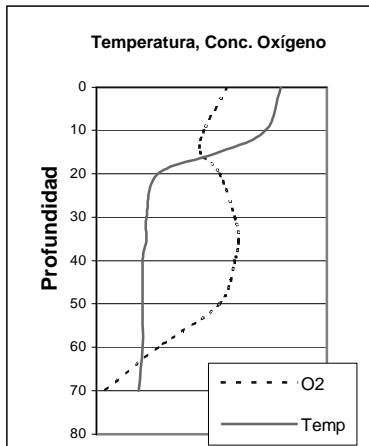


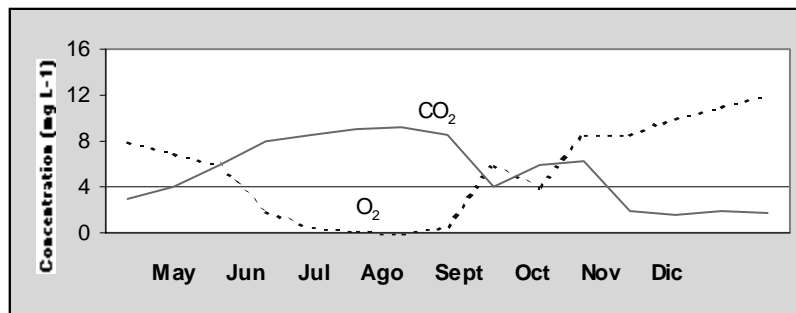
LAS RESPUESTAS QUE SE EXPONEN A CONTINUACIÓN TIENEN CARÁCTER MERAMENTE ORIENTATIVO. LAS HEMOS REUNIDO EN EL ÚLTIMO MOMENTO A PETICIÓN DE LOS ALUMNOS.

I (8 puntos). En un lago de Massachusetts, los gradientes verticales de niveles de temperatura y concentraciones de oxígeno varían durante los meses de verano. Describa los procesos químicos, físicos y biológicos correspondientes al perfil de oxígeno del diagrama adjunto. Al referirse a los procesos biológicos, especifique las clases de organismos que intervienen en ellos.



- ✓ El rastro de temperatura muestra una columna de agua en estratos estables donde el fitoplancton de la capa superficial mixta está probablemente limitado de nutrientes (dado que hay menos O₂ en superficie que a 40m de profundidad)
- ✓ Alto nivel de O₂ en superficie por la difusión atm
- ✓ El nivel de O₂ bajo la superficie alcanza el nivel máximo al no haber limitación de nutrientes de fotosíntesis
- ✓ El O₂ disminuye en el fondo del lago, por la respiración de las bacterias heterótrofas y la menor cantidad de luz disponible para la fotosíntesis
- ✓ El fitoplancton dominante son probablemente cianobacterias, debido a que su ratio SA:V es más alta y ello les permite competir mejor por los escasos nutrientes

II. (12 puntos). El siguiente diagrama muestra la variación periódica de oxígeno y dióxido de carbono en el hipolimnion (la capa por debajo de la termoclina) de un lago de Massachusetts.



- a) Explique este modelo, describiendo los ciclos periódicos que se producen en lagos templados e indicando qué factores biológicos, químicos y físicos afectan a dichos ciclos.

Se supone que en la capa superficial mixta situada por encima del hipolimnion deben tener lugar procesos que influyen en lo que vemos que está ocurriendo en el hipolimnion. Opino que, al florecer el fitoplancton en mayo-junio (la estratificación estable de las aguas más templadas de la superficie hace que la profundidad de la capa mixta esté por debajo de la profundidad de compensación, por lo que la luz deja de ser un factor limitante y hay muchos nutrientes) la biomasa de fitoplancton (Corg.) que cae a las aguas más profundas aviva los procesos de respiración de los heterotrofos, y el CO₂

aumenta. Los nutrientes son consumidos durante el verano y la floración disminuye, con lo que el CO_2 se estabiliza y va decayendo hasta el otoño, cuando la estratificación comienza a dividirse. Esto hace que los nutrientes sean arrastrados hacia la capa mixta desde aguas más profundas... el fitoplancton florece y cae, provocando un ligero aumento del CO_2 (menor que el que se produce en primavera) ... a continuación, el fitoplancton queda limitado por la luz al dividirse la columna de agua y la profundidad de la capa mixta se iguala con la profundidad de compensación.

