

# Creciendo Verde en el Planeta Rojo

Por Roberto Molar Candanosa



Escanear la imagen de los astronautas abajo con la aplicación móvil "LinkReader" para aprender más acerca del cultivo de alimentos en Marte.



**E**n *El Marciano*, un libro de ciencia ficción de Andy Weir y un éxito de taquilla de Hollywood, Mark Watney está varado en Marte después de que sus compañeros astronautas de la NASA piensan que murió y abandonan el Planeta Rojo sin él. Watney se queda con trajes espaciales y un módulo de vivienda de ambiente controlado (o Hab), pero él no tiene suficiente comida y agua para sobrevivir hasta que la NASA envíe una misión de rescate.

Varios años podrían pasar mientras Watney espera ser rescatado, y muchas cosas podrían salir mal. Por ejemplo, si el sistema que le proporciona oxígeno deja de funcionar, Watney podría morir, porque la atmósfera de Marte no contiene suficiente oxígeno para que los seres humanos sobrevivan. La buena noticia es que Watney, que es botánico, tiene algunas papas en el Hab que puede usar para producir más comida mientras espera a que la NASA lo rescate. La mala noticia es que Marte es un planeta desierto, donde ninguna planta ha crecido antes.

En la historia, las habilidades botánicas de Watney le ayudan a sobrevivir a la prueba. Él utiliza las papas que la NASA envasó para su expedición a Marte junto con sus propias heces y logra cultivar papas en una pequeña granja dentro del Hab. Además, su conocimiento de la química le permite hacer agua, que utiliza para regar las papas.

Improvisar una granja de papa marciana y producir agua desde cero suena más ficción que ciencia. Pero la investigación sugiere que algunos suelos en Marte podrían ser utilizados para cultivar plantas.

## Planeta semejante a la Tierra

A pesar de que Marte tiene un ambiente que es duro para la vida como la conocemos, parece ser el planeta más habitable en nuestro sistema solar, además de la Tierra. Según la NASA, miles de millones de años atrás, Marte incluso tenía océanos como los nuestros. **Algunos lugares en la Tierra se han utilizado para estudiar Marte, ya que sus entornos son algo similares a las condiciones en Marte. Partes de la Antártida, Hawai y América del Sur son ejemplos de tales lugares.**

Los científicos han estado estudiando a Marte desde principios de los años sesenta. Ellos han enviado pequeñas naves espaciales que volaron alrededor, orbitaron y aterrizaron en Marte. Estas naves espaciales encontraron que aunque algunos lugares en la Tierra se parecen a Marte, el Planeta Rojo es de hecho un ambiente duro para la vida.

**La atmósfera en Marte tiene alrededor de 95% de dióxido de carbono**, lo que le haría imposible a los seres humanos respirar. Marte es también mucho más frío que la Tierra. Esto se debe principalmente a que el Planeta Rojo está más lejos del sol que de la Tierra. La misión Vikinga de la NASA, que aterrizó en Marte en 1976, registró temperaturas promedio de  $-81^{\circ}\text{F}$ , que es más frío que los polos Norte o Sur aquí en la Tierra. Si se exponen a las temperaturas de Marte, las plantas, los seres humanos y otros seres vivos se congelarían.

Los científicos de la NASA se muestran realizando pruebas de campo en Arizona para prepararse para los desafíos de explorar destinos en el espacio, como Marte.



## Fertilización de Marte

La investigación sugiere que el suelo marciano tiene algunos de los nutrientes que las plantas necesitan para crecer y sobrevivir (ver “Nutrientes de las Plantas”, a la derecha). Pero debido a las condiciones extremadamente frías de Marte, plantas como las papas de Watney tendrían que crecer dentro de un ambiente controlado, como su Hab. Además, al igual que en la Tierra, los nutrientes en el suelo marciano pueden variar de un lugar a otro. Por lo tanto, la gente varada en Marte debe estar preparada para recurrir a formas ingeniosas para hacer el suelo más adecuado para el crecimiento de las plantas—incluso si la única opción es usar sus propias heces, como lo hizo Watney.

Cuando los suelos son ricos en nutrientes—como el nitrógeno, el fósforo y el potasio—los cultivos crecen bien. Pero cuando los suelos no son tan ricos—con solo uno de los nutrientes necesarios en bajo suministro—las plantas no crecerían tan bien. Los fertilizantes ayudan a los agricultores a duplicar o triplicar sus cosechas y contienen un 5% o más de los nutrientes primarios de las plantas. Estos fertilizantes también suministran nutrientes a los cultivos que algunos suelos no tienen.

