



Bioseguridad alimentaria

La aplicación de las técnicas de ADN recombinante al mejoramiento vegetal en la década de 1980 marcó un punto de inflexión, no solo por el avance científico que significó, sino también por el impacto en la percepción pública que acarrió, especialmente en la Unión Europea. Algunas de las inquietudes que surgieron en torno de los organismos modificados genéticamente (OGMs) se refieren a su posible impacto en la salud humana.

Debido a que las tecnologías de ADN recombinante que se emplean para la obtención de OGM's presentan características propias y novedosas, las organizaciones internacionales determinaron una regulación obligatoria y particular para evaluar la seguridad de estos productos. La Bioseguridad Alimentaria de los OGM, particularmente de los organismos vegetales genéticamente modificados (OVGM), responde a los interrogantes que muchos de los consumidores se plantean. Las características de un OVGM son estudiadas y evaluadas desde las etapas más tempranas de su desarrollo desde el punto de vista de su bioseguridad tanto ambiental como alimentaria.

Regulación mundial

La inocuidad y seguridad de todos los alimentos, aditivos, conservantes y otros agregados químicos que llevan los comestibles ha sido regulada mundialmente por el *Codex Alimentarius* desde su fundación en la década de 1960 por la FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura) y la OMS (Organización Mundial de la Salud). Con el advenimiento de la ingeniería genética, la Comisión Mixta FAO/OMS del *Codex Alimentarius* (CCA) estableció un *Grupo de Acción Intergubernamental Especial sobre Alimentos Obtenidos por Medios Biotecnológicos*, a fin de examinar las consecuencias para la salud y la nutrición de este tipo de alimentos. La FAO y la OMS facilitan la base científica del trabajo del Grupo de Acción mediante una serie de consultas de expertos que dictan normas, regulaciones y recomendaciones sobre los criterios, técnicas y métodos a aplicar en la evaluación de riesgos alimentarios.

Análisis de Riesgos Alimentarios

Realizar una *evaluación de riesgos alimentarios* significa estimar la probabilidad y la gravedad atribuibles a determinado peligro relacionado con los alimentos (ya sean

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



tradicionales u OGM). Esta evaluación, mayormente utilizada para estudiar sustancias individuales, como aditivos, conservantes, agroquímicos, etc, consta de varias etapas:

1. Identificar y caracterizar los peligros. En general los peligros son causados por compuestos químicos presentes en forma natural en los alimentos (por ej.: sustancias tóxicas naturales, antinutrientes, proteínas que producen alergias, etc), por compuestos agregados en algún eslabón de la cadena de producción (agroquímicos, conservantes, aditivos), por déficit de nutrientes de algún alimento, o por microorganismos patógenos.
2. Evaluar la exposición de los consumidores a dichos peligros. La exposición de los consumidores a los peligros de los alimentos es variable. Por ejemplo: el peligro asociado a toxinas de las papas crudas tiene muy poca exposición dado que habitualmente no se come papa cruda; en cambio la posibilidad de reacción alérgica a los componentes de los frutos secos (nuez, maní, etc) es superior, ya que estos alimentos son consumidos en su forma natural.
3. Caracterizar los riesgos. A partir de la identificación del peligro y su probabilidad se determina el riesgo asociado a ese alimento.
4. Gestión o manejo de riesgos. En caso de existir riesgos se analiza cómo se los podría disminuir, evitar, controlar o remediar.
5. Comunicación de riesgos. Se analiza cómo se debe hacer una correcta comunicación del riesgo asociado al alimento.

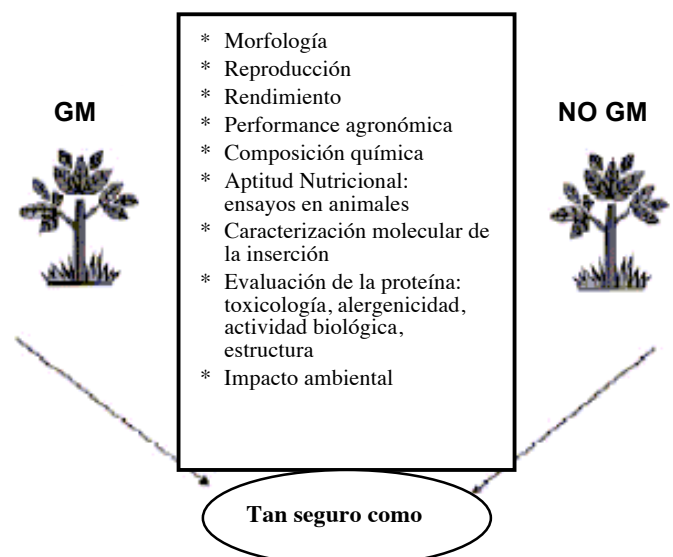
Caracterización de Riesgos alimentarios de los OVG

Se ha desarrollado para los OGM un enfoque que ha sido utilizado para otros casos de alimentos y que se basa en la comparación de las similitudes y diferencias entre el nuevo alimento o cultivo obtenido por biotecnología moderna con el alimento tradicional, considerado seguro.

