especial" aquellos productos que si bien se han obtenido de algún vegetal transgénico, es técnicamente imposible que contengan ADN – "transgénico" o proteína/ proteínas – "transgénicas". Seria el caso del aceite de soja, por poner un ejemplo que cito Miguel Calvo, de Zaragoza. Dice exactamente así el apartado 1 del artículo 2:

"Los productos alimenticios especificados (n de r: por tal deben entenderse los indicados en el punto 1 del artículo 1: "El presente Reglamento (1139/98) se aplicará a los alimentos e ingredientes alimentarios destinados a ser propuestos como tales al consumidor final – denominados en lo sucesivo "productos alimenticios especificados" – fabricados, total o parcialmente a partir de semillas de soja modificadas genéticamente contempladas en la Decisión 96/281/CE o maíz modificado genéticamente contemplado en la Decisión 97/98/CE)" estarán sujetos a los requisitos específicos adicionales en materia de etiquetado que establece el apartado 3

(y en ese apartado explica que debe decirse que se han obtenido de maíz o soja genéticamente modificados, etcétera), para añadir en el apartado 2 del artículo 2 que:

"No obstante, los productos alimenticios especificados en los que no haya presencia de ADN ni de proteína derivados de la modificación genética, no estarán sujetos a los requisitos específicos adicionales en materia de etiquetado".

Es decir: no deben tener etiqueta "especial"/"complementaria" al no tener rastro de ADN– transgénico ni de proteínas – transgénicas. Es el caso de la lecitina indicada...

Y, como consecuencia, y para evitar malas interpretaciones y controversias, sobre todo porque los 15 de la UE tienen establecidos como "oficiales" sistemas a veces distintos entre sí para "descubrir" si un ADN o una proteína en concreto son transgénicos o no, en el propio artículo 2, apartado 2, punto 2, se agrega: "Se establecerá una lista de productos no sujetos a los requisitos específicos adicionales, conforme al procedimiento establecido en el artículo 17 de la Directiva 79/112/CEE, que tendría en cuenta los avances técnicos, el dictamen del Comité de Alimentación y cualesquiera otros informes científicos convenientes".

Esta lista, que viene a ser la verdadera madre del cordero, NO ESTA TODAVIA REDACTADA (a 8 de mayo de 1999, al menos). Debe establecerse en base a lo que diga el Centro Común de Investigación que sobre estos temas tiene la Unión Europea en la localidad italiana de Ispra ("el Ispra" que suelen decir los euroburócratas).

EN DEFINITIVA Y COMO RESUMEN, que al final me voy a liar yo mismo:

1.– El etiquetado de los derivados de productos transgénicos, Y PARA TODA LA UNION EUROPEA, debe contemplar las normas generales de etiquetado de alimentos y, además, lo establecido en los Reglamentos 258/97 y 1139/98. No es preciso que existan normas legales nacionales específicas, porque esos Reglamentos son totalmente vinculantes.

2.– En algunos de esos alimentos ya se sabe que, técnicamente, no puede hallarse ADN ni proteínas transgénicos, mientras que en otros puede haber dudas. El artículo 2.2. del Reglamento 1139/98

establece que debe hacerse una lista con todos ellos, para saber quien es quien. Y, claro está, a los que resulten positivos, aplicarles el etiquetaje correspondiente...

3.- La lista no esta actualmente hecha. Por lo tanto, los industriales pueden hacer, hoy por hoy, lo que quieran. O casi... Esta claro que la Administración no les va a multar/sancionar, porque ella misma es la responsable de que desde el 3 de junio de 1998 en que apareció (el 1 de setiembre de 1998 entraba en vigor total) lo de la "lista" en el DOCE, aun hoy no se haya redactado. Se trata, por tanto, de confiar en la "buena voluntad" de los industriales. Por ejemplo: los de Artiach-Nabisco, y por aquello de curarse en salud, indican, en algunas de sus galletas, que contienen almidón de maíz transgénico. (Para mí que no deberían hacerlo, al tratarse de almidón seleccionado y muy purificado, hasta donde yo sé; pero no voy a quejarme porque lo hagan...).

4.- ¿Cumplen todos los industriales esta normativa sobre etiquetado? No lo se, pero me parece que si. Me explico: algunos grupos de la confederación conocida como "Ecologistas en acción" se han "especializado" en descubrir alimentos con derivados de maíz y soja transgénicos. Y, por el momento, solo han clamado contra Artiach-Nabisco (y eso que estos lo dicen en la etiqueta...). Si hacemos caso de esta fuente informativa/deformativa, solo se conoce este caso. Podría darse la circunstancia de que hubiera más, pero ya se ha dicho en que estado está lo del apartado 2 del artículo 2, lo que permite a todo quisque hacer lo que "buenamente entienda por adecuado" (!).

Control de calidad de alimentos y fármacos

Alimentos transgénicos: las semillas de la ira

Defendidos por unos y odiados por otros, pronto serán inevitables

Hace apenas dos meses la prensa de todo el mundo se hizo eco de un alarmante estudio publicado la revista Nature: el polen de un tipo de maíz transgénico resultaba mortal para la mariposa monarca. Los biólogos de la Universidad de Cornell, en Estados Unidos, confirmaron que el polen del maíz transgénico Bt, resistente a la plaga del taladro, que se comercializa en

Estados Unidos y en Europa, no sólo resultaba mortal para los insectos dañinos: también lo era para las larvas de esta mariposa.

Un día después de que se conociera el asunto de las mariposas monarca, la Unión Europea decidió paralizar la aprobación de nuevos tipos de maíz transgénico debido a las dudas que se habían suscitado sobre su seguridad. Los ministros de Medio Ambiente de los países de la UE decidieron no autorizar la comercialización de nuevas sustancias modificadas hasta la entrada en vigor de normas comunitarias más estrictas para el control de este tipo de productos. El ministerio galo de Medio Ambiente fue más lejos y anunció que en dos años Francia abandonará definitivamente el cultivo de maíz transgénico por los peligros que estos productos pueden suponer para el medio ambiente y, en definitiva, para el ser humano.

La actitud de los países europeos contrasta con la de Estados Unidos, donde los alimentos derivados de la biotecnología están más desarrollados y son aceptados por la población. El sector agrario de aquel país ha acogido con los brazos abiertos este tipo de cultivos por las ventajas que suponen. El Departamento de Agricultura estadounidense calcula que el año pasado perdió 270 millones de dólares solamente en el comercio del maíz debido a los bloqueos europeos a la importación, y se espera que la medida adoptada por la Unión Europea supondrá pérdidas millonarias durante este año.

Teniendo en cuenta que una cuarta parte del maíz producido en Estados Unidos procede de cosechas modificadas, el asunto es preocupante. En un lado de la balanza se sitúa el beneficio que para la agricultura tiene el uso de estas semillas que evitan cuantiosas pérdidas por su resistencia a la plaga del taladro; y en el otro lado, figuran las dudas que existen sobre la seguridad de los alimentos modificados

genéticamente, alentadas por este tipo de noticias.

Lo cierto es que los cultivos transgénicos son difíciles de controlar. Las empresas que compran semillas genéticamente modificadas suelen mezclarlas con las tradicionales –no modificadas–, con lo que distinguir entre unas y otras es casi imposible. Las empresas alegan en su descargo que es muy difícil mantenerlas separadas por el elevado coste en infraestructuras y en transporte que ello supondría. Por esta razón, los productos terminados generalmente contienen mezclas. La ambigüedad del etiquetado tampoco ayuda a saber cuál es el origen de los productos, con lo que el consumidor no sabe al final qué es realmente lo que está comprando.

Hibridación

Uno de los más importantes riesgos medioambientales que acarrearán los cultivos manipulados es que, una vez cultivadas las semillas, aparezcan híbridos entre esas plantas transgénicas y otras salvajes, pero de la misma familia, situadas en sus inmediaciones. No sería extraño que estas nuevas plantas incorporasen la propiedad artificial, como la resistencia a algunos herbicidas.

Otro problema que plantean los grupos ecologistas ante las prácticas de la biotecnología es que los productos manipulados pueden estar contribuyendo al aumento de la resistencia a los antibióticos registrado desde hace unos años en todo el mundo.

El problema sería que algunas multinacionales introducen genes marcadores de resistencia a ciertos antibióticos en las células madre para comprobar rápidamente y a gran escala que su manipulación ha tenido éxito. Con ello, según advierten estos grupos, se está provocando el fenómeno generalizado de la resistencia a los antibióticos.

Mientras entre la población surgen y crecen las dudas sobre la seguridad de los alimentos resultantes de la biotecnología, los científicos insisten en señalar que por el momento nadie ha podido demostrar que estos alimentos sean malos para la salud y que ninguna persona ha enfermado o desarrollado problemas por consumirlos.

También apoyan sus tesis señalando que todos los alimentos comercializados en Estados Unidos, Australia y Europa han pasado estrictos controles sanitarios que avalan su seguridad.

Además, las multinacionales que se dedican a la producción de variedades genéticamente modificadas señalan que sus productos suponen un importante aumento de las producciones y son considerablemente más respetuosos con el medio ambiente al posibilitar una reducción del número de tratamientos con productos químicos como herbicidas e insecticidas.

La Food and Drug Administration (FDA), la agencia encargada de regular y controlar los alimentos y los fármacos en Estados Unidos, establece unos requisitos que deben cumplir los alimentos nuevos que llegan al mercado para conseguir su aprobación.

Los nuevos genes tienen que estar bien caracterizados, no codificar ninguna sustancia peligrosa y ser fácilmente manipulables. Además, las plantas transgénicas no pueden contener niveles de sustancias tóxicas por encima de lo que tolerable. De ninguna forma los nuevos alimentos pueden ser diferentes en su composición nutritiva ni en la biodisponibilidad de los nutrientes para el organismo. La FDA también establece que si en el alimento transgénico se han insertado genes de otras plantas con conocida capacidad antigénica, los productores deben minimizar la expresión de la proteína potencialmente peligrosa.

En lo relativo a la resistencia a los antibióticos, la FDA considera que la posibilidad de que tal resistencia se desarrolle y de que ciertos antibióticos sean ineficaces en caso de infección es muy remota, ya que la transferencia de un gen de un alimento a una bacteria intestinal es un hecho desconocido.

En España

Los controles establecidos por la FDA no sólo afectan a Estados Unidos, ya que los productos genéticamente modificados también se cultivan y comercializan en muchas otras partes del mundo.

