



## Partículas atmosféricas sobre los océanos:

- Transporte atmosférico global de microorganismos
- efectos del polvo sobre los ecosistemas marinos.

Jesús María Arrieta

Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.



[www.ieo.es](http://www.ieo.es)

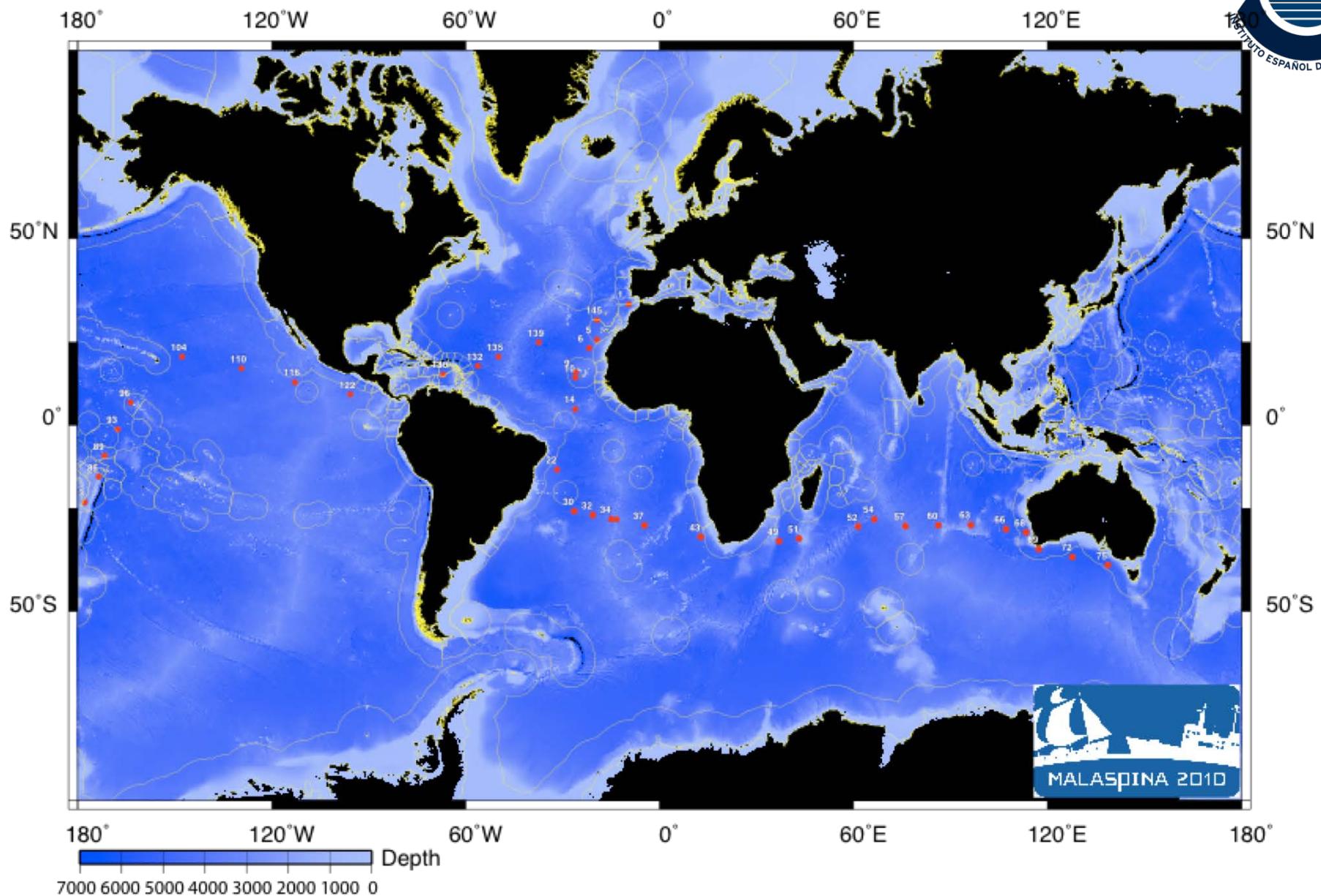
Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.

# The Malaspina 2010 Expedition

## December 2010- July 2011



>30,000 nautical miles in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans.  
Over 500 samples of air and water from 0-4000m depth





# Why do we care about airborne microbes?

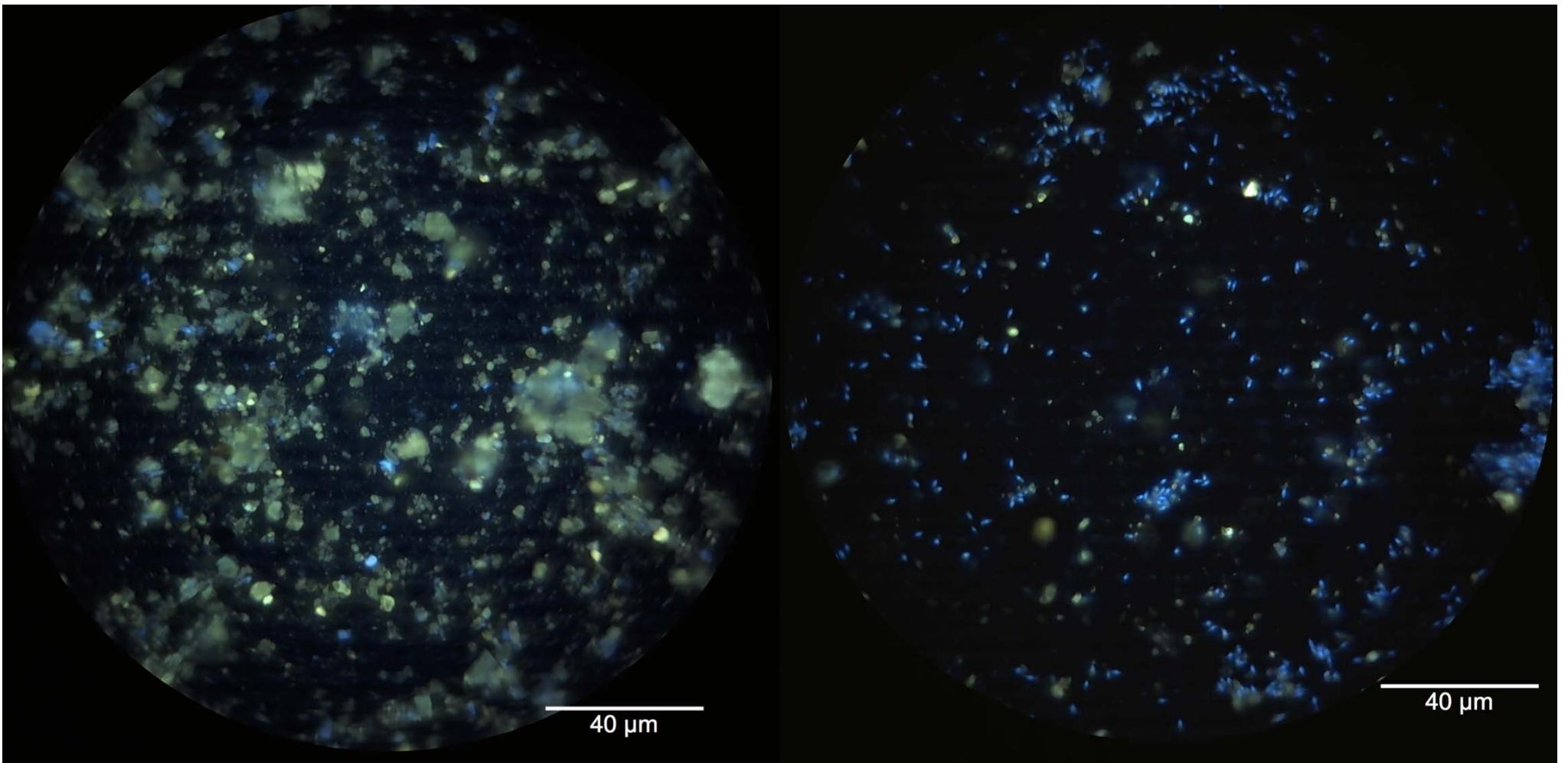
- Airborne microbes are believed to be important for:
  - Propagation of diseases
  - Formation of clouds at low latitudes
  - Maintenance of microbial diversity in surface environments



# What is known?

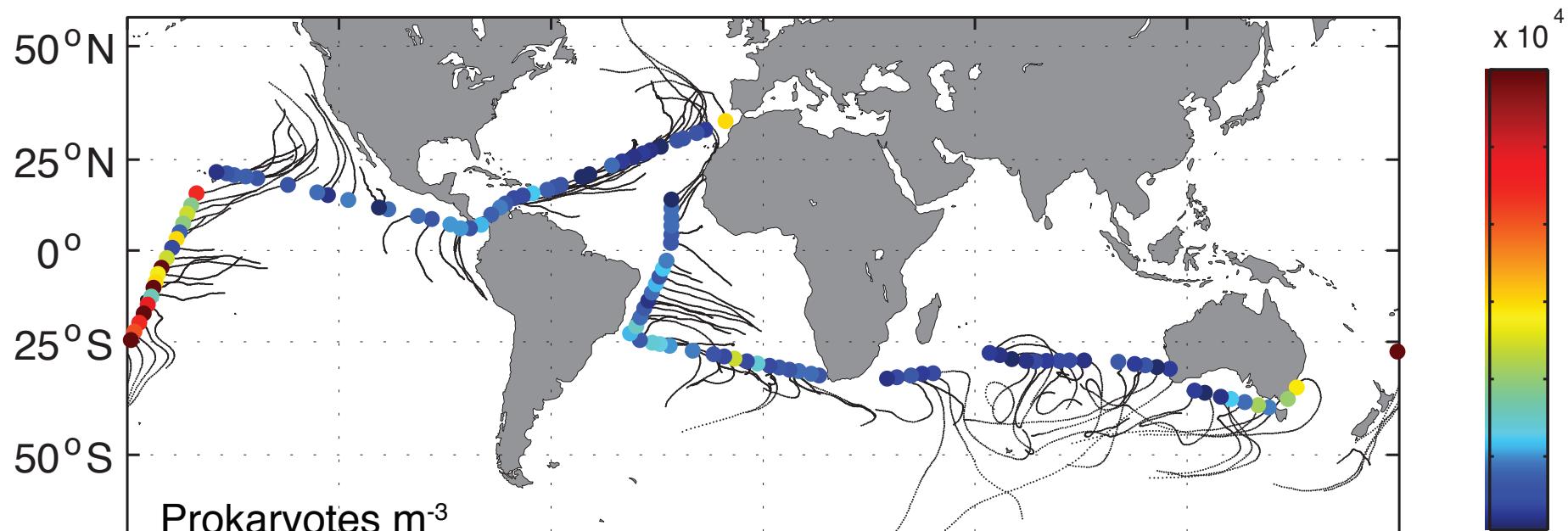
# What are the questions?

- Little information on abundance.
  - How many?
- Even less information on fluxes.
  - What are the fluxes?
- Very little is known about their identity.
  - Who are they?
  - Where do they come from?
- Most information from terrestrial and coastal systems, no information over the oceans.
  - What is found offshore?



