

Efecto del cambio en parámetros ambientales en el crecimiento de las especies de *Gambierdiscus* detectadas en Canarias

Isabel Bravo e Isabel Ramilo

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Vigo. Subida Radio Faro, 50, 36390 Vigo, Pontevedra

Informe nº 5

Proyecto: “Tropicalización y ciguatera en Canarias”

Actividad: “Estudio del efecto de la temperatura, salinidad y turbulencia en cultivos de *Gambierdiscus* para conocer los umbrales de crecimiento y supervivencia de cada especie” (A5)



INTRODUCCIÓN

El archipiélago de las islas Canarias así como toda la región macaronésica está siendo afectado por el cambio climático, como ha sido referenciado por el Institute for European Environmental Policy y documentado también por el Sistema de Observación del Instituto Español de Oceanografía (IEOOS por sus siglas en inglés) . Un efecto del aumento de las temperaturas en esa región es la tropicalización en algunos de sus ecosistemas marinos, por ejemplo peces, algas e invertebrados. En comunidades de algas se han detectado ya cambios importantes en la estructura de las poblaciones como la aparición de nuevas especies termófilas o el incremento de las especies nativas de origen tropical. Las poblaciones de dinoflagelados epifitos, objeto del presente proyecto, no quedan exentas de la influencia de este fenómeno.

En la última década y en relación al cambio climático se ha especulado que algunas especies de dinoflagelados bentónicos nocivos de regiones tropicales y/o subtropicales como los pertenecientes al género *Gambierdiscus*, están expandido su distribución geográfica hacia regiones templadas. La aparición de casos de ciguatera en Canarias y la detección de extensas poblaciones de *Gambierdiscus* en sus costas ha promovido esta discusión en relación a este problema emergente en el archipiélago.

Se han detectado concentraciones muy elevadas de células de *Gambierdiscus* en las costas Canarias en verano que probablemente disminuyen notablemente en invierno debido a la caída de la temperatura. Aunque hay pocos estudios sobre el tema, esto viene corroborado porque el rango de crecimiento de estas microalgas en los países tropicales está entre 20°C y 30°C. Pero se desconoce totalmente estos umbrales para las poblaciones de regiones como Canarias. En la actualidad, las temperaturas en verano de las aguas del litoral canario son adecuadas para el crecimiento de estas especies, pero un incremento de las temperaturas podría promover un aumento de las concentraciones de estos dinoflagelados y una expansión en su distribución. Sobre todo, el aumento de las temperaturas en invierno tendría un importante impacto pues reduciría el parón invernal de estas especies provocando probablemente un aumento de sus concentraciones a lo largo de todo el año. Lo cual podría incrementar en gran medida el impacto de la ciguatera en la región.

Un objetivo del presente proyecto fue ver el efecto de parámetros ambientales afectados por el cambio climático en el crecimiento de las especies de *Gambierdiscus* detectadas en Canarias. Se está llevando a cabo un estudio profundo del efecto de la

temperatura en el crecimiento de las cepas de *Gambierdiscus* procedentes de Canarias, del cual exponemos los datos que tenemos hasta el momento. Este experimento de temperaturas no se ha concluido todavía ya que no ha dado tiempo a realizar el estudio de crecimiento a temperaturas superiores a 26°C, se está realizando en la actualidad a 29°C y se seguirá con temperaturas más elevadas dependiendo de los resultados.

También se realizaron estudios del efecto de la salinidad, intensidad luminosa y turbulencia sobre el crecimiento de estas especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios de los efectos de los parámetros ambientales en las especies de *Gambierdiscus* detectadas en Canarias se realizó sobre cultivos aislados de las aguas de la región. Estos cultivos estaban ya manteniéndose en la Colección de Cultivos del Centro Oceanográfico de Vigo o se aislaron durante las actividades del presente proyecto. Los experimentos se realizaron con cepas de las cinco especies de *Gambierdiscus* que han sido detectadas en Canarias: *G. australes*, *G. caribaeus*, *G. carolinianus*, *G. excentricus* y *G. silvae*.

Tabla I. Se muestran las cepas de cada especie de *Gambierdiscus* utilizadas para cada experimento.

