

La relevancia de hacer estudios de largo plazo para comprender y proteger el desierto de Atacama



Francisca P. Díaz

Francisca es Doctora en Ecología y trabaja como investigadora en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Su pasión son las plantas, las montañas y su historia natural. Actualmente se encuentra explorando los usos del ADN antiguo y ambiental para hacer reconstrucciones ambientales.



En Chile, las montañas cubren 80% del territorio y la famosa cordillera de los Andes, que pasa a lo largo del país, alcanza una altitud de 5 mil metros sobre el mar. Ubicado entre la cordillera de Los Andes y el Océano Pacífico se eleva hasta el cielo el Desierto de Atacama, el más árido del mundo. Sin embargo, la sequía y la altitud son características que añaden más belleza a esta increíble región/ Imagen: Flickr.

Es evidente el impacto que tenemos los seres humanos sobre la Tierra. Analizando cómo se viste una persona, qué basura produce y a qué lugares va, podemos saber mucho sobre ella, sin necesidad de observarla

directamente. Algo similar hacemos los **paleoecólogos**¹ cuando intentamos descifrar el pasado a partir de material antiguo o fosilizado.

Me he dedicado a estudiar las plantas del desierto de Atacama que viven asociadas a la cordillera de Los Andes en el norte de Chile. Estas plantas han sido recolectadas poco a poco los últimos miles de años, por nuestros ayudantes de terreno *Abrocoma* y *Phyllotis*. Ellos son dos tipos de roedores que habitan cuevas donde forman sus madrigueras, dentro de las cuales van acumulando material como fecas, semillas, hojas, polen, tierra, etc. Gracias a la misma orina del roedor, la aridez del desierto y el paso del tiempo, esos restos se endurecen y forman nuestro material de estudio: las **paleomadrigueras** (Foto 1).

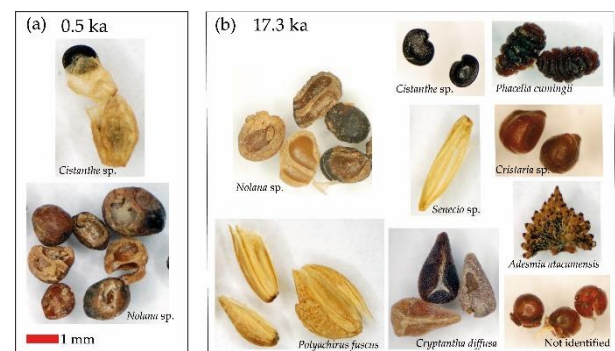
¹Científicos que utilizan datos en sus estudios a partir de fósiles, para reconstruir los ecosistemas del pasado.



Foto 1. Paleomadriguera de 17.000 años de antigüedad antes de ser colectada. Abajo se observan restos de plantas como una semilla de *Cistanthe* y una hoja de *Adesmia*. También se observa una feca de *Abrocoma* (roedor) recuperadas del interior de la madriguera luego de ser disgregada (escala en mm)/ Imagen: Própria.

El **carbono-14** nos permite conocer la edad de formación de esas madrigueras y en el caso del Atacama hasta 50 mil años atrás. Casi todos los seres vivos que habitan alrededor de la cueva del roedor dejan restos de material biológico en ella, incluido su

ADN, el cual funciona como un código de barras que nos permite identificar a qué especie corresponde cada secuencia de ADN recuperada. El trabajar con ADN antiguo (Foto 2) nos permite identificar tanto la especie a la que pertenecían los roedores que formaron la madriguera, como las plantas y artrópodos que habitaban alrededor de la cueva e incluso identificar organismos que no somos capaces de ver a simple vista como hongos, bacterias y parásitos asociados tanto a los roedores como a las plantas (1).



Semillas identificadas mediante análisis de material biológico fósil encontrado en las paleomadrigueras/ Imagen: Flickr.



Foto 2: Al trabajar con ADN antiguo es necesario evitar todo tipo de contaminación con ADN moderno por lo que debemos trabajar en espacios especialmente preparados y con protocolos estrictos de limpieza. Se observa un trozo de paleomadriguera siendo sometido a luz ultravioleta antes de extraer un trozo de su interior desde el cual se extraerá en ADN antiguo. Francisca trabajando en la extracción de ADN antiguo/ Imagen: Francisca Díaz.

Pero ¿de qué nos sirve reconstruir los organismos que vivieron en el desierto hace miles de años? Describir las especies presentes en un lugar es el primer paso para comenzar a comprender como funciona ese sistema

y poder generar estrategias para su manejo y conservación. En el caso del desierto de Atacama, es un sistema muy singular, ya que las especies que podemos encontrar allí se han adaptado mediante diversas estrategias para poder vivir en ambientes con características extremas como la hiperaridez, la zona con mayor radiación solar promedio del mundo y grandes oscilaciones diarias de temperatura, entre otras.



