



❗ AQUEST POST ESTÀ EN CONSTRUCCIÓ, en breu estarà publicat

L'heterogeneïtat de l'oceà: dels àpats microscòpics a les agregacions a macro-escala

CIÈNCIES AMBIENTALS (/DIVULCAT/DIVULCAT/CATEGORIES/CIÈNCIES-AMBIENTALS) 24/04/2024 Albert Calbet (/divulcat/user/86452)

PLÀNCTON (/DIVULCAT/DIVULCAT/ETIQUETES/PLANCTON)

DISTRIBUCIÓ (/DIVULCAT/DIVULCAT/ETIQUETES/DISTRIBUCIO)

ECOSISTEMA (/DIVULCAT/DIVULCAT/ETIQUETES/ECOSISTEMA)

MATÈRIA ORGÀNICA (/DIVULCAT/DIVULCAT/ETIQUETES/MATERIA-ORGANICA)

> (/divulcat/heterogeneitat-de-ocea-dels-apats-microscopics-a-les-agregacions-a-macro-escala)



← **D** eà, pot semblar uniforme a primera vista, però sota la superfície s'hi troba un món ple (divulcat) diversitat de distribució irregular. Aquesta irregularitat s'estén no només a les

innombrables espècies marines, sinó també a la base mateixa de la xarxa alimentària: la matèria orgànica. Lluny de ser una sopa homogènia, la matèria orgànica marina presenta un notable grau d'heterogeneïtat a totes les escales, amb variacions significatives en la composició i la disponibilitat que es produeixen en distàncies que van des de mers mil·lèsimes de mil·límetres fins a kilòmetres. Aquesta irregularitat, de microscòpica a macroscòpica, juga un paper fonamental en la conformació de la distribució i l'activitat de la vida marina, des dels motors invisibles de l'oceà - els microbis - fins a les majestoses criatures del món del plàncton.

Àpats microscòpics

A la micro-escala trobem una gran varietat de petites zones irregulars i gradients orquestrats per les lleis de la física. La matèria orgànica dissolta (MOD), alliberada per l'excreció del fitoplàncton i el zooplàncton, l'alimentació descuidada o els organismes en descomposició, pateix constantment una difusió que permet que les seves molècules s'estenguin i trobin microorganismes a tota la columna d'aigua. La velocitat de difusió depèn de la mida i la forma de la molècula, i els sucres i aminoàcids més petits es difonen amb més facilitat que els hidrats de carboni o lípids complexos. Això crea un mosaic dinàmic de concentració de MOD, amb gradients localitzats que guien els microbis cap a zones riques en fonts alimentàries potencials.

Imaginu un paisatge marí microscòpic. Una cèl·lula de fitoplàncton que s'enfonsa allibera una explosió de carboni orgànic dissolt, creant una zona localitzada rica en sucres i aminoàcids fàcilment disponibles. Els bacteris propers, que detecten el gradient químic a través de receptors especialitzats, s'acumulen cap a aquest festí. A mesura que consumeixen els nutrients disponibles, la composició de la taca de matèria orgànica canvia. Els microbis amb capacitats enzimàtiques específiques prosperen en aquestes taques, mentre que d'altres poden lluitar per trobar fonts d'aliment adequades. Aquest comportament d'alimentació selectiva contribueix encara més a l'heterogeneïtat de la matèria orgànica a la micro-escala.

La dinàmica de fluids també juga un paper crucial en aquestes interaccions microscòpiques. Es poden produir petits remolins i turbulències a causa dels moviments de l'aigua. Aquests petits remolins actuen com a mescladors invisibles que porten i



cro-remolins actuen com a mescladors invisibles, que aguen i
 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/) i
 comunitats microbianes, promovent encontres entre els microbis i

les seves fonts d'aliment preferides. Per contra, en ambients tranquils, la difusió es
 converteix en la força dominant. Aquí, es poden formar zones de depleció localitzades al
 (https://www.addthis.com/bookmark.php?v=300) (https://www.addthis.com/
 bookmark.php?v=300) (https://www.addthis.com/bookmark.php?v=300)
 circumdant, creant un "desert alimentari" temporal fins que es difon més MOD fresca.



