

# Alimentos



Por David Warmflash

## Problemas En Tu Dieta

**S**arah es una estrella de la pista de la escuela secundaria. En el primer año, ella participó en el equipo de la escuela, y para el final de la temporada, fue clasificada entre las mejores 10 en salto con garrocha en su estado. Como la mayoría de sus compañeros de equipo, trató de comer sano, con una dieta rica en hidratos de carbono complejos, que se encuentran en las verduras, papas, maíz, arroz, pasta y cereal.

Los hidratos de carbono, junto con las proteínas y los lípidos, son una de las principales categorías de compuestos macronutrientes— orgánicos que necesitas en grandes cantidades para almacenar energía. Los otros dos son proteínas y lípidos. Los atletas necesitan hidratos de carbono complejos, ya que los hidratos de carbono almacenan energía, y pueden romperse fácilmente en el cuerpo para liberar energía, según sea necesario.

A menudo, cuando Sarah comía mucha pasta, granos blancos, frijoles, o cereal, Sarah se sentía hinchada y con gases. En el verano después de su primer año, estuvo con diarrea frecuente y estreñimiento ocasional, lo cual interfería con su entrenamiento. Ella trató una dieta libre de gluten después de aprender de un amigo que algunas personas no pueden tolerar el gluten, un grupo de proteínas que se encuentran en muchos granos. Después de unos días, sus síntomas mejoraron lo suficiente para poder seguir entrenando, pero no desaparecieron.



A finales del verano, Sarah fue a ver a su médico. Al enterarse de la ligera mejoría con la dieta libre de gluten, el médico hizo análisis a Sarah para la enfermedad celíaca, un trastorno que proviene del consumo de alimentos con gluten, ya que el sistema inmunológico identifica erróneamente partes de gluten como peligrosos. La respuesta inmune daña la capa de mucosa del intestino delgado, y conduce a síntomas digestivos graves y a una serie de otros efectos en todo el cuerpo.

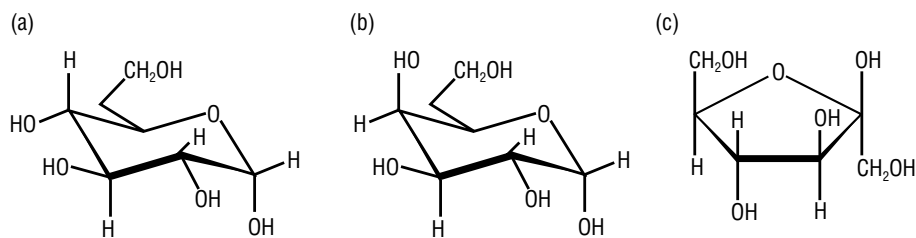
Resultó que Sarah no tenía la enfermedad celíaca. En su lugar, el médico le diagnosticó una condición común que se llama el síndrome del intestino irritable, y le dijo que redujera su ingestión de alimentos que contienen una gran variedad de compuestos llamados oligosacáridos fermentables, disacáridos y monosacáridos y polioles (FODMAPs). Sarah nunca había oído hablar de FODMAPs, pero resulta que muchas personas que no son sensibles al gluten son realmente sensibles a FODMAPs.

## FODMAPs

El síndrome del intestino irritable es un trastorno común que afecta el intestino grueso, o colon, y causa dolor abdominal, distensión abdominal y diarrea. Este trastorno no es una amenaza a la vida, pero puede ser incómodo, y puede interferir con la calidad de tu vida y causar estragos en tu tracto gastrointestinal. Si eres un atleta, puede hacer difícil tu entrenamiento. Este síndrome es diferente de la enfermedad celíaca, que es una condición inmunológica. Si se expone a pequeñas cantidades de gluten, el sistema inmunológico de una persona con enfermedad celíaca reacciona con toda su fuerza. Como una alergia, es un tipo de reacción de hipersensibilidad.

En lugar de ello, la intolerancia a FODMAPs depende de las FODMAPs que usted consume. Una pequeña bola de helado puede ser tolerada por el cuerpo, pero un batido de tamaño grande puede enviarte corriendo al baño. El mismo efecto basado en cantidad es





**Figura 1. Las estructuras químicas de tres monosacáridos comunes, o azúcares simples: (a) glucosa; (b) galactosa; y (c) la fructosa**

el caso de los frijoles, lentejas y granos, que contienen altas cantidades de oligosacáridos difíciles de digerir.