- b) Indique, en el gráfico anterior, cómo prevé que va a cambiar la concentración de fósforo en el hipolimnio durante este ciclo.

Preveo que la concentración de P en el hipolimnio se incrementará en verano debido a la profusión de fitoplancton (aporte de flujos de nutrientes de C,N,P) ... aunque habría que comprobarlo ...

III. (24 puntos)

- a) Una de las tareas de los ecólogos es medir las productividades primarias neta y bruta (NPP y GPP) de los ecosistemas, así como la producción neta de la comunidad (NCP). Para calcular estos valores en ecosistemas acuáticos y terrestres se han desarrollado distintas técnicas, cada una de ellas con sus propias limitaciones e inconvenientes.

¿Sirve alguna de estas técnicas para medir fielmente la GPP?
Razone su respuesta.

No, ecosistemas = heterótrofos y autótrofos, por lo que medir la GPP sin R_A o R_H no es posible sin conocer las limitaciones e inconvenientes. Sería necesario conocer más datos para poder describir la variedad de métodos para medir la GPP con todas sus limitaciones e inconvenientes.

...

- b) A fin de evaluar la productividad de un campo de maíz, un estudiante corta, seca y pesa las plantas al final del periodo de cosecha. ¿Qué está midiendo: la NPP, la GPP, o la NCP?
Razone su respuesta.

$$\text{NCP} = \text{GPP} - R_A - R_H$$

La medición es el resultado de la productividad combinada con la respiración de los autótrofos y los heterótrofos del sistema.

- c) Si encerráramos un ecosistema acuático en una botella y midiéramos la variación de la concentración de oxígeno en la botella durante 24 horas, ¿qué estaríamos midiendo: la GPP, la NPP, o la NCP? Razone su respuesta.

$$\text{NCP} = \text{GPP} - R_A - R_H$$

(véase más arriba)

- d) Situamos una planta en una cámara hermética en la que hay una cantidad conocida de $^{14}\text{CO}_2$. 30 minutos después, la planta ha asimilado 5 mg de $^{14}\text{CO}_2$. Si la proporción de $^{14}\text{CO}_2 : ^{12}\text{CO}_2$ en la cámara es de 0,05; ¿cuánto carbono asimilará la planta en una hora?

ratio $^{14}\text{C} : ^{12}\text{C} = 1:20$; de modo que la planta asimila
 $10\text{mg } ^{14}\text{CO}_2/\text{hora} \times 20^{12}\text{C}/^{14}\text{C} = \mathbf{200 \text{ mg } ^{12}\text{CO}_2 / \text{hora}}$

- e) *Tras concluir el curso 1.018 y convertirse en un experto en ecología, se le pide que asesore a una comisión encargada de descubrir métodos para reducir el CO_2 en la atmósfera y mitigar el calentamiento global. Un miembro de la comisión sugiere que talar árboles en las selvas*

tropicales y reforestar el terreno con árboles jóvenes permitiría mejorar la absorción de carbono en estos ecosistemas. ¿Produciría este método los resultados deseados? ¿Por qué?

No, los ecosistemas de selva tropical son redes complejas e intrincadas en los que la actividad de los ciclos de nutrientes es muy intensa. Al talar los árboles y plantar otros más jóvenes, la capa vegetal que sostiene su crecimiento sería demasiado delgada hasta que este ecosistema de ciclos intensos se regenerara del todo, lo que llevaría años o incluso décadas, y en ese tiempo los nuevos árboles morirían y los nutrientes serían barridos por la erosión y las lluvias.

- f) Para poder medir la productividad terrestre mediante satélites, los ecólogos se fijan en la reflectancia del ecosistema en las bandas de ondas entre 600 y 700 nm (TM3) y entre 800 y 900 nm (TM4). ¿Con qué características del ecosistema tiene que ver la ratio TM3:TM4 y por qué? ¿Qué relación guarda con la productividad primaria neta?