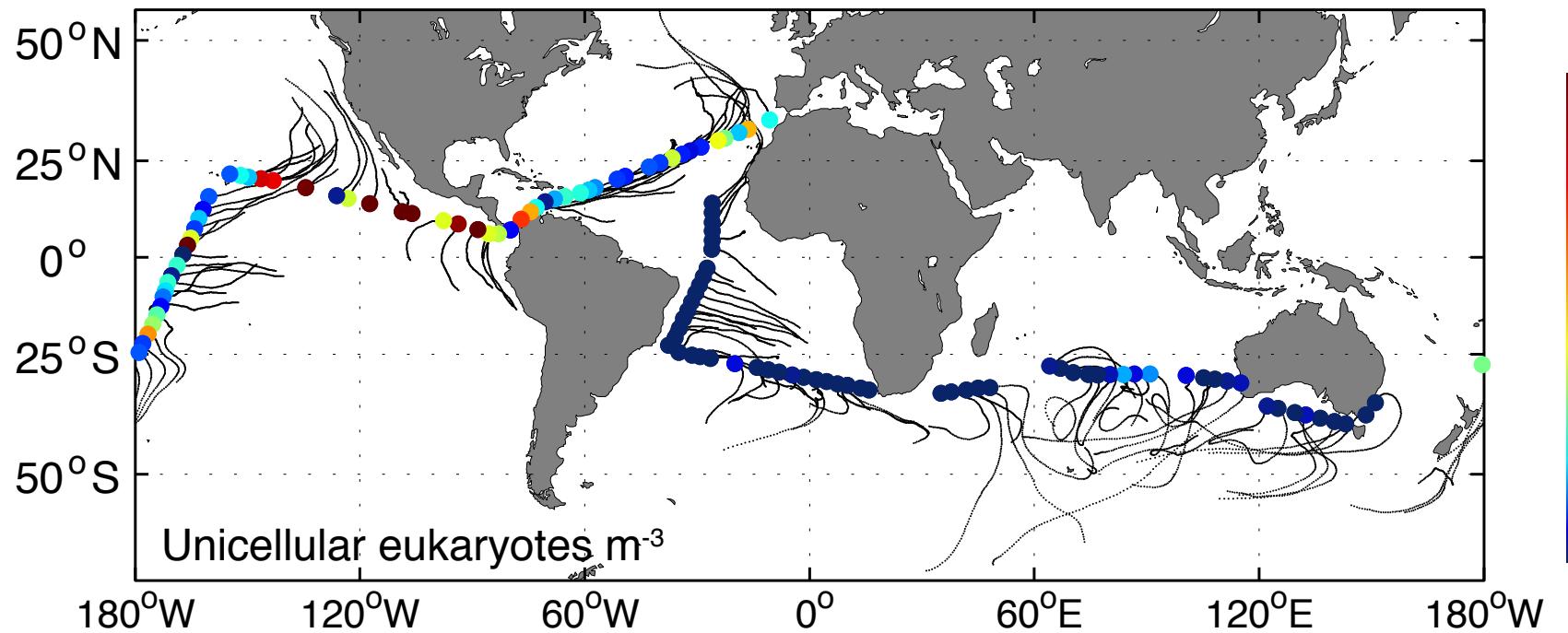
Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.

# Prokaryotic abundance

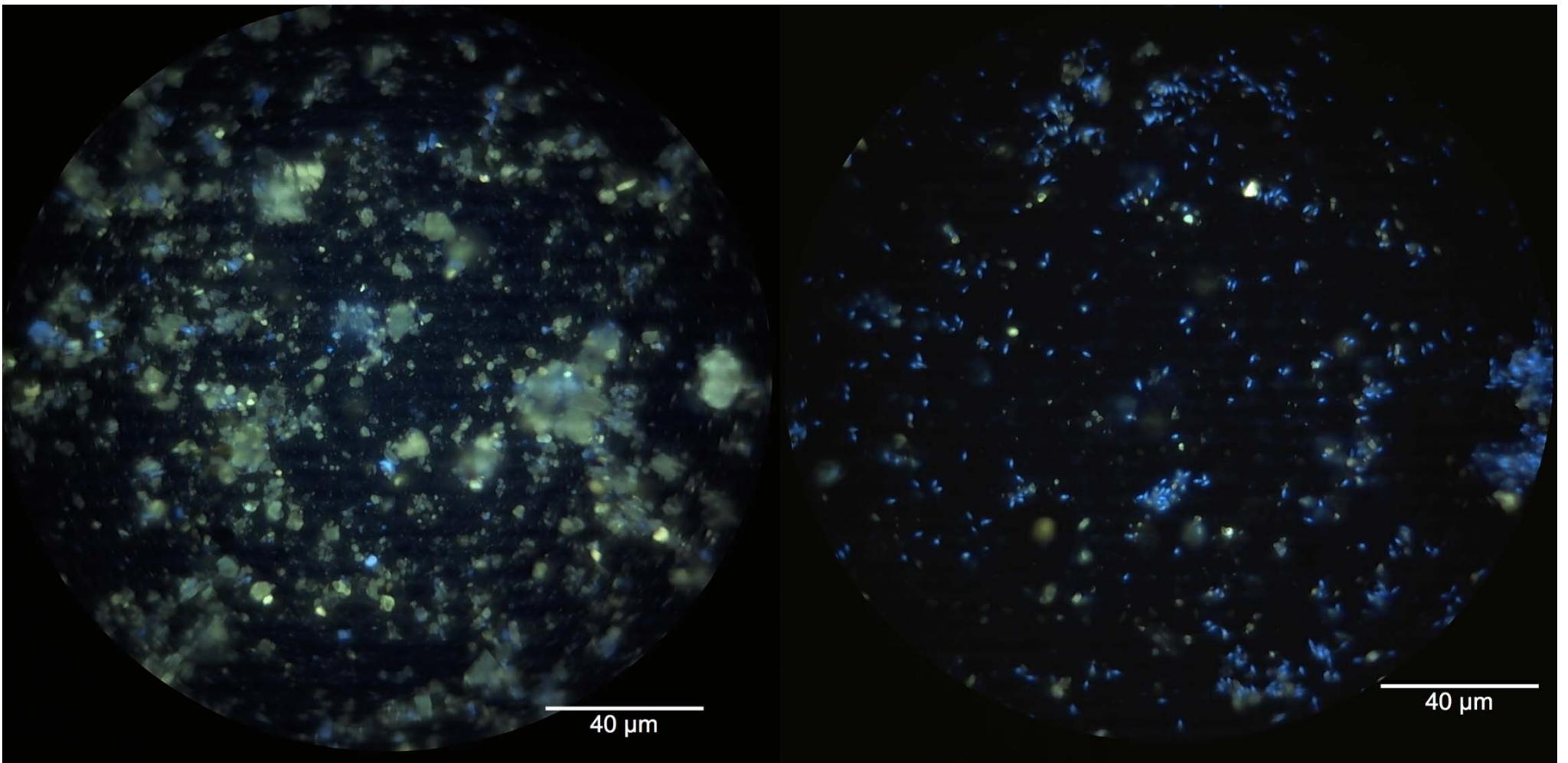


	Range	Median
Prokaryotes( $\text{cells m}^{-3}$ air)	500-80,000	6,700

# Eukaryotic abundance



	Range	Median
<b>Eukaryotes(cells <math>m^{-3}</math> air)</b>	100-180,000	3,200
(mainly fungal spores)		

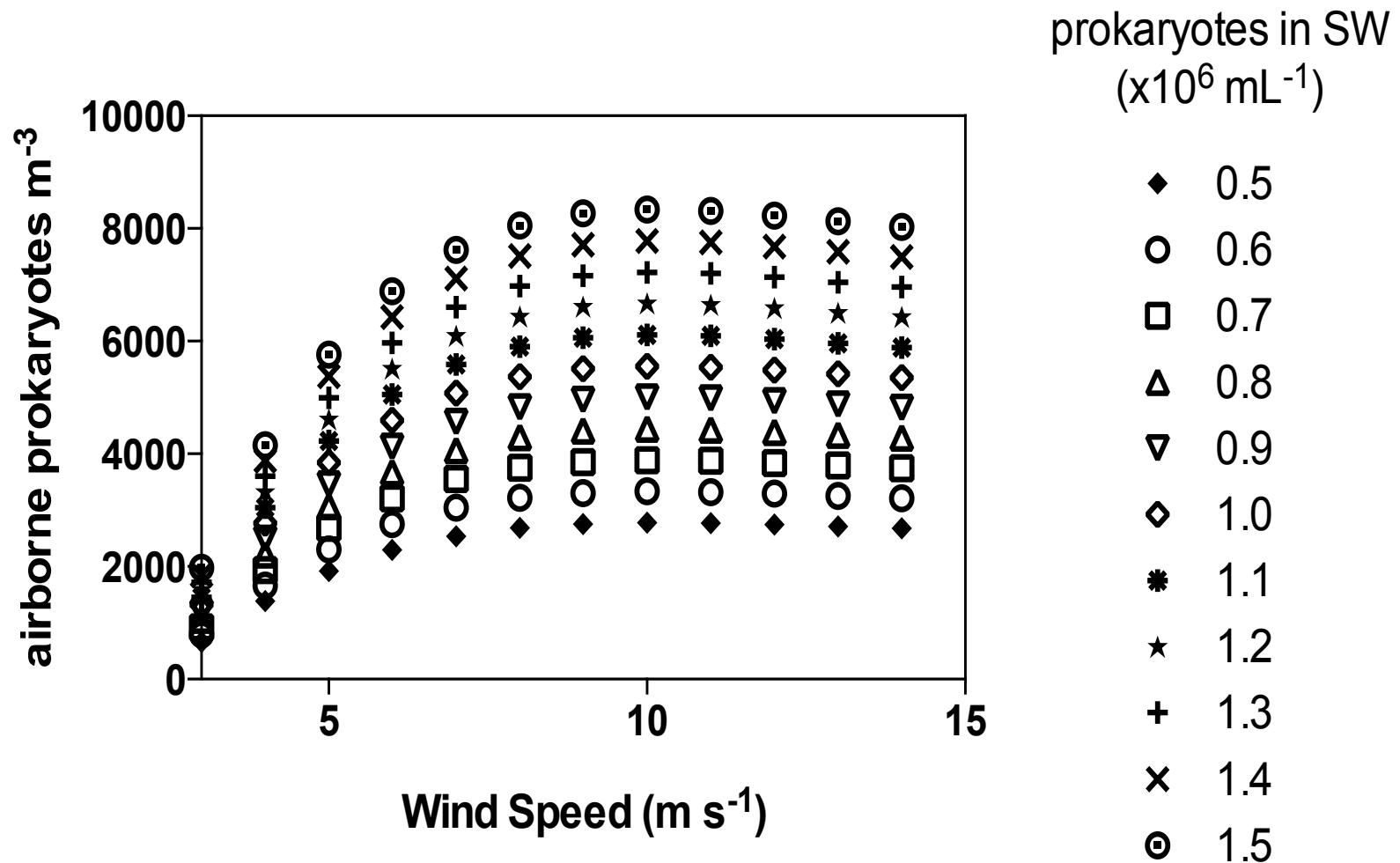


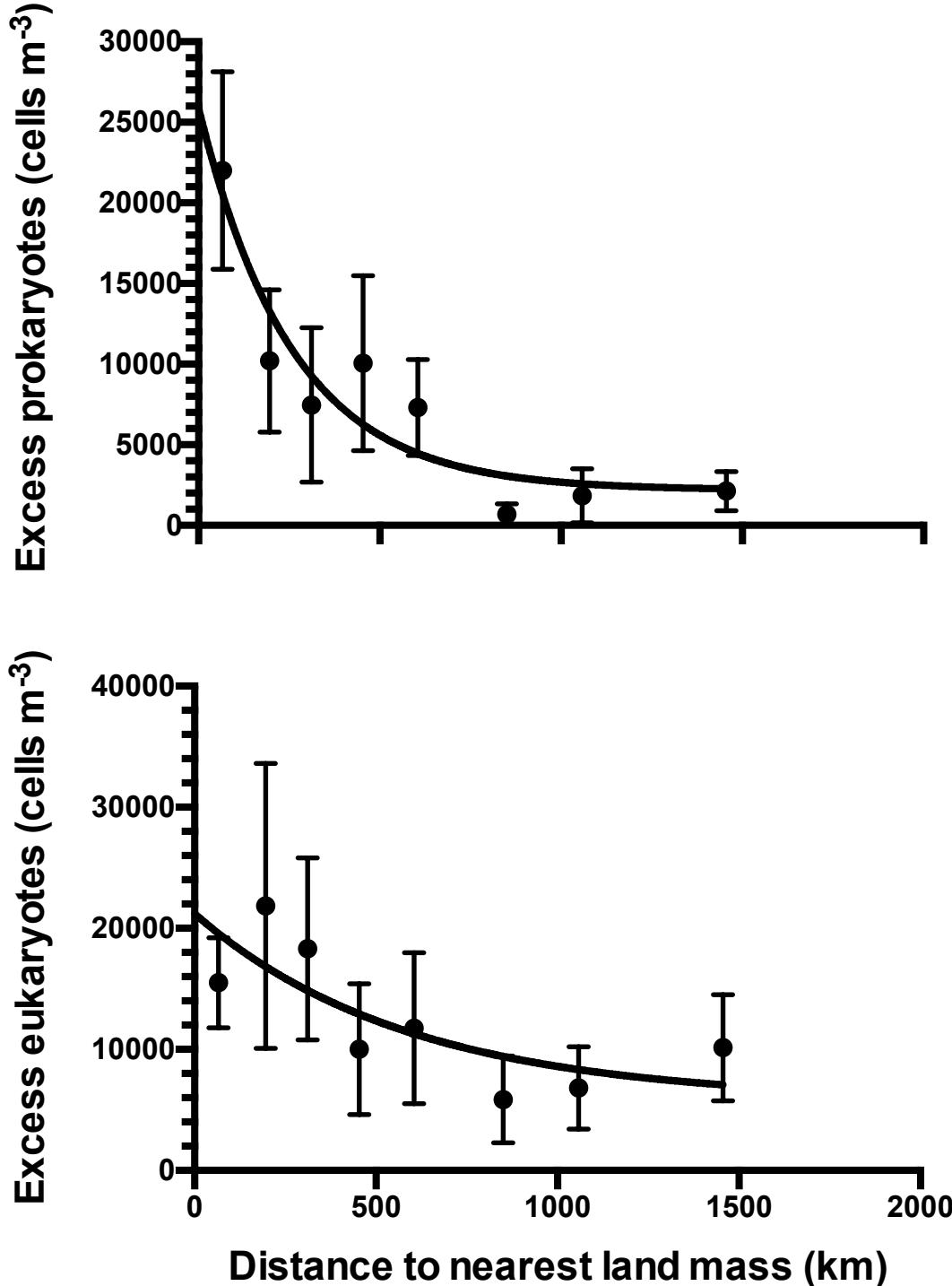
Abundance between 500 and 80,000 cells  $\text{m}^{-3}$