Mediante el entendimiento de lo que representan las letras O, D, M y P en FODMAPs, Sarah fue capaz de controlar su dieta y comer alimentos que contienen bajas cantidades de cada categoría. Así que vamos a ver lo que representan las siglas y cómo ayudaron a Sarah a hacer frente a su condición. Luego, más tarde, vamos a discutir la F, para “fermentable,” que se refiere a lo que ocurre con Os, Ds, Ms, y Ps si el intestino delgado no proporciona suficiente de las enzimas para digerirlos.

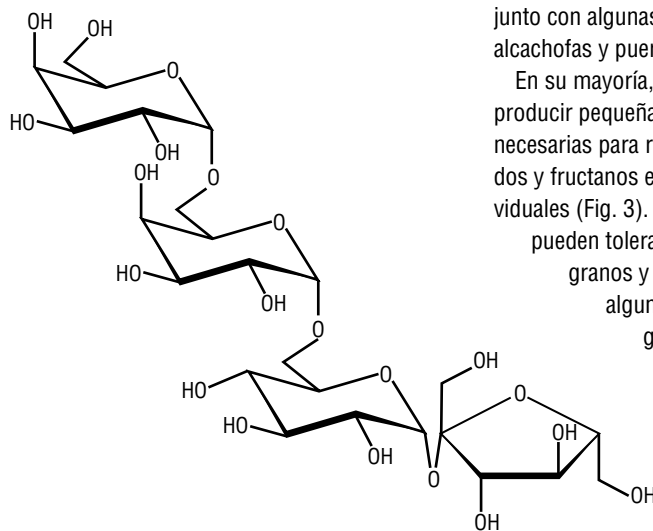


En primer lugar, la **O** en FODMAPs significa “oligosacáridos”, que son un tipo de hidrato de carbono. Los hidratos de carbonos forman un gran grupo de compuestos orgánicos que están presentes en los alimentos y en los tejidos vivos; estos incluyen azúcares, almidón y celulosa. Ellos contienen hidrógeno y oxígeno en la misma proporción que el agua (2: 1) y se componen de monosacáridos o azúcares simples (Fig 1.).

Que se unen entre sí para formar cadenas que contienen miles de estas unidades de monosacáridos. Los oligosacáridos contienen sólo entre tres y 10 monosacáridos, por lo que son relativamente pequeñas.

Cuando se digiere el alimento, va desde la boca hasta el esófago y después al estómago y al intestino delgado. La función principal del intestino delgado es la de absorber los nutrientes y minerales de los alimentos. Después de la absorción, los nutrientes viajan a través del torrente sanguíneo a los órganos y tejidos en todo el cuerpo. Los pedazos de alimentos que no son absorbidos pasan a través del colon, de donde son eliminados posteriormente.

En el intestino delgado, catalizadores biológicos llamados enzimas rompen los



**Figura 2. Estaquiosa, un tipo de galacto-oligosacárido se encuentra en los frijoles verdes y soja, se compone de cuatro monosacáridos que se encuentran en el siguiente orden (de arriba hacia abajo): dos moléculas de galactosa, una molécula de glucosa y una molécula de fructosa**

enlaces que conectan las moléculas de monosacáridos. Por ejemplo, la amilasa pancreática rompe cualquier oligosacáridos fabricados a partir de glucosa, en sus subunidades de glucosa. Pero ciertos oligosacáridos se for-

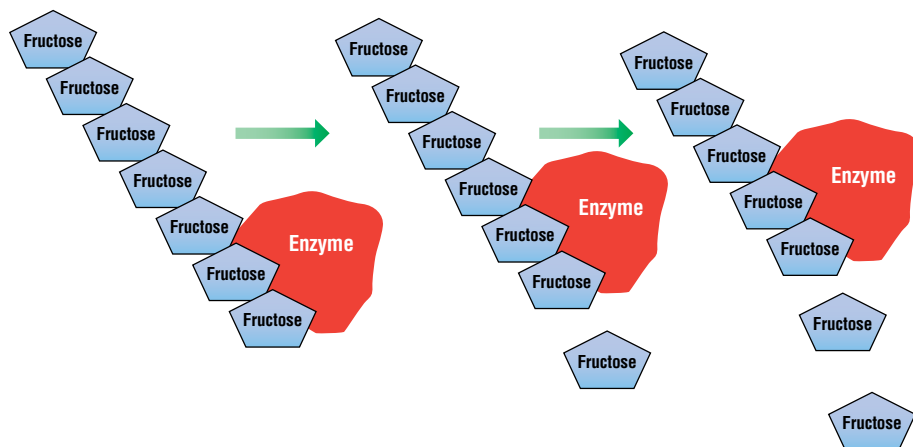
man a partir de otras azúcares pequeñas, y la amilasa no funcionará en estos. Dos ejemplos importantes son los galacto-oligosacáridos y fructanos.