(/divulcat/heterogeneitat-de-ocea-dels-apats-microscopics-a-les-agregacions-a-
 macro-escala-0)

Imatge generada amb IA. Albert Calbet

El paper clau de l'adherència

Els ritmes del plàncton (/divulcat/Els-ritmes- del-plancton)

La matèria orgànica sovint s'adhereix a superfícies, incloent-hi partícules que s'enfonsen,
 agregats de neu marina (aglomeracions de matèria orgànica formades per la col·lisió de
 partícules) i fins i tot altres microbis. A aquestes interaccions poden influir

← **D** (divulcat) cules) i fongs i tot altres microbis. Aquestes interaccions poden influir significativament en el destí de la matèria orgànica alentint la velocitat d'enfonsament o acostant-la a comunitats microbianes específiques. Determinats bacteris posseeixen característiques superficials adhesives que els permeten unir-se a partícules que s'enfonsen o neu marina. Aquesta unió els proporciona un subministrament constant de matèria orgànica a mesura que la partícula descendeix, alhora que també pot alentir la velocitat d'enfonsament i permetre una major degradació microbiana a la columna d'aigua. A més, alguns microbis s'especialitzen en la degradació de tipus específics de material orgànic. Per exemple, determinats bacteris poden destacar en la descomposició d'hidrats de carboni complexos que es troben als exoesquelets quitinosos del zooplàncton, mentre que d'altres poden estar millor equipats per manipular els lípids que es troben als paquets fecals.

La influència de la llum

La penetració de la llum juga un paper fonamental en la conformació de la distribució de la matèria orgànica a micro- i macro-escala. La fotosíntesi, el procés mitjançant el qual el fitoplàncton utilitza l'energia lumínica per produir carboni orgànic, es restringeix a la zona il·luminada de l'oceà. La profunditat a la qual penetra la llum varia en funció de la longitud d'ona i la claredat de l'aigua. Això crea un gradient vertical de disponibilitat de llum, que influeix en la distribució del fitoplàncton i la matèria orgànica que produeixen. Les comunitats fitoplanctòniques són més abundants prop de la superfície (encara que no tot just a tocar, car massa radiació pot arribar a ser nociva), on la llum és abundant, i la seva contribució a la producció de matèria orgànica disminueix ràpidament amb la profunditat. Aquesta distribució irregular de la biomassa fitoplanctònica, impulsada per la interacció de la llum i els nutrients, es tradueix en una irregularitat corresponent de matèria orgànica acabada de produir, el que influeix encara més en la distribució i l'activitat de les comunitats microbianes a tota la columna d'aigua.