TM = bandas del trazador temático del satélite (es decir, longitudes de onda que se supone, de un modo u otro, guardan relación con la función del ecosistema)

TM3 = absorción de clorofila "a"

TM4 = emisión de la energía sobrante de la clorofila "a"

TM3/TM4 muestra la reflectancia de la región del rojo a la del infrarrojo, y guarda relación con la cantidad de clorofila existente en un área determinada ... sabemos que las correlaciones entre TM4/TM3 y LAI y entre LAI y NPP son positivas, luego TM4/TM3 posiblemente tendrá relación con NPP.

IV. (12 puntos).

- a) En los ecosistemas hidrotermales, ¿qué organismos se encuentran en la base de la cadena alimentaria? ¿Qué utilizan como fuentes de energía, carbono y electrones?

Bacterias reductoras del azufre:

Bacterias metanogénicas

Bacterias oxidantes del azufre

¿Alguna otra?

(consulte las notas de los trabajos para casa; encontrará más datos sobre fuentes de energía, carbono y electrones)

- b) Supongamos un ecosistema microbiano en pozas naturales hipersalinas de la Baja California, en el que, en vez de bacterias fotosintéticas (bacterias púrpura del azufre) hay, en el sitio en que deberían hallarse éstas, una capa de bacterias conocidas como *Beggiatoa*. ¿Por qué no hay bacterias fotosintéticas? ¿Cuáles son las fuentes de energía y carbono que emplean las *Beggiatoa* en este sistema?

(No sabemos si esta materia se trató en clase el curso pasado)

VI. (12 puntos)

a) La siguiente tabla muestra las ratios de C:N y C:P en microorganismos reductores, así como la composición de los materiales sobre los que actúan. Dadas las mismas especies reductoras y la misma biomasa, ¿qué índices de descomposición relativa cabría prever en ecosistemas terrestres y marinos? Razone su respuesta.

	C:N	C:P
Reductores	10:1	100:1
Plantas terrestres	200:1	3000:1
Plancton marino	7:1	100:1

En realidad, somos lo que comemos ... y, dado que la composición de los microorganismos reductores es muy similar a la del plancton marino, podemos suponer que la alimentación de los reductores se basa en el plancton, por lo que los índices serán bastante más altos en los sistemas marinos.

b) Estamos en el año 2200 y, gracias al imparable avance de la ingeniería geológica, la vida microbiana se halla asentada en Marte. Se han formado lagos y mares en el planeta, y las bacterias son las formas de vida predominantes en estos ecosistemas acuáticos. Suponiendo que los procesos evolutivos sean similares a los que se produjeron en la Tierra, ¿qué concentraciones de N hallaríamos en las aguas marinas superficiales, teniendo en cuenta los siguientes datos?:

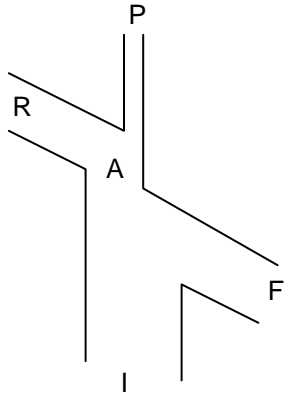
- Concentración de P en aguas superficiales: $0.1 \mu\text{g l}^{-1}$
- Concentraciones de N y P en aguas profundas: $1000 \mu\text{g l}^{-1}$ y $20 \mu\text{g l}^{-1}$ respectivamente.

Suponiendo que las condiciones sean las mismas que las del modelo de Redfield, y que la ratio N:P de las aguas profundas refleje la ratio que habría en las aguas superficiales ...

la relación N:P es 50:1, con lo que la concentración de N en aguas superficiales sería de **$5 \mu\text{g l}^{-1}$** .

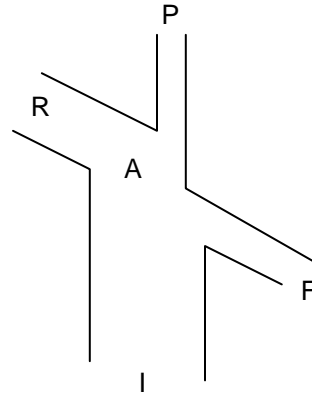
VII. (14 puntos).