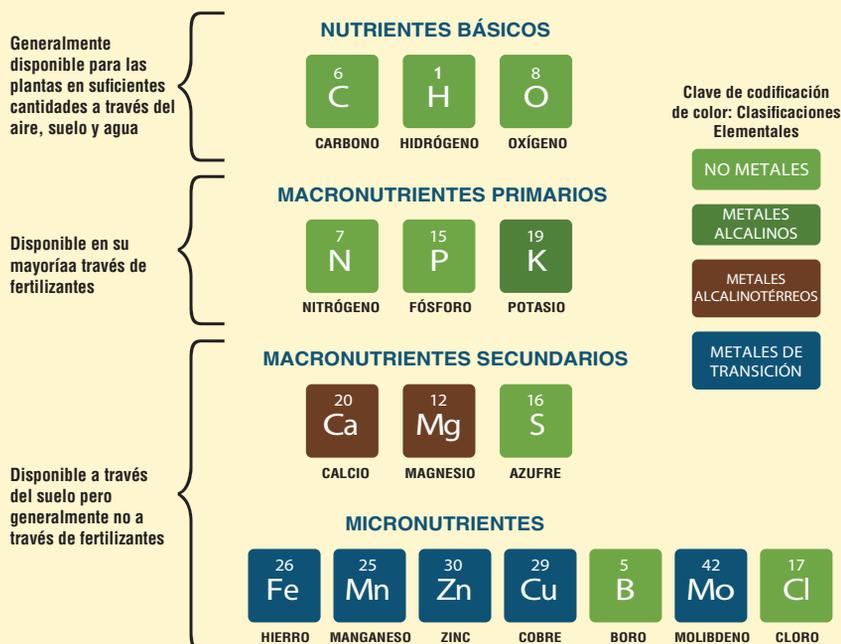
**Aquí en la Tierra, los expertos fomentan el uso de desechos orgánicos, o estiércol, para fertilizar el suelo, sin embargo las agencias ambientales de Estados Unidos regulan el uso de estiércol para evitar la transmisión de virus y bacterias que podrían contaminar las cosechas.** Otras fuentes de nutrientes, como los residuos de alimentos orgánicos, también son útiles. Es por eso que, por ejemplo, algunas personas mezclan cáscaras de guineo o de café en el suelo en sus jardines.

En Marte, Watney no tenía ningún fertilizante artificial disponible para él. Él no planeaba permanecer allí durante mucho tiempo, y mucho menos tener que cultivar allí, por lo que sus heces actuaron como desechos orgánicos que contenían nutrientes. De hecho, en épocas anteriores, cuando la tecnología era menos avanzada, los agricultores usaban sus propias aguas residuales para suministrar nutrientes importantes, como el nitrógeno y el fósforo, a sus tierras.

## Thriving on essential nutrients

Para crear la energía que necesitan para vivir, las plantas usan un proceso llamado

### LOS 16 ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA VIDA DE LA PLANTA



## Nutrientes de Plantas

LOS CIENTÍFICOS SABEN DE 16 ELEMENTOS ESENCIALES que actúan como nutrientes para plantas para crecer normalmente.

Estos elementos se clasifican en **macronutrientes** y **micronutrientes** (ver “Los 16 Elementos Esenciales requeridos para la Vida de las Plantas” arriba), dependiendo de la cantidad de elementos que las plantas necesitan. Por ejemplo, las plantas necesitan grandes cantidades de macronutrientes para permitirles crecer, cosechar energía y reproducirse. Estos macronutrientes son carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y potasio.

**Las plantas absorben carbono, hidrógeno, oxígeno del aire y del agua, mientras que otros macronutrientes son tomados de fuentes orgánicas e inorgánicas en el suelo.**

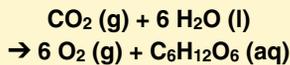
Los micronutrientes son importantes para el crecimiento de las plantas, también, pero las plantas sólo necesitan pequeñas cantidades de ellos. Los micronutrientes incluyen calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cloro. Las plantas los toman directamente del suelo. Además, aunque las plantas pueden a veces tomar otros elementos beneficiosos del suelo, estos elementos no son esenciales para que sobrevivan.



Rábanos cultivados por científicos en la Universidad de Wageningen y de Investigación, Wageningen, los Países Bajos, en (desde la derecha) el suelo de la Tierra, y el suelo marciano y el suelo lunar simulados.

—Roberto Molar Candanosa

fotosíntesis, que es una serie de reacciones químicas para convertir el agua y el dióxido de carbono en azúcares y oxígeno. Estas reacciones químicas pueden resumirse de la siguiente manera (en este caso, el azúcar es glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ )):



Para llevar a cabo la fotosíntesis, las plantas también necesitan diversos nutrientes, tales como nitrógeno, potasio y fósforo. El nitrógeno es un componente clave de la clorofila, el compuesto responsable del color verde de las plantas y de la captura de la luz necesaria para la fotosíntesis. El potasio ayuda a abrir y cerrar pequeños poros en las hojas y tallos que absorben el agua y el dióxido de carbono utilizado en la fotosíntesis. El fósforo está implicado en las reacciones químicas que componen la fotosíntesis.

A diferencia de las plantas, los seres humanos y los animales no pueden cosechar la energía solar. En cambio, los seres humanos la obtienen al comer alimentos, que provienen de animales y plantas y que proporcionan la energía que necesitamos para sobrevivir. Los animales también obtienen su energía de las plantas u otros animales que comen plantas. En ese sentido, todo lo que comemos fue una vez una planta.