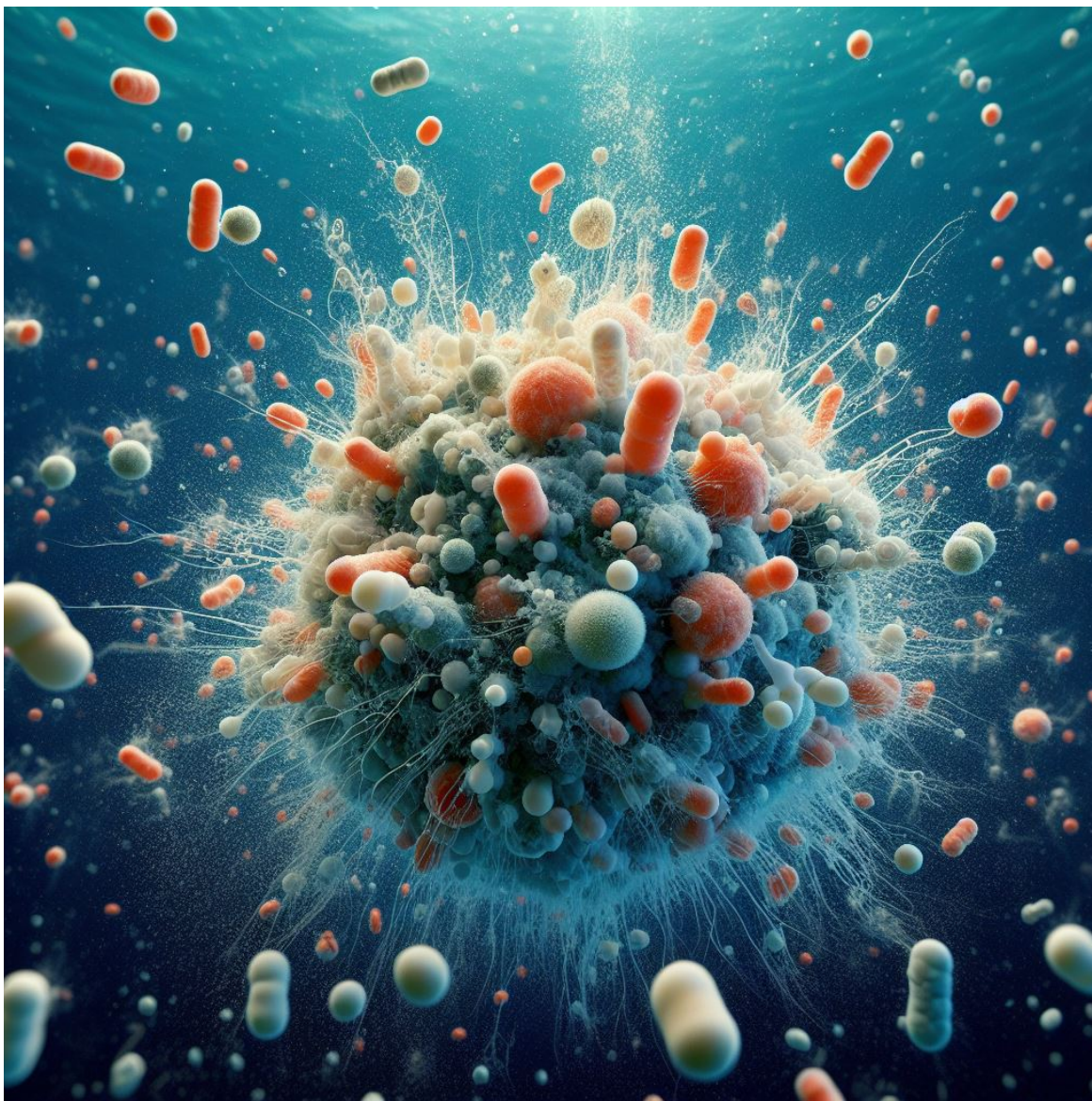
Alguns exemples d'irregularitats als oceans

La intrínseca dansa entre les forces físiques, la distribució de la matèria orgànica i les comunitats microbianes a la micro-escala no es produeix de manera aïllada. Aquests processos a micro-escala tenen un paper fonamental en la conformació dels patrons a gran escala de la distribució de matèria orgànica a l'oceà. Alguns exemples de pegats són:

Submarins microbians: Certes espècies bacterianes presenten quimiotaxi, cosa que els

← **D**els naufrages, cap a zones amb concentracions més elevades de nutrients preferits.
(divulcat)
Aquest moviment dirigit pot augmentar encara més la irregularitat de les comunitats bacterianes a la micro-escala.

Partícules que s'enfonsen: Organismes morts, femtes i altra matèria orgànica particulada (MOP) plouen contínuament a través de la columna d'aigua. La velocitat d'enfonsament d'aquestes partícules depèn de la seva mida, densitat i la viscositat de l'aigua. Factors físics com la turbulència també poden influir en aquest procés d'enfonsament, creant distribucions irregulars de la MOP a diferents profunditats.