About 20% of microbes remain suspended >1000 km

Exchange rates  $10^5\text{-}10^7$  microbes  $\text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

# Where do they come from? Abundances that can be supported by the ocean

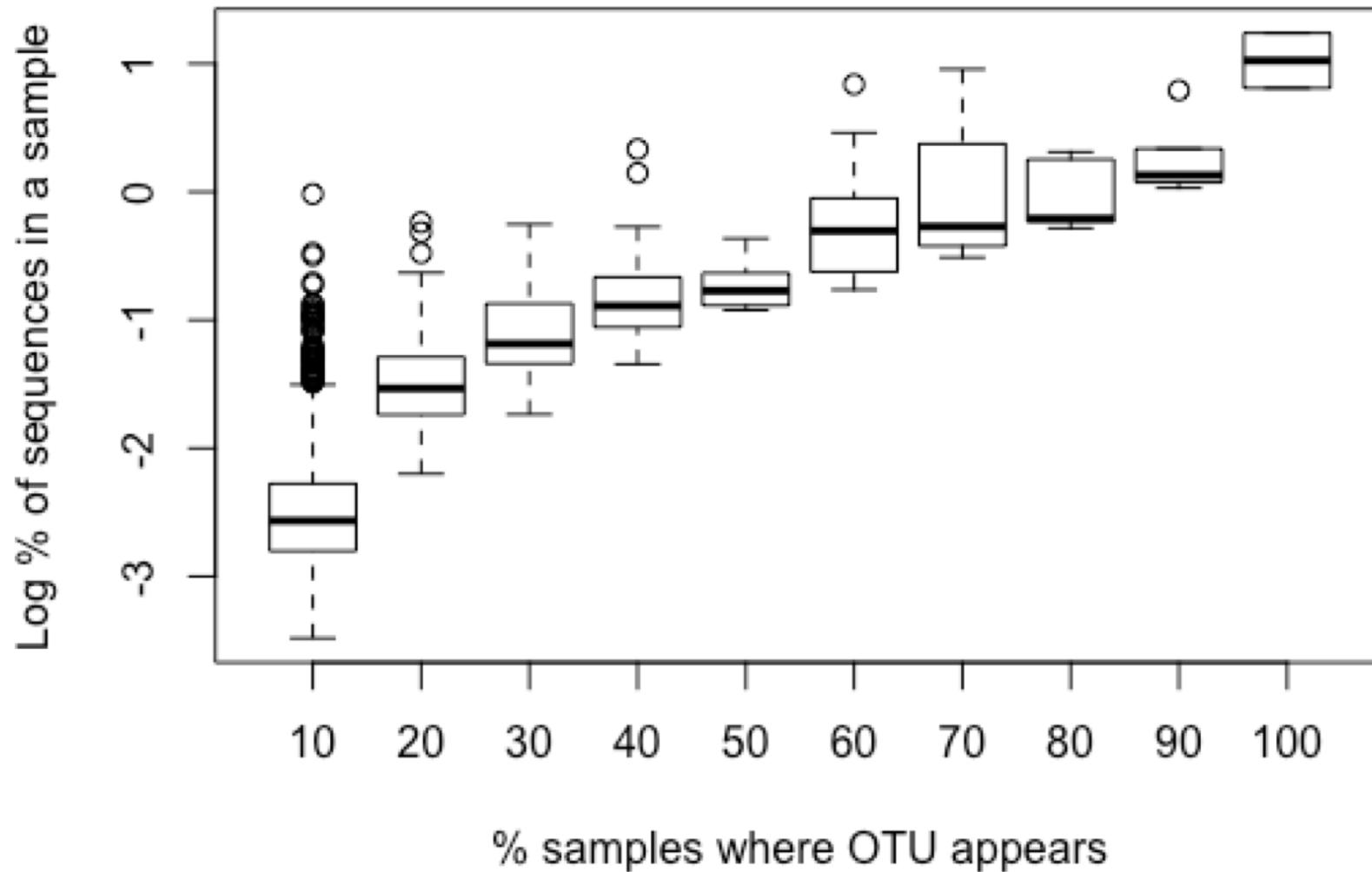




Number of cells that cannot be explained by oceanic spray flux increases with proximity to land

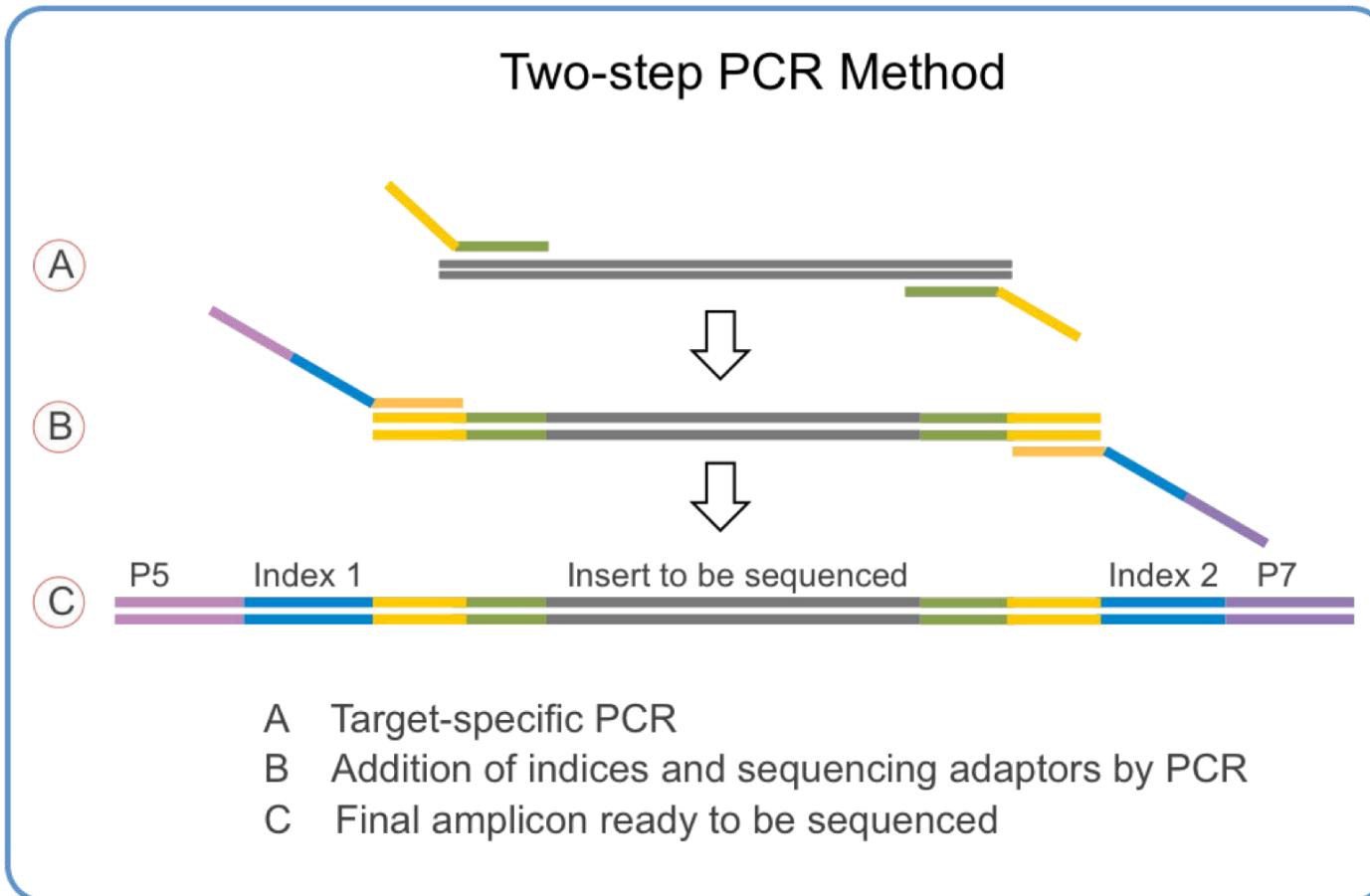
Small islands in the Pacific make a big difference

# Are there common/characteristic air inhabitants?



Most abundant genus, found in every sample over the global ocean *Aquabacterium sp*

# Sequencing of amplicon pools



Specific primers for 16S rDNA (prokaryotes) or 18S rDNA (eukaryotes)  
Index sequences allow mixing of many samples in one run

>5e9303cede4bef355ccb126e5e666f6d9afd0876

AGCTCCAATAGCGTATATAAAGTTGTCGGTAAAAAGCTCGTAGTTGGATTCTGCTGAAGCAAACCGGCCCTGGGTGA  
GCATCTGGTTTGGCATATGCTTAGACTTGCACTGACTGTGTTGGAAGGCTGAGCCATTACTTGAGGAAATC  
AGAGTGTTCAGGCCATTGCCTGAATACACTAGCATGGAATAATATGATATGACTGTGGTTATTTGGCTTTAGAATTAG  
AGTAATGGTTAATAGGGATAGTTGGGGCATTCAATTAACTGTCAGAGGTGAAATTCTGGATTGTTAAGGATGAACGACTGCGAAA  
GCATTGCCAAGGATGCTTCA



>44169337c1df3271fb64e5e608cf8c0f75242ce4

AGCTCCAATAGCGTATATAAAGTTGTCGGTAAAAAGCTCGTAGTTGGATTCTGCTGAAGACAACCGTCTGCCCTGGGTGAGC  
ATCTGGTTGGATTCGGCATCATCTTAGAGAACGCTGACTTGACTGTGTTGCGGTATCTAGACTTTACTTGAGGAAATCAG  
AGTGCTTCAGCAGGCCATTGGATACATTAGCATGGAATAATATTTAGGACCTTGGTTCTATTTGGTTCTAGAATTGAGG  
TAACGTTAATAGGGATAATTGGGGCATTGTATTAACTGTCAGAGGTGAAATTCTGGATTGTTAAAGACGGACCAATGCGAAAGC  
ATTGCCAAGGATGTTTCTT

>548d656b0e8bac3dda9d385c7fa3c1c16ebc84ca

AGCTCCAATAGCGTATATAAAGTTGTCGGTAAAAAGCTCGTAGTTGGATTCTGCCGAGGACGACCGGCCCTGGGTGTGT  
ATCTGGTTGGCCTGGCATCTCTGGAGAACGCTGACTTGACTGTGTTGCGGTGTCAGGACTTTACTTGAGGAAATTA  
GAGTGTTCAGCAGGCACACGCCATTGAATACATTAGCATGGAATAATAAGATAGGACCTTGGTTCTATTTGGTTCTAGGGACTGG  
AGGTAATGATTAAGAGGGACTGACGGGGCATTGTATTGCGGTGTTAGAGGTGAAATTCTGGATCGCTGCAAGACGAACGACTGCG  
AAAGCATTGCCAAGAATGTTTCA