Experimento	Especies	Cepas
Temperatura	<i>G. australes</i>	18 cepas (VGO1161, VGO1198, VGO1201, VGO1277...)
	<i>G. caribaeus</i>	1 cepa (VGO 1237)
	<i>G. carolinianus</i>	1 cepa (VGO 1197)
	<i>G. excentricus</i>	4 cepas (VGO 791, VGO1264, VGO1286, VGO 1294)
	<i>G. silvae</i>	1 cepa (VGO1180)
Luz	<i>G. australes</i>	3 cepas (VGO1161, VGO1198, VGO1201)
	<i>G. caribaeus</i>	1 cepa (VGO 1237)
	<i>G. carolinianus</i>	1 cepa (VGO 1197)
	<i>G. excentricus</i>	1 cepa (VGO 791)
	<i>G. silvae</i>	1 cepa (VGO1180)
Turbulencia	<i>G. australes</i>	1 cepa (VGO1199)
	<i>G. caribaeus</i>	1 cepa (VGO 1237)
	<i>G. carolinianus</i>	1 cepa (VGO 1197)
	<i>G. excentricus</i>	1 cepa (VGO 791)
	<i>G. silvae</i>	1 cepa (VGO1180)

Los experimentos se realizaron en erlenmeyers con 30-50 mL de cultivo. El medio utilizado fue siempre agua de mar enriquecida según fórmula para medio denominado K/2 a 35 de salinidad. Los experimentos se realizaron en incubadores de temperatura constante con luz de irradiancia aproximada de $90 \mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para el experimento de efecto de la temperatura, se estudió el crecimiento de todas las cepas (ver tabla I) a las temperaturas 17°C, 19°C, 22°C y 26°C; para lo cual la temperatura del incubador se fue cambiando desde 17°C a las respectivas temperaturas superiores. Los cultivos se adaptaron a cada temperatura durante 3 generaciones antes de medir el crecimiento. Para ver el efecto de la turbulencia, se comparó el crecimiento en cultivos estáticos y cultivos en movimiento utilizando un agitador de plataforma ondulante (Polymax 2040, Heidolph). El efecto de la luz se estudió en una cámara de cultivo a 25°C y comparando el crecimiento a diferentes intensidades luminosas ($400/80 \mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y diferentes tipos de luz (“led/daylight”).

En los diversos experimentos, el crecimiento se estimó muestreando periódicamente un pequeño volumen de cultivo y fijándolo con lugol y realizando conteos celulares al microscopio óptico mediante cámaras de Sedgewick Rafter. Finalmente se estimó la tasa de crecimiento en divisiones/día.

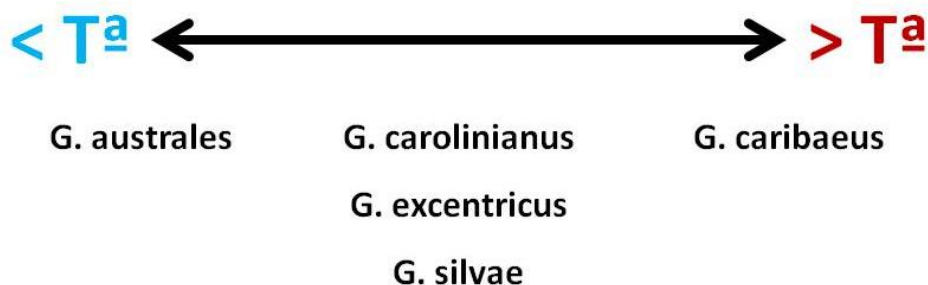


Figura 1. Esquema mostrando la adaptabilidad de las especies de *Gambierdiscus* detectadas en las islas Canarias, a temperaturas menores de 22°C.

RESULTADOS

1. EFECTO DE LA TEMPERATURA

Se estudió la adaptabilidad de las especies a temperaturas por debajo de 22°C mediante el efecto de la temperatura en el crecimiento de todas las especies

detectadas en las islas Canarias (Fig. 1). Se observaron diferencias significativas en el efecto de la temperatura entre las especies. *G. caribaeus* no creció a 17°C ni a 19°C, su umbral de crecimiento se situó en 22°C (dentro de nuestras temperaturas experimentales), fue por ello la especie más estenoterma. *G. carolinianus*, *G. excentricus* y *G. silvae*, crecieron en 19°C pero no a 17°C. Y *G. australes* fue la especie más euriterma, creciendo a 17°C; además esta especie aunque no mostró crecimiento a menos de 17°C resistió temperaturas de 15°C durante 6 meses, de forma que los cultivos volvieron a crecer cuando se pusieron a temperaturas óptimas de crecimiento.

Las tasas de crecimiento variaron desde cero a 0,15 divisiones·día⁻¹. En la Figura 2 se pueden observar las curvas de crecimiento para todas las especies, así como los umbrales mínimos de crecimiento. Hay que tener en cuenta que este experimento está todavía sin concluir y faltan los umbrales de crecimiento para temperaturas mayores que 26°C.