Imatge generada amb IA. Albert Calbet

Neu marina: Relacionat amb les anteriors, a les profunditats de l'oceà es poden formar

← **D** **gats de neu marina**, que consisteixen en una barreja de partícules orgàniques, a mesura que s'afonja a la MOP que s'enfonsa xoca a la columna d'aigua. Aquestes "tempestes" de neu marina poden subministrar ràpidament matèria orgànica a l'oceà profund, influint en la distribució de nutrients i alimentant les comunitats microbianes en aquestes profunditats fosques.

Femtes o paquets fecals: A mesura que el zooplàncton consumeix fitoplàncton, s'enfonsa i deixa enrere femtes riques en lípids i altres materials orgànics. Aquests grànuls creen punts calents localitzats per a bacteris amb enzims especialitzats per degradar aquestes molècules més complexes.

Proliferacions algals nocives: Determinades espècies de fitoplàncton poden produir toxines nocives per a altres formes de vida marina. Quan les condicions ambientals afavoreixen aquestes espècies productores de toxines, poden formar creixements localitzats coneguts popularment com a marees roges. Aquestes acumulacions creen zones irregulars d'altres concentracions de toxines, que suposen una amenaça per a altres organismes marins, inclosos els herbívors del zooplàncton.

Zones de surgència: Quan els corrents marins profunds puguen a la superfície, porten amb ells aigua, normalment més freda i rica en nutrients. Aquest mecanisme desencadena proliferacions localitzades de fitoplàncton, creant vastes zones verdes visibles fins i tot des de l'espai. Aquestes zones atrauen el zooplàncton, cosa que comporta un major enriquiment de la zona.

Acumulacions del zooplàncton: fins i tot dins d'una zona aparentment uniforme, el zooplàncton pot presentar distribucions irregulars. Algunes espècies poden aglomerar-se en resposta a senyals químics alliberats pel fitoplàncton o altres preses, creant punts d'alimentació localitzats. D'altres poden presentar una migració vertical diària, pujant cap a la superfície a la nit per alimentar-se i tornant a aigües més profundes durant el dia per evitar depredadors. Aquesta migració vertical pot crear capes diferenciades d'abundància de zooplàncton a diferents profunditats.

Fronts oceànics: Allà on es troben corrents de temperatures i salinitats diferents, es formen fronts. Aquests fronts poden actuar com a barreres físiques, atrapant el fitoplàncton en una zona concentrada. Això crea una zona d'alimentació rica per a nivells tròfics superiors com els peixos. El zooplàncton també pot quedar atrapat selectivament




fronts en funció de la seva capacitat de natació o tolerància per a diferents condicions (/divulcat) aigua.

Bancs de meduses: Determinades espècies de meduses poden formar aglomeracions massives a la superfície. Aquestes aglomeracions poden ser impulsades per condicions ambientals favorables o per la presència de preses.

Aquests són només alguns exemples, i les característiques específiques d'aquestes taques o heterogeneïtats variaran en funció de factors com el tipus de plàncton, la disponibilitat de nutrients i els processos oceanogràfics físics. Entendre aquesta interacció és crucial per desentranyar com els organismes marins poden accedir i utilitzar la matèria orgànica en el món ocult de l'oceà.



atge generada amb IA. Albert Calbet
(/divulcat)

(/divulcat/heterogeneitat-de-ocea-dels-apats-microscopics-a-les-agregacions-a-macro-escala-0)

Plàncton, musclos amb patates fregides, i cagarrines (/divulcat/Plancton-musclos-amb-patates-fregides-i-cagarrines)

(/divulcat/heterogeneitat-de-ocea-dels-apats-microscopics-a-les-agregacions-a-macro-escala-0)

Plàncton gelatinós (/divulcat/Plancton-gelatinos)

(/divulcat/heterogeneitat-de-ocea-dels-apats-microscopics-a-les-agregacions-a-macro-escala-0)

Els copèpodes, uns grans desconeguts, però de