Este principio se conoce como *Enfoque Comparativo* y su objetivo

"El Cuaderno de Porqué Biotecnología" es una herramienta desarrollada por el equipo pedagógico del Programa de Reproducción que está autorizada bajo la condición de este recurso pedagógico por parte del Programa

EL ENFOQUE COMPARATIVO





no consiste en tratar de identificar cada uno de los peligros asociados a un alimento determinado, sino en establecer cuáles son los peligros nuevos o alterados con respecto al alimento homólogo convencional. Cuando la evaluación de inocuidad identifica un peligro nuevo o alterado, el riesgo asociado al mismo se caracteriza a fin de determinar su relevancia para la salud humana.

Hasta ahora no se han determinado peligros cuantificables en los OGM estudiados. De hecho, en la práctica, en caso de identificarse efectos adversos, estos cultivos no se autorizarían para su salida al mercado.

Para abordar este análisis comparativo se ha elaborado un método multidisciplinario de evaluación de la inocuidad que toma en cuenta los cambios intencionales o no intencionales aplicando el concepto de **equivalencia sustancial**. Este concepto constituye el punto de partida para determinar analogías y diferencias entre el alimento nuevo y el producto homólogo convencional que tenga un historial de utilización segura. El objetivo de esta evaluación no es el de establecer una seguridad absoluta sino que la conclusión de este tipo de evaluación es que, si un alimento derivado de OGM es sustancialmente equivalente, es “tan seguro como” el alimento convencional correspondiente y debería tratárselo como tal.

Los efectos no intencionales

Cuando se persigue el objetivo de conferir a una planta el rasgo específico buscado (efecto intencional) mediante la inserción de secuencias definidas de ADN, en algunos casos puede ocurrir que se adquieran rasgos adicionales o bien se pierdan o modifiquen otras características que la planta poseía (efectos no intencionales). La posibilidad de que se produzcan tales efectos no intencionales no se limita exclusivamente a las técnicas de ADN recombinante (para obtener OGMs o transgénicos) sino que constituye un fenómeno intrínseco y general, que también puede verificarse en la mejora genética convencional (cruzamiento y mutagénesis). Los efectos no intencionales pueden ser perjudiciales, benéficos o neutrales en relación con la salud de la planta o la inocuidad de los alimentos que derivan de la misma. La evaluación de inocuidad incluye datos e información necesaria para reducir la posibilidad de que un alimento derivado de un OGM produzca efectos imprevistos nocivos para la salud humana. Mediante las técnicas de ADN recombinante es posible prever muchos efectos no intencionales gracias al conocimiento cada vez mayor sobre el genoma de las plantas, al conocimiento de

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



la característica insertada, de sus conexiones metabólicas y del sitio del genoma donde se produjo la inserción.

La evaluación de la inocuidad de alimentos derivados de OVGM utiliza métodos destinados a identificar tales efectos no intencionales, así como procedimientos para evaluar la inocuidad del alimento.

¿Cómo se establece la equivalencia sustancial?

Establecer si un alimento nuevo es sustancialmente equivalente o no implica una comparación detallada del alimento nuevo con su homólogo convencional. Consiste en un análisis sobre la característica introducida *per se* como así también sobre el alimento como un todo, los nutrientes o sustancias que contiene y podrían ser dañinas, el procesado del alimento, su importancia en la dieta, los alimentos que el nuevo producto vaya a reemplazar, y los niveles esperados de consumo, entre otros. La evaluación incluye las siguientes etapas:

- 1) Descripción de la planta recombinante: consiste en describir la especie y variedad, qué característica se le introdujo por ingeniería genética (gen de interés) y qué diferencia tendrá con una planta igual pero no transformada.
- 2) Descripción de la planta homóloga y de su utilización como alimento: su relación con otros organismos (principalmente con los patógenos), morfología, desarrollo, rendimiento, historial de uso alimentario, toxinas y alérgenos naturales que se sabe que contiene, nutrientes importantes asociados a alimentos derivados, factores antinutritivos, etc
- 3) Descripción del organismo u organismos donantes del gen: información sobre grupo taxonómico, uso conocido, valores nutritivos, alimentos derivados, toxinas, alérgenos naturales, y en el caso de que el gen provenga de un microorganismo se solicita información adicional sobre la patogenicidad del mismo;
- 4) Descripción de la modificación genética: identidad y origen del transgén, secuencia nucleotídica del mismo y de otros fragmentos de ADN utilizados para la transformación, método de transformación, función de la proteína codificada por el transgén, su historial de uso, rutas metabólicas con las que se relaciona, etc
- 5) Caracterización de la modificación genética: número de copias del gen que se insertaron en el genoma de la planta, sitio de inserción (cromosoma y secuencias aledañas), nivel y sitio de expresión del mismo (raíz, hoja, planta entera, etc), estabilidad genética del transgén (si se hereda en forma Mendeliana, etc), si

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



existen pruebas de que uno o más genes de la planta huésped han sido afectados por el proceso de transformación (efectos no intencionales)

6) Evaluación de la inocuidad: evaluaciones de alergenicidad de la proteína codificada por el transgén y su toxicidad, como así también la capacidad nutricional del alimento completo. Para ello se divide la evaluación en el análisis de:

a) **sustancias expresadas**: se refiere a analizar el producto del transgén, dado que el fragmento de ADN per se no conlleva riesgo alguno para la salud, pues ingerimos ADN en todos los alimentos. Básicamente se estudia exhaustivamente el potencial toxicológico y alergénico de las proteínas que se transcriben a partir del gen insertado y/o los metabolitos que ellas producen (si son enzimas). La evaluación de toxicidad y alergenicidad son componentes fundamentales de esta etapa y el análisis es caso por caso:

- **Evaluación de la posible toxicidad**: Toma en cuenta la naturaleza química y la función de la nueva sustancia expresada e identifica la concentración de la misma en las partes comestibles de la planta nueva. También considera la exposición corriente en la dieta y los posibles efectos en ciertos subgrupos de la población (lactantes, fenilcetonúricos, diabéticos, etc). Se pueden efectuar estudios toxicológicos convencionales (por métodos bioquímicos y ensayos *in vitro* e *in vivo* con animales de laboratorio) y el análisis es caso por caso, para cada una de las sustancias expresadas.

- **Evaluación de la posible alergenicidad**: La alergia alimentaria es una reacción del sistema inmune a determinadas sustancias presentes en alimentos. En la actualidad se cuenta con una base de datos internacional con las proteínas responsables de las alergias alimentarias, con bancos de suero de pacientes con alergia a distintos alimentos y con metodologías de precisión para la determinación del posible potencial alergénico de las proteínas codificadas por los transgenes. Para ello, la comisión de FAO/OMS ha diseñado un esquema a seguir para evaluar por múltiples factores el posible riesgo de alergenicidad.

b) **componentes esenciales**: establece si sustancias nutricionalmente importantes no han sufrido alteraciones que puedan tener efectos nocivos en la salud humana. Para ello se analiza el cultivo en su totalidad: proteínas y aminoácidos, aceites, hidratos de carbono, contenido de agua, etc, en cada una de las partes de la planta, comparándolo con los resultados de un homólogo convencional cultivado en similares condiciones

c) **metabolitos**: se evalúan los metabolitos globales de la planta, tanto los relacionados directamente con la ruta metabólica afectada por el transgén, como

"El Cuaderno de Porqué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Porqué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Porqué Biotecnología.



otros metabolitos menos relacionados que pudiesen verse afectados de manera no intencional.

- c) **elaboración del alimento:** se consideran los posibles efectos del procesamiento y elaboración de los alimentos, incluida su preparación en el hogar. Por ejemplo,

en el caso del aceite vegetal se analiza el procedimiento de extracción y todas las etapas de refinación posteriores. A partir de ello se verifica, por ejemplo, la biodisponibilidad de un nutriente importante después de la elaboración.

e) **modificación nutricional:** se evalúa el balance nutritivo del OVGM y sus derivados en comparación con su homólogo convencional, para poder concluir si el alimento derivado del OGM es “tan nutritivo como” su contraparte tradicional. Para ello se toma como base el análisis de los componentes esenciales, el de elaboración de alimentos, el de biodisponibilidad de los nutrientes. También se estudia al alimento en forma global en ensayos de alimentación de animales de granja para comparar su desarrollo con el de otros animales criados en condiciones similares pero utilizando alimentos derivados de los homólogos convencionales (no GM).