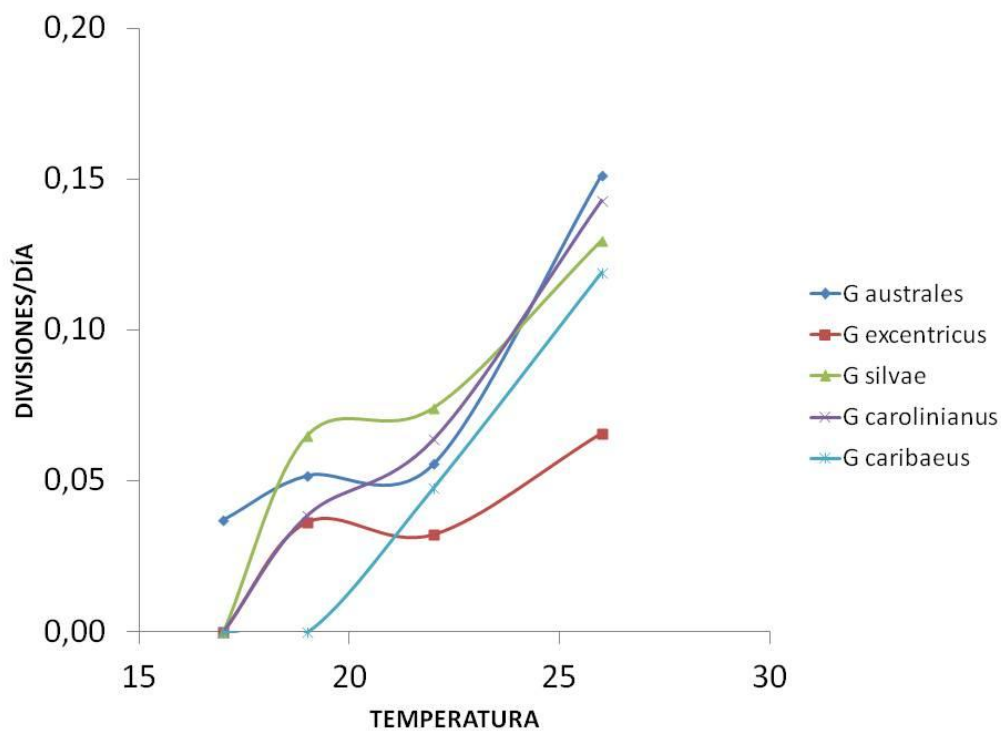


Figura 2. Curvas de crecimiento obtenidas en cultivos de las cinco especies detectadas en las Islas Canarias.

2. EFECTO DE LA LUZ

Como se puede observar en la Figura 3, todas las especies, excepto *G. caribaeus*, mostraron una clara preferencia por la más baja intensidad luminosa. Al contrario que el resto de las especies, esa especie creció mejor en la condición de alta luminosidad, aunque también creció aceptablemente en la luminosidad baja. Las tres cepas estudiadas de *G. australes* mostraron una preferencia por intensidades de luz bajas, lo cual sugiere que no hay variabilidad intraespecífica en relación a este parámetro.