La rata chinchilla de Bennett, *Abrocoma bennettison*, es una especie endémica de Chile que habita cuevas donde forman sus madrigueras, dentro de las cuales van acumulando material como fecas, semillas, hojas, polen, tierra, etc. Gracias a la misma orina del roedor, la aridez del desierto y el paso del tiempo esos restos se endurecen y forman nuestro material de estudio; las paleomadrigueras/ Imagen: Wikimedia

El agua es el recurso clave, sobre el cual se organizan las comunidades del desierto, incluyendo a los seres humanos. Siempre me ha interesado comprender la relación que existe entre el clima y las plantas del desierto. Hemos observado durante 10 años la distribución de las plantas en un gradiente desde los 2.500 hasta los 4.500 m de altitud y lo primero que hemos concluido es que se necesitan al menos seis años distintos de observación (en la época de germinación) para registrar el 90% de las especies presentes en el lugar. Es decir que se requiere de mucho tiempo y esfuerzo de muestreo en terreno para describir la diversidad de plantas presentes (imagínense para encontrar roedores nocturnos). Y esto ocurre principalmente porque las precipitaciones en el Atacama son ocasionales y muy variables año a año, incluso observamos varios años completos sin lluvia bajo los 3.000 m. Por esto, muchas de las plantas se han adaptado a esas condiciones variables con hábitos efímeros, es decir sólo germinan o emergen por cortos periodos de tiempo justo después de las lluvias.



Paisaje observado a 4000 m de altitud después de las lluvias del verano en el desierto de Atacama, localizado en la región norte de Chile/ Imagen: Flickr

Por lo anterior, para describir la biodiversidad del Atacama es relevante hacer estudios a largo plazo para integrar esa variabilidad año a año. No solamente por quienes nos dedicamos a la investigación, sino también todos quienes trabajan evaluando el impacto ambiental de proyectos productivos.

Por ejemplo, cuando una industria minera evalúa el impacto ambiental de sus operaciones debe integrar información de largo plazo en su diagnóstico de biodiversidad o línea de base. Este mismo principio se aplica a una escala de tiempo mucho mayor en la investigación paleoecológica que realizamos. El observar rangos de tiempo mayores nos permite

comprender de mejor forma la verdadera dinámica de las plantas del desierto y cómo responden a los cambios climáticos a largo plazo.

Lo que hemos observado usando ADN antiguo, es que las plantas se reorganizan en el espacio colonizando zonas nuevas, es decir se desplazan por el desierto (2). Los cambios más importantes que observamos son durante el último paso del periodo glacial al actual interglacial (hace aproximadamente 17.000 años atrás), periodo en el cual incrementó notablemente la cantidad de agua en el desierto y las plantas descendieron hasta 1.000 m desde las montañas. Eso es muy relevante cuando observamos la historia a largo plazo de estos sistemas, porque se estima que parte de las reservas de aguas subterráneas con la que subsisten las personas e industrias que habitan el desierto en Chile, provienen de la gran recarga de agua de ese evento ocurrido hace miles de años, la que podríamos llamar agua fósil y la cual no es renovable en el corto plazo con las condiciones actuales (3).

Es difícil crear conciencia de la importancia de conservar un recurso

invisible en el paisaje, pero tanto las aguas superficiales como las subterráneas son indispensables en el norte de Chile y no sólo sostienen estos ecosistemas únicos, sino que han permitido la subsistencia de poblaciones humanas por milenios. Los últimos cien años las grandes industrias mineras, principalmente de cobre, han utilizado de forma desmesurada esas reservas de agua subterránea. Pero hoy también la industria del litio está evaporando los salares del norte para la extracción del mineral, afectando de forma directa a toda la biota asociada.



Vista aérea de mina en el desierto de Atacama / Imagen: Flickr.

Las proyecciones de cambio climático futuro indican un incremento de temperatura y aridez para el Atacama, por lo que esperaríamos que

las plantas se desplacen a mayores altitudes en las montañas, tal como hemos observado en nuestros registros del pasado. Pero hoy existe un problema, cuando sumamos los efectos de las industrias que extraen agua, la instalación de grandes campos de energía (solar y eólica) y el crecimiento de las ciudades, a la acelerada velocidad de cambio climático, llegamos a la conclusión de que la biota del Atacama se encuentra en una situación altamente susceptible. Hemos observado que las plantas tienen la capacidad de ser resilientes a los cambios, es decir, se adaptan o se desplazan para ir respondiendo a la variabilidad ambiental del Atacama, pero cuando a un mismo sistema se le presiona desde distintas aristas al mismo tiempo es posible que pierda dicha capacidad.

Citas:

(1) Wood, J. R., Díaz, F. P., Latorre, C., Wilmshurst, J. M., Burge, O. R., González, F., & Gutiérrez, R. A. (2019). Ancient parasite DNA from late Quaternary Atacama Desert rodent middens. *Quaternary Science Reviews*, 226, 106031.

(2) Díaz, F. P., Latorre, C., Carrasco-Puga, G., Wood, J. R., Wilmshurst, J. M., Soto, D. C., ... & Gutiérrez, R. A. (2019). Multiscale climate change impacts on plant diversity in the Atacama Desert. *Global change biology*, 25(5), 1733-1745.

(3) Santoro, C. M., Castro, V., Capriles, J. M., Barraza, J., Correa, J., Marquet, P. A., ... & Uribe, M. (2018). Acta de Tarapacá: "pueblo sin agua, pueblo muerto". *Chungará (Arica)*, 50(2), 0-0.

Edición: Rosa Maria Dias

Colaboración: Carolina Gutiérrez Cortés, Sonia Yanira Rodríguez Clavijo, Alexandrina Pujals, Bárbara Angélio Quirino, Isabela Machado, David González y Ángela Gutiérrez Cortés.

Citación: Francisca P. Díaz. 2020. *La relevancia de hacer estudios de largo plazo para comprender y proteger el desierto de Atacama*. Revista Bioika, 6 edición.

Disponible en:

<https://revistabioika.org/es/palabra-de-especialista/post?id=100>