## El crecimiento de cosechas en Marte

No es fácil predecir lo que haremos o lo que no seremos capaces de hacer cuando pongamos el pie en Marte. Pero en cuanto a la química que se llevó a cabo en *El marciano*, el método científico de Watney lo comprueba. Los científicos han llevado a cabo experimentos de plantas simulando condiciones marcianas utilizando suelo volcánico en Hawái, que es conocido por su similitud con el suelo marciano. Estos experimentos encontraron que las plantas pueden crecer realmente en estos suelos.

Hay otros aspectos que los futuros exploradores de Marte tendrán que considerar cuando cultiven plantas en ese planeta. Como se mencionó anteriormente, la atmósfera de Marte es principalmente dióxido de carbono, y las plantas necesitan este gas tanto como nosotros necesitamos oxígeno para respirar.

Además, los estudios sugieren que las plantas de riego en Marte podrían requerir menos agua que en la Tierra. Eso es así

porque el agua fluiría de manera diferente a través del suelo marciano, gracias a la gravedad del Planeta Rojo, que es aproximadamente el 38% de la gravedad de la Tierra. En otras palabras, cualquier cosa en Marte se sentiría aproximadamente tres veces más ligera que en la Tierra. Por lo tanto, bajo la gravedad marciana, el suelo puede contener más agua que en la Tierra, y el agua y los nutrientes dentro del suelo se drenarían más lentamente.

Algunas condiciones harían difícil que las plantas crezcan en Marte. Por ejemplo, las temperaturas extremas de Marte hacen que la vida sea difícil de sostener. La luz solar y el calor que llega a ese planeta es mucho menor que lo que la Tierra recibe. Esto es porque Marte está a unos 50 millones de millas más lejos del sol. Además, la atmósfera marciana no es tan gruesa como la atmósfera de la Tierra, lo que mantiene nuestro planeta caliente.

En *El Marciano*, cuando Watney accidentalmente expone su granja a las frías temperaturas de Marte, sus plantas de papa se congelan



Desde finales de los ochenta, los científicos de plantas de la NASA han estado estudiando cómo cultivar papas (como las que se muestran aquí) en soluciones hidropónicas, que se espera que sean utilizadas en misiones a Marte.

hasta morir casi al instante. Como se mencionó anteriormente, el aire abierto de Marte es demasiado frío para que las plantas sobrevivan.

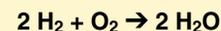
## Haciendo agua en Marte

El agua disponible del Hab no fue suficiente para sostener a Watney o su granja hasta que la NASA lo rescató. Sin embargo, Watney fue lo suficientemente inteligente como para pensar en una manera de hacer agua desde cero y regar sus papas.

Hacer agua no suena como un proceso complicado: tomar oxígeno, añadir hidrógeno y quemarlos juntos para crear agua. Pero

Watney no tenía hidrógeno a su disposición. El oxígeno, por otra parte, era fácil de conseguir. El oxigenador del Hab liberó oxígeno del abundante dióxido de carbono en la atmósfera de Marte.

Para obtener hidrógeno, Watney usó hidrazina ( $N_2H_4$ ), un compuesto inorgánico ampliamente utilizado para propulsar cohetes, satélites y naves espaciales que estaba disponible en su misión a Marte. Él tenía cientos de litros de hidrazina no utilizada. Watney disoció hidrazina en nitrógeno e hidrógeno, y luego, quemó hidrógeno con oxígeno, lo que dio como resultado agua, como sigue:



¿Es posible crear agua desde cero?

En realidad no, ya que crear agua desde cero quemando hidrógeno y oxígeno sería demasiado peligroso. No hace falta decir: No debes intentar quemar hidrógeno y oxígeno en casa. Watney no tenía otra opción disponible, y él fue extremadamente cuidadoso al quemar el hidrógeno y el oxígeno lo suficientemente lento para evitar explotar él mismo.

Marte es considerado la próxima frontera en el vuelo espacial humano. Los científicos piensan que el Planeta Rojo podría albergar o pudo haber alojado vida hace millones de años. Es el mundo más cercano a nosotros que podría albergar vida, incluso si son microbios. En el momento en que los humanos pongan el pie en Marte, tu podrías estar en la clase de astronautas seleccionados para su viaje al Planeta Rojo. Watney tuvo un tiempo difícil durante su visita a Marte, ¡pero fue la química la que finalmente le salvó la vida! <sup>CM</sup>

### REFERENCIAS SELECCIONADAS

Weir, A. *El Marciano*. Nueva York: Editores Crown, 2014.

Kinberg, S. (Productor); Scott, R. (Director). *El Marciano* [Película]. Estados Unidos: 20th Century Fox, 2015.

Marte: Planeta Extremo. Todo sobre Marte. Exploración de Marte. Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio: <http://mars.nasa.gov/allaboutmars/extreme/> [accessed Feb 2017].

Hooper, R. *El Marciano*: La Ciencia de Sobrevivir a una Catástrofe Espacial. *New Scientist*, 25 de septiembre de 2015: <https://www.newscientist.com/article/dn28238-the-martian-the-science-of-surviving-a-space-catastrophe/> [accessed Feb 2017].

**Roberto Molar Candanosa** es un escritor de ciencia ubicado en Washington, D.C. Éste es su primer artículo en *ChemMatters*.