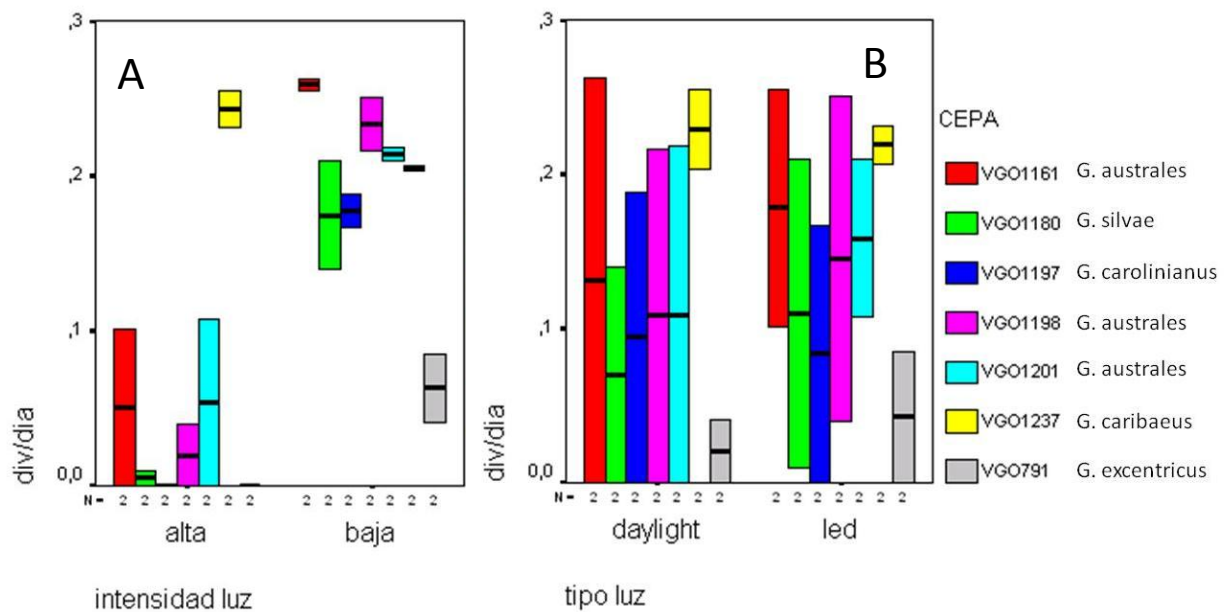


Figura 3. Tasas de crecimiento en divisiones/día de diferentes cepas en diferentes intensidades (A) y tipos de luz (B) de las cinco especies de *Gambierdiscus* detectadas en Canarias.

3. EFECTO DE LA TURBULENCIA

Presentamos los datos preliminares del experimento que estamos todavía realizando. En la Figura 5 se presentan las curvas de crecimiento de los cultivos de las cinco especies detectadas en Canarias. Estos datos corresponden solamente a la primera curva de crecimiento realizada. En este tipo de experimentos es necesario realizar un número de réplicas adecuado para poder estudiar la significación de las diferencias observadas. Por ello, los resultados que se presentan aquí son preliminares y necesitan ser verificados con resultados más concluyentes que dispondremos dentro de unas semanas.

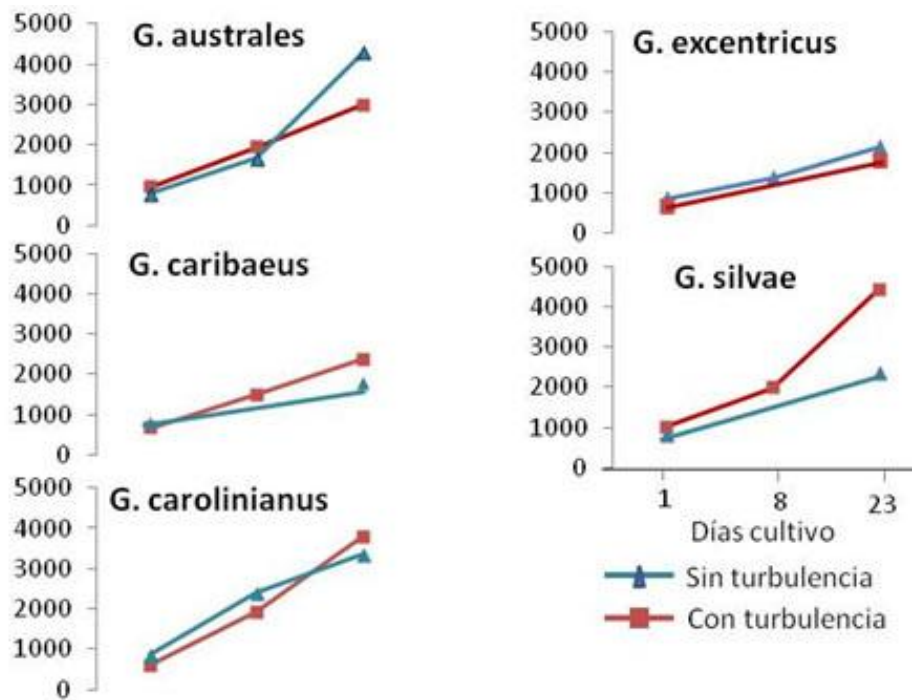


Figura 4. Curvas de crecimiento de las distintas especies de *Gambierdiscus* detectadas en Canarias en cultivos con y sin turbulencia

A la vista de los datos de la Figura 4 podríamos hipotetizar tres tipos de comportamientos: 1) la turbulencia no favorece el crecimiento (este comportamiento parece observarse en *G. australes*), 2) la turbulencia no afecta al crecimiento (por ejemplo en *G. excentricus*) y 3) la turbulencia favorece el crecimiento (correspondería al comportamiento observado en *G. silvae*).

