

Cuaderno N° 130, edición 2021

Alergias alimentarias, transgénicos y un mito difícil de derribar

Hablar de alimentos es hablar de una necesidad básica, de nutrición, de salud y también del placer de comer. Habitualmente, la mayoría de las personas puede comer cualquier tipo de alimento sin que les genere reacciones adversas. Sin embargo, existe un pequeño porcentaje de personas que no puede comer ciertos alimentos ya que les causan, desde molestias insignificantes, hasta complicaciones graves. Esto ocurre cuando se sufre de una **alergia alimentaria**.

Un mito, que todavía circula, es el que sostiene que los alimentos derivados de cultivos transgénicos producen alergias. Si bien esto no es cierto, algunas personas pueden aún dudar y querer despejar esas dudas. En este texto abordamos el concepto de alergia, con foco en aquellas causadas por alimentos, y explicamos la realidad detrás del mito.

¿Qué son las alergias?

Una alergia es una reacción adversa, mediada por el sistema inmunológico, a una o varias sustancias, denominadas alérgenos, que normalmente no provocan ningún síntoma en la mayoría de la población. Una alergia alimentaria, por lo tanto, es una reacción adversa originada por un mecanismo inmunitario, provocada por la ingesta de alérgenos presentes en determinados alimentos. Estas reacciones adversas pueden ser desde leves hasta graves.

Normalmente, el sistema inmunológico protege al organismo, de cualquier sustancia extraña que entra al cuerpo, mediante un complejo mecanismo (mecanismo inmunitario) que elimina la sustancia desconocida. La alergia alimentaria se da, esencialmente, cuando el sistema inmunológico

percibe una sustancia presente en un alimento, normalmente inocua, como si fuera una amenaza (considerándola como un enemigo) y reacciona de manera exagerada contra ella con el fin de neutralizarla y eliminarla del cuerpo. Según el mecanismo inmunitario que esté involucrado, las alergias pueden dividirse en: 1) mediadas por anticuerpos como inmunoglobulina E (IgE), 2) no mediadas por IgE, 3) mixtas, y 4) mediadas por células.

Los síntomas más comunes en las alergias alimentarias son las erupciones cutáneas, inflamación de labios, náuseas, dolor abdominal, hinchazón, vómito y diarrea. Afortunadamente, la mayoría de las reacciones alérgicas a los alimentos son relativamente leves, excepto en el caso de un número reducido de personas que experimentan una reacción grave con peligro de muerte, que se conoce como anafilaxia o shock anafiláctico. Una reacción anafiláctica se puede producir a los pocos minutos de la exposición al alimento y requiere tratamiento médico inmediato.

En contra de la creencia popular de que las alergias alimentarias se deben a la presencia de aditivos (ver Cuaderno N° 75), la mayoría de las alergias son causadas por proteínas (ver Cuaderno N° 123) que están presentes, de forma natural, en los alimentos. Las plantas y animales, que normalmente forman parte de la alimentación humana, contienen miles de proteínas, de las cuales sólo unas pocas tienen propiedades alergénicas.

Aproximadamente 160 alimentos y sustancias relacionadas con alimentos están asociados con la inducción de reacciones alérgicas. Sin embargo, el 90% de las alergias alimentarias que ocurren a nivel mundial son causadas por sólo 8 alimentos: leche, huevo, soja, pescado, maní, mariscos, frutos secos (nueces, avellanas, almendras, etc.) y trigo y demás cereales con gluten, y los derivados de estos

alimentos que conserven las proteínas alergénicas. Estos alimentos conforman un grupo conocido como “los grandes ocho” (Figura 1).



Figura 1: Los grandes ocho Fuente: <http://enfoco.ffyb.uba.ar/content/alergenos-en-alimentos>

Un caso interesante de mencionar es el de la alergia causada por maníes y frutos secos, tanto por su duración (comienza a edad muy temprana y puede durar toda la vida) como por su severidad. El hecho de que puedan provocar síntomas incluso ante un mínimo contacto, con la posibilidad de producir un shock anafiláctico en pocos segundos, hace que estos alimentos estén en un lugar de privilegio entre sus compañeros de grupo.

La enfermedad celíaca también es una reacción adversa originada por un mecanismo inmunomediado a proteínas del trigo, avena, cebada y centeno (TACC), que comúnmente llamamos gluten. Las personas celíacas padecen de una lesión de la mucosa intestinal que provoca una atrofia de las vellosidades del intestino delgado, lo que altera o disminuye la absorción de los nutrientes de los alimentos (proteínas, grasas, hidratos de carbono, sales minerales y vitaminas). La enfermedad celíaca obliga a quien la padece a evitar de por vida el trigo, centeno, cebada y cereales afines.