Debido a la enorme expansión y al escaso control de estos productos en España, el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) acaba de inaugurar el primer laboratorio que se dedicará a analizarlos y a identificarlos para garantizar la seguridad de los consumidores.

Hasta ahora, el Ministerio de Agricultura ha inscrito en el Registro de Variedades Comerciales dos tipos de semillas de maíz transgénico, aunque por el momento sólo se ha sembrado una de esas variedades.

Según datos facilitados por la Comisión Europea, actualmente este tipo de alimentos se cultivan experimentalmente en Andalucía, Asturias, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Extremadura, Madrid y Valencia. En Navarra y Zaragoza ya hay cultivadas 20.000 hectáreas de maíz transgénico resistente a las plagas de taladro para su uso comercial.

Otros alimentos como la soja o la colza tienen autorización para comercializarse pero no para cultivarse, por lo que se importan de Estados Unidos. En el cuadro de esta página se muestra qué cultivos transgénicos, experimentales o comerciales, están autorizados en España.

Estos productos se destinan fundamentalmente a consumo animal, lo que supone una vía de acceso de los productos modificados a la cadena alimentaria humana por medio de la leche, los huevos o la carne de los animales que los consumen. Por lo tanto, este tipo de alimentos y sus derivados están mucho más extendidos de lo que se pueda imaginar. En 1998 se plantaron en todos el mundo 33 millones de hectáreas de cultivos transgénicos: el 88 por ciento en Estados Unidos y Canadá, el 6 por ciento en Asia, un 6 por ciento en Hispanoamérica y un porcentaje muy pequeño en Europa.

Actualmente, en todo el mundo se comercializan más de 50 variedades de plantas transgénicas. Las estimaciones señalan que entre 10.000 y 30.000 productos que se venden en los comercios europeos contienen soja transgénica: margarinas, cervezas, chocolates, repostería, alimentos infantiles, productos dietéticos, etc.

En fin, una lista interminable y muy difícil de identificar por las vaguedades con que estos productos se identifican en las etiquetas de los alimentos. Pero los productos transgénicos no sólo suponen quebraderos de cabeza y confusión entre los consumidores. En la otra cara de la moneda están los agricultores que deciden comprar estos productos para mejorar la rentabilidad de sus cosechas. Es indudable que si se producen alimentos transgénicos es porque a quien los produce le resulta muy rentable, pero no es oro todo lo que reluce: sólo hace falta una prueba para demostrarlo.

Hace poco más de un mes se conoció esa prueba: Monsanto, la más importante empresa biotecnológica del mundo, obliga a los agricultores estadounidenses que compran sus semillas a renunciar a salvar lo mejor de una cosecha para el año siguiente, una costumbre que el hombre practica desde que descubrió la agricultura. De este modo, la multinacional se asegura el mercado año tras año.

Policía genética

La Fundación para el Avance Rural (RAFI) ha denunciado la existencia de una suerte de policía genética que vela por que los agricultores no guarden semillas transgénicas y que, de este modo, los intereses de Monsanto no se vean perjudicados. Pero, según han señalado portavoces de la citada asociación agraria, en muchos casos es imposible controlar la procedencia de las semillas que crecen en un campo. Puede que el polen procedente de un campo cultivado con maíz transgénico pase a los campos vecinos, produciéndose de este modo un híbrido transgénico. Y esto puede no ser más que el inicio.

La llegada de una nueva tecnología llamada Terminator puede ser bastante más grave. Consiste en incapacitar genéticamente una semilla para germinar. Se consigue introduciendo tres genes que en el momento adecuado impulsan la producción de una toxina esterilizante en la semilla. De este modo se obliga al agricultor a comprar las semillas cada año al comienzo de la cosecha.

El asunto es bastante grave: la agricultura supone el 65 por ciento de la economía mundial y, según los expertos, en el año 2005 el 25 por ciento de los cultivos de todo el mundo serán transgénicos. La venta de semillas genéticamente modificadas es un negocio creciente, por lo que hay muchos y sustanciosos

intereses en juego. Y como señalan desde Monsanto, nadie obliga a los agricultores a comprar sus semillas, y quien lo haga ha de atenerse a las condiciones del contrato.

La moratoria de facto europea puede frenar temporalmente la expansión de estos cultivos, pero si no surgen nuevos problemas o si los científicos no encuentran efectos secundarios para la salud, el empuje del mercado y las ventajas de los transgénicos acabarán por imponerse.

La biotecnología: una práctica ancestral

La biotecnología consiste en la utilización de seres vivos o parte de ellos para modificar o mejorar animales o plantas o para desarrollar microorganismos. El hombre lleva miles de años utilizando estas prácticas para mejorar su alimentación, aunque los métodos actuales han cambiado radicalmente las formas y la eficacia. La primera vez que se usó algo parecido a lo que hoy se entiende por biotecnología fue para producir bebidas alcohólicas. Los responsables de esta primera gran melopea biotecnológica fueron los babilonios, hacia el año 6.000 antes de Cristo. Y en el año 4.000 a C. los egipcios recurrieron de nuevo a esta técnica para producir pan y cerveza. Mil años después, en Oriente Medio se usó la forma primitiva de la biotecnología para conseguir la fermentación de la leche en forma de queso y de yogur, logro que franceses y suizos, hoy reputados maestros queseros, tardaron 4.000 años más en conseguir; también el vinagre se obtuvo por este medio en Egipto 400 años antes de Cristo. Las aplicaciones de la biotecnología han hecho posible los descubrimientos de Pasteur y las leyes de la herencia genética de Mendel. El primer medicamento producido por ingeniería genética se comercializó en 1982, y la primera patente sobre un animal transgénico, un ratón, se registró en 1988. Y quién sabe el camino que queda por recorrer...

DEFENSA DEL CONSUMIDOR/ FRANCIA:

Preocupación por alimentos transgénicos

PARIS, ago (Consumers International-IPS) La mayoría de los habitantes de Francia manifestó estar inquieta por el consumo inadvertido de alimentos modificados genéticamente, de acuerdo a dos estudios realizados en los últimos dos meses.

Una encuesta hecha en julio por el Centro de Investigación de Estudios, Documentación y Observación de las Condiciones de Vida reveló que 88 por ciento de los consultados está preocupado por los eventuales riesgos a los que están expuestos por consumir alimentos transgénicos sin saberlo.

Paralelamente, el centro de ensayos del Instituto Nacional del Consumo informó que luego de una análisis realizado a 45 productos fabricados en base a soja y maíz se descubrió que nueve de ellos contenían elementos genéticamente modificados.

El centro también explicó que en ninguno de los etiquetados de esos productos se mencionaba la situación, lo que produjo un fuerte malestar e hizo saber que no aceptará más que se burle el derecho de los consumidores a ser informados.

Una reunión del Comité respectivo del Códex Alimentarius, encargado de establecer las normas internacionales sobre etiquetado de productos alimentarios, impidió que sea obligatorio informar en el etiquetado si contienen o no insumos transgénicos.

En este encuentro, realizado en mayo en Ottawa, los representantes de la industria alimentaria y los delegados de Estados Unidos, Brasil, Canadá, Nueva Zelandia y Australia se opusieron a fijar un etiquetado obligatorio para esos productos.

Por su parte, las delegaciones de India y Noruega respaldaron

el derecho de los consumidores a la información, pero quedaron en minoría.

En el Códex y sus comités están representados los gobiernos de los países que forman parte de la Organización Mundial de la Salud y del Fondo de Naciones Unidas para la Agricultura. (FIN/Consumers International-IPS/98). (CREDOC)

CUALTIVACIÓN DE PRODUCTOS TRANSGÉNICOS

DUEÑAS (PALENCIA).– Aquí se cultivan transgénicos. A primera vista nadie lo diría. Si no fuera por los carteles que indican en grandes letras «Maiz Roundrup Ready». Debajo, un logotipo y el nombre de una empresa: Monsanto.

La gran multinacional, que en 1980 abrió su sede en España, lleva a cabo ensayos de campo, con cultivos alterados genéticamente, en fincas repartidas por toda la geografía española.

Estamos en Dueñas (Palencia). La finca de San Miguel, una enorme propiedad de 600 hectáreas, es una de las pioneras en la colaboración con Monsanto. Su propietario, Ventura Caballero, lleva varios años de matrimonio con la empresa. «Me gusta colaborar con ellos, porque a todas las peticiones que yo hago, acceden. Creo que es beneficioso para el agricultor, para ellos también. Todos salimos ganando», dice.

La colaboración es sencilla: el agricultor presta parte de su finca y allí cultiva alimentos alterados genéticamente. A cambio: son remunerados, por lo que dejan de plantar, y se enteran de todas las novedades antes siquiera de su aprobación en el mercado.

Es probar insisto, antes que nadie, productos que todavía tardarán un tiempo en estar en nuestras tiendas. El sistema de los ensayos de campo es harto complicado. Toda una odisea desde que un gen se aísla en un laboratorio para aplicarlo después a un cultivo hasta que éste llega a la boca humana.

Jaime Costa es director técnico de Monsanto en España. Explica los pasos que se requieren para llevar a cabo un ensayo de campo: «En primer lugar, hay que presentar datos sobre la transformación genética que se ha llevado a cabo y demostrar que se conocen las consecuencias. Con esa información, la Comisión Nacional de Bioseguridad, formada por 34 expertos, da su visto bueno. A continuación, informan a las comunidades autónomas donde se han solicitado los ensayos para que éstas decidan si los autorizan o no».

«Si lo hacen, normalmente imponen unas condiciones. En este caso, por ejemplo, no puede haber maíz natural a 200 kilómetros a la redonda», explica. Y, una vez que se ha ensayado, ¿qué tiene que ocurrir para que se autorice el consumo? Para Costa, el proceso en la UE es largo.

En Estados Unidos, apenas tardan seis meses desde que se ve la idoneidad de los ensayos hasta que se autoriza el consumo. En Europa, como poco, tardan dos años, porque aunque se dé el visto bueno a las pruebas, se requiere un periodo de seguimiento para ver si afectan al medio ambiente.

Costa cree que este retraso afecta sobre todo a los agricultores, «que tienen que competir en el mercado con productos americanos o argentinos cuyos cultivos, al ser resistentes a determinadas enfermedades, salen, por tanto, más baratos».

A largo plazo, Costa cree que la laxitud de los permisos afecta también a los consumidores: «Con todas estas regulaciones, no siempre claras, parece que se está diciendo de forma subliminal que las

La empresa Monsanto tiene la esperanza de que la situación se normalice. Equiparan el recelo que provocan las modificaciones transgénicas con el que provocaron en su día todos los grandes inventos.

