

Los microorganismos y el cambio climático

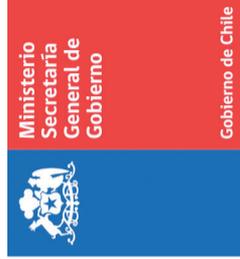
El registro continuo, durante décadas, de las variables atmosféricas, ha evidenciado un aumento en la temperatura media del planeta. El incremento promedio de la temperatura en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena incide, por ejemplo: en la disminución de la acumulación de nieve en los glaciares, en la reducción de la extensión y persistencia de la temporada de nieve, en el incremento de aporte de agua dulce hacia el mar por los deshielos continentales. Sin embargo, no existe total claridad de los efectos directos e indirectos sobre la vida marina en general, por lo que es necesario conocer y entender las vulnerabilidades ecológicas de estos cambios ambientales acelerados en los diferentes niveles de la trama alimentaria (niveles tróficos) la que es conformada, entre otras, por especies sésiles (macroalgas), especies con desplazamiento horizontal y vertical (langostinos de los canales), especies asociadas al fondo marino (centolla), especies migratorias (sardinas, ballenas jorobadas), especies catismáticas (pingüinos), predadores topes (lobo marino)

(Figura 1); es decir, especies que tienen diferentes requerimientos en un mismo ambiente marino, los cuales son también dependientes, por ejemplo, de su estado de desarrollo (crias, adultos), actividad fisiológica (alimentación, reproducción).

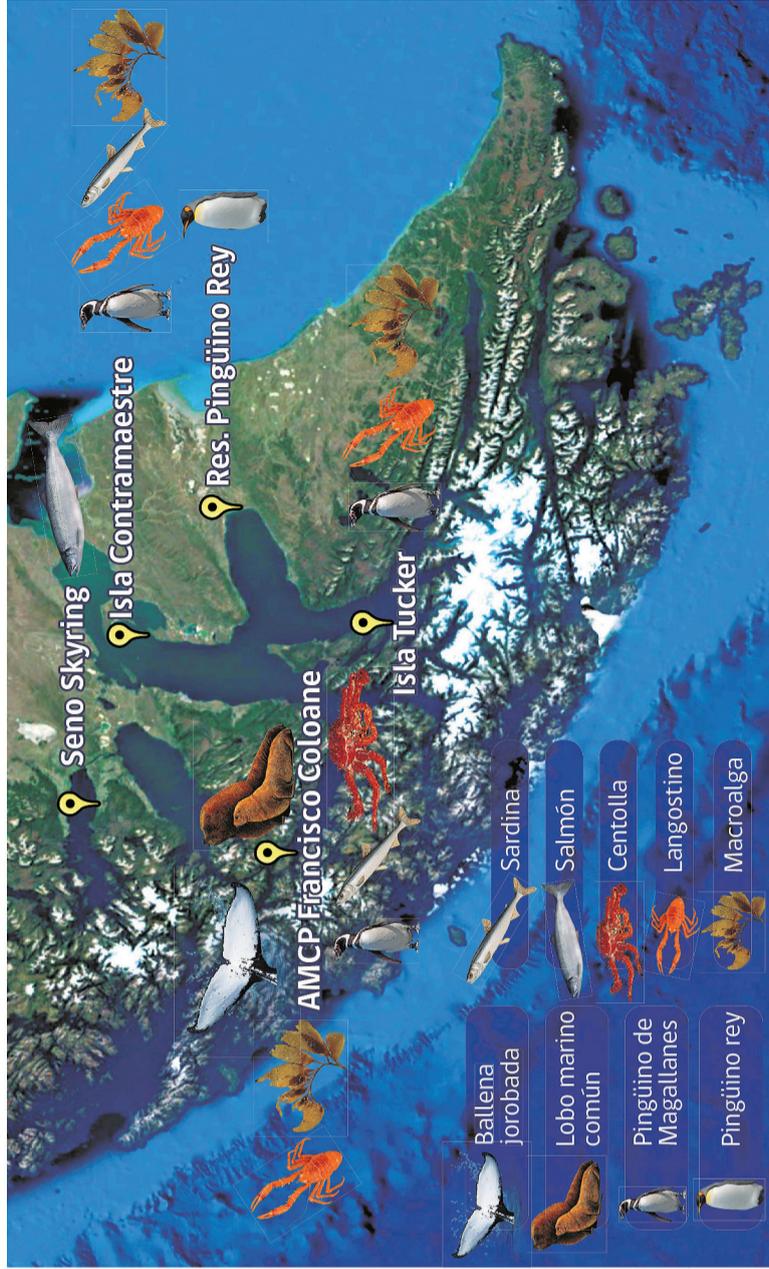
El Centro Regional CEQUA se ha propuesto contribuir con investigación novedosa que aporte a la comprensión local del efecto del calentamiento global, estudiando los microorganismos que viven sobre la superficie externa de animales de la trama alimentaria del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) "Francisco Coloane" (es decir, microorganismos sobre plumas, escamas, pelo, piel y superficie de macroalgas). Los microorganismos son el objeto de estudio porque son capaces de producir muchas generaciones en poco tiempo en comparación con lo que sucede con los organismos marinos grandes sobre los que viven. Este hecho particular de los microorganismos, hace que en un corto plazo se puedan observar cambios en sus características, como

