

# Aspectos de la nutrición en vuelos espaciales



Foto: NASA

## Resumen

La alimentación de los primeros astronautas de la NASA es un testimonio de su fortaleza. John Glenn fue el primer hombre de Norte América que comió en un estado de microgravedad, lo cual no fue nada fácil, además de contar con un menú limitado. Él, al igual que los astronautas de la expedición Mercury tuvieron que basar su alimentación en cubos del tamaño de un bocado, polvos liofilizados y dietas semiliquidas envasadas en tubos de aluminio. La mayoría de los alimentos eran poco apetecibles, los alimentos liofilizados eran difíciles de rehidratar y los polvos en la microgravedad quedaban pegados por las paredes de la nave; desde entonces se han desarrollado múltiples tecnologías y estudios sobre los requerimientos calóricos de los astronautas y conservación de los alimentos.

**Palabras clave:** Espacio, nutrición, microgravedad.

Raúl Carrillo-Esper<sup>a,b,c</sup>,  
Adriana Denise Zepeda-Mendoza<sup>d</sup>

## Nutritional aspects in space flights

### Abstract

The food that NASA's early astronauts ate in space is a testament of their strength. John Glenn, America's first man to eat anything in the near-weightless environment of the Earth's orbit, found the task extremely hard and the menu to be quite limited. Other Mercury astronauts had to base their nutrition on bite-sized cubes, freeze-dried powders and semi-liquids packaged in aluminum tubes. Most of them agreed that the foods were unappetizing and disliked squeezing the tubes. Moreover, freeze-dried foods were hard to rehydrate and the crumbs got stuck on the walls of the spacecraft. Ever since, multiple technologies and studies on the energy requirements of astronauts and food preservation have been developed.

**Key words:** Space, nutrition, microgravity.

## NUTRICIÓN EN EL ESPACIO

Los exploradores siempre han tenido que enfrentar el problema de cómo llevar suficiente alimento para sus viajes. Ya sean exploraciones a bordo de un velero o en un transbordador espacial; el contar con un sistema de almacenamiento adecuado siempre ha sido un problema. Los alimentos deben ser comestibles durante todo el viaje y proporcionar todos los nutrientes necesarios para evitar enfermedades.

<sup>a</sup>Coordinador del Subcomité de Actividades Científicas. Academia Nacional de Medicina. Ciudad de México, México.

<sup>b</sup>Academia Mexicana de Cirugía. Ciudad de México, México.

<sup>c</sup>Presidente de la Sociedad Mexicana de Medicina del Espacio y Microgravedad. Ciudad de México, México.

<sup>d</sup>Comité Directivo. Sociedad Mexicana de Medicina del Espacio y Microgravedad. Ciudad de México, México.

Correspondencia: Adriana Zepeda Mendoza.

Correo electrónico: adrianadzm@hotmail.com.

**Tabla 1.** Requerimientos nutricionales para una misión de traslado típica y cómo se realiza la distribución para viajes mayores a 30 días

Nutriente	Cantidad	Viajes mayores a 30 días
Proteínas	0.8 g por día por kilo	10- 25 g/día
Carbohidratos	350 g por día	12 – 15%
Lípidos	Lípidos 77-103 g por día (menos de 30% de calorías)	30- 35 %
Kilocalorías	2,300-3,100	Líquidos: 1.5 mL/kcal (> 2 L/día)

Éstos deben proveer los nutrientes necesarios para que los astronautas conserven una buena salud y se calculan de una manera similar a los que se requieren en la Tierra, pero con algunas diferencias que veremos a continuación.

### REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y CAMBIOS FISIOLÓGICOS EN MICROGRAVEDAD

La exposición a la microgravedad produce efectos fisiológicos sobre múltiples sistemas. Los líquidos corporales sufren un cambio compartimental que se redistribuye de las extremidades inferiores hacia el tórax y la cabeza; existe pérdida de la masa corporal, se observa desmineralización ósea, hay disminución de hematocrito que condiciona cambios en el metabolismo de múltiples nutrientes, cambios endocrinos que afectan el sistema nervioso simpático, pérdida de líquidos y electrolitos que generan disminución del apetito y de los requerimientos calóricos calculados<sup>1</sup>.