El mutuo beneficio

Muchos campesinos colaboran con la multinacional en los ensayos de campo cediendo sus parcelas para el cultivo de productos alterados genéticamente. A cambio, reciben una remuneración adecuada a «lo que hubieran ganado si hubiesen plantado allí algo que se pudiera vender», explica Costa. «Yo creo que la controversia despertada por ciertos grupos que dicen lo que dicen es porque no conocen esto lo bastante», dice el agricultor Ventura Caballero.

öööööööö öö ööö öö ööööööööö ö öö ööööööööööööö

[illegible]

41

Las perspectivas de la aplicación de la biotecnología moderna a la cadena alimentaria (producción primaria de alimentos, transformación y conservación) son múltiples, lo mismo que el debate que tiene lugar en todo el mundo. ¿Logrará la biotecnología una producción de alimentos más sostenible a nivel mundial?, y a este respecto, ¿ayudará a cumplir las promesas más recientes de la "revolución verde"?

La respuesta controvertida a esta cuestión se basa en el concepto de "sostenibilidad", cuyo significado está lejos de ser aceptado unánimemente. Una cosecha modificada genéticamente, que es más resistente a factores abióticos y puede dar lugar a rendimientos de producción más altos, ¿está considerada en línea con el concepto de sostenibilidad o debería prevalecer el concepto de que es más importante evitar cualquier riesgo de desequilibrar un ecosistema específico?

Otra cuestión importante es si la biotecnología hará que nuestro suministro de alimentos sea más seguro. La respuesta a esta cuestión se refiere necesariamente al concepto ya mencionado de equivalencia sustancial y también a los principios HACCP. Con referencia a estos últimos es importante, en opinión de los autores, determinar si riesgos nuevos y específicos son intrínsecos a la introducción de alimentos transgénicos o nuevos, su importancia relativa y si la prevención de estos posibles riesgos puede obtenerse efectivamente por medio de "Puntos Críticos de Control" o "CCP". En consecuencia, para cumplir con la Directiva del Consejo 93/43/EEC del 14 de junio de 1993, los empresarios de la industria alimentaria deberían desarrollar, voluntariamente, "guías específicas para una buena práctica higiénica", abarcando actividades de identificación, control y vigilancia importantes para los puntos críticos de la cadena completa del procesamiento de alimentos, desde la preparación a la distribución.

El 5 Programa Marco de la UE (1998–2002) incluye "Salud y Alimentación" entre las acciones clave del Programa Temático *Seres vivos y ecosistema*, que están estrechamente relacionados. Feuerbach dijo una vez que "los hombres son lo que comen", y en este espíritu, una manera más sana de comer puede desempeñar un papel en la mejora de la calidad general de vida. La UE ha elegido proporcionar a sus ciudadanos un "marco permanente" para garantizar un nivel de calidad alimentaria más alto. Para alcanzar este ambicioso objetivo, se podrá hacer uso del desarrollo de tecnologías nuevas, en particular la biotecnología, como una herramienta poderosa, si se utiliza correctamente. El significado de "correcto", en este caso, sólo puede ser decidido por las interacciones de las demandas de los diferentes grupos interesados: consumidores, investigación pública y privada, agricultores, ganaderos y fabricantes de productos alimenticios, políticos, organizaciones religiosas y medioambientales.

Exposición del Problema

1. La orientación de la ingeniería genética hacia productos comercializables ha dado lugar a una creciente preocupación pública por el impacto de la nueva biotecnología, así como por sus repercusiones sociales, y en la seguridad y la salud de las personas. Esta creciente preocupación pública tiene un sólido fundamento científico si se considera el desarrollo de la industria biotecnológica en su conjunto.
2. Especialmente preocupante es el hecho de que la rápida expansión de la biotecnología no haya sido correspondida a nivel oficial por un incremento paralelo de esfuerzos y capacidades institucionales (bien a nivel nacional o internacional), para evaluar, supervisar, reglamentar o controlar la tecnología de ingeniería genética y su aplicación.
3. Muchos de los supuestos beneficios de la ingeniería genética han sido exagerados por quienes propugnan esta tecnología, o bien carecen de una base científica adecuada.

Fisuras en la teoría científica

4. Muchos científicos cuestionan cada vez más la validez científica de las premisas básicas del paradigma sobre el que se asienta la ingeniería genética.

5. Uno de los supuestos fundamentales de la ingeniería genética es que cada uno de los caracteres específicos de un organismo está registrado en forma de código en uno o varios genes específicos y estables, de forma que la transferencia de un gen discreto tiene como resultado la transferencia de un determinado carácter. Este reduccionismo genético llevado a un grado extremo ha sido rechazado por muchos biólogos, dado que no tiene en cuenta las complejas interacciones entre los genes y el medio celular, extra-celular y externo.

6. Es más, la modificación del medio que rodea a un gen puede provocar modificaciones en cadena imprevisibles, que podrían resultar dañinas en términos de seguridad alimentaria o el medio ambiente, por ejemplo.

Como consecuencia de la transferencia de material genético a un huésped lejano, los circuitos de control que actúan de barrera estabilizadora de un gen quedan expuestos a posibles perturbaciones, pudiendo quedar desactivados en el nuevo huésped. Por ello, en un número considerable de casos ha sido imposible predecir las consecuencias de la transferencia de un gen de un tipo de organismo a otro.

7. A la ya de por sí enorme complejidad de cada organismo, que puede frustrar la predicción de resultados, hay que sumar el hecho conocido de que los genomas de todas las poblaciones de organismos son fluidos (sujetos a infinidad de procesos desestabilizadores) de forma que el gen transferido puede mutar, transponerse, o recombinarse

dentro del genoma, e incluso ser transferido a otros organismos u otra especie. La estabilidad de organismos y ecosistemas puede verse perturbada y amenazada.

8. Especialmente preocupante es el hecho de no es posible recuperar los organismos manipulados mediante ingeniería genética (OMGs) que han sido liberados intencionalmente, o que han escapado de su confinamiento, caso de que en un futuro se demostrase que tienen efectos adversos. Algunos podrían migrar, sufrir mutaciones y multiplicarse de forma incontrolable, con efectos imprevisibles y potencialmente dañinos.

Riesgos ecológicos, para la salud, y sociales

9. Varios años de investigación y de análisis han puesto de manifiesto que en la ingeniería genética y en los OMGs hay un enorme potencial de efectos adversos para la salud y el medio ambiente. Los riesgos ecológicos de la aplicación de la ingeniería genética al campo de la agricultura incluyen la posibilidad de que cultivos transgénicos puedan convertirse en malas hierbas nocivas, afectando a los ecosistemas silvestres.

Las plantas manipuladas mediante ingeniería genética para producir sustancias tóxicas que actúen como pesticidas, podrían envenenar otros organismos, además de los que se pretendía eliminar. Es posible que plantas manipuladas mediante ingeniería genética para albergar virus y/o fragmentos de virus puedan facilitar la creación de virus nuevos que originen nuevas enfermedades en las plantas. La ingeniería genética puede favorecer igualmente los monocultivos, y erosionar la diversidad agrícola, amenazando en especial los centros mundiales de diversidad de los cultivos que se encuentran en los países en vías de desarrollo.

10. La diversidad biológica ordenada es la base para la estabilidad ecológica, en la actualidad ya gravemente debilitada, principalmente como resultado de la industrialización global, urbanización y prácticas agrícolas esquilmanes globales. La liberación de OMGs en el entorno podría perturbar radicalmente el modelo dinámico de relaciones funcionales sobre el que se asienta la evolución biológica y la estabilidad ecológica.

11. Existen también graves riesgos para la salud. Algunos OMGs han sido conseguidos utilizando como vectores virus y transposon manipulados artificialmente para conseguir una especificidad menor. Dado que los virus y los transposon pueden provocar mutaciones, los vectores manipulados podrían ser carcinógenos para seres humanos y animales. De la misma manera los alimentos más comunes, tratados con ingeniería genética, podrían convertirse en sustancias peligrosas para el metabolismo, o incluso tóxicas.

12. Las personas con alergias a ciertos tipos de alimentos estarían expuestas a mayores riesgos, dado que alimentos anteriormente inocuos pueden convertirse en alérgicos como resultado de la manipulación mediante ingeniería genética. Los trabajadores del campo, y vecinos de cultivos insecticidas transgénicos pueden igualmente desarrollar alergias a los mismos.

13. La muerte de varias decenas de personas y la mutilación de cientos en Norte América en 1989, tras haber ingerido una tanda de L-triptofan elaborado utilizando bacterias manipuladas mediante ingeniería genética, es un ejemplo de los imprevisibles problemas para la salud derivados del consumo de alimentos producidos con ingeniería genética.

14. Aparte de los riesgos para el entorno y para la salud, es probable que mediante las nuevas tecnologías se produzcan sustitutivos que reemplacen diversos cultivos naturales, con gravísimas repercusiones sociales y económicas en países en desarrollo, así como en algunas comunidades campesinas de los países industrializados.

15. Las nuevas biotecnologías tendrán además graves implicaciones éticas y culturales. La ingeniería genética está suscitando importantes cuestiones éticas, referidas a la alteración, manipulación y propiedad de las diversas formas de vida. El desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la medicina tendrá también un profundo impacto en los valores culturales. El ritmo de crecimiento de la biotecnología es tan rápido que va muy por delante de la capacidad de la sociedad para abordar estas cuestiones éticas y culturales.

Descuido de las normas y directrices de seguridad

16. El tremendo crecimiento de la biotecnología no ha sido correspondido por un desarrollo paralelo de la necesaria infraestructura para educación e investigación en cuestiones de bioseguridad, para evaluación de los impactos de la ingeniería genética, y para reglamentación y medidas de seguridad.

17. Se ha destinado una inversión excesiva de recursos financieros, humanos e infraestructuras a la investigación y formación relacionada con ingeniería genética. La promoción de la ingeniería genética ha alterado radicalmente el equilibrio en investigación y formación en las diversas Ciencias de la Vida,

de forma que el estudio y desarrollo de alternativas tecnológicas han sido disminuidos de forma grave.

Esta tendencia al reduccionismo en las Ciencias de la Vida ha llevado al desmantelamiento de la infraestructura relacionada con otros enfoques científicos más holísticos e integradores, de gran importancia para resolver problemas sociales apremiantes, como la enfermedad y el hambre. Por otra parte, los recursos destinados a la evaluación y estudio de impacto de la ingeniería genética son en general inadecuados, lo que redundo en el descuido de estos aspectos.

