**Programa de acuicultura regenerativa: GUÍA PARA EL PROFESOR**

Objetivo: Informe a los estudiantes sobre la creciente industria de la acuicultura sostenible, comenzando por una perspectiva general de la ciencia y la economía de la acuicultura, para explorar a continuación la sostenibilidad, la ingeniería, la genómica, la criogenia, la calidad del agua y la seguridad alimentaria.

Las clases están estructuradas en bloques para ocupar de 2 a 2.5 horas.

**Clase 1: Introducción a la acuicultura**

**Clase 2: Sostenibilidad [Estudios de casos y genómica]**

**Clase 3: Cuidado de los animales [Visita al Acuario marino de Cabrillo]**

**Clase 4: Construcción de un sistema de acuicultura**

**Clase 5: Mantenimiento del sistema de acuicultura [Calidad del agua]**

**Clase 6: Empleos en la acuicultura/Conclusión [Visita de campo a Altasea]**

**Apéndice A: Hojas de trabajo**

**Apéndice B: Clase 2 Estudios de casos de sostenibilidad**

**Apéndice C: Preguntas de evaluación previa y posterior y juego de preguntas**

​

Clase 1: Introducción a los preparativos para la clase de acuicultura :

* Actividad 1: Imprimir la evaluación para los estudiantes
* Actividad 2: Poner en la pared uno o dos pliegos grandes de papel para carteles
* Actividad 3: Cuente previamente 6 tazas con 20 chocolatines m&m para cada grupo A, y una taza con 50 m&m para cada grupo B.
* Actividad 4: Suba videos a la computadora y configure el sistema de video en la escuela.

Agrupación: Toda la clase, pequeños grupos e individuos

Objetivo:

* Evalúe los conocimientos y actitudes actuales de los estudiantes respecto a la acuicultura
* Presente los conceptos de acuicultura y sostenibilidad
* Explique la importancia de la acuicultura para la conservación
* Los estudiantes evaluarán la importancia de la acuicultura para la futura seguridad alimentaria
* Los estudiantes indagarán la economía de la pesca insostenible en comparación con la acuicultura sostenible
* Indagar la economía de la pesca insostenible respecto a la acuicultura sostenible

Estándares científicos:

HS-ETS1

HSESS3-3 La sostenibilidad de las sociedades humanas y la biodiversidad que las sustenta requiere una gestión responsable de los recursos naturales.

HSESS3-4 Los científicos e ingenieros pueden hacer contribuciones importantes mediante la creación de tecnologías que produzcan menos contaminación y desechos y que impidan la degradación de los ecosistemas.

MS-LS2-4 Formular un argumento basado en información práctica comprobada de que los cambios en los componentes físicos o biológicos de un ecosistema repercuten en las poblaciones.

Materiales

○ Actividad 1:  
■ Evaluación

* Actividad 2: Propuesta de ideas sobre acuicultura
  + Uno o dos pliegos grandes de papel para carteles por clase
  + Block de notas adhesivas (post-it) para cada estudiante
  + Rotuladores para carteles
  + Un bolígrafo para cada estudiante
* Actividad 3: Juego de "pesca o acuicultura"

Por cada dos grupos

* ~200 m&m o *skittles* repartidos en vasos de papel según las instrucciones de preparación
* 2 bandejas
* Unas pinzas de plástico por estudiante
* Un vaso de papel pequeño por estudiante
* Hoja de trabajo 1A

○ Actividad 4:  
■ Videos enumerados en los procedimientos

Procedimiento:  
Actividad 1 (tiempo: 5 minutos)  
En las próximas 6 semanas vamos a informarnos sobre la acuicultura. ¿Alguien ha oído hablar de la acuicultura? Nos gustaría tener una idea de lo que ya saben.  
Los estudiantes responderán, de acuerdo a lo que más sepan, a las preguntas breves de la preevaluación. Esta actividad es para que los maestros conozcan mejor los conocimientos de los estudiantes antes de la clase.

Actividad 2 (Tiempo: 10 minutos)  
Después de que los estudiantes hayan terminado de completar su breve evaluación, ¡vamos a hacer una lluvia de ideas en grupo! Los estudiantes pueden trabajar en grupo consignando sus ideas en las notas adhesivas sobre lo que piensan que es la acuicultura y pegar estas notas en alguno de los carteles. Después, en conjunto, comentar algunas de las palabras más sobresalientes.

NOTA PARA EL PROFESOR: Después de la clase, suba las palabras que los estudiantes anotaron a la nube de palabras. Imprima el documento y utilícelo en la última clase para mostrar a los estudiantes lo que han aprendido.