En definitiva, la finalidad de toda evaluación de inocuidad es garantizar, a la luz de los conocimientos científicos más sólidos de que se disponga, que el alimento no puede causar daño alguno si se prepara, utiliza y/o consume de acuerdo con el uso previsto. El producto que se espera obtener de tal evaluación es una conclusión con respecto a si el nuevo alimento es “tan inocuo como” y “tan nutritivo como” el producto homólogo convencional.

Regulación de la Bioseguridad Alimentaria en Argentina

La Bioseguridad de alimentos derivados de OGMs es regulada por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Los requisitos y criterios de bioseguridad en dichos alimentos se basan en documentos de la FAO y en las regulaciones utilizadas en Australia, Canadá, Unión Europea, Japón y los Estados Unidos aplicándose el criterio de “equivalencia sustancial”.

Además se creó un Comité Técnico Asesor sobre el Uso de OGMS que proporciona al SENASA un cuerpo asesor externo, multidisciplinario, que da una base más amplia a las decisiones de los reguladores. Este Comité está integrado por representantes de CONABIA; Facultades de Agronomía y Veterinaria, y de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires; Instituto Nacional de Alimentos

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



(INAL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica (INAME); Asociación de Semilleros Argentinos (ASA); Federación Agraria Argentina (FAA); Coordinadora de Productos Alimenticios (COPAL); Confederaciones Rurales Argentinas (CRA); CONINAGRO; Sociedad Rural Argentina; Liga Argentina de Consumidores y organizaciones de productores industriales vinculados con el tema.

Etiquetar o no etiquetar

El Codex Alimentarius incluye en la definición de *Etiquetado* "...cualquier material escrito, impreso, o gráfico presente en la etiqueta que acompaña al alimento o que se expone cerca del alimento, incluyendo aquellos con el propósito de promover su venta o disposición..." (Codex, 1985 rev. 1991). Se sugiere que las etiquetas están diseñadas para cumplir tres objetivos principales:

- 1) proveer información adecuada y precisa en relación a la salud, seguridad y preocupaciones económicas,
- 2) proteger a los consumidores contra empaquetados y publicidades engañosos y fraudulentos,
- 3) promover una competencia y puesta en mercado justa y transparente.

En lo que concierne a los OGMs o sus derivados utilizados en la elaboración de alimentos, el uso o no de etiqueta es un tema controvertido en el cual no existe aún consenso a nivel internacional. Las posturas a favor y en contra del etiquetado están representadas por la Unión Europea y por los Estados Unidos respectivamente. En la UE, el etiquetado se percibe como una respuesta a la demanda de los consumidores de hacer una elección informada al indicar el uso de OGMs o la presencia de ingredientes derivados de OGMs en los alimentos de consumo. Por su parte, en los Estados Unidos el etiquetado se exige de manera legal para dar información suficiente que instruya al consumidor. Se considera que la información adicional e innecesaria entra en conflicto con el derecho del consumidor de realizar una elección informada y que reduce la efectividad del etiquetado. Si los OGM no se consideran distintos de sus homólogos tradicionales en términos de nutrición, composición o seguridad, el etiquetado podría ser interpretado como engañoso.

En Argentina no existe aún una decisión al respecto, no se ha aprobado ni demandado una etiqueta especial para los OGMs, sino que es de aplicación voluntaria para el consumo interno, adecuándose su uso a la demanda del cliente. Si el alimento es para exportar a la UE deberá indicarse y certificarse si contiene o no derivados de OGMs.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



ACTIVIDADES

Objetivos:

- Repasar los conceptos trabajados en el texto.
- Analizar casos concretos referidos a los riesgos alimentarios y la evaluación de inocuidad.
- Analizar representaciones gráficas obtenidas como resultado de evaluaciones de riesgos alimentarios.

Destinatarios:

El tema que aborda este Cuaderno se adecua a alumnos de EGB 3 y fundamentalmente a alumnos de Polimodal debido a la complejidad de algunos conceptos trabajados. Los contenidos del texto se pueden relacionar con contenidos como: composición de los alimentos, dieta y requerimientos del organismo, importancia de los alimentos, salud (alergias y toxicología). También se relacionan conceptos vinculados con la regulación y el control de los alimentos y los organismos reguladores, a nivel nacional e internacional.

Consideraciones metodológicas

El contenido que aborda este cuaderno se puede incluir al trabajar aspectos vinculados con la dieta, los componentes de los alimentos y la importancia de la dieta en la salud. Justamente, la creciente toma de conciencia acerca de la importancia de la dieta en la salud, junto con el reconocimiento de que la agricultura y la producción alimentaria tienen un impacto importante en el medio ambiente y en las personas, han estimulado la inquietud pública por la evaluación rigurosa de los OGM.