- a) Observe estos dos diagramas de flujo de dos organismos, en los que se representa la proporción de energía ingerida que cada uno de ellos asimila, respira o expulsa en forma de orina o materia fecal. Sabiendo que uno de los organismos es de sangre caliente y el otro de sangre fría, y que uno es herbívoro y el otro carnívoro, indique qué diagrama corresponde a uno y otro.



$$A/I = 50\%, \quad P/A = 2\%$$

**Herbívoro
de sangre fría**



$$A/I = 80\%, \quad P/A = 10\%$$

**Carnívoro de sangre caliente
(más respiración para mantener la temperatura corporal)**

- b) Suponiendo que el carnívoro se alimenta del herbívoro, y que la eficiencia de consumo del ecosistema es del 100 por 100, ¿cuál sería la eficiencia ecológica (eficiencia de transferencia de nivel trófico) de este ecosistema simple?

Nivel trófico 1: Herbívoro come prod. prim. = $0,5 * 0,02 * 1 =$ eficiencia: $0,01 \sim 1\%$

Nivel trófico 2: Carnívoro come herbívoro = $0,8 * 0,1 * 1 =$ eficiencia: $0,08 \sim 8\%$

Eficiencia ecológica total del ecosistema = $0,01 * 0,08 = \mathbf{0,0008 \sim 0,08\%}$

- c) ¿Qué nos dice acerca del ecosistema el dato de que la eficiencia de consumo sea del 100%?

Que los organismos que lo habitan se alimentan de modo totalmente eficaz (es decir, que aprovechan la comida, no dejan sobras ni la desperdician) ... aunque esta respuesta no es del todo satisfactoria ...

- d) Dibuje un diagrama simple del flujo de energía de un detritívoro. Compare asimismo la eficiencia de producción y la eficiencia de asimilación de este organismo con las de un carnívoro o un herbívoro típicos.

Por lo visto en clase, sabemos que los detritívoro producen más cantidad de heces, que si A/I es más baja ($\sim 20\%$) y su P/A más alta ($\sim 36\%$) ...

VIII. (8 puntos). La siguiente tabla muestra las capturas anuales en una zona que es un ecosistema relativamente autosuficiente que lleva una década soportando este ritmo de capturas. La productividad primaria de toda la zona, medida por unos estudiantes, resulta ser de 2×10^7 de carbono. ¿Le parece correcto este cálculo? ¿Por qué?

Razone detalladamente su respuesta.

Especies	Nivel trófico	Cantidad capturada anualmente (toneladas carbono x 10 ³)
Bacalao	3	100
Platija	2	50
Bagre	2	30
Anjova	4	10

Ecuación vista en clase:

$$PPR = (\text{capturas}/9) * 10^{(TL-1)}$$

$$PPR_{\text{bacalao}} = 100.000/9 * 10^2 = 1,11 * 10^6 \text{ t C}$$

$$PPR_{\text{platija}} = 5,56 * 10^4$$

$$PPR_{\text{bagre}} = 3,33 * 10^4$$

$$PPR_{\text{anjova}} = 1,11 * 10^6$$

**TOTAL = 2,22 * 10⁶ t C serían necesarias para mantener el ritmo de capturas ...
es decir, el cálculo realizado por los estudiantes no es correcto**

IX (10 puntos). Verdadero (V) o Falso (F)

- F_____ Determinados tipos de bacterias emplean la energía obtenida a partir de la **reducción** de compuestos de nitrógeno para convertir el CO₂ en carbono orgánico.
- V_____ Las cianobacterias emplean la energía obtenida de la luz solar para convertir el CO₂ en carbono orgánico, utilizando H₂O como donante de electrones.
- V_____ En el proceso de respiración aeróbica, el O₂ se transforma en CO₂. (esta respuesta podría ser también FALSA, ya que en realidad es el carbono lo que se convierte en CO₂, el O₂ actúa simplemente como receptor final de electrones).
- F_____ Los organismos autótrofos necesitan **luz** para obtener la energía necesaria para convertir el CO₂ en carbono orgánico.
- V_____ El ciclo Calvin-Benson es característico de los procesos metabólicos de las bacterias quimiosintéticas.
- V_____ Las bacterias de respiración anaeróbica oxidan carbono orgánico y reducen SO₄, NO₃, etc.