Cambio Climático

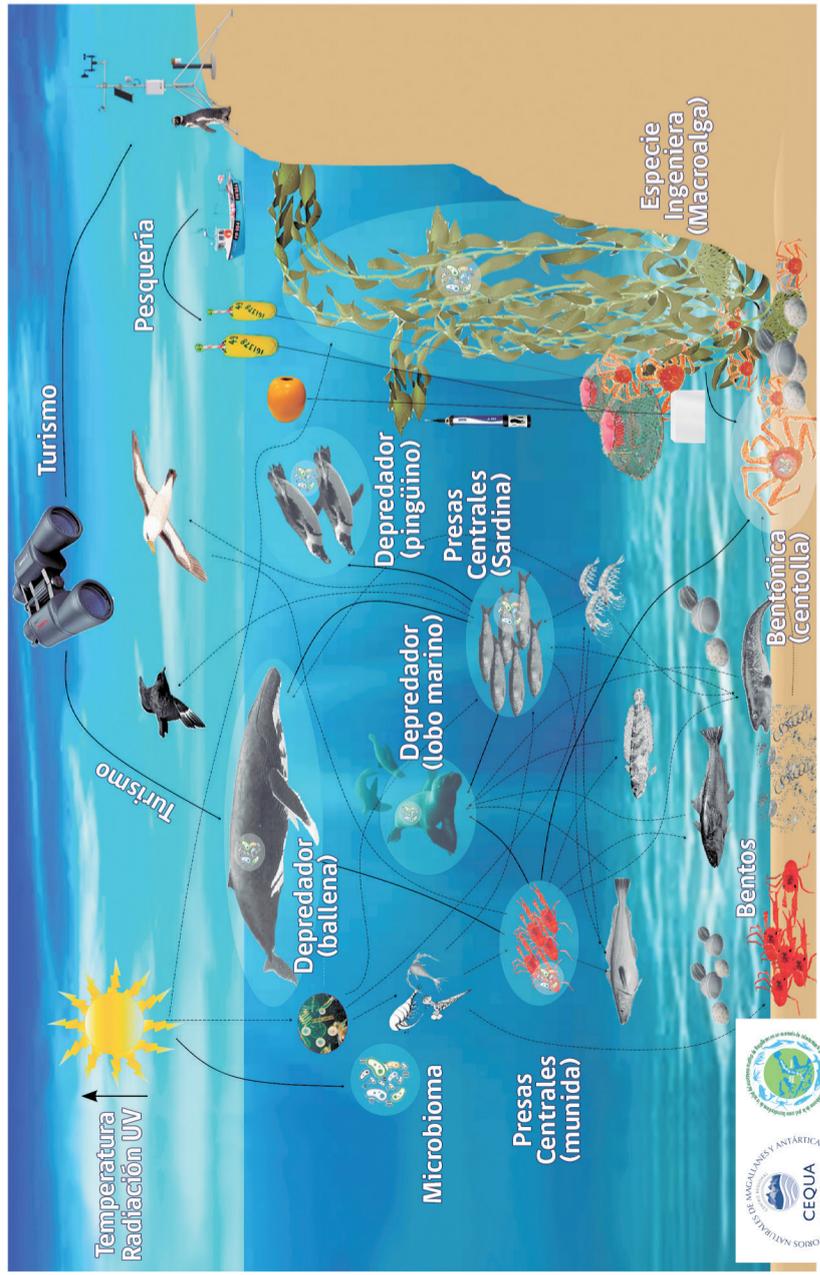
Es la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global y que persiste durante un período prolongado. El cambio climático es un proceso natural que hoy en día se ha acelerado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, producto de la acción humana.