Los requerimientos energéticos son estimados con base en los requerimientos basales de energía (RBE) para misiones espaciales, son calculados desde 2002 por el Instituto de Referencia e Informes de Ingesta Dietética, usando un factor de corrección de 1.25 de acuerdo con la edad, la masa corporal y la altura, con los siguientes cálculos:

$$\text{Mujeres: } 354 - 6.91 \times \text{edad} + 1.25 \times (9.36 \times \text{peso}) + 726 \times \text{altura (m)}$$

$$\text{Hombres: } 622 - 9.53 \times \text{edad} + 1.25 \times (15.9 \times \text{kg}) + 539.6 \times \text{altura (m)}$$

Con base en la actividad del astronauta se, estima que su requerimientos energéticos son de 2,300 a 3,200 kcal/día. Agregando 500 kcal/día por cada día de actividad fuera de la nave<sup>2</sup>. (tabla 1)

El sistema de alimentación del ISS es un menú cíclico de 6 a 10 días; antes de la misión los astronautas participan en una sesión de sabor y los nutriólogos planean su dieta para el viaje de acuerdo con sus gustos y necesidades nutricionales. Ya en la misión los astronautas realizan semanalmente un cuestionario de frecuencia de comida diseñado para obtener en tiempo real un estimado de lo que consumen en energía, proteínas, agua, sodio, calcio, hierro y vitaminas. La masa muscular es medida antes, durante y después del viaje, así como la composición mediante biomarcadores de laboratorio para saber si el astronauta está recibiendo los nutrientes necesarios, ya que se calcula que consumen solo del 60 al 70% de los requerimientos energéticos requeridos y podría aumentar la reducción de masa muscular en los viajes<sup>3</sup>.

### SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Numerosas publicaciones sobre los sistemas de alimentación en el espacio han documentado la evolución de la comida espacial desde los primeros viajes hasta la actualidad. Existen varios tipos de alimentos y bebidas envasadas que se han utilizado en los programas espaciales de la NASA, pero el sistema de almacenamiento ha sido prácticamente constante. Con excepción de Skylab, no se contaba con algún sistema de refrigeración o congelador para el almacenamiento de alimentos. Por lo tanto, la comida se proporcionaba en una forma estable para su almacenamiento a temperatura ambiente.



Foto: NASA

Los miembros de la tripulación de la Expedición 26 y la STS-133 comparten una comida en el nodo Unity de la Estación Espacial Internacional.

Para asegurar la estabilidad, la comida debe pasar por la inactivación de los microorganismos durante procesos de esterilización y empaquetamiento que proporcionen un sistema de inocuidad de estos; este nivel de procesamiento puede reducir la calidad de la comida, incluyendo el contenido nutricional y la aceptabilidad<sup>4</sup>.

Las principales vías por las que se logra este almacenamiento de los alimentos son:

- **Termoestabilización:** en este proceso se calientan los alimentos a una temperatura que sea libre de microorganismos patógenos, esporas y de actividad enzimática. Los alimentos incluyen sopas, rebanadas, postres, budines y entremeses.
- **Radiación:** no es utilizada de forma rutinaria para la conservación de alimentos de forma comercial, sin embargo la Food and Drug Administration (FDA) autorizó su utilización para la conservación de comida en el espacio.
- **Deshidratación:** por medio de secado por congelamiento, los alimentos pueden ser rehidratados en las naves usando agua potable, como por ejemplo: ejotes, pan de elote o cereales.
- **Forma natural:** localizados en estantes fijos se puede llevar almendras, nueces, *brownies*, fruta seca, que es sometida a un proceso de reducción de agua e inhibición del crecimiento bacteriano para su almacenamiento.
- **Cereales de almacenamiento prolongado:** como búsquets, *waffles*, tortillas o bolitas de pan, pueden ser almacenadas para una duración de 18 meses.
- **Comida fresca:** que incluye frutas y vegetales que se pueden consumir las primeras semanas del viaje.
- **Bebidas:** pueden contener agua potable, café, té, limonada o naranjada, las mezclas de bebidas se pesan y luego son selladas al vacío dentro de una bolsa con popote para su almacenamiento.