Teniendo esto en cuenta, las legislaciones que rigen el etiquetado de los alimentos están dirigidas a advertir al consumidor sobre la presencia y la

posible presencia de estos alimentos en los productos alimenticios manufacturados.

Alergias alimentarias e intolerancias alimentarias: ¿son lo mismo?

Es frecuente suponer que una reacción adversa a determinado alimento es sinónimo de alergia. Sin embargo, no siempre es así. En muchos casos es probable que se trate de una intolerancia alimentaria.

A diferencia de las alergias alimentarias, las intolerancias alimentarias son reacciones adversas a determinados alimentos no mediadas por el sistema inmunológico. Aunque los síntomas iniciales pueden ser similares (diarreas, náuseas, dolor abdominal), las reacciones alérgicas se dan poco tiempo después de haber comido (entre un minuto y pocas horas). En cambio, los síntomas de una intolerancia alimentaria suelen tardar más tiempo en observarse y no hay respuesta inmune involucrada.

La intolerancia alimentaria más común es la intolerancia a la lactosa (el azúcar presente en la leche). Otro ejemplo es la sensibilidad no celíaca al gluten, que implica reacciones adversas a la ingesta de gluten, pero esas reacciones no están mediadas por el sistema inmunitario.

Los alimentos derivados de cultivos transgénicos, ¿pueden producir alergias?

Una de las preguntas más frecuentes en relación a la seguridad de los cultivos transgénicos (ver Cuadernos N° 2, 6, 8 y 11) es si los alimentos derivados de ellos pueden causar alergias. La respuesta corta es no.

Es importante, en primer lugar, tener en claro que el riesgo potencial de que un alimento derivado de un cultivo transgénico produzca alergias es evaluado durante la evaluación que realizan los

sistemas regulatorios para la autorización de los organismos genéticamente modificados (OGM) para cultivo y consumo humano y animal.

Como vimos, muchos alimentos convencionales normalmente tienen alérgenos que les son propios y que presentan problemas para personas sensibles. En este contexto, el potencial de producir alergias de los cultivos transgénicos y sus productos se evalúa durante el proceso de desarrollo y aprobación de los mismos. El análisis se centra en estudiar si se han introducido alérgenos en la planta transgénica, o bien, si se han modificado los niveles de alérgenos pre-existentes en el cultivo.

En la evaluación de alergenicidad, como no se pueden ensayar los alimentos en las personas, se emplean varios estudios y datos que en conjunto permiten estudiar el potencial alergénico de las nuevas variedades (Figura 2). Para eso se analizan en especial ciertas características que comparten los alérgenos, como la resistencia a la digestión, la prevalencia en el alimento (normalmente, los alérgenos proteicos están presentes en grandes proporciones en los alimentos) y la similitud con otras proteínas alergénicas. En este sentido, se recurre a estudios bioinformáticos que permiten comparar la secuencia del nuevo gen con la de los alérgenos conocidos. Para consensuar la evaluación del potencial alergénico se han desarrollado árboles de decisión (ILSI, FAO-OMS) que siguen una secuencia de evidencias y guían en la estimación del potencial alergénico de una nueva proteína. Una vez que se confirma que el cultivo transgénico y sus productos no producen alergias, más allá de las que puede producir su contraparte convencional (no-transgénico), se aprueba para consumo humano y animal.

Todos los cultivos transgénicos que hoy se consumen en Argentina y en el mundo han sido analizados desde el punto de vista de su seguridad

ambiental e inocuidad alimentaria, y dentro de esta última, se ha estudiado su potencial alergénico. En todos los casos, el análisis concluyó que no ha variado tal potencial en las plantas transgénicas, y que por lo tanto los alimentos derivados de estas plantas son tan seguros como los derivados de sus pares convencionales.