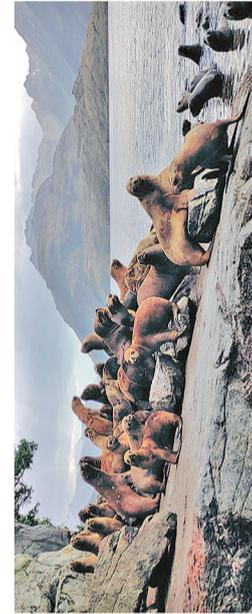
Proyecto financiado por el Fondo de Fomento de Medios de Comunicación Social del Gobierno de Chile y el Consejo Regional de Magallanes y la Antártica Chilena.



Figuras 2: Área de estudio con las especies estudiadas, estaciones meteorológicas y oceanográficas



Figuras 1: Especies claves en el proyecto



adaptaciones a los cambios en el ambiente. Por lo anterior, es que pueden considerarse como bioindicadores del efecto calentamiento global en el ecosistema marino del que forman parte.

El conjunto de microorganismos que viven sobre la cubierta de plantas y animales recibe el nombre de microbiota externa, y el conjunto de genes de este microbiota se le llama microbioma. CEQUA está estudiando el microbioma del ecosistema (comunidad de organismos y su medio ambiente) del AMCP-MU "Francisco Coloane" como una primera aproximación que permita detectar potenciales efectos en el ecosistema debido a incre-

mento de la temperatura.

El estudio biológico se complementa con la instalación de estaciones meteorológicas que registran constantemente la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad y dirección del viento, la radiación solar, la presión atmosférica y la precipitación, además de equipos oceanográficos para registrar en el agua del mar: la temperatura, la salinidad, el pH, la clorofila-a y el oxígeno disuelto (Figura 2).

Calentamiento global

Se refiere al aumento gradual de la temperatura de la Tierra, lo que incluye la temperatura de la atmósfera y de los océanos, esto producto del incremento de los gases de efecto invernadero.





FICHA 2
CAMBIO CLIMÁTICO Y
CALENTAMIENTO GLOBAL

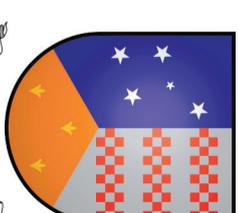
El cambio climático

Cada vez es más frecuente que escuchemos el término cambio climático, pero ¿qué significa? Antes de definir cambio climático es importante que entendamos algunos conceptos, tales como el tiempo meteorológico, el clima, los gases de efecto invernadero y el calentamiento global.

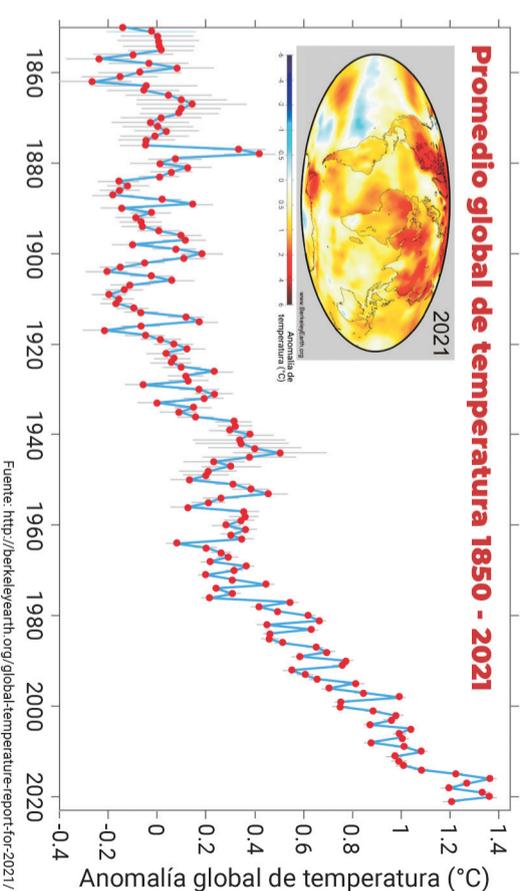
A lo largo de la historia el clima del planeta Tierra ha variado de manera natural y lo seguirá haciendo. Durante los últimos decenios, el cambio en el clima se ha acelerado, y esto se debe no sólo a causas naturales, sino que también debido a la influencia de las acciones del ser humano. Registros históricos de variables climáticas evidencian un aumento constante en las con-