>4aeac6e971fa738019a751a3c85758a2a1a0d94a

AGCTCCAATAGCGTATATAAAGTTGTCGGTAAAAAGCTCGTAGTTGGCTTCTGCCGAGGACGACCGGCCCTGGGTGTGT  
ATCTGGTTGGCCTGGCATCTCTGGCAAACGCTGACTTGACTGTGTTGCGGGTCCAGGACTTTACTTGAGGAAATTA  
GAGTGTTCAGCAGGCACCCGCCATTGAATACATTAGCATGGAATAATAAGATAGGACCTTGGTTCTATTTGGTTCTAGAGCTGA  
GGTAATTATTAATAGGGATAGTTGGGGCATTGTATTAACTGTCAGAGGTGAAATTCTGGATTGAAAGACGGACTACTGCGAA  
AGCATTGCCAAGGATGTTTCA



50c013d0ab498b2605ab73ae7f009e11a9f39523

D\_0\_Eukaryota;D\_1\_SAR;D\_2\_Alveolata;D\_3\_Dinoflagellata 0.670

904c1f0ecfed354fc75b6a4bb1484beabd8f4a5

D\_0\_Eukaryota;D\_1\_SAR;D\_2\_Alveolata;D\_3\_Dinoflagellata 1.000

85f7713e8a3b85aad8b557b0976b3b7cc595c7b6

D\_0\_Eukaryota;D\_1\_SAR;D\_2\_Alveolata;D\_3\_Dinoflagellata;D\_6\_Suessiaceae;D\_7\_Pelagodinium;D\_8\_Pelagodinium bei 0.700

Fd45f62b5e4653aa42eb36acd0e648d4159a0520

D\_0\_Eukaryota;D\_1\_SAR;D\_2\_Alveolata;D\_3\_Dinoflagellata;D\_6\_Kareniaceae;D\_7\_Karlodinium;D\_8\_uncultured marine alveolate 0.900

99c928c392d75b3e474b2a67cc5a4b8dd992ddda

D\_0\_Eukaryota;D\_1\_SAR;D\_2\_Alveolata;D\_3\_Dinoflagellata;D\_6\_Kareniaceae;D\_7\_Karlodinium;D\_8\_uncultured marine picoplankton 0.670

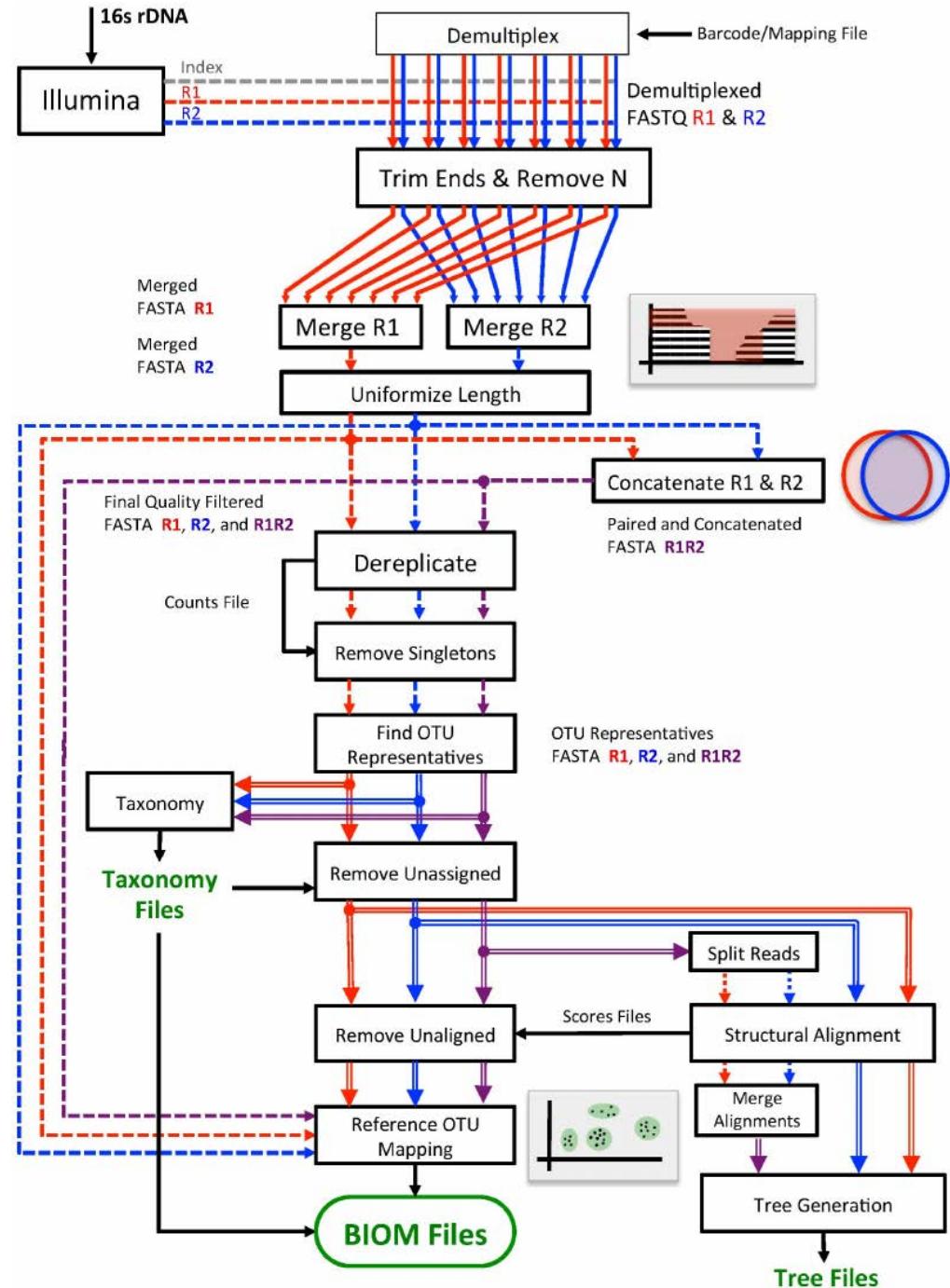
9ab00e11c05c0478e222a30310382084267b6d94

D\_0\_Eukaryota;D\_1\_SAR;D\_2\_Alveolata;D\_3\_Dinoflagellata 0.500

380e4384d59c9e6388270ccf5813fc077b85dcbe

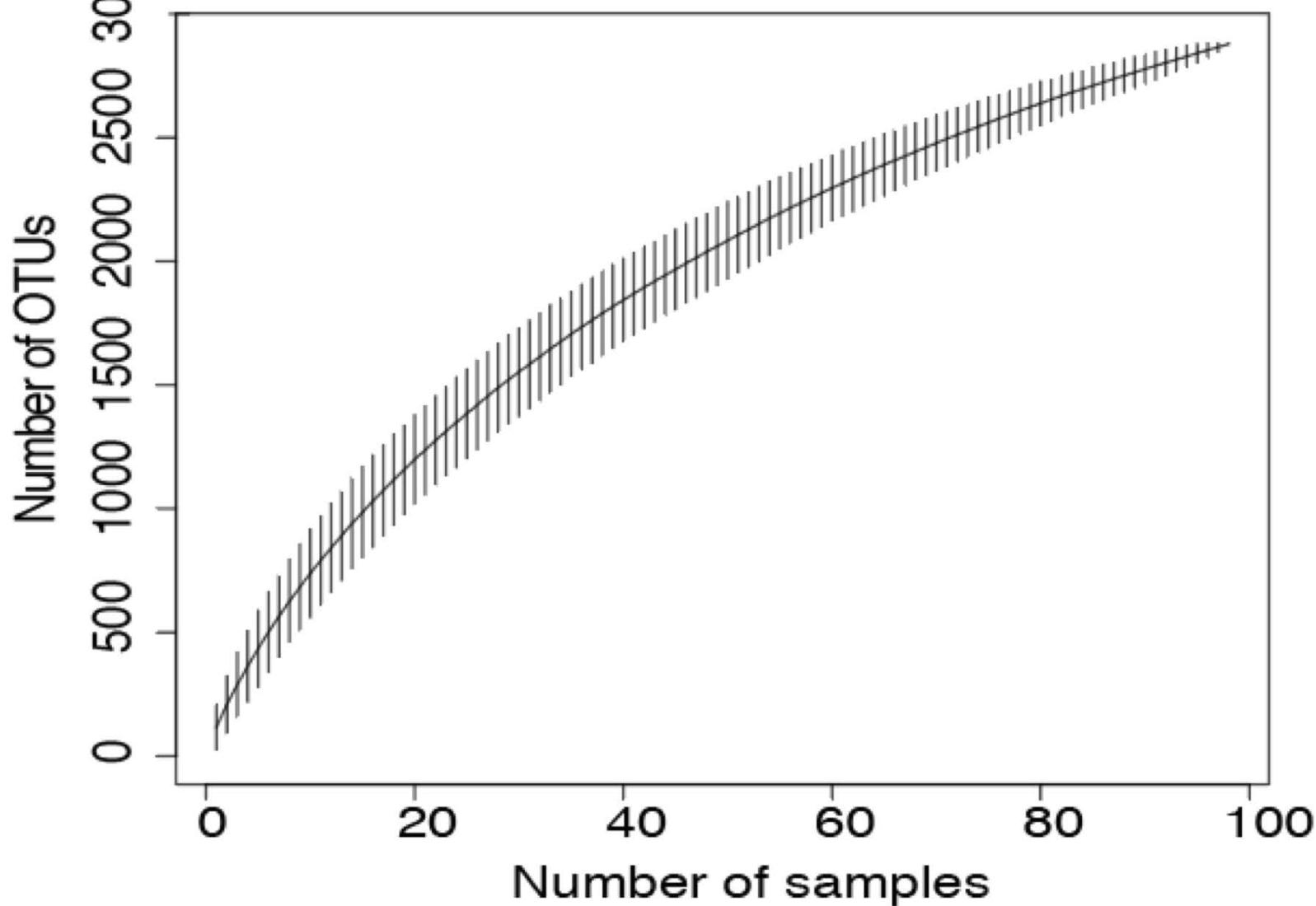
D\_0\_Eukaryota;D\_1\_SAR;D\_2\_Alveolata;D\_3\_Dinoflagellata;D\_5\_Gymnodiniphycidae;D\_6\_Gyrodinium;D\_7\_uncultured eukaryote 0.590

- Pooled samples are separated (demultiplexed) using the index sequences
- Two reads per sequence are quality filtered and assembled
- Reads are dereplicated, grouped into 97% similarity clusters (OTUs)
- Each OTU is compared to a database of known sequences to assign taxonomic identity
- Original sequences are mapped to each OTU and a OTU table (BIOM file) is created.