Galacto-oligosacáridos, que están hechos de subunidades de galactosa (Fig. 2), están presentes en grandes cantidades en los frijoles, las lentejas y los garbanzos (la legumbre que se utiliza para hacer hummus). Los fructanos son hebras de subunidades de fructosa, y se encuentran en varios granos, especialmente en el trigo, el centeno y la cebada y junto con algunas hortalizas como la cebolla, alcachofas y puerros.

En su mayoría, los seres humanos pueden producir pequeñas cantidades de las enzimas necesarias para romper galacto-oligosacáridos y fructanos en sus subunidades individuales (Fig. 3). La mayoría de las personas pueden tolerar pequeñas cantidades de granos y frijoles bastante bien, pero algunas personas pueden tolerar grandes cantidades, y algunas personas no pueden tolerar ni siquiera un poco. Además, cualquier persona puede manejar galacto-oligosacáridos y fructanos completamente diferente.

A Sarah le encanta el hummus. Ella podría ser capaz de romper los

galacto-oligosacáridos en hummus pero no los fructanos en el pan sobre el cual se unta, o podría ser al contrario. En cualquier caso, cualquier oligosacáridos no digeridos pasan a través del intestino delgado y al colon antes



**Figura 3. Una molécula de fructanos (azul) es degradada por enzimas (rojo) en moléculas de fructosa, los componentes básicos de la que están hechas. Hay varios tipos de fructanos, y sus componentes básicos son o bien fructosa o una mezcla de moléculas de glucosa y fructosa**

## Oligosacáridos

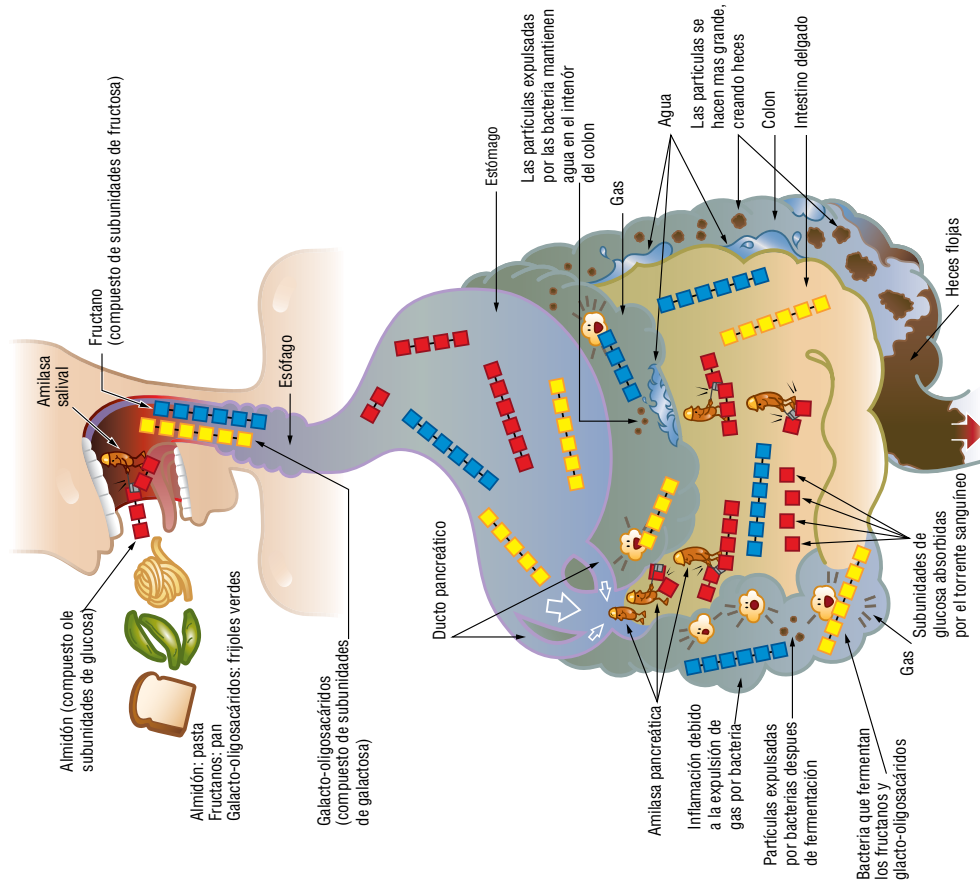


Figura 4. Representación esquemática del proceso de digestión para tres tipos de oligosacáridos: almidón, fructanos, y galacto-oligosacáridos, en el caso de una persona que tiene intolerancia FODMAP.