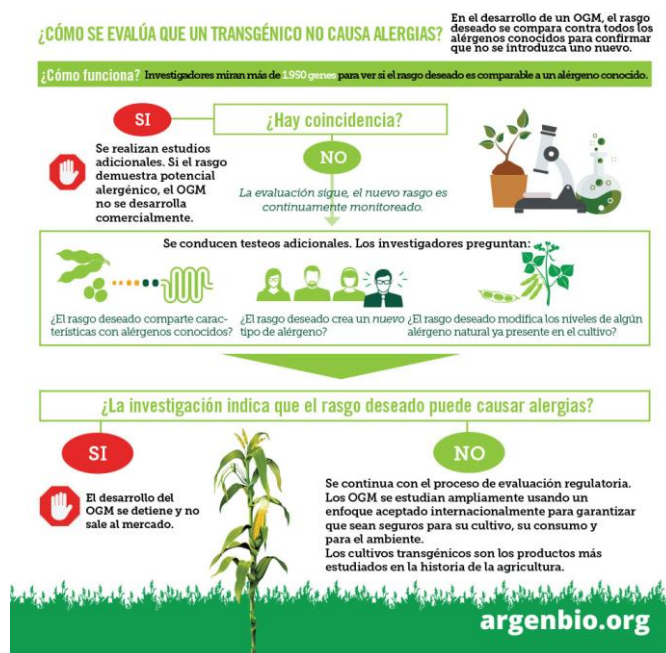


Figura 2. ¿Cómo se evalúa que un transgénico no causa alergias? <https://www.argenbio.org/recursos>

Existe un caso emblemático en el cual los controles estrictos evitaron el avance de un proyecto que hubiera generado un producto no deseado y es el caso de la proteína de la nuez del Brasil, que pretendía introducirse en la soja para aumentar el valor nutritivo de su harina. La nuez del Brasil provoca reacciones alérgicas severas en un pequeño porcentaje de la población humana; en los controles de alergenicidad se determinó la presencia de la proteína alergénica en el transgénico, motivo por el cual el proyecto fue cancelado.

Es importante destacar también que, desde la introducción de los cultivos transgénicos, hace 25 años atrás, no se ha reportado ningún caso de

reacción alérgica o cualquier otra reacción indeseada causada por la ingesta de alimentos derivados de cultivos transgénicos. De hecho, la biotecnología puede ser usada para eliminar o reducir substancialmente el potencial alérgico de un determinado cultivo y sus derivados.

Avances aportados por la biotecnología

El ser humano viene mejorando los cultivos hace miles de años, pero ciertas características, como la producción de alérgenos, no son fáciles de eliminar mediante las técnicas convencionales de mejoramiento.

En los últimos años, los avances en el mejoramiento genético de plantas mediante técnicas de ingeniería genética (ver Cuadernos N° 4, 6, 11, 18 y 26), han permitido reducir o eliminar sustancias nocivas en determinados cultivos de interés (ver Cuaderno N° 45). Variantes hipoalérgicas de alimentos alérgicos tienen el potencial de reducir el riesgo de reacciones adversas y, en algunos casos, podrían permitir el consumo por gente que sería sensible al producto convencional.

El caso de la alergia al maní siempre ha sido uno de los principales objetivos en las investigaciones, ya que es una de las causas más comunes de muerte debido a alergias alimentarias. El maní es muy difícil de eliminar por completo de la dieta pues es un ingrediente muy común en productos alimenticios. A veces, las muertes se han producido por el simple desconocimiento de la persona en cuanto a lo que estaba ingiriendo. Utilizando la tecnología del ARN de interferencia (ARNi) (ver Cuadernos N° 115 y 124), científicos estadounidenses consiguieron silenciar el gen que produce una de las proteínas más alérgicas del maní. Por técnicas precisas de detección, como el ELISA (ver Cuadernos N° 67 y 68), demostraron en algunas líneas hasta la ausencia total de este

alérgeno, y en todos los casos el resto de las características de las plantas permanecieron inalteradas. Estos resultados son promisorios para el desarrollo de maní hipoalérgico.

También se han logrado líneas de trigo transgénico (mediante al uso de ARN de interferencia) y no transgénico (mediante técnicas de edición génica) con menor contenido de gliadinas, que son las proteínas responsables de la enfermedad celíaca. Estas variedades producen harina con hasta 97% menos gliadinas que el trigo convencional, sin descuidar ni el perfil nutricional, ni las características organolépticas, ni el potencial para producir pan, que son, de hecho, superiores a las de las alternativas actuales de productos libres de gluten. Estos logros todavía siguen en el proceso de desarrollo y en el caso de los transgénicos, también evaluación para aprobación, pero estudios preliminares indican que el pan que se produce a partir de harina de estas variedades es potencialmente adecuado para celíacos.