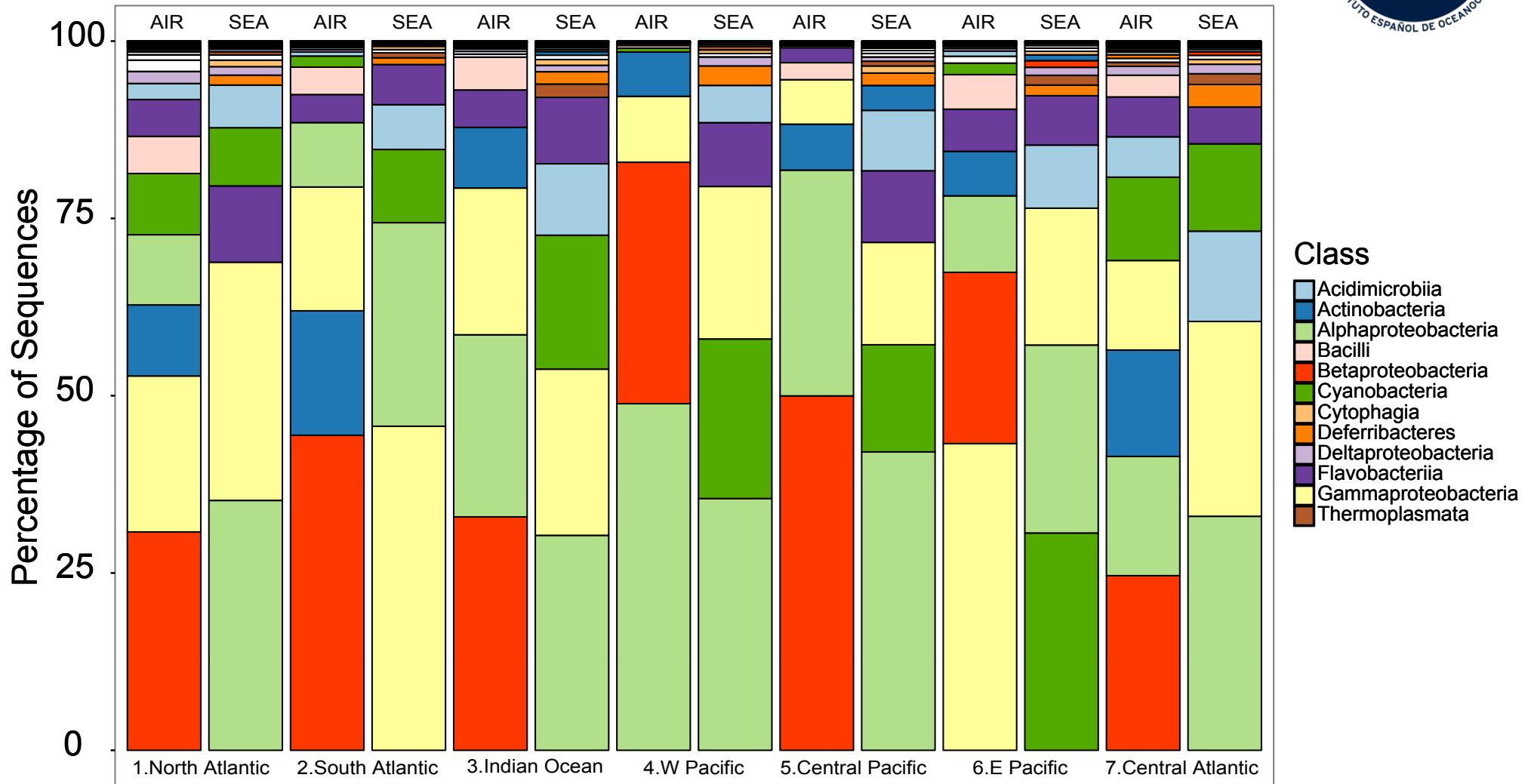
**FINAL OUTCOME**  
**OTU table describing the relative abundance of each OTU in each sample.**

OTU accumulation curve.  
Airborne prokaryotes over the global ocean



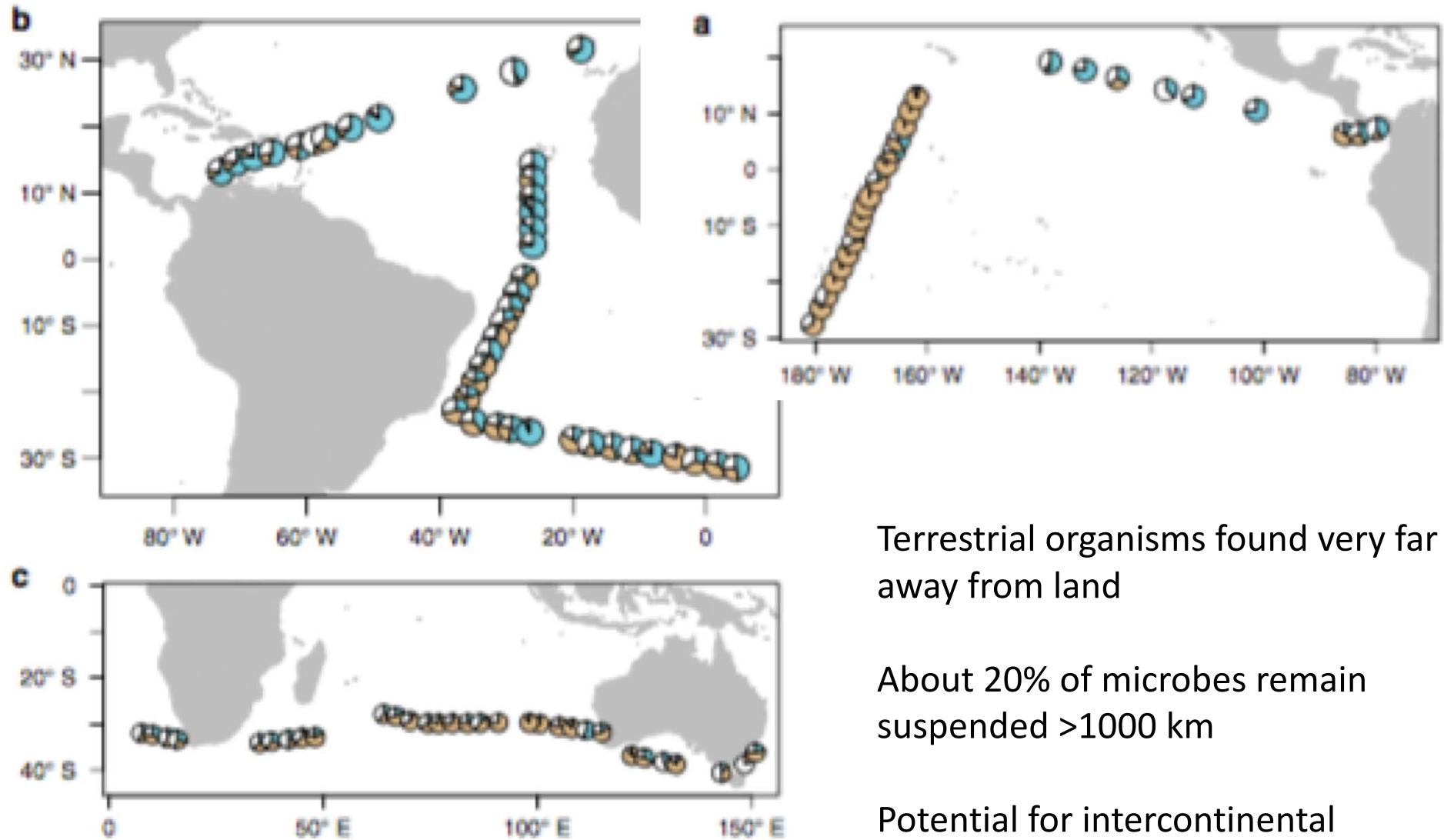
>2,800 OTUs observed, estimated >4,500 prokaryotic OTUs over Malaspina expedition  
Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.

# Identity of airborne prokaryotes over the ocean.



Based on 16S rDNA amplicons ~250 bp in the V4 region

Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.



**Figure 3** Origin of the prokaryotic sequences. The pie charts represent the estimated proportion contributed by marine (blue), terrestrial (brown) and unknown (white) sources for the 99 sampled locations over the Pacific **a**, Atlantic **b** and Indian **c** oceans where we could get sequence information. Please note that the different panels have different scales. Data available in Supplementary Table 2.

Terrestrial organisms found very far away from land

About 20% of microbes remain suspended >1000 km

Potential for intercontinental transport

33-68% of global microbes from marine sources



### Contrasting effects:

- Nutrients stimulate phytoplankton primary production
  - Phosphorus
  - Iron
- Pollutants inhibit phytoplankton primary production
  - Heavy metals (Cu...)
  - Organic pollutants

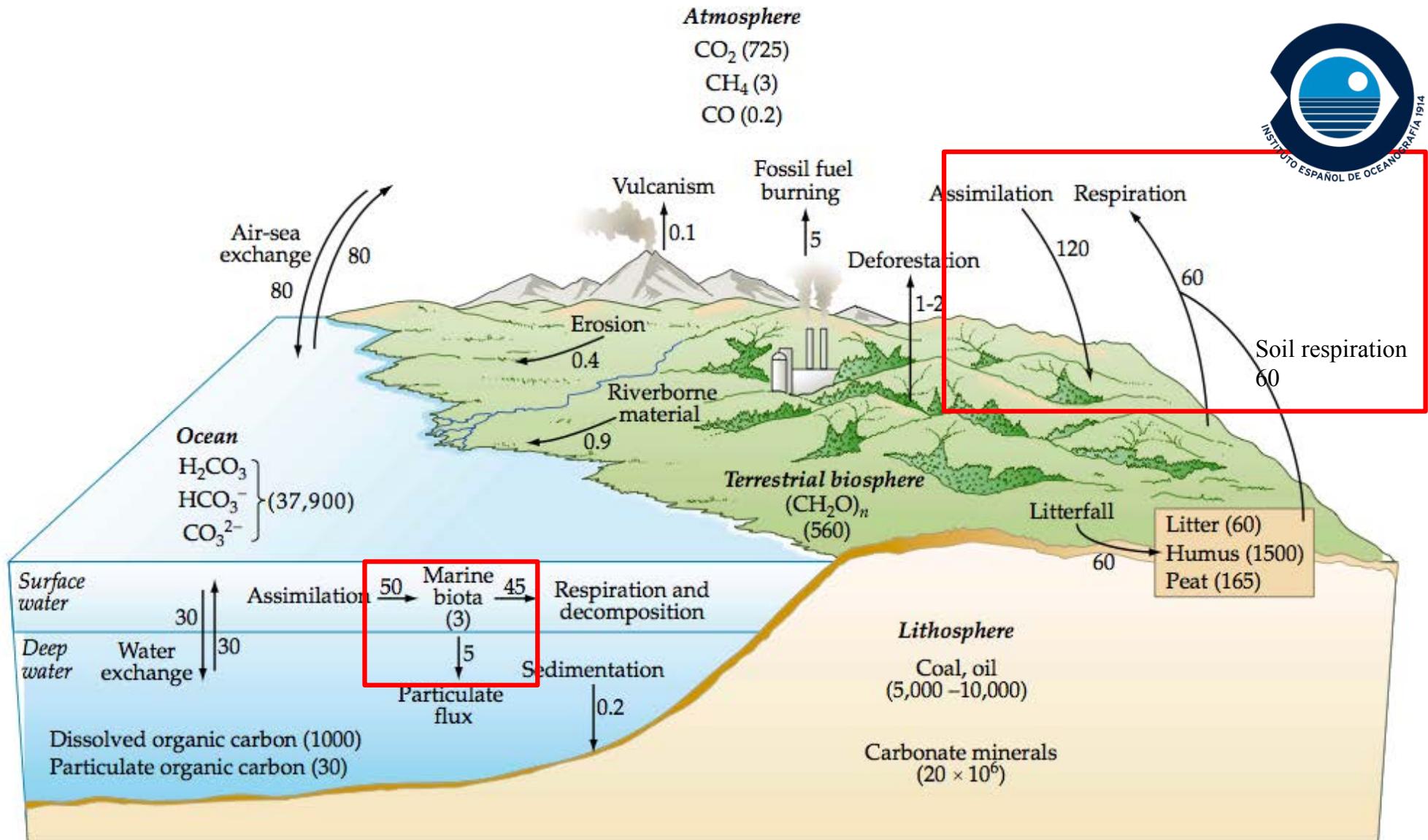


Figure 24.18 Global carbon cycle

## The Contemporary Global Carbon Cycle

Stocks in  $\text{Pg} = 10^{15}\text{g}$ , fluxes represented by arrows in  $\text{Pg C year}^{-1}$ .

Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.