## Disacáridos

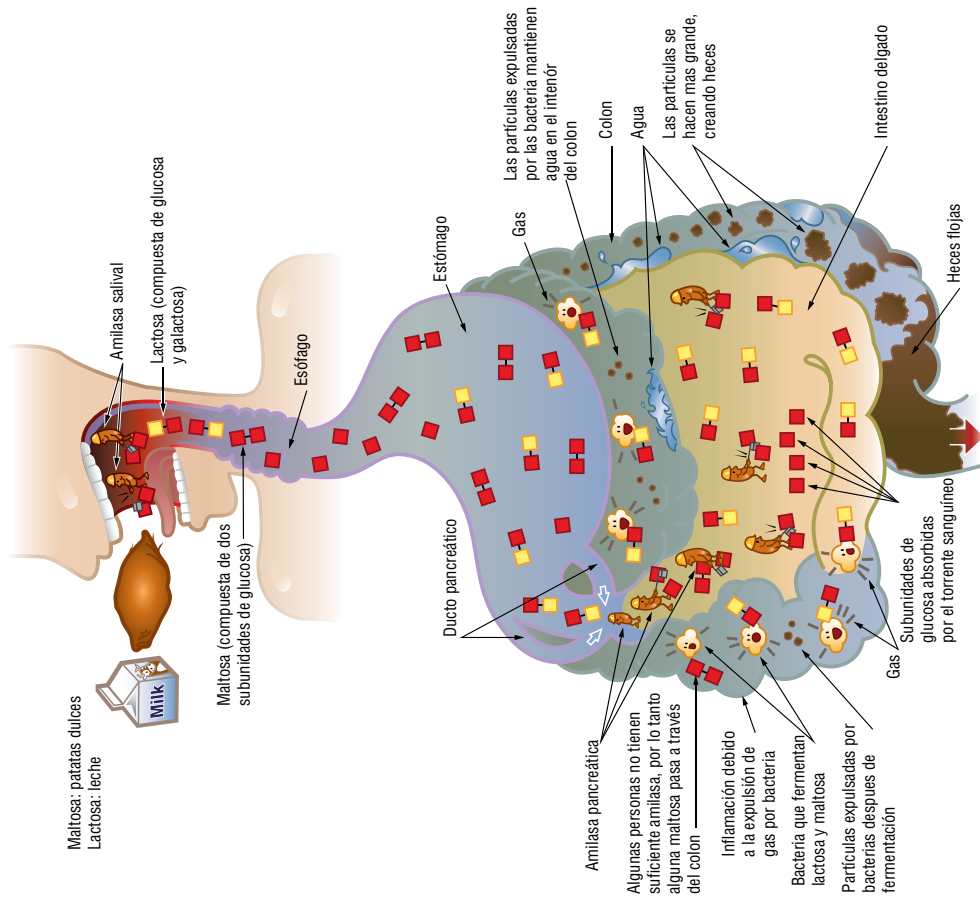


Figura 5. Representación esquemática del proceso de digestión para dos tipos comunes de disacáridos: lactosa y maltosa, en el caso de una persona que tiene intolerancia FODMAP.

de ser eliminados del cuerpo. Al alcanzar el colon, causan molestias, tales como distensión abdominal y diarrea (Fig. 4).



Ahora, echemos un vistazo a la **D**, o disacárido, en FODMAPs. Los disacáridos son moléculas de hidratos de carbono que sólo contienen dos monosacáridos. Como los oligosacáridos, hay muchos tipos de disacáridos, y las enzimas descomponen algunos pero otros no. La amilasa, por ejemplo, funciona bien en un disacárido llamado maltosa, que consiste en dos subunidades de glucosa, pero no funcionará en otros disacáridos.