En este sentido, como ya se expresó en el Cuaderno N° 60, uno de los conceptos interesantes para trabajar con los alumnos es el hecho de que no existe el riesgo cero. Es decir que toda tecnología, las convencionales y las más modernas, implican cierto riesgo que debe ser evaluado. En el caso particular de los OGM, el hecho de ser una tecnología más novedosa que involucra técnicas de ingeniería genética agrega un componente de incertidumbre que puede llevar a una percepción errada de mayor riesgo que el real. Por esto, es importante trabajar con los alumnos los aspectos que se tienen en cuenta a la hora de evaluar un OGM y conocer también cuáles son las etapas que se siguen en la evaluación de un alimento no OGM.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



En este contexto se sugiere diferenciar dos términos que habitualmente se utilizan indistintamente: “riesgo” y “peligro”. Los peligros, ya sean agentes biológicos, físicos o

químicos, provocan un efecto adverso cuando se encuentran presentes a niveles inaceptables. En el contexto de la alimentación, “peligro” se refiere a una propiedad intrínseca, por ejemplo, una toxina alimentaria, que tiene un efecto adverso. El riesgo, por su parte, tiene en cuenta la probabilidad de un efecto adverso, es decir la probable exposición y la susceptibilidad de consumidor.

Es importante dejar en claro que las evaluaciones de inocuidad concluyen que los alimentos derivados de OGM son “tan seguros” y “tan nutritivos” como los convencionales. Es decir que los alimentos aprobados (convencionales y OGM) poseen un riesgo “normal”, que se acepta y se puede controlar.

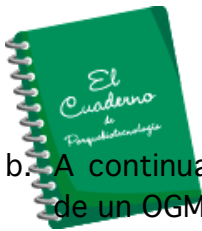
La comprensión de los pasos que involucra la evaluación de inocuidad de los OGM requiere del repaso de temas ya estudiados, como la técnica de transformación para la obtención de los OGM's. Además, se sugiere trabajar con los docentes de química los aspectos vinculados a la composición de los alimentos, y vincular con temas de salud referidos a las alergias.

Resulta de especial interés hacer un debate en clase sobre qué factores influyen en la relación etiqueta-consumidor. Entre algunos de esos factores pueden encontrarse las características demográficas (edad, sexo, educación, ingresos), culturales (los conocimientos básicos para comprender la información que aporta la etiqueta), la relevancia que se le da a la nutrición, el interés por comparar productos, curiosidad personal por leer las etiquetas para informarse sobre el contenido de sus ingredientes y su valor nutricional (grasas, hidratos de carbono, etc) y la capacidad de tomar decisiones en base a la información de las etiquetas, entre otros factores.

Actividad 1. Comprensión del texto

- a. En qué principio científico se basa la evaluación de seguridad alimentaria de un OGM? Explicar brevemente en qué consiste. *Rta: Equivalencia sustancial. Consiste en evaluar las diferencias entre el OGM y su homólogo convencional como punto de partida para un posterior análisis pormenorizado de las diferencias halladas, con el fin de llegar a establecer si el alimento (derivado de) OGM es o no tan inocuo y tan nutritivo como su homólogo no transgénico.*

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



b. A continuación se plantean una serie de datos relacionados con la evaluación de un OGM. Indicar a qué etapa corresponden y con qué objetivo se realizan:

i) Los animales alimentados con maíz transgénico adquirieron igual peso y porte que los alimentados con maíz convencional. **Rta.: evaluación de la inocuidad:**

modificación nutricional, estos ensayos en animales se realizan con el objetivo de detectar si el nuevo OGM ha variado en su capacidad nutricional con respecto a su homólogo convencional.

ii) El cuero obtenido de los animales alimentados con soja GM no tiene diferencias significativas con el cuero de animales alimentados con soja convencional. **Rta.: ídem punto anterior**

iii) El suero de pacientes alérgicos a frutos secos reaccionó positivamente con la proteína codificada por el transgén. **Rta.: evaluación de la inocuidad: posible alergenidad**

iv) El rendimiento a campo de las variedades GM fue similar al de las variedades no GM. **Rta: esta etapa es inicial a los pasos analizados en la actividad anterior. Se trata de la primera observación a campo para detectar diferencias fenotípicas asociadas a efectos deseados y/o a efectos no intencionales.**

v) El evento de transformación genética demostró tener una única copia del transgén incorporada al genoma vegetal y que se expresa en niveles similares en todos los tejidos de la planta. **Rta.: caracterización (molecular) de la modificación genética.**