18. En la actualidad no hay una ciencia predictiva exacta, ni ecología predictiva exacta capaz de prever el comportamiento y efectos de los OMGs. Los estudios de dinámica ecológica revelan el amplio espectro de comportamientos complejos típico de sistemas en los que se dan complicados acoplamientos y respuestas entre los diferentes procesos. Ello hace que cualquier pronóstico sea inherentemente problemático, y exige un especial cuidado en la deducción de hasta las más inciertas conclusiones. Sin embargo, quienes regulan la biotecnología tienden a no aplicar los conocimientos más avanzados de la ciencia moderna en la evaluación de sus riesgos. El principio de precaución debería ser aplicado de forma estricta, por tanto, a las actividades de ingeniería genética.

19. Hay base fundada para sospechar que quienes propugnan la ingeniería genética están siguiendo una política de ignorancia estratégica, caracterizada por el descuido de normas y consideraciones sobre seguridad, el menosprecio de contribuciones y evaluaciones científicas, y la ocultación de información sobre efectos adversos.

20. La falta de una cultura de la seguridad es extensible también a la política institucional. Incluso en los países industrializados, en términos generales la atención que se presta a la supervisión y evaluación de la investigación y otras actividades relacionadas con la ingeniería genética es inadecuada, mientras que los mecanismos legales, de regulación, y de compulsión en lo que se refiere a seguridad son igualmente deficientes, cuando no inexistentes. 21. La inadecuación de medidas y políticas de seguridad es aún más grave, cuando se reconoce que algunos caracteres de organismos modificados pueden tardar décadas o incluso más tiempo en manifestarse. En la actualidad la observación de OMGs abarca tan sólo unos años. Un organismo declarado seguro en este tipo de evaluación a corto plazo puede posteriormente resultar peligroso.

22. El problema puede complicarse en el caso de transferencias de actividades de ingeniería genética y OGMs, especialmente a países en desarrollo donde la infraestructura científica y legal para hacer frente a posibles problemas es aún menos adecuada.

Propuestas de medidas a tomar

23. Las tendencias actuales en el campo de la ingeniería genética son motivo de grave preocupación. Las siguientes propuestas se formulan para alertar a las autoridades nacionales e internacionales competentes sobre la necesidad de medidas y normativa para la supervisión y el control de las actividades de ingeniería genética.

24. Los gobiernos y las instituciones intergubernamentales competentes debieran considerar seriamente y con la mayor urgencia la necesidad de una moratoria sobre la liberación comercial de organismos manipulados mediante ingeniería genética en el medio, así como los mecanismos necesarios para ello, con el fin de crear el espacio necesario para un discurso correcto sobre las evaluaciones de impacto ambiental, social y sobre la salud, y sobre procedimientos de prevención de riesgos, realización de pruebas y supervisión.

25. Dicha moratoria tendría por objeto hacer posible un examen científico de cuestiones sobre seguridad, así como la incorporación de aportaciones científicas a las políticas institucionales. Debería

además procurar un plazo suficiente para la realización de pruebas y estudios de los efectos de organismos manipulados mediante ingeniería genética a corto, medio y largo plazo.

La moratoria debería conducir a un conocimiento y evaluación más comprensivos de los impactos de la ingeniería genética, de forma que se creen las condiciones precisas para la introducción de políticas y de un enfoque racional y a largo plazo en cuestiones sociales, económicas, éticas y de seguridad.

26. Debería establecerse un reglamento internacional apropiado sobre bioseguridad que sea vinculante a efectos legales, como el Protocolo de la Convención de Biodiversidad, o una Convención sobre Bioseguridad por separado, para asegurar la supervisión y regulación de las transferencias internacionales de proyectos de investigación en ingeniería genética, actividades y tecnologías comerciales, y el desarrollo, transferencia y utilización de organismos manipulados mediante ingeniería genética. Dicho instrumento legal debería asimismo establecer unas normas nacionales mínimas en materia de seguridad para las diversas actividades que implican el uso de ingeniería genética, y proporcionar directrices para el desarrollo de experiencia, programas de investigación básica y otras infraestructuras pertinentes.

27. El Principio de Precaución (Cuando hubiere riesgos de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no debería emplearse como argumento para justificar la dilatación de medidas que impidan la degradación ambiental), incorporado en 1992 a la Declaración de Río de los Jefes de Estado del mundo, debería regir siempre las políticas y actividades relacionadas con la ingeniería genética.

28. Deberían asignarse recursos más amplios y adecuados para la realización de evaluaciones científicas y objetivas de los efectos sociales, económicos, y sobre la seguridad y la salud, de la ingeniería genética.

29. Las instituciones oficiales, industrias, e investigadores deberían hacer un esfuerzo urgente por adoptar una cultura de la seguridad, en la cual seguridad y salud constituyan la máxima prioridad. Cada gobierno, y los gobiernos colectivamente a través de las agencias multilaterales, deberían establecer un amplio marco general para la evaluación de impacto, políticas de seguridad, y medidas de regulación y de compulsión, acompañado de un debate público bien informado.

30. Los Gobiernos deberían instituir urgentemente registros nacionales para los proyectos de investigación y otras actividades que conllevan el uso de ingeniería genética (inclusive liberaciones actuales y anteriores), y establecer sistemas de supervisión como parte integrante de las medidas de seguridad normales.

31. Debería llevarse a cabo un inventario global de liberaciones de OMGs, cuya información debiera estar a disposición de cualquier país.

32. Debería igualmente establecerse un sistema internacional de alarma precoz para alertar de posibles resultados adversos relacionados con OMGs.

33. Debería revisarse la asignación de recursos financieros, humanos y de infraestructuras destinados a investigaciones relacionadas con la biotecnología, actualmente sobredimensionada. En su lugar, la investigación y formación en Ciencias de la Vida, en la actualidad excesivamente centradas en la ingeniería genética, deberían equilibrarse, dedicando mayor atención a perspectivas más amplias, más holísticas o integradoras, que incluyan enfoques que pueden contribuir a soluciones alternativas a los actuales problemas sociales.

34. Los Gobiernos y Agencias Inter-gubernamentales (incluida la Organización de Naciones Unidas) deberían preocuparse especialmente por las implicaciones de las nuevas biotecnologías sobre el medio ambiente, la salud, y cuestiones socio-económicas en los países en desarrollo. Deberían tomar medidas

para evitar impactos negativos, en particular en las comunidades rurales. Deberían asimismo adoptarse medidas para proteger y promover la biodiversidad en la agricultura en los países en desarrollo, y estudiar el potencial que tienen las prácticas tradicionales para contribuir a la sostenibilidad de la agricultura.

Ingeniería Genética

TERMINOLOGIA EN MANIPULACION GENETICA

Accidente: Cualquier incidente que suponga una liberación significativa e involuntaria de organismos modificados genéticamente durante su utilización confinada y que pueda suponer un peligro inmediato o diferido para la salud humana o para el medio ambiente.

Acidos nucleicos: Biomoléculas formadas por macropolímeros de nucleótidos, o polinucleótidos. Está presente en todas las células y constituye la base material de la herencia que se transmite de una a otra generación. Existen dos tipos, el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN).

ADN = Acido Dexosirribonucleico: ácido nucleico formado por nucleótidos en los que el azúcar es desoxirribosa, y las bases nitrogenadas son adenina, timina, citosina y guanina. Excepto en los retrovirus que tienen ARN, el ADN codifica la información para la reproducción y funcionamiento de las células y para la replicación de la propia molécula de ADN.

Representa la copia de seguridad o depósito de la información genética primaria, que en las células eucariotas está confinada en la caja fuerte del núcleo.

ADN desnudo: ADN desprovisto de cubierta proteínica o lipídica. Para la transferencia de genes, suele estar constituida por un plásmido bacteriano que contiene el gen a transferir. Se inyecta directamente en el tejido-diana donde se expresa generalmente sin integrarse en el genoma de las células huésped.

ADNr = ADN recombinante: molécula de ADN formado por recombinación de fragmentos de ADN de orígenes diferentes. La (o las) proteína que codifica es una proteína recombinante. Se construye mediante la unión de un fragmento de ADN de origen diverso a un vector, como, por ejemplo, un plásmido circular bacteriano. El vector se abre por un sitio específico, se le inserta entonces el fragmento de ADN de origen diverso y se cierra el círculo de nuevo. El ADN recombinante se amplifica en una célula huésped en la que puede replicarse el vector.

ARN = Acido Ribonucleico: ácido nucleico formado por nucleótidos en los que el azúcar es ribosa, y las bases nitrogenadas son adenina, uracilo, citosina y guanina. Actúa como intermediario y complemento de las instrucciones genéticas codificadas en el ADN. Existen varios tipos diferentes de ARN, relacionados con la síntesis de proteínas. Así, existe ARN mensajero (ARNm), ARN ribosómico (ARNr), ARN de transferencia (ARNt) y un ARN heterogéneo nuclear (ARN Hn). El ARN es normalmente el producto de la transcripción de un molde de ADN, aunque en los retrovirus el ARN actúa de plantilla y el ADN de copia.

ARNHn = ARN heterogéneo nuclear = ARNm primario: localizado en el núcleo y de tamaño variable. Precursor del ARN mensajero, se transforma en él tras la eliminación de los intrones, las secuencias que no codifican genes.

ARNm = ARN mensajero: molécula de ARN que representa una copia en negativo de las secuencias de aminoácidos de un gen. Las secuencias no codificantes (intrones) han sido ya extraídas. Con pocas excepciones el ARNm posee una secuencia de cerca de 200 adeninas (cola de poli A), unida a su extremo 3' que no es codificada por el ADN.

Adenovirus: virus con ADN desprovistos de cubierta, que comprende 47 subtipos la mayoría de los cuales atacan preferentemente las vías respiratorias aunque no son muchos los que resultan patógenos para el hombre. Los vectores derivados de los serotipos 2 y 5 se utilizan para la terapia génica in vivo.

Agrobacteria: género de bacterias del suelo que introducen genes extraños en ciertos vegetales mediante sus plásmidos.

Alelos: cada uno de los dos genes presentes en el mismo lugar (locus) del par de cromosomas homólogos. En general, uno de los diferentes estados alternativos del mismo gen.

Alergia: alteración de la capacidad de reacción de un organismo. Estado de susceptibilidad específica exagerada de un individuo para una sustancia que es inocua en grandes cantidades y condiciones para la mayoría de los individuos de la misma especie

Alergeno o alergénico: sustancia de naturaleza tóxica que produce alergia.