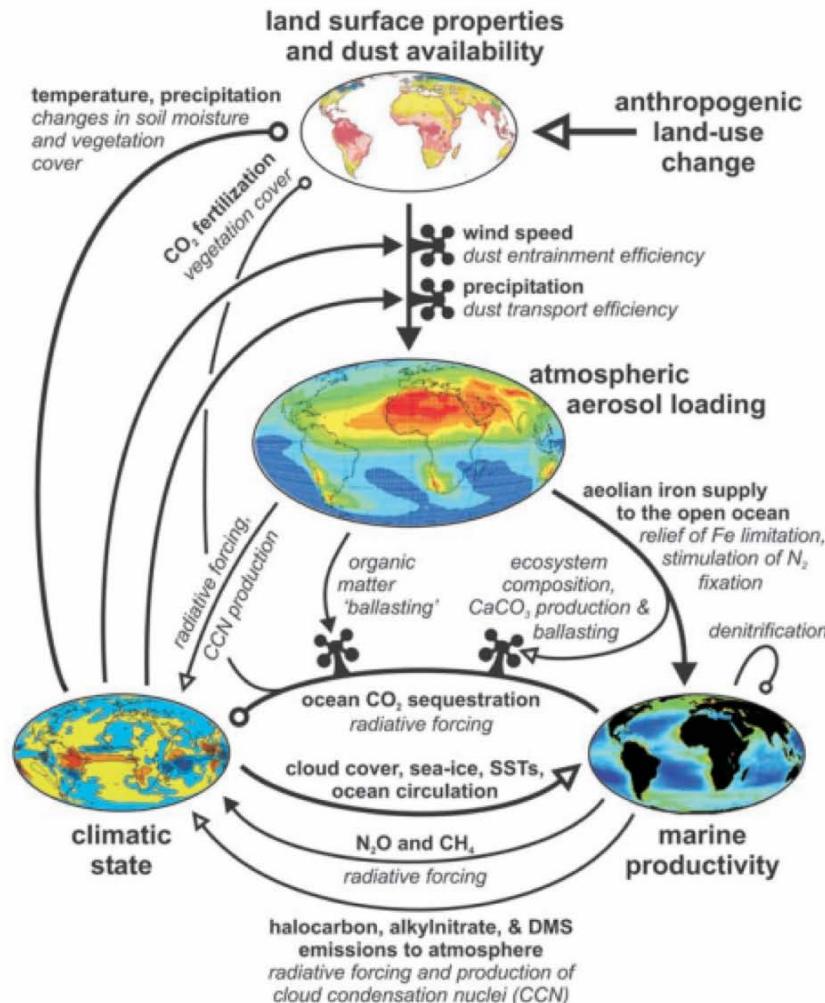
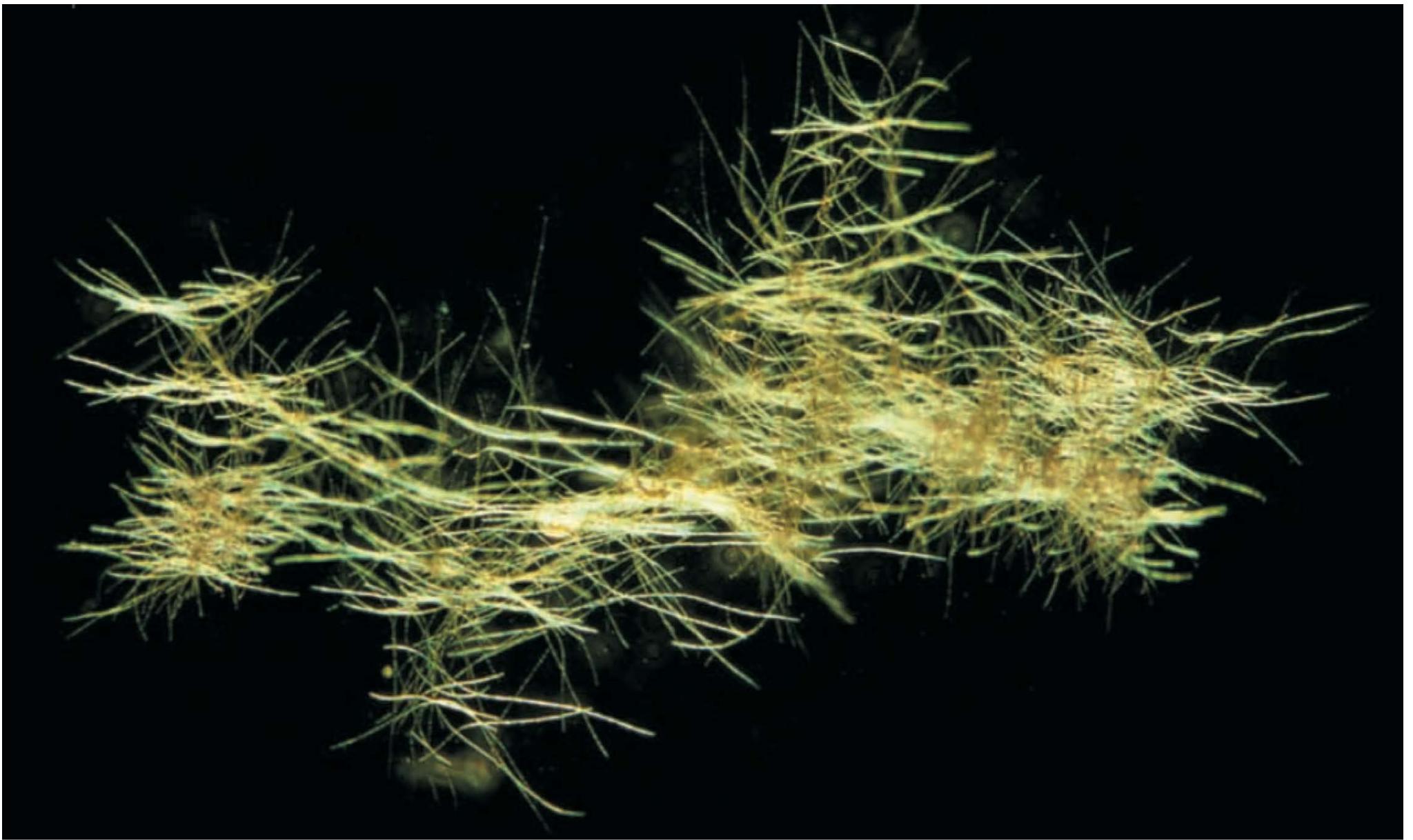


Fig. 1. Schematic view of global iron and dust connections. Highlighted are the four critical components (clockwise from top): the state of the land surface and dust availability, atmospheric aerosol loading, marine productivity, and some measure of climatic state (such as mean global surface temperature). The sign of the connections linking these varies; where the correlation is positive (for example, increased atmospheric aerosol loading → increased marine productivity), the line is terminated with a solid arrowhead. Where the correlation is negative (for example, increased marine productivity → lower CO<sub>2</sub> and a colder climate), the termination is an open circle. Connections with an uncertain sign are terminated with an open arrowhead. The mechanism by which the link acts (for example, the impact of a change in atmospheric CO<sub>2</sub> is via the radiative forcing of climate) is displayed in italics. Finally, the "water tap" symbols represent a secondary mechanism modulating the effect of a primary mechanism; for instance, a change in global precipitation strength and distribution will alter the efficiency with which entrained dust is transported to the open ocean. If a path of successive connections can be traced from any given component back to itself, a closed or feedback loop is formed. An even number (including zero) of negatively correlated connections counted around the loop gives a positive feedback, which will act to amplify a perturbation and tend to destabilize the system. Conversely, an odd number of negative correlations gives a negative feedback, dampening any perturbation and thus stabilizing the system. For instance, atmospheric aerosol loading → marine productivity → climatic state → dust availability → atmospheric aerosol loading contains two negative and two positive correlations and thus is positive overall. In contrast, marine productivity looping back onto itself contains a single negative correlation and thus represents a negative feedback.

It is hypothesized that:

- Elimination of the biological pump would result in 200 ppmv increase in atmospheric CO<sub>2</sub>
- Ocean fertilization (by increased dust input) could enhance the biological pump by 8-40 ppmv

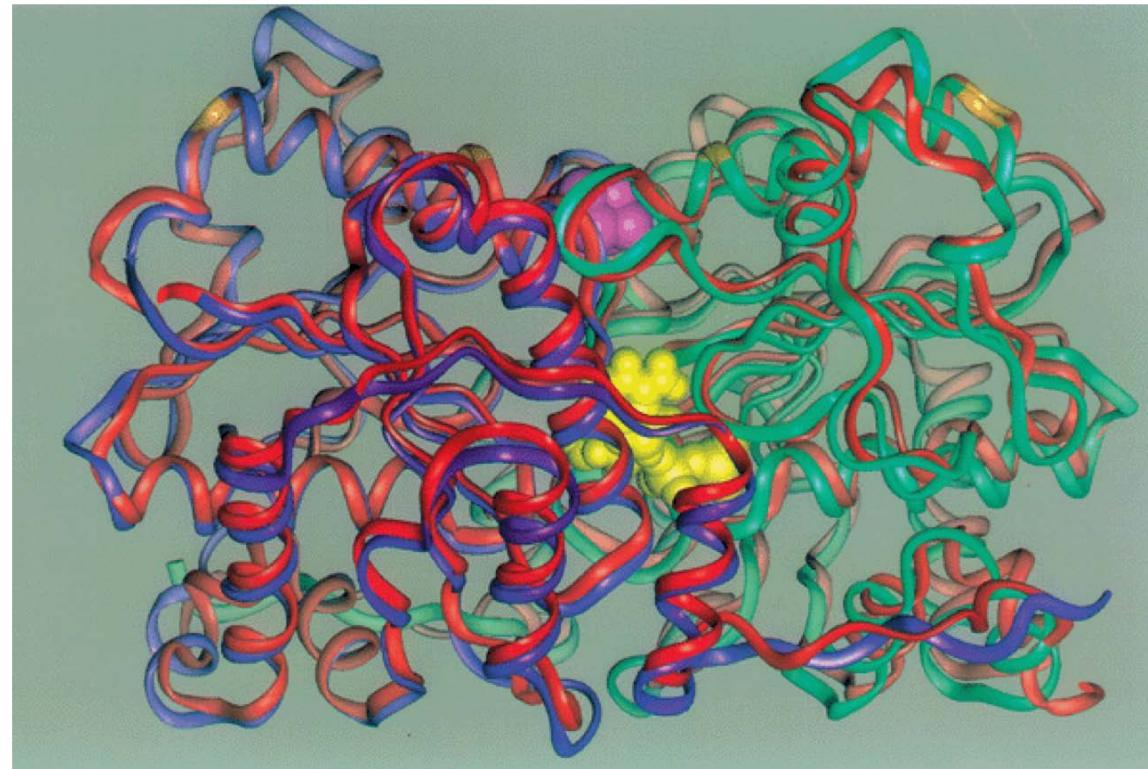
Jickells, T.D. et al. (2005) Global iron connections between desert dust, ocean biogeochemistry, and climate. *Science* **308**: 67–71.



# *Trichodesmium* sp.

Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.

# Structural analysis of the *Trichodesmium* nitrogenase iron protein: implications for aerobic nitrogen fixation activity



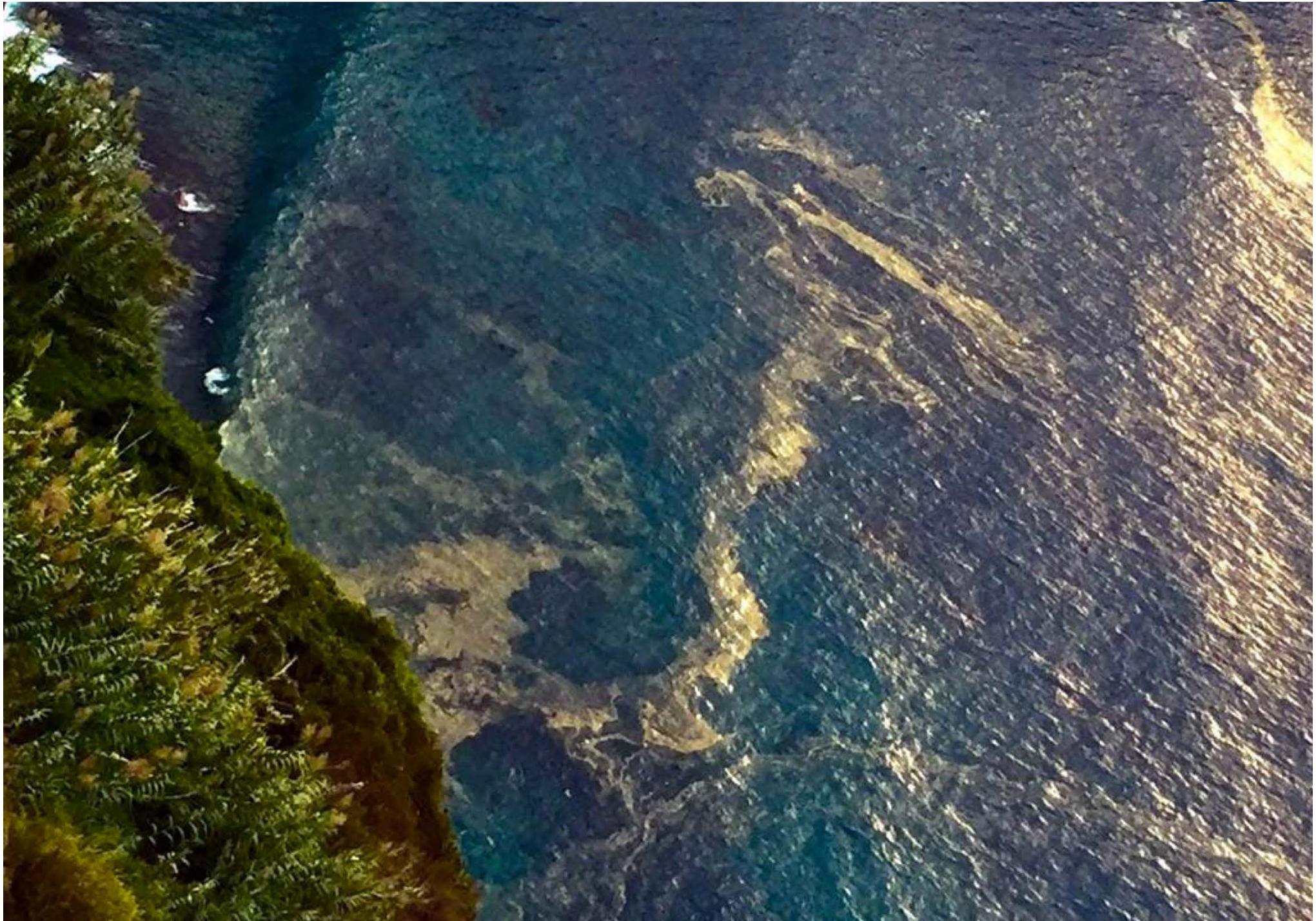
FEMS Microbiology Letters

Volume 153, Issue 2, pages 303-309, 17 JAN 2006 DOI: 10.1111/j.1574-6968.1997.tb12589.x

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1574-6968.1997.tb12589.x/full#f2>

Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Canarias.