Se están realizando estudios similares para disminuir la cantidad de alérgenos en otros alimentos, por ejemplo, en un desarrollo de soja transgénica, se silenció el gen responsable de la acumulación, en los porotos, del mayor alérgeno de la soja sin alterar el patrón de otras proteínas. Otro ejemplo es un desarrollo en manzanas donde, mediante el uso de ARN de interferencia, se han logrado manzanas transgénicas con menor contenido de alérgenos que muestran una alergenidad disminuida para aquellas personas con alergias al polen de abedules que también son alérgicos a las manzanas.

Todos estos logros se encuentran en proceso de desarrollo y todavía no están disponibles para el público.

Consideraciones metodológicas

El tema de las alergias es interesante para trabajar en el aula, ya sea al trabajar aspectos vinculados con la salud, con la nutrición, y con la elaboración de alimentos y particularmente con la bioseguridad.

En cuanto al aspecto vinculado con la salud, se sugiere trabajar la alergia como una reacción exagerada del sistema inmunológico. Es decir, al trabajar la respuesta inmune primaria y secundaria, es posible incluir el tema de las alergias para dar cuenta de reacciones particulares del sistema inmunológico.

Es importante tener en cuenta que una sustancia que es un alérgeno para una persona puede no serlo para la otra. Ambas comerán el mismo alimento y una puede desarrollar una alergia y la otra no. Se puede considerar que existe una predisposición genética a las alergias a determinadas sustancias.

Otro punto interesante para tratar, es que la reacción alérgica se manifiesta si la persona está expuesta al alérgeno (posiblemente debe exponerse en reiteradas ocasiones). Esto significa que una persona puede ser alérgica a una sustancia pero, si a lo largo de su vida nunca se expone a esa sustancia, nunca manifestará la alergia y posiblemente nunca se entere de su predisposición alérgica.

Asimismo, es importante diferenciar este tipo de reacciones, en las que participa el sistema inmune, con la reacción inmune frente a agentes infecciosos. Los agentes que las causan, los componentes del sistema inmune que participan, así como los síntomas, son otros y la reacción inmunológica es diferente.

Como un modo de informarse y de concientizar a la población desde niños, es interesante referirse en

clase a afecciones vinculadas con la alimentación, como la celiaquía. La enfermedad celíaca es una afección cada vez más detectada, tienen manifestaciones clínicas que deben atenderse, y se puede controlar con una dieta específica.

Es interesante llamar la atención de los alumnos al etiquetado de los alimentos y los símbolos que se emplean para informar acerca de la presencia de determinados componentes que no son aconsejables para parte de la población.

En el caso de la celiaquía, hay un logo oficial para indicar que un alimento está registrado como “alimento libre de gluten” que consiste en un círculo con una barra cruzada sobre tres espigas y la leyenda “Sin T.A.C.C.” en la barra, y tiene dos variantes de colores que se deben respetar. Este logo da cuenta que ese alimento es apto para celíacos. Como símbolo facultativo, se puede ver en locales de comidas, heladerías o en envases de alimentos una “espiga cruzada” que complementa al logo oficial.

Es importante que los alumnos conozcan y reconozcan estos símbolos como parte de la información al consumidor y, en caso de padecer celiaquía, saber informarse y preguntar acerca de alimentos o preparaciones que pueden ser perjudiciales.



Símbolo oficial en sus dos versiones

Símbolo facultativo

En referencia a la inocuidad de los alimentos, es importante transmitir la idea de los controles que pasan los alimentos que salen al mercado y de la responsabilidad de cada consumidor al seleccionar los alimentos que consume. Teniendo en cuenta

que las reacciones alérgicas son múltiples, variadas y que dependen de cada organismo, es fundamental que cada persona se haga responsable de los alimentos que consume, que exija el etiquetado para saber si los alimentos contienen o no ingredientes derivados de alérgenos conocidos, y que consulte en locales de comida acerca del modo de preparación de las comidas.

En cuanto a los alimentos derivados de organismos modificados por ingeniería genética se debe transmitir la idea de seguridad en cuanto a los controles que atraviesan los productos antes de ser aprobados. Asimismo, explicar que, más allá de la modificación en un gen particular, el resto de los componentes son los mismos que el alimento original (antes de ser modificado), y se deben tener en cuenta no por ser modificado genéticamente sino por el sólo hecho de ser un alimento que contiene proteínas entre su composición. Es decir que un alimento proveniente de un OGM será alérgico no por el gen agregado, sino porque el cultivo receptor ya lo era.

Más aún, es interesante al trabajar este tema o temas de genética, analizar el desarrollo de alimentos modificados genéticamente justamente para aislar y sacar un componente alérgico conocido, y dar la posibilidad a las personas alérgicas a él de comerlo sin riesgos.