Aminoácido: molécula orgánica que contiene los grupos amino y carboxilo. Son los monómeros de las proteínas. De su diversidad como del enorme número de combinaciones y longitudes resulta la enorme variedad de proteínas existentes.

Aminoácido esencial: aminoácido que no puede ser sintetizado por el propio organismo. De los 20 aminoácidos necesarios en las proteínas humanas, solamente son esenciales los 8 siguientes: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

Antibiótico: literalmente destructor de la vida. Término que comprende todas las sustancias antimicrobianas independientemente de su origen, ya sean derivadas de microorganismos (bacterias, mohos, hongos) de productos químicos sintéticos o de ingeniería genética.

Anticodon: secuencia de tres nucleótidos en una molécula de ARNt que forma puentes de H con el triplete complementario (codon) de ARNm.

Anticuerpo: sustancia defensora (proteína) sintetizada por el sistema inmunitario como respuesta a la presencia de una proteína extraña (antígeno) que el anticuerpo neutraliza.

Anticuerpo monoclonal: anticuerpo monoclonado a partir del cultivo de un único tipo de células (un clon de hibridoma), y que contiene por tanto un sólo tipo de proteínas (inmunoglobulina).

Antígeno: sustancia extraña a un organismo, normalmente una proteína, que desencadena como reacción defensiva la formación de anticuerpos que reaccionan específicamente con el antígeno. En general, cualquier sustancia que provoca una respuesta inmunitaria.

Biodiversidad: conjunto de todas las especies de plantas y animales, su material genético y los ecosistemas de los que forman parte.

Biología: ciencia que trata del estudio de los seres vivos y de los fenómenos vitales en todos sus aspectos.

Biología Molecular: parte de la biología que trata de los fenómenos biológicos a nivel molecular. En sentido restringido comprende la interpretación de dichos fenómenos sobre la base de la participación de las biomoléculas proteínas y ácidos nucleicos.

Biomoléculas: elementos arquitectónicos básicos de los seres vivos, antiguamente llamados principios

inmediatos. Las biomoléculas inorgánicas son sobretodo agua, sales minerales y gases como oxígeno y dióxido de carbono. Los grupos de compuestos orgánicos exclusivos de los seres vivos son cuatro: glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Biotecnología: toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos en usos específicos.

Cáncer: tumor maligno en general y especialmente el formado por células epiteliales.

La característica básica de la malignidad es una anormalidad de las células transmitida a las células hijas que se manifiesta por la reducción del control del crecimiento y la función celular, conduciendo a una serie de fenómenos adversos en el huésped, a través de un crecimiento masivo, invasión de tejidos vecinos y metástasis. La proliferación celular en los tumores malignos no es totalmente autónoma. Además de la dependencia del cáncer respecto del huésped para su irrigación sanguínea, su crecimiento se afecta por las hormonas, los fármacos y los mecanismos inmunológicos del paciente. Los cánceres se dividen en dos grandes categorías de carcinoma (epitelios) y sarcoma (mesénquimas).

Caracter: rasgo distintivo como expresión de un gen.

Catalizador: sustancia que altera la velocidad de una reacción química, acelerándola o retrasándola, pudiendo recuperarse sin cambios esenciales en su forma o composición al final de la reacción.

Célula: unidad de estructura y funcional de plantas y animales que consta típicamente de una masa de citoplasma que encierra un núcleo (excepto en procariotas) y limitada por una membrana diferencialmente permeable. Es la unidad viva mas simple que se reproduce por división. Normalmente cada célula contiene material genético en forma de ADN incorporado a un núcleo celular, que se escinde al dividirse la célula. Los organismos superiores contienen grandes cantidades de células interdependientes. Sin embargo, éstas ultimas pueden tratarse independientemente como células libres en medios y cultivos nutrientes apropiados.

Células sexuales: células que al unirse forman el huevo fertilizado. En la especie humana los gametos o células sexuales son el espermatozoide (masculino) y el óvulo (femenino).

Células de complementación: en terapia génica, célula que permite multiplicar virus defectivos que sirven de vectores de genes.

Cepa: en microbiología, conjunto de virus, bacterias u hongos que tienen el mismo patrimonio genético.

Clones: grupo de células o de organismos de idéntica constitución genética entre sí y con el antepasado común del que proceden por división binaria o por reproducción asexual.

Clonación celular: proceso de multiplicación de células genéticamente idénticas, a partir de una sola célula.

Clonación de gen: técnica que consiste en multiplicar un fragmento de ADN recombinante en una célula-huésped (generalmente una bacteria o una levadura) y aislar luego las copias de ADN así obtenidas.

Clonación molecular: inserción de un segmento de ADN extraño, de una determinada longitud, dentro de un vector que se replica en un huésped específico.

Código: conjunto de reglas o preceptos, dispuestos según un plan metódico y sistemático, que

reglamentan el funcionamiento de cualquier materia. También la correspondencia entre una información y las señales que la materializan. Por ejemplo: código penal, de tráfico, marítimo, morse, telegráfico, código alimentario, código aeronáutico Q, código binario.

Código del triplete: sucesión de tres bases de tres nucleótidos en la molécula de ADN que cifra un aminoácido.

Código Genético: código cifrado por la disposición de nucleótidos en la cadena polinucleótida de un cromosoma que rige la expresión de la información genética en proteínas, es decir, la sucesión de aminoácidos en la cadena polipeptídica. La información sobre todas las características determinadas genéticamente en los seres vivos genética está almacenada en el ADN y cifrada mediante las 4 bases nitrogenadas. Cada sucesión adyacente de tres bases (codón) rige la inserción de un aminoácido específico. En el ARN la timina es sustituida por uracilo. La información se transmite de una generación a otra mediante la producción de réplicas exactas del código.

Codón: secuencia de tres nucleótidos consecutivos en un gen o molécula de ARNm determinada por sus bases nitrogenadas, que especificará la posición de un aminoácido en una proteína.

Comercialización de OMG: todo acto que suponga una entrega a terceros de OMG o de productos que los contengan. Sinónimo de puesta en el mercado.

Confinamiento (métodos de): barreras de seguridad físicas, químicas o biológicas utilizadas tanto en los laboratorios de manipulación genética como en las habitaciones de pacientes tratados con terapia génica.

Congénito: de carácter hereditario.

Conjugación: uno de los procesos naturales de transferencia de material genético de una bacteria a otra, junto con la transducción y la transformación, realizado por contacto entre ellas.

Contenedores biológicos: diseñados como mecanismos de protección en el uso de organismos en las aplicaciones de ingeniería genética. Su finalidad es la de minimizar la "habilidad" de los organismos empleados para sobrevivir, persistir y autorreplicarse. El proceso se conoce también como "debilitamiento genético" y conduce a organismos "ingenierilmente lisiados".

Comisión Nacional de Bioseguridad: órgano consultivo de las administraciones central y autonómica españolas en todas las cuestiones relacionadas con OMG, establecido en la Ley 15/94 de 3 de junio sobre OMG, y cuya composición y funciones se determinan en el Decreto de creación.

Cromosoma: corpúsculo intracelular alargado que consta de ADN, asociado con proteínas, y constituido por una serie lineal de unidades funcionales conocidas como genes. La especie humana tiene 46 cromosomas (23 pares). Su número varía desde el mínimo de un cromosoma en las obreras de la hormiga *Myrmecia pilosula* hasta los 1.260 cromosomas (630 pares) del helecho *Ophioglossum recitulum*

Delito genético: el nuevo código penal recoge como delito la manipulación de genes humanos que altere el genotipo con fines distintos a la eliminación de taras o enfermedades graves (art. 159). También se castiga la fecundación de óvulos humanos con fines distintos a la procreación y la creación, la creación de seres humanos idénticos como por clonación dirigida a la selección de la raza (art. 161) y la reproducción asistida a una mujer sin su consentimiento (art. 161)

Diagnóstico génico: técnica de localización e identificación de la secuencia de un determinado gen para

determinar su normalidad o malformación. Permite predecir, en ausencia de síntomas, en unos casos la segura aparición de enfermedades congénitas, y, en otros, los factores ambientales de riesgo que las provocarán.

Discriminación genética: discriminación debida a las implicaciones sociolaborales que el conocimiento de la carga genética lleva implícita.

Diseminación de OMG: introducción en el medio ambiente de un organismo genéticamente modificado.

DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR: formulado por Crick, postula que la información genética contenida en los cromosomas determina la síntesis de las proteínas mediante la traducción de un molde intermediario de ARN, formado anteriormente por la transcripción del ADN. También satisface la hipótesis formulada anteriormente por Beadle, Tatum y Horowitz de un gen = un enzima.

Tiene dos casos que escapan a la regla: la transcripción inversa como reacción complementaria de doble sentido y, aparentemente, los priones.

Dominante: referido a un gen, el que sólo necesita una dosis para expresarse por lo que enmascara la presencia de su alelo recesivo. La mayoría de los alelos dominantes representan el estado evolucionado y completamente funcional del gen.

Ecología: ciencia que estudia las interacciones entre los seres vivos y con su ambiente.

Ecosistema: complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

Enfermedad: alteración o desviación del estado fisiológico en una o varias partes del cuerpo, por causas en general conocidas, manifestada por síntomas y signos característicos, y cuya evolución es mas o menos previsible.

Enfermedad hereditaria: enfermedad que tiene su causa en la alteración del material genético, por lo que se transmite de generación en generación.

Enzima: catalizador biológico, normalmente una proteína, que media y promueve un proceso químico sin ser ella misma alterada o destruida. Son catalizadores extremadamente eficientes y muy específicamente vinculados a reacciones particulares.

Enzimas de restricción: enzimas bacterianas sintetizadas como reacción defensiva frente ala invasión de ADN extraño, como, por ejemplo, bacteriófagos ADN, a los que degrada mientras que el propio está protegido por metilaciones específicas. Cada una de estas enzimas escinden el ADN siempre en el mismo sitio, en *loci* específicos o secuencias diana. Son las tijeras de la ingeniería genética que abrieron las puertas a la manipulación genética.

ES (células): Embryo-derived stem cells. Células embrionarias indiferenciadas. Pueden cultivarse in vitro de manera prolongada y genéticamente modificadas. En un ratón, por ejemplo, una vez implantadas en un embrión contribuyen a la formación de un individuo-quimera que puede transmitir genéticamente la modificación a su descendencia.