Dust (Fe+P), calm weather and high temperatures → *Trichodesmium* bloom







## Las "microalgas", un fenómeno frecuente

■ ■ ■ Las microalgas florecen en 2004 ■ ■ ■ Una confluencia de los niveles altos de calor, sol y niveles de temperatura de los aguas ■ ■ ■ El alcalde y el resto de la élite se acuerda con ellas ■ ■ ■ Recomiendan vivir en la costa afectada, no en el interior de la isla ■ ■ ■



# Diario de Avisos

Santa Cruz de Tenerife, sábado, 22 de agosto de 2009

DECANATO DE LA PRENSA DE CANARIAS FUNDADO EN SANTA CRUZ DE LA PALMA EN 1860

Ejemplar Número 44405 LER 4

## El Gobierno y el Cabildo desmienten al subdelegado: "No existe relación entre vertidos y microalgas"

El consejero de Sanidad, José Manuel Baltar, declara aptas las playas canarias; la portavoz del Ejecutivo, Rosa Dávila, pide a la población que no fomente bulos en las redes sociales, y el consejero insular de Medio Ambiente, José Antonio Valbuena, acusa a Díaz Guerra de mentir, pero este se reafirma

■ ■ ■ Representantes de las consejerías de Sanidad y Política Territorial subrayan en una rueda de prensa que con las claudicaciones no se puede hacer nada, "solo esperar el alisio"



## CATALUNA ACELERA LA RUPTURA

# Canarias 7

## GRAN CANARIA CERTIFICA LA CALIDAD DE SUS VERTIDOS

Aguas. Morales acusa a Clavijo de mezclar licencias con calidad  
Microalgas. Sin evidencia científica de que afloren por residuos



# Diario de Avisos Diario de Avisos

Santa Cruz de Tenerife, domingo, 23 de agosto de 2009

DECANATO DE LA PRENSA DE CANARIAS FUNDADO EN SANTA CRUZ DE LA PALMA EN 1860

Ejemplar Número 44406 LER 4

## La invasión de microalgas en las Islas, sin riesgo, según Sanidad, provoca una psicosis

El fenómeno desata inquietud y bulos en las redes sociales; un informe sobre las regiones ultraperiféricas europeas advirtió hace nueve años del problema



## La Opinión de Tenerife

### Los canarios tendremos que acostumbrarnos a las microalgas

Los responsables de Salud Pública y de Protección de la Naturaleza confirman que se trata de un fenómeno natural que nadie tiene que ver con los vertidos



## El Gobierno canario desconcierta: "Tenemos que acostumbrarnos a las microalgas"

■ ■ ■ Representantes de las consejerías de Sanidad y Política Territorial subrayan en una rueda de prensa que con las claudicaciones no se puede hacer nada, "solo esperar el alisio"

■ ■ ■ El Ejecutivo autonómico quiere zanjear ya que se vincula el problema a los vertidos de aguas negras en la costa; el PP exige más rigor y seriedad



## La Opinión de Tenerife

### El subdelegado vincula los vertidos de aguas negras con las microalgas

Guillermo Díaz Guerra: "No hay duda de la relación de estas manchas con las emisiones de agua sin tratar"

El Ayuntamiento de Arona investiga el vertido de un complejo de apartamentos en el pueblo costero de Las Galletas

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

VIERES, 21 DE SEPTIEMBRE, 12 DE 1200 HORAS

El Phe Festival abre su feria de tendencias con 65 marcas

GASTRONOMÍA, P. 22

La congregación religiosa Hijas de la Caridad, entre las víctimas del Banco Popular

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

La continuidad del cuartel privado de Hoya Fría de un plan de más de 1.800 viviendas

La teniente de alcalde, Zaida González, apoya la construcción de una base militar en la zona

www.laopinion.es

## EL CONSTITUCIONAL PROHÍBE EL 1-O

# Canarias 7

## Las protestas por las microalgas y los vertidos llegan a las playas



## EL GOBIERNO, CERCADO POR LA CRISIS DE LAS MICROALGAS

■ ■ ■ Se sustituirá entre el próximo noviembre y octubre de 2010 ■ ■ ■ Las nuevas tarjetas sanitarias incorporan un número de referencia, como los dispositivos bancarios ■ ■ ■ En la actualidad, el 25% de los beneficiarios dispone de un papel que genera problemas en las farmacias ■ ■ ■

## EL DÍA

### Canarias estrena tarjetas sanitarias

■ ■ ■ Se sustituirá entre el próximo noviembre y octubre de 2010 ■ ■ ■ Las nuevas tarjetas sanitarias incorporan un número de referencia, como los dispositivos bancarios ■ ■ ■ En la actualidad, el 25% de los beneficiarios dispone de un papel que genera problemas en las farmacias ■ ■ ■

■ ■ ■ El 84% DEL AGUA que se consume es de origen subterráneo ■ ■ ■

■ ■ ■ El Juzgado de los clásicos suelo registra en 2 meses 848 demandas ■ ■ ■

■ ■ ■ POLICIA NACIONAL Falta agentes para evitar la violencia de género ■ ■ ■

■ ■ ■ EL TRIBUNAL "Atentado" ecológico en el Llano de Ucanga ■ ■ ■

■ ■ ■ PLANEACIÓN Preparan planes hidrológicos para evitar sanciones millonarias ■ ■ ■

■ ■ ■ El Ejecutivo autonómico y la Federación Canaria de Municipios acuerdan que se incluya en la legislación la protección del espacio público

■ ■ ■ La cifra de 2010 es de 1.000 millones de euros ■ ■ ■

■ ■ ■ Hacienda y Economía, que tienen que aprobar la ley, tienen que aprobar la ley ■ ■ ■

■ ■ ■ HIPÓTECAS Falta juzgados de los clásicos suelo registran en 2 meses 848 demandas ■ ■ ■

■ ■ ■ POLICIA NACIONAL Falta agentes para evitar la violencia de género ■ ■ ■

■ ■ ■ EL TRIBUNAL "Atentado" ecológico en el Llano de Ucanga ■ ■ ■

■ ■ ■ Las microalgas llegan a Los Gigantes ■ ■ ■

# Diario de Avisos Diario de Avisos

Santa Cruz de Tenerife, domingo, 23 de agosto de 2009

DECANATO DE LA PRENSA DE CANARIAS FUNDADO EN SANTA CRUZ DE LA PALMA EN 1860

Ejemplar Número 44407 LER 4

## El apoyo del Ejecutivo al Womad está en el aire

■ ■ ■ Turismo reduce el límite de población



## La Opinión de Tenerife

### El Gobierno canario desconcierta: "Tenemos que acostumbrarnos a las microalgas"

■ ■ ■ Representantes de las consejerías de Sanidad y Política Territorial subrayan en una rueda de prensa que con las claudicaciones no se puede hacer nada, "solo esperar el alisio"

■ ■ ■ El Ejecutivo autonómico quiere zanjear ya que se vincula el problema a los vertidos de aguas negras en la costa; el PP exige más rigor y seriedad



## La Opinión de Tenerife

### El subdelegado vincula los vertidos de aguas negras con las microalgas

Guillermo Díaz Guerra: "No hay duda de la relación de estas manchas con las emisiones de agua sin tratar"

El Ayuntamiento de Arona investiga el vertido de un complejo de apartamentos en el pueblo costero de Las Galletas

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

VIERES, 21 DE SEPTIEMBRE, 12 DE 1200 HORAS

El Phe Festival abre su feria de tendencias con 65 marcas

GASTRONOMÍA, P. 22

La congregación religiosa Hijas de la Caridad, entre las víctimas del Banco Popular

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

La continuidad del cuartel privado de Hoya Fría de un plan de más de 1.800 viviendas

La teniente de alcalde, Zaida González, apoya la construcción de una base militar en la zona

www.laopinion.es

## EL CONSTITUCIONAL PROHÍBE EL 1-O

# Canarias 7

## Las protestas por las microalgas y los vertidos llegan a las playas



## EL GOBIERNO, CERCADO POR LA CRISIS DE LAS MICROALGAS

■ ■ ■ Se sustituirá entre el próximo noviembre y octubre de 2010 ■ ■ ■ Las nuevas tarjetas sanitarias incorporan un número de referencia, como los dispositivos bancarios ■ ■ ■ En la actualidad, el 25% de los beneficiarios dispone de un papel que genera problemas en las farmacias ■ ■ ■

## EL DÍA

### Canarias estrena tarjetas sanitarias

■ ■ ■ Se sustituirá entre el próximo noviembre y octubre de 2010 ■ ■ ■ Las nuevas tarjetas sanitarias incorporan un número de referencia, como los dispositivos bancarios ■ ■ ■ En la actualidad, el 25% de los beneficiarios dispone de un papel que genera problemas en las farmacias ■ ■ ■

■ ■ ■ El 84% DEL AGUA que se consume es de origen subterráneo ■ ■ ■

■ ■ ■ El Juzgado de los clásicos suelo registra en 2 meses 848 demandas ■ ■ ■

■ ■ ■ PLANEACIÓN Preparan planes hidrológicos para evitar sanciones millonarias ■ ■ ■

■ ■ ■ El Ejecutivo autonómico y la Federación Canaria de Municipios acuerdan que se incluya en la legislación la protección del espacio público

■ ■ ■ La cifra de 2010 es de 1.000 millones de euros ■ ■ ■

■ ■ ■ Hacienda y Economía, que tienen que aprobar la ley, tienen que aprobar la ley ■ ■ ■

■ ■ ■ HIPÓTECAS Falta juzgados de los clásicos suelo registran en 2 meses 848 demandas ■ ■ ■

■ ■ ■ POLICIA NACIONAL Falta agentes para evitar la violencia de género ■ ■ ■

■ ■ ■ EL TRIBUNAL "Atentado" ecológico en el Llano de Ucanga ■ ■ ■

■ ■ ■ Las microalgas llegan a Los Gigantes ■ ■ ■

Santa Cruz de Tenerife, domingo, 23 de agosto de 2009

DECANATO DE LA PRENSA DE CANARIAS FUNDADO EN SANTA CRUZ DE LA PALMA EN 1860

Ejemplar Número 44408 LER 4

## El Gobierno y el Cabildo desmienten al subdelegado: "No existe relación entre vertidos y microalgas"

El consejero de Sanidad, José Manuel Baltar, declara aptas las playas canarias; la portavoz del Ejecutivo, Rosa Dávila, pide a la población que no fomente bulos en las redes sociales, y el consejero insular de Medio Ambiente, José Antonio Valbuena, acusa a Díaz Guerra de mentir, pero este se reafirma

■ ■ ■ Representantes de las consejerías de Sanidad y Política Territorial subrayan en una rueda de prensa que con las claudicaciones no se puede hacer nada, "solo esperar el alisio"



## La Opinión de Tenerife

### El Gobierno canario desconcierta: "Tenemos que acostumbrarnos a las microalgas"

■ ■ ■ Representantes de las consejerías de Sanidad y Política Territorial subrayan en una rueda de prensa que con las claudicaciones no se puede hacer nada, "solo esperar el alisio"