Actividades

Actividad 1: ¿Cuánto sabes de alergias alimentarias?

En base al texto del cuaderno, responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es una alergia alimentaria? *Rta.* Una alergia alimentaria es una respuesta fisiológica anormal del cuerpo ante una o varias sustancias (alérgenos) presentes en los alimentos.
2. ¿Cuáles son los alimentos que pertenecen al

“grupo de los ocho”? ¿Por qué se menciona especialmente a estos alimentos? *Rta.* Los alimentos que forman el grupo de los ocho son la leche, huevo, soja, trigo, pescado, maní, nuez y mariscos. Se los menciona especialmente pues estos alimentos son los que causan el 90% de las alergias alimentarias.

3. ¿Qué es una intolerancia alimentaria? ¿Cuáles son los ejemplos más frecuentes? *Rta.* Una intolerancia alimentaria es una incapacidad de digerir algún alimento. El ejemplo más conocido es la intolerancia a la lactosa; quien la padecen carecen de la enzima digestiva lactasa que descompone la lactosa, el azúcar presente en la leche. Como consecuencia de ello, las bacterias intestinales fermentan la lactosa, produciendo flatulencia, dolor abdominal y diarrea.

4. ¿Qué diferencia tiene una intolerancia alimentaria con una alergia? *Rta.* Aunque los síntomas iniciales pueden ser similares (diarreas, náuseas, dolor abdominal), las verdaderas reacciones alérgicas se dan poco tiempo después de haber comido (entre un minuto y pocas horas) y tienen como principal característica la activación del sistema inmunológico. En cambio, los síntomas de una intolerancia alimentaria suelen tardar más tiempo en observarse y no hay respuesta inmunológica involucrada.

5. ¿Qué es la IgE? *Rta.* La IgE es una inmunoglobulina (o anticuerpo) que se produce en situaciones de reacciones alérgicas.

6. ¿Los organismos genéticamente modificados pueden contener alérgenos? *Rta.* La introducción de un nuevo gen o genes en una planta, tanto mediante hibridación clásica o por ingeniería genética, no supone necesariamente que la planta mejorada se convierta en productora de compuestos que produzcan alergia. De hecho, el

potencial riesgo de alergenicidad de los alimentos derivados de OGMs no es mayor que los poseídos por los alimentos provenientes de métodos de mejoramiento convencionales, o por los cultivos exóticos introducidos desde otras regiones del mundo. En otras palabras, si un consumidor no es alérgico a los productos de una planta convencional, es altamente improbable que resulte alérgico a los productos o derivados de la misma planta pero que ha sido genéticamente modificada. De todas maneras, los OGMs son estrictamente evaluados para descartar la posibilidad de haber generado algún tipo de alérgeno en su proceso.

7. ¿Qué hacer si se descubre que se es alérgico a algún alimento? *Rta.* En principio hay que evitar ingerir ese alimento. Siempre, se debe consultar con un especialista.

8. ¿Cuáles son los síntomas más frecuentes de las alergias a los alimentos? *Rta.* Los síntomas alérgicos más comunes en las alergias alimentarios son las erupciones cutáneas, inflamación de los labios, náuseas, dolor abdominal, hinchazón, vómito y diarrea. Un porcentaje reducido de personas pueden experimentar una reacción grave con peligro de muerte, que se conoce como anafilaxia.

Actividad 2: ¿Qué puedo comer?

Te invitan a una fiesta importante junto con 7 amigos de la infancia y comparten una gran mesa. Casualmente, los 8 tienen una alergia alimentaria diferente y deben tener especial cuidado con lo que comen. Sabiendo cuál es el menú, marca con una cruz qué parte del delicioso banquete debe evitar cada uno, según su alergia.

MENÚ						
	Entrada: Ensalada de brotes de soja y queso con salsa de calamar	1er plato: Fideos con pesto	2do plato: Filet de merluza con omelette de espinaca	Postre: Flan	Café con brownies rellenos de maní	
ALERGIA A:	Leche					
	Huevo					
	Soja					
	Trigo					
	Pescado					
	Maní					
	Nuez					
	Mariscos					

Respuesta:

MENÚ						
	Entrada: Ensalada de brotes de soja y queso con salsa de calamar	1er plato: Fideos con pesto	2do plato: Filet de merluza con omelette de espinaca	Postre: Flan	Café con brownies rellenos de maní	
ALERGIA A:	Leche	X			X	X
	Huevo		X	X	X	X
	Soja	X				
	Trigo		X			X
	Pescado			X		
	Maní					X
	Nuez		X			
	Mariscos	X				

Actividad 3. Alimentos derivados de OGM, alergenidad y bioseguridad

Elige la palabra o frase correcta para completar el espacio punteado:

1. La introducción de un nuevo gen o genes en una planta, mediante hibridación clásica o mediante ingeniería genética..... (supone/ no supone) necesariamente que la planta mejorada se convierta en productora de compuestos que produzcan alergia.