Especie: clasificación taxonómica formada por el conjunto de poblaciones naturales que pueden hibridarse entre sí real o potencialmente. Es decir, que se determina de forma empírica: dos individuos pertenecen a la misma especie si pueden generar descendencia reproducible; en caso contrario son de especies diferentes.

Específico: referido a especie, efecto característico sobre las células o los tejidos de los miembros de esa especie en particular o que entra en interacción con ellos. Se dice de antígenos, fármacos o agentes infecciosos.

Especie domesticada o cultivada: especie en cuyo proceso de evolución han influido los seres humanos para satisfacer sus propias necesidades.

Estrategia secuenciadora de disparo: técnica de análisis de secuencias de nucleótidos.

Evolución biológica: cambios primero molecular, después celular, y por último de organismos, a lo largo de la historia como resultado de mutaciones en el ADN, de su reproducción y de procesos de selección. Los caracteres adquiridos no se heredan.

La especie humana comparte el 98'4% del ADN con el de dos especies de chimpancé, el común y el pigmeo. La evolución depende sobretodo de mutaciones en los genes reguladores de los genes estructurales, que hacen que se activen o desactiven, mas que de mutaciones en los mismos genes estructurales.

Exones: secuencias de ADN específicas de genes, que codifican secuencias de aminoácidos en las proteínas.

Expresión del gen: producto proteico resultado del conjunto de mecanismos que efectúan la decodificación de la información contenida en un gen, procesada mediante transcripción y traducción.

Ex-situ: relativo a la conservación de recursos genéticos fuera de su hábitat natural, como bancos genéticos, zoológicos o botánicos.

Fenotipo: conjunto de todas los caracteres manifiesto expresados por un organismo, sean o no hereditarias.

Fármaco: droga, medicamento

Fermentación: conversión biológica anaeróbica (sin oxígeno) de las moléculas orgánicas, generalmente hidratos de carbono, en alcohol, ácido láctico y gases, mediante la acción de ciertos enzimas que actúan bien directamente o como componentes de ciertas bacterias y levaduras. En su uso mas coloquial, el término hace referencia a menudo a bioprocesos que no están estrictamente relacionados con la fermentación.

Gen: unidad física y funcional del material hereditario que determina un caracter del individuo y que se transmite de generación en generación. Su base material la constituye una porción de cromosoma (locus) que codifica la información mediante secuencias de ADN.

Gen estructural: el que regula la formación de un enzima o de una proteína estructural.

Gen híbrido: el formado por recombinación in vitro de dos o mas fragmentos de ADN.

Gen operador: el que pone en funcionamiento el gen estructural.

Gen regulador: el que modifica la acción del operador.

Gen recesivo: el que necesita doble dosis para expresarse.

Gen represor: el que reprime el operador.

Gen suicida: el que codifica una proteína, que directa o indirectamente es tóxica para la célula en la que se ha introducido.

Gen egoísta: Teoría formulada por E. O. Wilson en 1975, que refuta el concepto de especie considerándole una categoría intelectual humana, y para el que sólo tiene entidad la población. Desarrollada después como Escuela Sociobiológica, su reduccionismo llega a adoptar el punto de vista de los genes, que son los únicos que tienen existencia real, y como consecuencia, los individuos y sus comportamientos en las poblaciones sólo son estrategias génicas para garantizar su supervivencia y proliferación. Los genes "egoístas" rivalizan dotando a sus huéspedes (los organismos vivos) de una longevidad lo suficientemente prolongada como para llegar a reproducirse. Por consiguiente, todo comportamiento, incluido el humano, es automático y se rige por las leyes de la supervivencia del gen mas fuerte.

Genética: ciencia que trata de la reproducción, herencia, variación y del conjunto de fenómenos y problemas relativos a la descendencia.

Genoma: conjunto de todos los genes de un organismo, de todo el patrimonio genético almacenado en el conjunto de su ADN o de sus cromosomas.

Genotipo: constitución genética, de uno o mas genes, de un organismo en relación a un rasgo hereditario específico o a un conjunto de ellos.

Germoplasma: la variabilidad genética total, representada por células germinales, disponibles para una población particular de organismos.

Hereditario: que se transmite de generación en generación.

Heterodúplex: molécula de ADN de doble cadena, formada por hibridación de cadenas sencillas complementarias, de diferentes orígenes. Sólo las secuencias de ADN homólogas o complementarias pueden formar regiones de doble cadena, mientras que las secuencias de ADN no complementarias quedan como cadenas sencillas y son visibles como tales en el microscopio electrónico.

Hibridación: proceso de generación de una molécula, célula u organismo combinado con material genético procedente de organismos diferentes. En las técnicas tradicionales, los híbridos se producían mediante el cruzamiento de variedades distintas de animales y plantas por alineación o apareamiento de bases de dos moléculas de ADN de cadena sencilla que son homólogas o complementarias. La tecnología de fusión celular y la manipulación transgénica son las nuevas modalidades de hibridación introducidas por la manipulación genética.

Hibridoma: célula híbrida. Se obtiene fusionando células plasmáticas con células de mieloma (cancerosas) que tienen la capacidad de crecer y dividirse continuamente.

Hidratos de Carbono: biomoléculas orgánicas formadas por polialcoholes con un grupo aldehído o cetona. Debe su nombre, y el de carbohidratos, a que su fórmula empírica es $C_n(H_2O)_m$ aunque algunos compuestos pueden tener fórmulas ligeramente desviadas de esta proporción general. También se les llama glúcidos (dulces), glícidos, glicoles y azúcares. Realizan funciones energéticas suministrando energía, plásticas o estructurales formando parte de las estructuras celulares, y almacenan información como señales de la identidad celular.

Hormona: sustancias químicas de acción especializada que actuando como mensajeras, controlan tejidos y órganos situados en cualquier parte del organismo, en aquellas células que responden al estímulo que provocan. La diferencia entre las hormonas de animales y plantas está en que las primeras se elaboran en órganos específicos y regulan casi todas las funciones orgánicas.

Huella génica: representación gráfica de determinadas secuencias del genoma que funcionan como un código de barras de la identidad de un individuo.

Huésped: animal o vegetal que alberga o nutre otro organismo (parásito). En manipulación genética, organismo de tipo microbiano, animal o planta cuyo metabolismo se usa para la reproducción de un virus, plásmido o cualquier otra forma de ADN extraño a ese organismo y que incorpora elementos de ADN recombinado.

Ingeniería genética: conjunto de técnicas utilizadas para introducir un gen extraño (heterólogo) en un organismo con el fin de modificar su material genético y los productos de expresión.

Integración genética: inserción de una secuencia de ADN en otra por recombinación.

Interferón: proteína con actividad antivírica producidos por células animales en respuesta a la infección por virus. Los interferones se sintetizan como una respuesta mas rápida a la infección vírica que la formación de anticuerpos. Se utilizan de forma masiva como agentes terapéuticos contra enfermedades víricas y algunas formas de cáncer.

Intrones: secuencias de ADN que no codifican genes y cuya función es desconocida. El 90% del genoma humano no es codificante.

In situ: referido a conservación de recursos genéticos, la que se realiza en su medio natural, y que para las especies domesticadas se verifica en el medio donde desarrollaron sus propiedades distintivas

In vitro: literalmente en el vidrio, en el tubo de vidrio del laboratorio, investigado y manipulado fuera del organismo vivo.

Infección: invasión de un ser vivo por un agente patógeno que desencadena una enfermedad.

Kilobase (Kb): unidad empleada para medir la longitud de los fragmentos de ADN constituídos por una serie de bases. 1 Kb = 1.000 bases.

Legislación *sui generis*: forma particular de protección de la propiedad intelectual, especialmente diseñada para cubrir ciertos criterios y necesidades.

Liberación voluntaria de OMG: introducción deliberada en el medio ambiente de un OMG o de una combinación de ellos sin que se hayan adoptado medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas para limitar su contacto con la población humana y el medio ambiente.

Lípidos: grupo de biomoléculas orgánicas químicamente muy diverso con las características comunes de la insolubilidad en agua, la solubilidad en disolventes orgánicos polares y de poca densidad. Sinónimo del genérico grasas.

Liposomas: vesícula esférica artificial constituída por dos o mas capas de lípidos. Los liposomas se están utilizando como vector de genes.

Loci: en latín, plural de locus.

Locus: en genética, punto de un cromosoma ocupado por un gen.

Manipulación genética: formación de nuevas combinaciones de material hereditario por inserción de moléculas de ácido nucleico, generadas fuera de la célula, en el interior de cualquier virus, plásmido bacteriano u otro sistema vector fuera de la célula. De esta forma se permite su incorporación a un organismo huésped en el que no aparecen de forma natural pero en el que dichas moléculas son capaces de reproducirse de forma continuada. Al referirse al proceso en sí, puede hablarse de manipulación genética, ingeniería genética o tecnología de ADN recombinante. También admite la denominación de clonación molecular o clonación de genes, dado que la formación de material heredable puede propagarse o crecer mediante el cultivo de una línea de organismos genéticamente idénticos.

Mapa citogenético: configuración de las bandas coloreadas de los cromosomas observada en el microscopio óptico después de su tinción.

Mapa genético: diagrama descriptivo de los genes en cada cromosoma

Material genético: todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia.

Medicamentos recombinantes: de momento se han comercializado la eritropoyetina, insulina humana, hormona del crecimiento (HGF), interferón alfa y gamma, G-CSF o factor estimulante de colonias de células, factor activador del plasminógeno o T-PA, interleuquina 2, factor VIII sanguíneo, DNasa. En 1993 se realizaron ventas por valor de 6.000 millones de dólares.

Microbio: sinónimo de microorganismo.

Microinyección: técnica que permite introducir en una célula un gen en solución, gracias a una micropipeta y bajo microscopio.

Microorganismo: organismos microscópicos pertenecientes por regla general a virus, bacterias, algas, hongos o protozoos.

Monómero: compuesto de bajo peso molecular cuyas moléculas son capaces de reaccionar entre sí o con otras para dar lugar a un polímero

Mosaico: individuo que presenta dos o mas líneas celulares genéticamente diferentes como consecuencia de una anomalía en las primeras mitosis del cigoto. Sinónimo de quimera.

MRB = Modificadores de la respuesta biológica: grupo de fármacos obtenidos mediante manipulación genética.

Mutación: cambio del material genético. Puede afectar a cambios en un par de bases del ADN, en un gen específico o en la estructura cromosómica. La mutación en la línea germinal o relativa a las células sexuales, puede conducir a patologías genéticas o a cambios substanciales de la evolución biológica. En relación a las células somáticas la mutación constituye el origen de algunos cánceres y de ciertos aspectos del envejecimiento.