La maltosa se encuentra en la melaza y las bebidas malteadas, y también se acumula en alimentos como las patatas dulces cuando se cocinan. El calor rompe los enlaces entre las moléculas de glucosa, pero en general no los rompe todos. Así, disacáridos de maltosa a menudo se quedan atrás.

La amilasa está presente tanto en la saliva (que comienza la digestión en la boca) y las secreciones del páncreas. Si la cantidad de almidón es tan alta que no hay suficiente amilasa disponible, la digestión puede ser incompleta. Cualquier maltosa y otros disacáridos que están sin digerir después de pasar a través del intestino delgado entran en el colon y tienen un destino similar a la de los oligosacáridos (Fig. 5).

Un disacárido comúnmente que no es digerido es la lactosa, que consiste en una molécula de glucosa y una molécula de galactosa. La digestión de la lactosa requiere una enzima llamada lactasa. Muchas personas producen una buena cantidad de lactasa, pero al menos el 25% de los adultos son diagnosticados con intolerancia a la lactosa, ya que sus cuerpos no producen suficiente lactasa. Esta condición es menos común entre los niños pequeños, pero a menudo, la gente produce menos lactasa a medida que crecen.

Después de aprender acerca de esta sensibilidad a disacáridos, Sarah mencionó a su médico que siempre que comía su cereal con leche, se sentía con gases más o menos una hora después. Lo mismo ocurría después de comer un helado o pizza. Esto significa que al menos un componente de su intolerancia FODMAP era intolerancia a la lactosa. Para ella probablemente sería mejor evitar la parte D de FODMAPs, su médico le explicó, que podía tomar la enzima lactasa en forma de píldora antes de comer alimentos lácteos.

Sarah trató utilizando las píldoras de la enzima lactasa, y le ayudó. Pero eso no significaba que la Os, Ms, o Ps no estaban también contribuyendo a su condición. De hecho, debido a que su estómago estaba indispuerto, no sólo después de comer cereales, sino también después de comer pasta y otros granos, el médico sospecha que ella no tolera bien los fructanos.



¿Qué acerca de la **M** o Monosacáridos? **Aunque la mayoría de las personas no tienen problemas de absorción de monosacáridos comunes, tales como glucosa, algunas personas no absorben otros monosacáridos que se encuentran en los alimentos.** Un ejemplo típico es la fructosa, que se puede obtener a partir de sacarosa o azúcar granulada, o de frutas, como manzanas o algunos alimentos procesados, especialmente los que contienen jarabe de maíz rico en fructosa.



El último tipo de compuesto en FODMAPs es **P**, o polioles. Estos compuestos, también llamados alcoholes de azúcar, tienen la fórmula general  $(\text{HOCH}_2[\text{CH}(\text{OH})]_n\text{CH}_2\text{OH})$ . **Tres ejemplos comunes de polioles son sorbitol, manitol y xilitol**, que se añaden a los alimentos, mentas y chicles porque tienen un sabor dulce. Pero sorbitol, manitol, xilitol no se absorben en el torrente sanguíneo y, como oligosacáridos no digeridos, disacáridos y monosacáridos, pasan desde el intestino delgado al colon antes de ser eliminados.

## Esa sensación incómoda

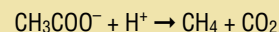
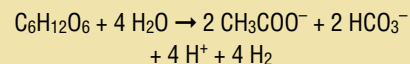


Entonces, ¿cuál es el problema? ¿No son estos hidratos de carbono y polioles eliminados? **El problema radica en la F en FODMAPs**, la letra que aún no hemos discutido. Es sinónimo de “fermentable,” que se refiere al proceso de fermentación, y esto es lo que causa todos los problemas.

Usted puede haber oído hablar de la fermentación en relación con la levadura. La levadura realiza la fermentación para producir energía mediante la conversión de azúcar en alcohol y dióxido de carbono. La fermentación convierte zumos de fruta en vino y granos macerados en cerveza o whisky. El dióxido de carbono producido por la fermentación genera las burbujas en la cerveza y algunos tipos de vino, y hace que el

pan suba. Este es un tipo de fermentación, pero el término se aplica realmente a una variedad de reacciones químicas similares.