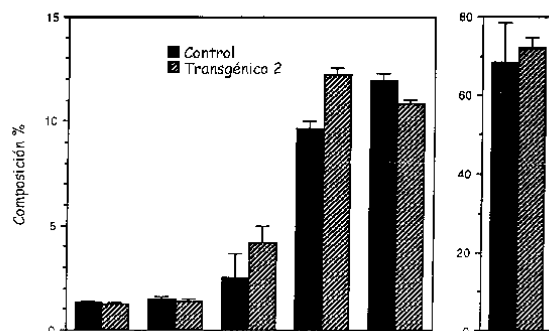
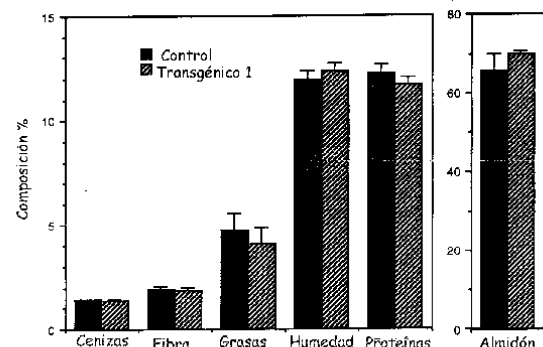
Actividad 2. Análisis comparativo

Los siguientes gráficos se obtuvieron como resultado de la evaluación de inocuidad de dos OGM's. Analizar los gráficos y responder:

- ¿Qué representa cada gráfico? **Rta. Cada gráfico representa la variación en la composición de dos productos uno denominado "control" y el otro un transgénico.**

- ¿A qué hará referencia el término "control"? ¿Por qué es

"El Cuaderno de Porqué Biotecnología" es un desarrollo por el equipo pedagógico del IIR, la reproducción está autorizada bajo la condición de este recurso pedagógico por parte del IIR





necesario un control? Rta. El control sería el alimento convencional, sin modificación, con el cual se compara el OGM. En toda experiencia un control aporta un parámetro con el cual comparar el componente variable.

- ¿Cuál es el aspecto que se analiza en este caso? Rta. La composición química de los alimentos, para la evaluación de la inocuidad. Se realiza para detectar diferencias bioquímicas asociadas a efectos deseados y/o a efectos no intencionales y es uno de los puntos de partida para el posterior análisis de las diferencias observadas siguiendo el criterio de "equivalencia sustancial".
- ¿Cuáles son los componentes de los OGM's analizados que muestran mayor diferencia respecto de los controles? Rta. De los dos transgénicos mostrados en el gráfico, el N°2 muestra diferencias más notorias en el contenido de humedad. También el contenido de grasas en este alimento se ve aumentado en mayor proporción. De todos modos esa diferencia es luego estudiada en más detalle para analizar si produce cambios nutricionales o relevantes en el OGM para su uso como alimento humano o animal.

Actividad 3. Análisis de casos

A continuación se comentan dos casos reales. Se propone que se los analice en relación con lo visto en este Cuaderno. También se sugiere repasar la Actividad 3 "Alimentos para consumo humano" del Cuaderno N° 45.

Caso 1. Soja MG que contiene una proteína de la nuez del Brasil: La soja tiene un valor limitado como ingrediente importante de alimentos para animales debido a su bajo contenido natural en aminoácidos azufrados. La proteína 2S de la nuez del Brasil, que es rica en tales aminoácidos, fue introducida en la soja para mejorar el valor nutritivo de la harina de soja: la expresión de la proteína 2S constituía una proporción significativa del total de proteína en la soja transgénica. Sin embargo, se sabe que la nuez del Brasil provoca reacciones alérgicas severas en un pequeño porcentaje de la población humana, y por ello fue necesario realizar una evaluación que determinara si se había introducido o no en la soja una proteína alergénica. Utilizando un ensayo inmunológico se obtuvo un resultado positivo en suero de ocho de un total de nueve individuos con una sensibilidad documentada hacia la nuez del Brasil, lo cual indicaba

que el gen transferido codificaba para un alérgeno importante. Dado que se utilizan derivados de soja como ingredientes en alimentos procesados se decidió que este producto no era adecuado, por lo que su proyecto de desarrollo fue cancelado.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



A partir del análisis de este caso responder:

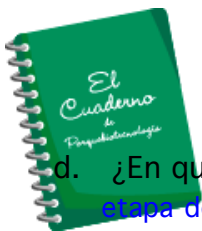
- ¿Qué tipo de análisis describe el texto? *Rta: evaluación de alergenicidad.*
- ¿Cuáles fueron los resultados obtenidos? *Rta. El gen transferido a la soja codificaba para una sustancia alergénica.*
- ¿Qué decisión se tomó en base a los resultados? *Rta. El desarrollo fue cancelado.*
- ¿En qué etapa de la evaluación del riesgo fue tomada la decisión? *Rta: en la etapa de caracterización del riesgo. Una vez detectado se determinó no seguir adelante con el desarrollo, antes de liberarlo para su producción y comercialización.*
- ¿Qué sugiere esto con respecto al sistema regulatorio que actuó en el caso? *Rta.: este caso demuestra que los OGMs son evaluados por un sistema regulatorio que, ante la presencia de un posible riesgo para los consumidores, impide la continuidad del desarrollo biotecnológico.*

Caso 2. Maíz StarLink. El maíz conocido como Starlink es una variedad de maíz Bt (resistente a insectos) que, a diferencia de los demás Bt actualmente en el mercado, expresa un gen distinto. En las pruebas exigidas por el gobierno de EEUU para aprobar la producción del cultivo, la proteína codificada por ese gen había tardado más en descomponerse en las pruebas de digestión. Como esa única prueba no fue suficiente para evaluar negativamente la alergenicidad, se otorgó el permiso para producir el cultivo siempre que no fuera usado para consumo humano. Como la mayor parte de la cosecha de maíz en los Estados Unidos se destina a la alimentación de animales y la producción de alcohol combustible, esta restricción no representó el fin del cultivo del maíz StarLink. Los agricultores simplemente tenían que asegurarse de que su cosecha de StarLink no se dirigía a canales que condujeran a su inclusión entre los alimentos de consumo humano.

A partir del análisis de este caso responder:

- ¿Qué tipo de análisis describe el texto? *Rta.: digestión enzimática como simulacro de digestión en sistema digestivo.*
- ¿Cuál fue el resultado obtenido? *Rta. La proteína codificada por el transgén no se digería como en otros OGM's similares.*
- ¿Qué decisión se tomó en base a los resultados? *Rta.: aprobar el cultivo para consumo animal e industrial, no para consumo humano.*

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



- d. ¿En qué etapa de la evaluación del riesgo fue tomada la decisión? Rta.: en la etapa de gestión / manejo de riesgo, dado que una vez caracterizado el mismo se decidió manejarlo diferencialmente para consumo animal y no para humano.
- e. ¿Qué sugiere esto con respecto al sistema regulatorio que actuó en el caso? Rta: que el sistema regulatorio analiza caso por caso.

Nota: Se sugiere ampliar la información sobre el caso maíz StarLink en el sitio http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/sp_hot_starlink.html que permite realizar un análisis que involucra factores sociales, de la cadena de comercialización y luego medidas de comunicación y de manejo posterior del riesgo.

Actividad 4. Análisis de Etiquetas

El objetivo de esta actividad apunta a concientizar a los alumnos (consumidores) acerca de la información que tienen derecho a exigir en la etiqueta de un alimento y también que aprendan cómo interpretar la información suministrada en las etiquetas.

a) Se sugiere traer etiquetas de alimentos que se consumen en los hogares o en la escuela y diseñar una encuesta que los alumnos realicen en su núcleo familiar y de amistades.

Entre las preguntas que se pueden incluir en la entrevista se sugiere:

- § ¿Lee usted las etiquetas de los alimentos que consume?
- § ¿Podría mencionar la información aportan las etiquetas?
- § ¿A cuáles de estos datos le presta más atención? ¿Por qué?
- § ¿Le parece importante que las etiquetas aporten información? ¿Por qué?
- § ¿Le parece que debería constar en la etiqueta si un producto es OGM o derivado de OGM's? ¿Por qué?

b) A partir de los resultados de las entrevistas y de la lectura de los envases analizar en clase los siguientes aspectos:

- i. quiénes prestan mayor atención a las etiquetas de los alimentos,
- ii. cuáles son los datos a los que prestan más atención (por ej.: las madres se fijan la fecha de vencimiento, las chicas jóvenes el contenido calórico, los

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



adultos prestan atención al contenido de colesterol o de grasas en general, etc

- iii. prestar atención si las etiquetas destinan información para grupos especiales: por ejemplo, para lactantes o embarazadas, para fenilcetonúricos, celíacos o diabéticos, para consumidores kosher, vegetariano, orgánico, o por contenido nutricional (bajo en grasas saturadas, rico en fibras, etc).
 - iv. Analizar si en alguna de las etiquetas se menciona el proceso por el cual se obtiene el alimento final (por ej.: frito, horneado, etc)