Nick traslation: método que permite reemplazar nucleótidos de ADN de doble cadena por otros idénticos marcados, mediante tratamiento con ADNasa I y posterior repartición con ADN-polimerasa.

Ambas cadenas son marcadas con esta técnica.

Nucleósido: combinación de un azúcar pentosa con una base nitrogenada púrica o pirimidínica.

Nucleótido: monómero de los ácidos nucleicos, integrado por la combinación de una base nitrogenada (purina o pirimidina), un azúcar (ribosa o desoxirribosa) y un grupo fosfato. Se obtiene como producto de la hidrólisis de ácidos nucleicos por acción de nucleasas.

Oncogén o gen transformante: gen que produce la transformación morfológica de células hícticas en cultivo o formación tumoral en animales. Se han identificado oncogenes en retrovirus de transformación aguda o en ensayos de transfección de ADN de tumores. Los oncogenes están presentes en todas las especies animales e intervienen en los procesos de diferenciación y crecimiento celular. En condiciones normales están inactivos (protooncogenes) pero pueden activarse como consecuencia de mutaciones o de infecciones por virus oncogénicos. Las alteraciones cromosómicas, como roturas y deleciones, pueden activar los oncogenes.

Operador: segmento especial del DNA adyacente al promotor que forma parte de la región controladora de la transcripción de un operón. El operador interacciona con la proteína represora regulando de esta manera el proceso de la transcripción sincronizada del operón correspondiente.

Operón: conjunto del gen operador con los genes estructurales que controla.

Organismo: entidad biológica capaz de reproducirse o de transferir material genético, incluyéndose dentro de este concepto a las entidades microbiológicas, sean o no celulares. Casi todo organismo está formado por células, que pueden agruparse en órganos, y éstos a su vez en sistemas, cada uno de los cuales realizan funciones específicas.

OMG = Organismo Modificado Genéticamente: cualquier organismo cuyo material genético ha sido modificado de una manera que no se produce de forma natural en el apareamiento (multiplicación) o en la recombinación natural. Se clasifican como de alto riesgo o de bajo riesgo, atendiendo a su naturaleza, a la del organismo receptor o parenteral, y a las características del vector y del inserto utilizados en la operación.

Palíndromos: fragmento de dos cadenas de ADN en que las bases complementarias de la doble hélice están ordenadas según una simetría rotacional. Constituyen el sustrato de las endonucleasas de restricción que rompen la molécula en el entorno del eje de simetría y en ambas cadenas. Son segmentos capicúas que resultan iguales vistos en uno u otro sentido. Como el capicúa alfabético *anilina, anita lava la tina*.

Partenogénesis: reproducción unisexual en el que las hembras originan la descendencia sin fertilización por los machos, como por ejemplo, en rotíferos y áfidos.

Patente: derecho exclusivo otorgado a la propiedad de un invento como contrapartida social a la innovación. Este monopolio de uso otorga al propietario el derecho legal de actuar contra cualquiera que explote la aplicación patentada sin su consentimiento.

Patógeno: productor o causante de enfermedad.

Peligro: situación de la que se puede derivar un daño.

Péptido: polímero o cadena de aminoácidos.

Plásmido: forma acelular de vida, fragmento circular de ADN bicatenario que contienen unos cuantos genes y se encuentran en el interior de ciertas bacterias. Actúan y se replican de forma independiente al ADN bacteriano y pueden pasar de unas bacterias a otras. Igual que los provirus no producen enfermedades pero inducen pequeñas mutaciones en las células. Se utilizan como vectores en manipulación genética.

Polímero: compuesto químico formado por la combinación de unidades estructurales repetidas (monómero) o cadenas lineales de la misma molécula.

Precaución: criterio básico que rige la actuación ambiental a priori, incorporado en el Tratado de Maastricht de la Unión Europea, por el que cualquier sustancia, organismo o tecnología debe demostrar su compatibilidad con el medio ambiente y la salud pública antes de ser autorizada su producción y utilización.

Prevención: criterio básico que rige la actuación ambiental a posteriori, incorporado en el Tratado de Maastricht de la Unión Europea, por el que se debe evitar la causa originaria de un perjuicio ambiental ya producido, para que no se vuelva a repetir.

Prión: proteína de carácter infeccioso capaz de autorreproducirse, procedente de una proteína natural e inocua que se transforma en una forma nociva, resistente a las proteasas y a las radiaciones ionizante y ultravioleta, responsable de enfermedades como la encefalopatía espongiforme bovina, la de Creutzfeldt–Jacob o el kuru.

Procariota: organismos cuyas células poseen un sólo cromosoma y no existe una membrana que lo aisle del citoplasma, por lo que carece de núcleo celular verdadero, siendo las algas verdi–azuladas y las bacterias sus ejemplos mas representativos.

Profilaxis: conjunto de medios que sirven para preservar de enfermedades al individuo o a la sociedad. Sinónimo de tratamiento preventivo.

Proteína: biomoléculas formadas por macropolímeros de aminoácidos, o macropolipéptidos. Actúan como enzimas, hormonas y estructuras contráctiles que atribuyen a los organismos sus propias características de tamaño, potencial metabólico, color y capacidades físicas.

Protocolo: documento de normalización que establece su justificación, los objetivos, el diseño, la metodología y el análisis previsto de los resultados así como las condiciones bajo las que se realizará y desarrollará.

Protooncogenes: genes de células normales que tienen la capacidad potencial de convertirse en oncogenes después de su activación por transducción debida a retrovirus, reordenamientos de ADN o mutaciones puntuales.

Proyecto Genoma Humano: Programa de Investigación consistente en determinar la secuencia completa de nucleótidos de los cromosomas de la especie humana y de organismos modelo utilizados en experimentación de laboratorio (la bacteria *Escherichia coli*, la levadura *Bacillus subtilis*, el nematodo *Caenorhabditis elegans* o la mosca del vinagre *Drosophila melanogaster*), para conocer todos y cada uno de los genes humanos, su localización y función. Liderado por James D. Watson y dependiente del Departamento de Energía y de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, cuenta con un presupuesto anual de 200 millones de dólares (mas de 20.000 millones de pesetas) desde 1990 hasta 2005. Entre 1981 y 1995 se han concedido en todo el mundo 1.175 patentes sobre material genético humano.

Puesta en el mercado de OMG: la puesta a disposición de terceros, con carácter gratuito u oneroso, de productos compuestos total o parcialmente de organismos genéticamente modificados. Sinónimo de comercialización de OMG.

Quimeras: híbridos interespecíficos. Organismos cuyos tejidos son de dos o mas clases genéticamente distintas. Sinónimo de mosaico.

Reacción en cadena: sucesión de reacciones semejantes, en las que uno de los agentes que provoca cada reacción es producto de otra anterior. En energía nuclear se refiere a reacciones de fisión.

RCP = Reacción en cadena de polimerasa: técnica de análisis del genoma mediante la amplificación ilimitada de porciones específicas del ADN, aunque sean minúsculas. Es un método revolucionario de amplificación exponencial del ADN por la intervención de una enzima termoestable, la Taq polimerasa, inventado por el americano Kary Mullis en 1985 por lo que se le concedió en 1993 el premio Nobel. Es el proceso fundamental para la secuenciación del Proyecto Genoma Humano.

Recombinación genética: redistribución genética. In vitro entre fragmentos de ADN de orígenes diferentes o no contiguos. In vivo entre copias homólogas de un mismo gen (manipulación cromosómica), o como resultado de la integración en el genoma de un elemento genético (trasposón, profago o transgén).

Rediciva: reaparición de una enfermedad mas o menos tiempo después de transcurrido un período de salud completa. En tumores, reproducción de un tumor en el mismo punto en que fue extirpado.

Replicación: proceso por el que una molécula de ADN o ARN origina otra idéntica a la preexistente. En general, duplicación del ácido nucleico.

Replicón: estructura de ácido nucleico con capacidad de autoduplicación. Son replicones los cromosomas de las células eucariotas, el ADN nuclear de los procariotas, los plásmidos y los ácidos nucleicos de los virus.

Retroacción: en todo sistema de automación, mecanismo que transmite a los otros elementos del sistema la información necesaria para que readapten su funcionamiento, con lo cual se cierra el ciclo de automación.

Retroalimentación = feed-bach: sinónimo de retroacción. En biología, acción que el ejerce el resultado de un proceso biológico sobre el sistema de que procede, cuya actividad queda de esta forma regulada.

Retrovirus: virus cuyo genoma está constituido por ARN monocatenario, que es transcrito de forma inversa en ADN durante su infección y replicación. La copia de ADN se integra en el ADN cromosómico del huésped. Esta copia, llamada provirus, se transcribe en ARN vírico y produce múltiples ARNm que codifican productos proteicos del virus o de oncogenes. Los retrovirus mas conocidos son los virus del sida (VIH) y de la leucemia humana de los linfocitos T (HTLV). El mas utilizado para la transferencia de genes es el virus de la leucemia murina de Moloney (Mo-MLV).

Ribosomas: pequeñas partículas donde se realiza la síntesis de proteínas en todos los organismos vivos.

Riesgo: posibilidad o probabilidad de que suceda un daño futuro.

Secuencia de ADN: orden de encadenamiento de las bases nitrogenadas de los nucleótidos que

constituyen el ADN y que cifra toda la información genética. Cuando es codificante (exón), define el orden de los aminoácidos que forman la proteína correspondiente.

Sistema: conjunto coherente de elementos en interacción que pueden ser aislados del resto del universo con la ayuda de un criterio apropiado.

Sistémica: estudio de los sistemas tanto desde el punto de vista abstracto como desde el de sus aplicaciones.

Sonda de ADN: fragmento de ADN conocido que se utiliza para averiguar si los cromosomas investigados contienen la secuencia complementaria. La FDA americana ha autorizado 60 productos diagnósticos basados en sondas de ADN que determinan la predisposición a padecer enfermedades.

Susceptibilidad: propensión, morbilidad

Técnica: campo de la actividad humana en que los conocimientos científicos se aplican a fines útiles.

Técnica de recombinación del ADN: conjunto de técnicas de manipulación genética que emplea la recombinación *in vitro* asociada a la inserción, réplica y expresión del AADN recombinado dentro de células vivas

Terapia génica: conjunto de los procesos destinados a la introducción *in vitro* o *in vivo* de un gen normal en células, germinales o somáticas, en las que el mismo gen, anormal, provoca una deficiencia funcional, origen de una enfermedad, o la de un gen codificador de una proteína, por ejemplo, con una acción antitumoral en las células cancerosas, o antivírica en células infectadas por un virus patógeno.