Las bacterias en nuestro colon extraen energía al fermentar los hidratos de carbono, pero el proceso de fermentación también produce los gases. En el caso de la glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), el proceso de fermentación produce hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ), según muestra la siguiente reacción química:



Además los gases que se acumulan, polioles, monosacáridos, disacáridos, y pequeños restos no digeridos de oligosacáridos causan lo que se llama un efecto osmótico. Como la sal, estos compuestos extraen agua desde el otro lado de las células que rodean la parte hueca del colon. Como resultado, la materia fecal se queda más acuosa de lo normal. Todo esto produce distensión abdominal, gases, diarrea y dolor; todos los síntomas que Sarah experimentó y que la llevó a buscar ayuda médica.

## Sentirse mejor

Las personas que son sensibles a FODMAPs han notado varios niveles de mejoría cuando eliminan otro ingrediente de su dieta: gluten. ¿Por qué es que es así, dado que sólo las personas que tienen la enfermedad celíaca son conocidas por ser sensibles al gluten? La razón es que los alimentos contienen diferentes compuestos. Intolerancia a los alimentos a base de granos, como el pan y la pasta, no es debido a que contienen gluten, sino porque también contienen FODMAPs.

Intolerancia FODMAP no es una alergia. A diferencia de la sensibilidad al gluten, la intolerancia FODMAP no es una reacción inmune. En cambio, la condición es una intolerancia a ciertos tipos de alimentos. Esta intolerancia a los alimentos se debe a bacterias en el colon que fermentan hidratos de carbono y a la presencia de demasiada agua en el intestino grueso, lo que conduce a la diarrea.

Hay muchos factores que pueden influir en cómo la gente reacciona a los alimentos,

y este es el caso de Sarah. Ella parece tener una intolerancia a la lactosa y probablemente también una intolerancia oligosacáridos, pero la buena noticia es que la condición puede ser controlada. Tomar píldoras con la enzima lactasa antes de comer productos lácteos resuelve parte del problema, y Sarah también puede tomar pastillas de enzimas que ayuden a descomponer galacto-oligosacáridos cuando come frijoles, lentejas y otras legumbres.

Mientras tanto, Sarah ha reducido, pero no eliminado, su consumo de granos. No es necesario la eliminación completa para las personas con intolerancia a la FODMAP, porque la intolerancia se basa en la cantidad consumida. Al mismo tiempo, Sarah ha

aumentado su consumo de arroz, debido a que no contiene cantidades significativas de fructanos, pero todavía contiene almidón, que Sarah puede utilizar para generar energía cuando ella ejercita.

Al adoptar un enfoque más moderado, Sarah empezó a sentirse mucho mejor, y en la próxima temporada, clasificó a nivel nacional de escuela superior en pista y campo. Así que si tú, tus amigos o tu familia tienen síntomas similares a los de Sarah, prepárense para una nueva dieta de alimentos—una dieta baja en FODMAP. *CM*



#### REFERENCIAS SELECCIONADAS

Low FODMAP Diet—Overview. US News and World Report: <http://health.usnews.com/best-diet/low-fodmap-diet> [accedido oct 2014].

The Low FODMAP Diet Approach: Dietary Triggers for IBS Symptoms. International Foundation for Functional Gastrointestinal Disorders: <http://www.aboutibs.org/site/treatment/low-fodmap-diet/> [accedido oct 2014].

---

**David Warmflash, M.D.**, es un escritor de ciencia que vive en Portland, Oregón. Este es su primer artículo en *ChemMatters*.



**Proyecto SEED**, establecido en 1968, ofrece a los estudiantes de secundaria de bajos recursos económicos la oportunidad de experimentar una carrera relacionada en ciencias de la química. El programa vincula a los estudiantes en laboratorios académicos, industriales y gubernamentales por 8 a 10 semanas durante el verano para realizar prácticas en proyectos de investigación en ciencias con científicos voluntarios. Estudiantes del Proyecto SEED reciben un estipendio de 2,500 dólares por su primer verano.

**Exalumnos del Proyecto SEED** son elegibles para aplicar a una beca no-renovable para el primer año universitario. Las becas están destinadas a ayudar a los exalumnos del Proyecto SEED en su transición de la secundaria a la universidad. Las becas están diseñadas para estudiantes que se especializarán en un campo de la ciencia química, tales como la química, la ingeniería química, la bioquímica, o la ciencia de materiales.



Para obtener más información acerca del **Proyecto SEED**, por favor contacte a: **Project SEED**  
**American Chemical Society, Education Division**  
1155 Sixteenth Street, NW, Washington, DC 20036  
Tel: 202-872-4380; E-mail: [projectseed@acs.org](mailto:projectseed@acs.org)  
<http://www.acs.org/projectseed>