 - v. Analizar si en alguna de las etiquetas se menciona el proceso por el cual se obtiene la materia prima con la cual se elabora el alimento (por ej.: si es una barrita de cereales analizar si menciona la variedad de los cereales y si éstos fueron obtenidos por técnicas convencionales como mutagénesis o por ingeniería genética)
- c) La siguiente actividad se relaciona con el debate actual sobre el etiquetado de los OGM. A continuación se mencionan varios argumentos y se pide que se diga si son a favor o en contra del etiquetado de los alimentos derivados de OGMs, y qué opinan al respecto los alumnos. Se sugiere analizar cada uno de los argumentos en detalle con los alumnos. Por ejemplo, resulta de especial interés que se debata en clase el punto iii) formando un criterio común de qué considerarían un alimento OGM y cuál no. Por ej.: cuántas de las etiquetas analizadas en la actividad anterior enuncian contener “jarabe de alta fructosa”, que es obtenido a partir de almidón de maíz, el cual puede ser OGM o no.
 - i. “Se debe respetar el derecho del consumidor a saber por qué proceso se obtuvo el alimento”.
 - ii. “Si un OGM ha sido sometido a toda la evaluación previa, para demostrar que es tan nutritivo y seguro como su contraparte convencional, entonces no es necesaria ninguna etiqueta, dado que una etiqueta sólo debería indicar diferencias de importancia.”
 - iii. “Se debería previamente establecer a qué se le llamaría “*producido con OGM*” dado que muchas sustancias derivadas de los OGMs no contienen ni el transgén ni la proteína por él codificada. Por ejemplo, si una galletita está hecha con aceite de soja, pero en el aceite no queda ni ADN ni la proteína codificada por el transgén,

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



entonces ese aceite no tiene ninguna diferencia con el proveniente de una soja no transgénica, y entonces no sería necesario etiquetarlo diferencialmente”

- iv. “Las etiquetas no tienen por objetivo indicar el proceso por el cual se obtiene, sino los valores nutricionales del producto final.”
- v. “Si no existen diferencias significativas entre un alimento derivado de un OVGM y uno no GM, entonces rotular una etiqueta como “derivado de OGM” sería dar información confusa al consumidor, por un lado porque el consumidor busca en una etiqueta información relevante para la salud y, por otra parte, no todo consumidor está debidamente informado de qué es un OGM y cuán evaluado está dicho alimento antes de que se lo apruebe para consumo humano”.

Rtas.: el punto i) es a favor y los demás en contra del etiquetado diferencial de alimentos derivados de OGMs.

Material de consulta

Alimentos y Tecnología de Modificación Genética: Salud y Seguridad en el Consumidor. Documento realizado el ILSI (International Life Sciences Institute) en español, con un enfoque completo y sencillo sobre la seguridad alimentaria de los OGMs. Se lo puede obtener libremente de la web en el sitio: <http://europe.ilsa.org/file/ILSIGMTES.pdf> Asimismo, a través del sitio www.ilsa.org se puede obtener numerable bibliografía en español relacionada con temas de nutrición.

Soja y Nutrición – serie de informes especiales. Este documento desarrollado por ILSI expone un análisis completo de la soja como alimento, y dedica una capítulo especial a la soja GM (resistente al herbicida glifosato). Puede obtenerse libremente a través del sitio: <http://argentina.ilsa.org/file/SOJAYNUTRICION.pdf>

Aspectos relativos a la inocuidad de los alimentos de origen vegetal genéticamente modificados. Informe de una Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos sobre Alimentos Obtenidos por Medios Biotecnológicos. Sede de la Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza 29 de mayo a 2 de junio de 2000. La versión en español de este y otros documentos similares está disponible en <http://www.fao.org/biotech/doc.asp>

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de Porqué Biotecnología

Edición N° 62 de

Biotecnología y mejoramiento vegetal. Ediciones INTA, 2004. Editores: Viviana Echenique, Clara Rubinstein, Luis Mroginski. -- Buenos Aires. **Parte IX:** Bioseguridad y Regulación de Organismos Vegetales Genéticamente Modificados (OVGM). **Capítulo 1: Criterios Científicos Para La Evaluación De La Bioseguridad De Organismos Genéticamente Modificados.** Clara Rubinstein. Disponible en forma gratuita en el sitio www.argenbio.org

"El Cuaderno de Porqué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Porqué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Porqué Biotecnología.