Totipotente: capaz de todo. Se aplica a las células que pueden dar origen a células de todos los órdenes.

Toxina: proteína responsable de la especificidad funcional de ciertas bacterias, que es venenosa para determinados organismos. Entre las mejor conocidas, tanto por su estructura como por los mecanismos de acción, figuran las toxinas colérica y tetánica que interaccionan con las células diana a través de gangliósidos de membrana.

Traducción genética: cambio de la información contenida en la secuencia de los cuatro nucleótidos del ARNm por la debida al ordenamiento de los 20 aminoácidos en la estructura de las cadenas polipeptídicas. Cada aminoácido se une a una pequeña molécula específica de ARN que sirve para su identificación, denominado ARN de transferencia. Esta molécula transfiere los aminoácidos libres de la solución al punto de formación de las cadenas polipeptídicas cuando está indicado por las instrucciones contenidas en la molécula de ARN mensajero. El proceso tiene lugar en la interacción de los codones del ARNm con la región del anticodon de los aminoacil-ARNt. Se distinguen en ella las etapas de iniciación, elongación y terminación en la que participan diferentes factores proteicos.

Transcripción genética: biosíntesis de una molécula de ARN por polimerización de nucleótidos complementarios a un ADN patrón. Esta molécula de ARN es un precursor de ARNm y representa una copia fiel de la secuencia complementaria de ADN de la que ha sido transcrita. Una secuencia específica situada por delante del gen (promotor) actúa identificando el sitio de inicio de la transcripción. En el ARN, el uracilo (U) ocupa las posiciones que la timidina (T) tiene en el ADN. Es la copia de trabajo de determinados segmentos de ADN.

Transcripción inversa: proceso de síntesis de ADN complementario a partir del ARN genómico de los

retrovirus efectuado por la enzima transcriptasa inversa.

Transducción: proceso natural de transferencia de material genético, originalmente entre bacterias, como la conjugación y la transformación, que se efectúa por medio de un bacteriófago que transporta un fragmento cromosómico del huésped a otra bacteria..

Transfección de ADN: introducción en una célula en cultivo convertida en permeable al ADN, de moléculas de ADN extrañas (heterólogas) insertadas en un vector. Reúne características comunes a la transformación y a la infección por bacteriófagos. La transformación requiere la integración del ADN exógeno en el cromosoma bacteriano mientras que la transfección usualmente no la requiere. El ADN extraño se asocia con el del cromosoma del huésped y se expresa como un fenotipo identificable.

Transformación bacteriana: uno de los procesos naturales de transferencia de material genético de una bacteria a otra, junto con la conjugación y la transducción, que es una integración directa del ADN. experimentalmente consiste en hacer penetrar un fragmento de ADN en una bacteria para provocar en ella una recombinación genética. Por extensión (abusiva) se habla a veces de transformación para designar un proceso idéntico que afecta a las células eucarióticas (levaduras, células animales y vegetales).

Transformación celular: en una célula, adquisición de ciertas propiedades de una célula tumoral bajo la acción de virus o de genes causantes de tumores (oncógenos).

Translocación: modificación estructural de cromosomas por la que un segmento cromosómico cambia de posición relativa dentro del propio cromosoma (translocación intracromosómica) o entre cromosomas (translocación intercromosómica).

Transgénesis: conjunto de procesos que permiten la transferencia de un gen (que se convierte en transgén) a un organismo receptor (llamado transgénico), que generalmente puede transmitirlo a su descendencia. Esta técnica permite la asociación de genes que no existe en la naturaleza, saltándose las barreras entre especies y entre reinos.

Transmisión horizontal: proceso natural por el que las bacterias adquieren o dan material genético fuera de la reproducción, mediante multiplicación celular por conjugación, transducción o transformación.

Transposición: cambio de posición de determinados pares de bases en la secuencia de ADN.
Translocación de un segmento cromosómico a otra posición dentro del mismo cromosoma. Sinónimo de translocación intracromosómica.

Trasposón: elemento genético móvil con una secuencia de ADN definida, que se puede trasladar a nuevas posiciones en el cromosoma de la célula sin pérdida de la copia en su posición original. Se comportan además como verdaderos parásitos intracelulares. Los elementos trasponibles de eucariotas se agrupan en dos categorías de acuerdo con su mecanismo de transposición. Los elementos de la clase 1, o retrotransposones, saltan por el genoma a través de un paso intermedio, esto es, mediante ARN y con intervención de la enzima transcriptasa inversa. Los elementos de la clase 2 se transponen directamente de un sitio cromosómico a otro mediante otra enzima, la transposasa.

Utilización confinada de OMG: cualquier actividad por la que se modifique el material genético de un organismo o por la que éste, así modificado, se cultive, almacene, emplee, transporte, destruya o elimine, siempre que en la realización de tales actividades se utilicen barreras físicas o una combinación

de éstas con barreras químicas o biológicas, con el fin de limitar su contacto con la población humana y el medio ambiente.

Utilización sostenible: utilización de componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo tal que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

Vacuna: antígeno procedente de uno o varios organismos patógenos que se administra para inducir la inmunidad activa protegiendo contra la infección de dichos organismos. Es una aplicación práctica de la inmunidad adquirida.

Vector: portador, que transfiere un agente de un huésped a otro. Sistema que permite la transferencia, la expresión y la replicación de un ADN extraño en células huésped para una posterior clonación o transgénesis. Se trata de una molécula de ADN (plásmido bacteriano, microsoma artificial de levadura o de bacteria) o de un virus defectuoso. Por extensión, un vector designa todo sistema de transferencia del gen, por ejemplo, un sistema sintético como el de los liposomas.

Virus: entidad acelular infecciosa que, aunque puede sobrevivir extracelularmente, es un parásito absoluto porque solamente es capaz de replicarse en el seno de células vivas específicas, pero sin generar energía ni ninguna actividad metabólica. Los componentes permanentes de los virus son ácido nucleico (ADN o ARN, de una o de dos cadenas) envuelto por una cubierta proteica llamada cápside.

Virus defectivo: virus incapaz de reproducirse en una célula huésped sin la ayuda de un virus auxiliar que aporta los genes que le faltan.

Virión: unidad estructural de los virus. Consta fundamentalmente de dos estructuras imprescindibles: un ácido nucleico (ADN o ARN) y una envoltura proteica (cápside). A estas estructuras básicas se añade en algunos casos una envoltura lipídica (peplos) y/o espículas de glucoproteína.

Viroides: agente causal de ciertas enfermedades de las plantas denominado así por su semejanza con los virus, de los que se diferencia por carecer de cápside. Se trata de ácido nucleico envuelto por una membrana procedente de la célula en la que se replicó. Por extensión se aplicaba a lo que hoy se denomina priones.

AGRADECIMIENTOS

El presente Dossier " LOS ORGANISMOS GENETICAMENTE MANIPULADOS- O.G.M. " ha sido preparado por el Secretario General de la FEMTAA, con la cooperación de la Confederación Mundial del Trabajo (CMT).

Las contribuciones y los documentos originales que han servido para la preparación del Dossier son propiedad intelectual de :

BELGICA: Le Soir, La Libre Belgique, Le Ligueur, La FEMTAA, IPS- VLAANDEREN, La CMT
ESPAÑA: El País, Asociación Ecologista de Defensa de la Naturaleza(AEDENAT),
FRANCIA: Agir pour l'Environnement, Le Parti de la Naturelle, SENAT de France, L'INRA,

Le Monde, El Correo de la UNESCO
VENEZUELA: , El Universal, SELA
Guardia (Inglaterra), , Courier International
ESTADOS UNIDOS: CNN (en español)
ITALIA: F.A.O
SUIZA: Le Matin Dimanche.

Referencias bibliográficas

- Miraglia, M., Onori, R., Brera, C., Cava, E., Safety assessment of genetically modified products: an evaluation of developed methodologies, en prensa en Mikrokimika Acta.
- Nordlee, J. A., Taylor, S.L., Townsend, J.A., Thomas, L.A., Bush, R.K., Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans, The New England Journal of Medicine, 11 (334), 688 (1996).
- Comisión Europea, Study of nutritional factors in food allergies and food intolerances, EUR 16893 EN
- Catassi, C. and Greco, G., La malattia dell'intolleranza al glutine, Le Scienze, 345, 60 (1997).
- Malgarini, G., Allergie e intolleranze alimentari – Il punto di vista dell'industria alimentare, Tecnologia Alimentari, 6, 56 (1996).
- Schreiber, G. A. and Boegl, K. W. Foods produced by means of genetic engineering, 2nd Status Report, Bgvv Hefte (1997)

Contactos

M. Leonardi – ENEA – Innovation Department – Biotechnology and Agriculture Division –
Biotechnology Processing and Plants Unit, ENEA, Tel. ++39.6.30484043; Fax ++39.6.30484043

Sobre los autores

- *Marina Leonardi es licenciada en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y actualmente es investigador principal en ENEA, en la División de Agricultura y Biotecnología del departamento de Innovación – Centro de Investigación Casaccia – Roma, Italia. El objetivo de sus investigaciones se centra en el procesamiento de los alimentos, la microbiología y la biotecnología. Su trabajo más reciente ha estado dirigido a los métodos de identificación de productos alimenticios irradiados y modificados genéticamente y a la certificación de la calidad alimentaria.*
- *Marina Miraglia es licenciada en Química y en la actualidad es investigador principal en el Istituto Superiore di Sanit – Roma, Italia. Su área de interés se refiere a la seguridad de los cereales y sus productos derivados. Concretamente ha estado trabajando en el campo de las micotoxinas y de los alimentos nuevos con especial referencia a la evaluación de la seguridad, incluyendo elementos para la definición de equivalencia sustancial.*
- *Roberta Onori es licenciada en Biología y actualmente es investigador en el Istituto Superiore di Sanit – Roma, Italia. Ha colaborado en muchos trabajos analíticos relacionados con los cereales y sus productos derivados, incluyendo metodologías analíticas para distinguir los productos transgénicos de sus homólogos tradicionales.*
- *Carlo Brera es licenciado en Química y actualmente es investigador en el Istituto Superiore di Sanit – Roma, Italia. Posee mucha experiencia en el tema de las micotoxinas y otros problemas relacionados con la seguridad de los alimentos, especialmente desde el punto de vista del control oficial de los productos alimenticios y su solapamiento con HACCP.*