■ ■ ■ El Ejecutivo autonómico quiere zanjear ya que se vincula el problema a los vertidos de aguas negras en la costa; el PP exige más rigor y seriedad



## La Opinión de Tenerife

### El subdelegado vincula los vertidos de aguas negras con las microalgas

Guillermo Díaz Guerra: "No hay duda de la relación de estas manchas con las emisiones de agua sin tratar"

El Ayuntamiento de Arona investiga el vertido de un complejo de apartamentos en el pueblo costero de Las Galletas

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

VIERES, 21 DE SEPTIEMBRE, 12 DE 1200 HORAS

El Phe Festival abre su feria de tendencias con 65 marcas

GASTRONOMÍA, P. 22

La congregación religiosa Hijas de la Caridad, entre las víctimas del Banco Popular

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

La continuidad del cuartel privado de Hoya Fría de un plan de más de 1.800 viviendas

La teniente de alcalde, Zaida González, apoya la construcción de una base militar en la zona

www.laopinion.es

Santa Cruz de Tenerife, domingo, 23 de agosto de 2009

DECANATO DE LA PRENSA DE CANARIAS FUNDADO EN SANTA CRUZ DE LA PALMA EN 1860

Ejemplar Número 44409 LER 4

## El Gobierno y el Cabildo desmienten al subdelegado: "No existe relación entre vertidos y microalgas"

El consejero de Sanidad, José Manuel Baltar, declara aptas las playas canarias; la portavoz del Ejecutivo, Rosa Dávila, pide a la población que no fomente bulos en las redes sociales, y el consejero insular de Medio Ambiente, José Antonio Valbuena, acusa a Díaz Guerra de mentir, pero este se reafirma

■ ■ ■ Representantes de las consejerías de Sanidad y Política Territorial subrayan en una rueda de prensa que con las claudicaciones no se puede hacer nada, "solo esperar el alisio"



## La Opinión de Tenerife

### El Gobierno canario desconcierta: "Tenemos que acostumbrarnos a las microalgas"

■ ■ ■ Representantes de las consejerías de Sanidad y Política Territorial subrayan en una rueda de prensa que con las claudicaciones no se puede hacer nada, "solo esperar el alisio"

■ ■ ■ El Ejecutivo autonómico quiere zanjear ya que se vincula el problema a los vertidos de aguas negras en la costa; el PP exige más rigor y seriedad



## La Opinión de Tenerife

### El subdelegado vincula los vertidos de aguas negras con las microalgas

Guillermo Díaz Guerra: "No hay duda de la relación de estas manchas con las emisiones de agua sin tratar"

El Ayuntamiento de Arona investiga el vertido de un complejo de apartamentos en el pueblo costero de Las Galletas

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

VIERES, 21 DE SEPTIEMBRE, 12 DE 1200 HORAS

El Phe Festival abre su feria de tendencias con 65 marcas

GASTRONOMÍA, P. 22

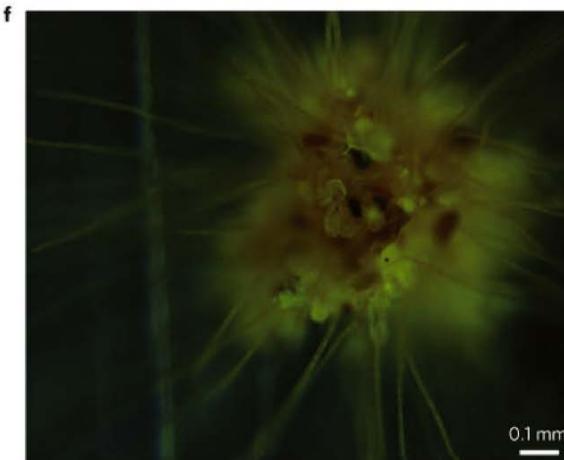
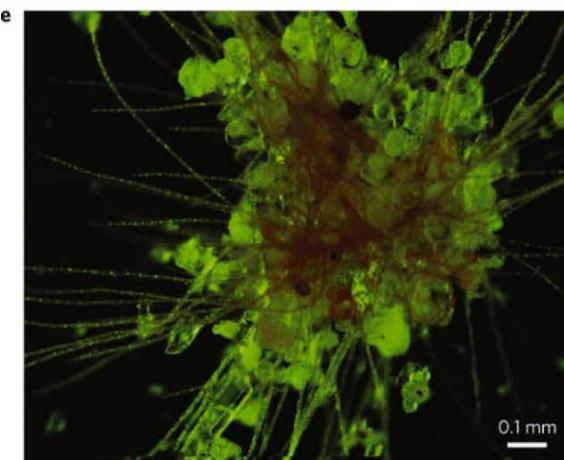
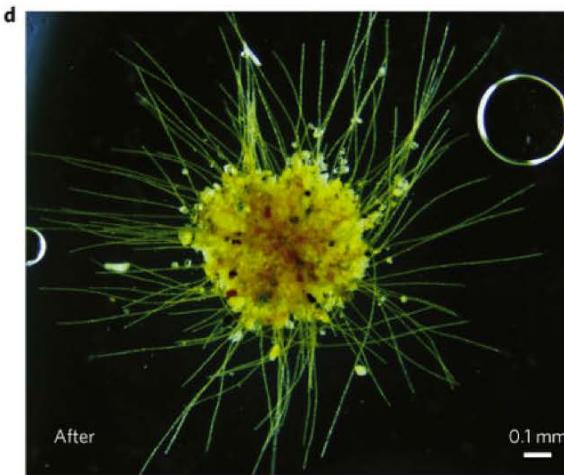
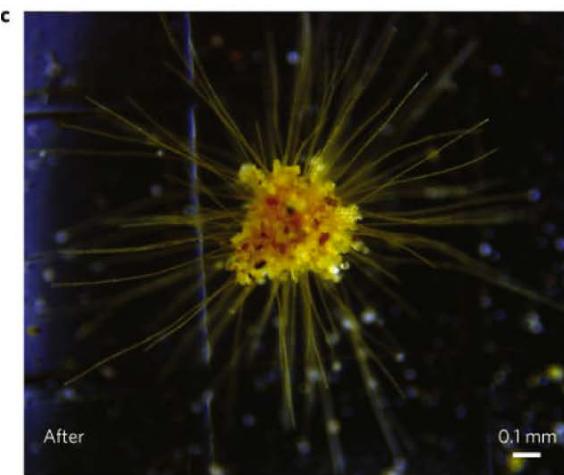
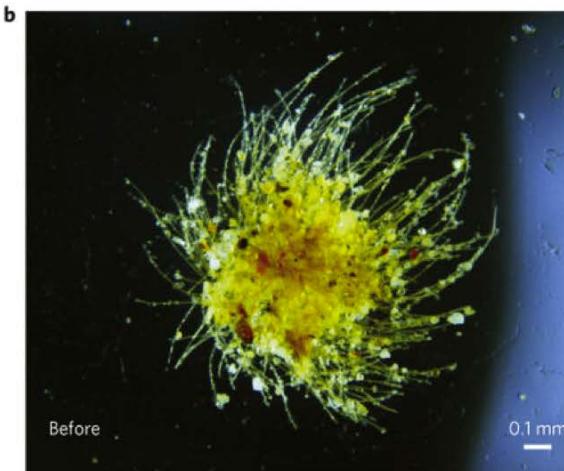
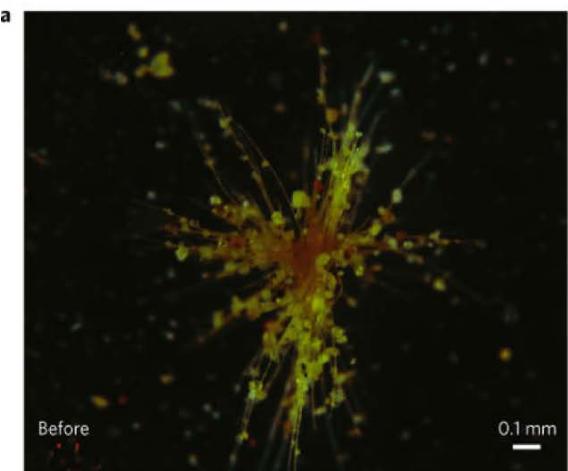
La congregación religiosa Hijas de la Caridad, entre las víctimas del Banco Popular

Tres socios del presidente de la UD Los Pinos están entre las afectadas

La continuidad del cuartel privado de Hoya Fría de un plan de más de 1.800 viviendas

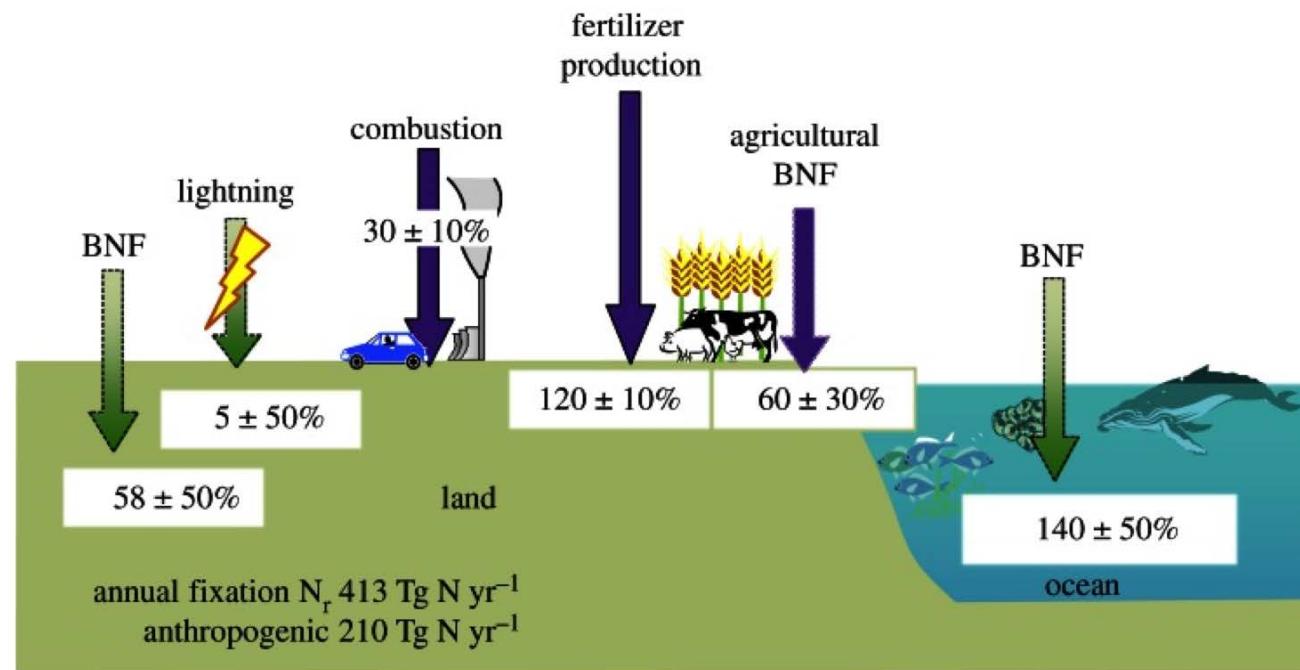
La teniente de alcalde, Zaida González, apoya la construcción de una base militar en la zona

www.laopinion.es



Berman-Frank, I., Rubin, M., and Shaked, Y. (2011) Dust- and mineral-iron utilization by the marine dinitrogen-fixer *Trichodesmium*. *Nature Geoscience* 4: ngeo1181.

# Nitrogen fixation in the ocean



60–80 Tg N  
by *Trichodesmium sp*

Bergman et al. 2013

Global nitrogen fixation, natural and anthropogenic in both oxidized and reduced forms through combustion, biological fixation, lightning and fertilizer and industrial production through the Haber–Bosch process for 2010. The arrows indicate a transfer from the atmospheric  $N_2$  reservoir to terrestrial and marine ecosystems, regardless of the subsequent fate of the  $N_r$ . Green arrows represent natural sources, purple arrows represent anthropogenic sources.



# Summary

- Dust transports large numbers of microbes
  - Helps keeping microbial diversity in natural ecosystems
  - Can transport pathogens
- Dust fertilizes the ocean
  - Removes CO<sub>2</sub> from the atmosphere through the biological pump
  - Feeds the ocean
    - Enhances productivity
    - Anchovy stocks in the Pacific have been linked to dust
  - Dust can trigger blooms of *Trichodesmium*
    - Fertilizes the ocean with Nitrogen
    - Can be a nuisance in touristic areas