Foto: Medicina espacial. Intersistemas editores (2016)

**Figura 1.** Astronautas de la Expedición-19 ISS tomando agua obtenida mediante el sistema de purificación. (NASA).

Actualmente las misiones se extienden cada vez más, por lo que el sistema de almacenamiento debe evolucionar para que los astronautas cuenten con un sistema que dure de 3 a 5 años, conservando el valor nutricional y el sabor hasta el día de su consumo, en contraste con el sistema actual que permite un almacenamiento promedio de 18 meses.

Estos cambios de basan en 5 puntos importantes:

1. Densidad nutricional por grupo de alimentos.
2. Estabilidad para almacenamiento prolongado.
3. Alimentos que permitan su cocción en microgravedad, con el mínimo riesgo de contaminación.
4. Alimentos duraderos con adecuado valor nutricional.
5. Desarrollo de un sistema de empaquetamiento con material que genere una buena barrera y ocupe un espacio mínimo<sup>5</sup>.

### MANEJO DE AGUA EN EL ESPACIO

Durante los viajes espaciales el agua debe procesarse para que sea utilizada ya sea como agua potable o para higiene personal y ésta se obtiene por condensación atmosférica o por el proceso del agua de desecho mediante destilación y filtración.

La NASA ha creado un sistema que ha sido diseñado durante años y que permite reciclar la orina

de los astronautas transformándola en agua potable.

Para llevar a cabo el proceso se deben de eliminar todas las bacterias y virus que contenga el agua, logrando la purificación.

El proceso consta de 3 etapas:

1. En la primera, el flujo de agua atraviesa un filtro para retener las partículas de mayor tamaño.
2. Posteriormente, atraviesa unos lechos que poseen en su superficie sustancias capaces de retener diferentes compuestos orgánicos e inorgánicos.
3. Finalmente el agua se trata al interior de un reactor de oxidación catalítica donde son destruidos los virus y bacterias que pudieran haber quedado después del primer filtrado.

De esta manera es como se obtiene agua potable, que por impresionante que parezca, esta agua que consumen los astronautas es más limpia que la que bebemos la mayoría de la gente en la Tierra<sup>6</sup> (**figura 1**).

Una adecuada nutrición es importante para la salud tanto en la Tierra como en el espacio, las próximas misiones tendrán una duración de años, por lo que sus alimentos deben ser nutritivos, de poco volumen, de agradable sabor y con mínima generación de basura, para minimizar los efectos de la microgravedad, mantener su salud y evitar la desnutrición durante estos largos viajes. ●

### REFERENCIAS

1. Perchonok M, Bourland C. NASA food systems: past, present, and future Nutrition. 2002;18:913-20.
2. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fattyacids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients). Washington, DC: National Academy Press; 2002.
3. Zwart SR, Launius RD, Coen GK, Morgan JLL, Charles JB, Smith SM. Body mass changes during long duration spaceflight. Aviat Space Environ Med. 2014;85:897-904.
4. Bourland CT, Smith MC. Selection of human consumables for future space missions. Waste Manage Res. 1991; 9(5):339-44.
5. Stoklosa A. Packaged food mass reduction trade study. Washington, D.C:NASA Advanced Capabilities Division Research & Technology Task Book. 2010.
6. Drummer C, Gerzer R, Baisch F, Heer M. Body fluid regulation in microgravity differs from that on Earth: an overview. Pflugers Arch. 2000;441:66-72.