2. El potencial riesgo de alergenidad de los alimentos derivados de OGMs (es igual /no es mayor/es mayor) que aquel de los alimentos provenientes de cultivos mejorados con métodos de mejoramiento convencional, o de los cultivos exóticos introducidos desde otras regiones del mundo.

3. Los alimentos que generan la mayoría de las alergias pertenecen al denominado (grupo de los 6/ conjunto de los 8/ grupo de los 8).

4. Si un consumidor no es alérgico a los productos de una planta convencional, es (seguro/altamente improbable/totalmente improbable/ totalmente probable/altamente probable) que resulte alérgico a los productos o derivados de la misma planta pero que ha sido genéticamente modificada.

5. Antes de que estén disponibles comercialmente, los cultivos transgénicos son sometidos a una serie de ensayos que insumen (días/meses/años).

6. Según el concepto de "equivalencia sustancial", si un cultivo transgénico se puede caracterizar como equivalente a su predecesor convencional, se puede suponer que (es probable que plantee/no plantea/plantea)

- nuevos riesgos y, por lo tanto, (es aceptable/no es aceptable) para consumo. Este concepto (es suficiente/no es suficiente) para llegar a una conclusión de inocuidad, sino que es una conclusión posible a la que llega la evaluación mediante un análisis comparativo.

7. En la evaluación se comparan una serie de parámetros (agronómicos, morfológicos, bioquímicos, etc.), de modo de identificar aquellas (similitudes/diferencias) que pudieran indicar la presencia de efectos no intencionales de la modificación. El nuevo cultivo o alimento debe ser..... (más seguro que/ tan seguro como) y no menos nutritivo que el convencional.

8. Se incluyen en la evaluación, el estudio (del método de transgénesis/ del gen a insertar/de las instalaciones) (así como del /pero no del) OGM final.

9. Una vez que las evaluaciones de seguridad son realizadas y superadas, las agencias regulatorias determinan la autorización de dicho cultivo GM, para su comercialización y consumo, decisión que se publica en los llamados Documentos de Decisión u Opiniones, que son (de acceso restringido/ de acceso público/de acceso parcial a organismos autorizados).

10. En los 25 años que van desde que se siembra y consume el primer OGM, la conclusión general de estas evaluaciones es que los alimentos derivados de los OGM autorizados son..... (bastante seguros/igualmente seguros/casi tan seguros) y nutritivos que los derivados de sus contrapartes convencionales.

Respuestas

1. no supone
2. no es mayor
3. grupo de los 8
4. altamente improbable
5. años
6. no plantea; es aceptable; no es suficiente
7. diferencias; tan seguro como
8. del gen a insertar; así como del
9. de acceso público
10. igualmente seguros

Material de consulta

- Alergias alimentarias

<http://infoalimentos.org.ar/temas/salud-y-alimentos/443-alergias-alimentarias-2>

- Alérgenos en alimentos: ¿Cómo se identifican leyendo una etiqueta?

<http://infoalimentos.org.ar/temas/salud-y-alimentos/442-alergias-alimentarias>

-Sitio específico de alergia al maní

<http://www.peanutallergy.com/>

- Alergias alimentarias en la infancia

<http://infoalimentos.org.ar/temas/salud-y-alimentos/444-alergias-alimentarias-en-la-infancia>

- Página de alergias alimentarias en niños

<http://www.alergiainfantillafe.org/aaclasificacion.htm>

-Videos del programa “Médicos por Naturaleza”:
las alergias e intolerancias alimentarias vistas desde el punto de vista médico y psicológico.

<http://www.youtube.com/watch?v=IFodySmym2I&feature=relmfu>

http://www.youtube.com/watch?v=_3AFORZTgtI

<http://www.youtube.com/watch?v=MCAifadpuqo&feature=relmfu>

- Más información sobre enfermedad celíaca en el siguiente link:

<http://infoalimentos.org.ar/temas/salud-y-alimentos/235-la-enfermedad-celiaca>

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