centraciones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero. Este aumento es provocado principalmente por la quema de combustibles fósiles: carbón, petróleo y sus derivados, y gas natural; y que son los combustibles más utilizados por las industrias, el transporte y la vivienda. Los gases de efecto invernadero crean un «techo» en las partes más altas de la atmósfera, impidiendo que el calor generado se disipe al espacio exterior. De este modo se genera el «calentamiento global», que trae consecuencias desfavorables relacionadas al aumento de la temperatura media del planeta, provocando cambios en los patrones climáticos a largo plazo. En síntesis, podemos definir el cambio climático como la modificación del clima con respecto al his-

torial climático a una escala global y que persiste durante un período prolongado. El cambio climático es un proceso natural, pero que hoy en día se ha acelerado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero producto de la intervención humana. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), define el cambio climático como "una variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante períodos prolongados, generalmente décadas o períodos más largos". Asimismo, el IPCC indica que el cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra.



Proyecto financiado por el Fondo de Fomento de Medios de Comunicación Social del Gobierno de Chile y el Consejo Regional de Magallanes y la Antártica Chilena.



Efecto Natural de gases invernadero



Más gases escapan hacia el espacio

Efecto de gases invernadero aumentado por el hombre



Menos gases escapan hacia el espacio



El tiempo meteorológico es el estado de la atmósfera en un instante y lugar determinado. Se mide principalmente mediante instrumentos meteorológicos y las variables más frecuentes a registrar son: la temperatura y la humedad relativa, la precipitación, la dirección y velocidad del viento, la presión barométrica y la radiación solar.

El clima es el comportamiento de la atmósfera a largo plazo y para estudiarlo se utilizan los promedios de tiempo atmosférico considerando registros de varios años. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda un período mínimo de 30 años.

Los gases de efecto invernadero son los encargados de retener en la Tierra el calor que llega del sol. Entre los principales se encuentran el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nítrico (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃).



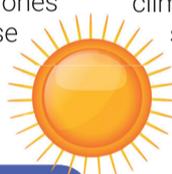
Tiempo atmosférico y clima

Desde la más remota antigüedad hasta los días de hoy, los seres humanos han estado observando las condiciones atmosféricas, debido a la gran influencia que tienen sobre nuestras vidas. La observación del **tiempo atmosférico** ha sido un constante desafío para el hombre desde los tiempos más remotos ya que del clima dependen las migraciones de los animales que daban sustento a los humanos prehistóricos, el crecimiento de los frutos y más tarde, con el inicio de la agricultura, la buena cosecha. Por eso, gran parte de la sabiduría que hoy conocemos acerca del tiempo atmosférico viene exhibido por los diferentes pueblos y civilizaciones que siempre han tratado de conocer, entender y pronosticar el tiempo. Sin embargo, en aquellas primeras civilizaciones, este conocimiento era más bien práctico e instintivo, y no fue hasta la época de Aristóteles (384 – 322 AC) en que se comienza a sistematizar el estudio sobre la atmósfera y sus fenómenos, haciéndose más regulares. No



obstante, el estudio de la atmósfera en su conjunto, como la conocemos hoy en día, se comenzó a estudiar en el siglo XVII, cuando se estableció la primera clasificación de las nubes, lo que permitió responder a algunas preguntas, como por ejemplo, por qué llueve.

Así, podemos notar que el estudiar el clima ha sido siempre importante, esto porque todos los elementos que la componen: la temperatura, precipitación, nubosidad, etc. son los factores que intervienen directa e indirectamente en la configuración de la vida sobre un área geográfica. Además, el estudio del clima ha permitido establecer medidas, políticas y lineamientos en torno a la toma de decisiones para la acción y prevención ante situaciones de riesgo que pueda presentarse por la acción de algún elemento climático como: inundaciones, deslaves, sequías, lluvias to-



La **meteorología** es el área de las ciencias atmosféricas que estudia los fenómenos que ocurren en la atmósfera a corto plazo (días, semanas) en un lugar geográfico determinado. A las condiciones meteorológicas en un tiempo cronológico específico se le conoce como **tiempo atmosférico**. El **tiempo atmosférico** permite conocer el pronóstico meteorológico, que es sumamente importante para nuestras actividades, como por ejemplo: el transporte, la agricultura e incluso los quehaceres diarios.