Para corroborar estos resultados es esencial contar con medias y desviaciones estándar procedentes de las réplicas que estamos en la actualidad realizando. Los análisis estadísticos con esos datos nos permitirán comprobar las hipótesis mencionadas.

CONCLUSIONES

Los datos presentados en este informe sobre el efecto de las variables ambientales como temperatura, luz y turbulencia, sugieren que hay importantes diferencias en el crecimiento de las diferentes especies dependiendo de los valores de estas variables. Estas diferencias observadas probablemente juegan un papel importante a la hora de determinar el nicho ecológico de cada especie y por lo tanto su distribución a lo largo de la costa de las Islas Canarias. Esta información es básica para seguir profundizando

en la autoecología de estas especies con el fin de entender su biogeografía y en último término valorar el efecto del cambio climático en un aumento de sus poblaciones y por lo tanto un aumento del riesgo de la ciguatera en la región.

Los datos presentados son los primeros que se obtienen del comportamiento autoecológico de las especies de *Gambierdiscus* en el archipiélago canario. Sería importante profundizar en las respuestas de cada especie estudiando las interacciones entre variables por medio de experimentos basados en diseños factoriales. Ese sería el segundo paso a seguir para poder tener una composición más realista y extrapolable al medio natural. Por ejemplo, la interacción de la temperatura y la luz se ha descrito para tener un papel muy importante en el umbral de supervivencia de los corales. Nuestros datos sugieren que también podría jugar un papel importante en la ecología de las diferentes especies de *Gambierdiscus*.

Nuestros resultados muestran que *G. australes* es la especie mejor adaptada a temperaturas templadas ya que sus cultivos resistieron durante meses temperaturas de 15°C. El hecho de que el resto de las especies no crecieran a 17°C apunta a que sea muy difícil para ellas superar los inviernos de zonas de latitudes templadas. Los resultados revelan a *G. caribaeus* como la especie menos adaptada a soportar las temperaturas de esas zonas. Por otro lado, esta especie es también la que mostró una respuesta diferente en el experimento con distintas intensidades luminosas ya que fue la que mejor se adaptó a elevadas intensidades de luz. Lo cual puede ser indicativo de vivir en hábitats más someros y expuestos.

Los datos presentados aquí demuestran el papel determinante que pueden jugar pequeñas variaciones de temperatura. Así parece que pasar de temperaturas mínimas de 17°C a 19°C supone la supervivencia de 3 especies (*G. carolinianus*, *G. excentricus*, *G. silvae*). Dado que las temperaturas mínimas superficiales del agua en Canarias oscilan entre 16 y 18°C, sería interesante estudiar con más detalle la supervivencia de esas especies en ese rango de temperaturas, así como el efecto de interacción con otras variables ambientales que pueden aminorar o incrementar los umbrales térmicos de supervivencia de las especies. Pequeños aumentos de la temperatura invernal por encima de 17-18°C podría determinar la supervivencia de una o varias especies en invierno, por lo que puede ser un factor esencial en la biogeografía de cada una de ellas.

BIBLIOGRAFÍA MÁS RELEVANTE

Brito, A. 2008. Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias. En: Naturaleza amenazada por los cambios en el clima, Actas III Semana Científica Telesforo Bravo, Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, 141-161.

McGowan J, Cayan D, Dorman L. 1998. Climate-ocean variability and ecosystem response in the Northeast Pacific. *Science* 281, 210–217.

Rodríguez F, Fraga S, Ramilo I, Rial P, Figueroa RI, Riobó P, Bravo I. 2017. Canary Islands (NE Atlantic) as a biodiversity ‘hotspot’ of *Gambierdiscus*: Implications for future trends of ciguatera in the area. *Harmful Algae*, 67: 131–143.

Sauter R, ten Brink P, Withana S, Mazza L, Pondichie F, Clinton J, Lopes A, Bego K. 2013. Impacts of climate change on all European islands, A report by the Institute for European Environmental Policy (IEEP) for the Greens/EFA of the European Parliament. Final Report. Brussels.

Tel E, Balbin R, Cabanas J, Garcia M, García-Martínez M, González-Pola C, Lavín A, López-Jurado J, Rodríguez C, Villarreal M, Sánchez-Leal R, Vargas-Yáñez M, Vélez-Belchí P. 2016. IEOS: the Spanish Institute of Oceanography Observing System. *Ocean Sci.* 12, 345–353.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por la Fundación Biodiversidad y el Instituto Español de Oceanografía. Participaron también Elena Fagín en los conteos celulares y Amelia Fernandez en los cultivos de *Gambierdiscus*.