La **climatología** es el área de las ciencias atmosféricas que se encarga de describir, analizar y proyectar el comportamiento de los fenómenos meteorológicos a largo plazo (años). El **clima** es una descripción estadística de variables meteorológicas (por ejemplo: temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, etc.) que se dan en un determinado lugar de manera frecuente. Este conjunto de patrones característicos de un lugar dado nos ha permitido describir y clasificar diferentes regiones climáticas en nuestro planeta. Para estudiar el clima se utilizan los promedios de tiempo atmosférico considerando registros de varios años. La Organización Meteorológica Mundial (OMM), recomienda un periodo mínimo de 30 años para estudiar el clima.

rrenciales, olas de calor o frío, huracanes, tornados y tormentas tropicales. En la actualidad, también se presta mucha atención al clima debido al cambio climático, ya que muchos fenómenos climáticos han acrecentado su intensidad, permanencia y apariciones abruptas. Del mismo modo, el conocimiento de las condiciones climáticas y sus variaciones son de suma importancia para el ser humano, ya que nos permiten determinar qué flora y fauna están disponibles, los recursos naturales que allí existen y, principalmente, a la posibilidad de que sea un espacio habitable o no para el ser humano en este planeta Tierra y de otros planetas en el espacio exterior.

El avance del estudio de las condiciones atmosféricas ha tenido una estrecha relación con el desarrollo de la tecnología, esto desde la historia de las antiguas civilizaciones, en donde la simple observación era el medio de estudio, hasta hoy en día en donde se usan avanzados instrumentos, tanto en la superficie de

la tierra como desde el espacio.



Desde la superficie de la Tierra, esto se realiza principalmente mediante instrumentos que poseen sensores meteorológicos. Los sensores meteorológicos son dispositivos diseñados para recibir información de una magnitud meteorológica y transformarla en otra para que se pueda cuantificar y procesar. Cuando se agrupa un conjunto de sensores se conforma una estación meteorológica. Los parámetros más frecuentes de medir en una estación meteorológica son: la temperatura y la humedad relativa del aire, la precipitación, la dirección y velocidad del viento, la presión atmosférica y la radiación solar.

Variable	¿Cómo se define?	¿Con qué se mide?	¿Cuál es la unidad de medida?
Temperatura	Medida del grado de calor que posee la atmósfera en un lugar determinado.	Termómetro	Grados Celsius [°C], Kelvin [°K] o en Fahrenheit [°F]
Humedad relativa	Cantidad de vapor de agua que contiene el aire.	Higrómetro	Se expresa en %
Viento	Movimiento de las corrientes de aire que se genera por diferencias de presión atmosférica.	Anemómetro	Metros por segundo (m/s), kilómetros por hora (km/h), nudos (kn)
Precipitación	Agua que cae desde la atmósfera sobre la superficie terrestre en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo o aguanieve).	Pluviómetro	Milímetros (mm), litros por metro cuadrado (l/m ²)
Presión	Fuerza que ejerce el aire de la atmósfera sobre la superficie de la Tierra.	Barómetro	Pascal (Pa), milibares (mb), milímetros de mercurio (mm Hg), entre otros.
Radiación solar	Energía emitida por el sol en forma de radiación electromagnética que llega a la atmósfera.	Piranómetro	Kilovatios por metro cuadrado (kW/m ²)

Estación Meteorológica

- 1 anemómetro
- 2 veleta
- 3 sensor radiación solar
- 4 pluviómetro
- 5 temperatura y humedad relativa
- 6 datalogger
- 7 presión barométrica



Las estaciones meteorológicas y, por tanto los sensores meteorológicos, son una excelente herramienta para registrar las condiciones atmosféricas, para estudiar el clima y hacer pronósticos del tiempo. La información proporcionada por los sensores es útil para conocer las variaciones diarias del tiempo y es el insumo para las predicciones y tendencias futuras del clima. Disponer de registros continuos y sistemáticos del tiempo atmosférico nos permite planificar, organizar e incluso reducir riesgos a corto, mediano y largo plazo.



"Este proyecto es financiado a través del Fondo de Medio de Comunicación Social del Gobierno de Chile y el Consejo Regional de Magallanes y la Antártica Chilena."