Actividad 3 (tiempo: 40 minutos)  
Formar pequeños grupos de aproximadamente 4 o 5 estudiantes  
El pescado es una fuente importante de alimentos en todo el mundo, particularmente proteínas. Pero hay muchas maneras diferentes de obtener pescado. Indique a los estudiantes que van a participar en un juego sobre los diferentes métodos de pesca. Tienen que esperar a recibir todas las instrucciones antes de empezar. Al final, si sus hojas de trabajo están completas y han presentado sus datos a la clase, se pueden comer los m&m ¡pero no antes!

1. Divida la clase en un número igual de grupos. Designe los grupos "A" o "B" sin revelar más información a los estudiantes sobre lo que representa su etiqueta de grupo. Nota para el profesor: La "A" representará un grupo de "mar abierto" y la "B" denotará una "explotación acuícola".
2. Coloque una bandeja o un pliego grande de papel de estraza en el centro de cada grupo. Dé a cada estudiante un vaso pequeño de papel y un par de pinzas.
3. Verter un vaso de 20 m&m en la bandeja para el grupo B. Verter un vaso de 50 m&m en la bandeja del grupo A. Los estudiantes no deben tocar ningún m&m hasta que no se les indique.
4. Cuando el profesor dice "Arrancan", los estudiantes tendrán 30 segundos para recoger tantos m&m como puedan. Deben usar solo las pinzas, no las manos, para depositar los m&m en sus vasos de papel. Cuando el maestro diga "Alto", los estudiantes deben dejar de recoger los m&m. Esto constituye una "ronda".
5. Después de una ronda, los estudiantes registrarán cuántos m&m han recogido. Cada m&m vale 100 USD.
6. Después de cada ronda, se pide a los estudiantes que cuenten cuántos m&m quedan en la bandeja
7. Para el grupo A, sustituya un m&m por cada uno que haya quedado en la bandeja de su recipiente. Para el grupo B, añada 20 m&m adicionales. Para el grupo A, no se pueden utilizar todos los m&m o, si el recipiente está vacío, no se añadirán más.
8. Repita los pasos 4 al 7 durante cinco rondas. Los estudiantes deberán registrar su conteo, la cantidad en USD y los m&m restantes después de cada ronda.
9. Después de terminar sus rondas, pida a los estudiantes que sumen los totales individuales y del grupo.
10. En conjunto, revisen el total de m&m recogidos y la cantidad de USD correspondientes a cada grupo

¿Qué pasó en el Grupo A?  
¿Qué pasó en el grupo B?  
¿Quién tuvo más m&m y USD después de la primera ronda?  
¿Quién tuvo más en el largo plazo?  
¿Qué cree que pasaría si siguiéramos jugando cinco rondas más? ¿100 rondas más?  
¿Qué creen que representan los dos grupos?

En conjunto, explique brevemente el estado actual de la pesca mundial. Hay dos formas principales de obtener el pescado, ya sea por captura de peces silvestres en mar abierto, como el grupo A, o criando y recogiendo peces con técnicas acuícolas, como el grupo B.  
 Actualmente, alrededor del 90% de las poblaciones mundiales de peces de mar abierto se pescan por completo o sobreexplotan, es decir, se capturan más peces de los que se pueden reproducir. Como vimos en el juego, esto podría haber significado que al principio había abundantes peces, pero muy pronto ya no habría suficientes para seguir pescando. Otro método de obtener pescado es la acuicultura, como en el grupo B. Aunque no tenía enormes rendimientos al principio, como el grupo A, mantuvo su producción.

Según la FAO, es seis veces más eficiente criar peces que ganado vacuno y cuatro veces más que el cerdo. Con la creciente explosión demográfica en la Tierra, criar pescado es una buena opción para garantizar que para el futuro tengamos suficientes alimentos o aptos para la seguridad alimentaria.

Actividad 4 (tiempo: 20 minutos)

Vea un vídeo para obtener una introducción a la Acuicultura.  
NOAA INTO- https://www.youtube.com/watch?v=3Oi9GARr-Xc  
Ejemplo de la trucha Steelhead de NOAA: https://www.youtube.com/watch?v=e\_C3eZDfWqc La acuicultura en cifras: https://www.youtube.com/watch?v=6QhF0MK\_3oM

Vídeos adicionales:  
Acuicultura para la recuperación de las especies https://www.youtube.com/watch?v=nAu2ssRQS\_Q Acuicultura para la restauración de especies autóctonas https://www.youtube.com/watch?v=fEZfhftzUNw Cultivo y recolección de algas marinas https://www.youtube.com/watch?v=fEZfhftzUNw Alimentos para la cría de peces https://www.scientificamerican.com/video/soldier-flies-the-new-food-for-farm-fish/  
Producción en alta mar https://www.youtube.com/watch?v=BBbB27698Ug  
Innovaciones en la acuicultura https://vimeo.com/220729565

Mostrar las cifras de la acuicultura en los EE UU

http://noaa.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=77637819eeb742c3a512313006 a1cdec  
Temas de conversación durante y después de los vídeos:

* ● A las personas les encanta comer mariscos. Son deliciosos y saludables. En 2015, el estadounidense promedio comió 15.5 libras de mariscos. Con 7 300 millones de personas en el planeta, y en aumento, ¿será posible consumir la cantidad de mariscos que comemos hoy sin que se acaben? Definitivamente no. Actualmente, alrededor del 90% de las poblaciones de peces del mar abierto están plenamente explotadas o sobreexplotadas. Esto significa que los peces se están extrayendo más rápidamente de lo que pueden reproducirse.
* ● El pescado es una importante fuente de proteínas y grasas saludables, así como una fuente de nutrientes esenciales, incluidos ácidos grasos omega-3, yodo, vitamina D y calcio.
* ● La producción de mariscos es importante para la economía estadounidense. En 2015 se valoró en 5 300 millones de USD. La acuicultura representó el 21% de ese valor. Según la FAO, es seis veces más eficiente criar peces que ganado vacuno y cuatro veces más que el cerdo. Con la creciente explosión demográfica en la Tierra, criar pescado es una buena opción para garantizar que en el futuro haya suficientes alimentos, aptos para la seguridad alimentaria.

Después del vídeo, responda a las preguntas.

Discuta en clase o en grupos pequeños: ¿Qué es la acuicultura?

¿En qué nos beneficia?  
¿Cuáles son algunas de las actividades de acuicultura locales que se están practicando en nuestra zona?  
¿Cuáles son algunos de los trabajos que vieron en el vídeo que les puedan interesar?  
¿Qué tipo de ciencia y tecnología vieron en el vídeo que les puedan interesar?

Comenten cómo en las próximas semanas los estudiantes aprenderán sobre la ciencia de la acuicultura y los trabajos en la acuicultura. Los estudiantes tendrán la oportunidad de evaluar las granjas actuales, diseñar sus propios corrales, probar sus aptitudes para el mantenimiento de tanques, alimentar a los animales y visitar una granja de acuicultura real y más.

Clase 2: Sostenibilidad [Estudios de caso y genómica] Preparaciones previas a la clase:

* Actividad 1: Imprima y plastifique suficientes casos prácticos para que cada grupo tenga un juego completo
* Actividad 2: Prepare con anticipación una solución reguladora para cada grupo: Una cucharadita de sal por cada tercio de taza de agua por cada

cucharada de jabón para platos. Mida previamente y coloque los insumos en las bandejas para cada grupo. Enfríe el alcohol isopropílico en el congelador. Escriba el procedimiento en la pizarra blanca.  
Referencia: http://www.gs.washington.edu/outreach/dhillon\_dnaprocedure.pdf

Agrupación: Grupos pequeños (unos 4 o 5 estudiantes en cada uno) Propósito:

* Permitir a los estudiantes analizar las granjas acuícolas actuales y evaluar su sostenibilidad
* Los estudiantes formularán su propia granja ideal con ejemplos
* Los estudiantes aislarán el ADN
* Los estudiantes comprenderán la importancia de la genómica en la acuicultura

Estándares científicos:

MS-LS1-5 Construir una explicación científica basada en la evidencia de cómo los factores ambientales y genéticos influyen en el crecimiento de los organismos

MS-LS2-5 Evaluar soluciones de diseño competidoras para el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.

MS-LS4-5 Recopilar y resumir información sobre las tecnologías que han modificado la forma en que las personas influyen en la herencia de los rasgos deseados en los organismos.

MS-ETS1-3

MS-ETS1-2 Evaluar soluciones de diseño que compitan entre sí mediante un proceso sistemático para determinar si cumplen los criterios y limitaciones del problema.

Materiales:

Analice los datos de las pruebas para determinar similitudes y diferencias entre varias soluciones de diseño para determinar las mejores características de cada una de ellas que se puedan combinar en una nueva solución para cumplir mejor los criterios de éxito.

○ Actividad 1: Estudios de caso sobre acuicultura por grupo

● Uno o dos pliegos grandes de papel para carteles ● Rotuladores/bolígrafos

* Carpeta de archivos con de 4 a 6 estudios de caso
* Hoja de trabajo 2A

○ Actividad 2: Extracción de ADN por grupo

* Bolsa con cremallera
* Sal
* Jabón para lavar platos
* 2 tazas o vasos pequeños
* Filtro para café
* Tubo de ensayo
* Varilla agitadora o pipeta
* Alcohol isopropílico refrigerado
* Fresas
* Pincho
* "Resultados de la prueba" en la hoja de trabajo 2B

Procedimiento:  
Actividad 1: Estudios de caso sobre acuicultura (tiempo: 1 hora)  
Introducción  
 A medida que la población humana sigue creciendo y que continuamos extrayendo los recursos del océano, la acuicultura se volverá indispensable. Los seres humanos, así como el medio ambiente, se pueden beneficiar enormemente de los resultados de la acuicultura. Sin embargo, la sostenibilidad o falta de sostenibilidad de la acuicultura puede repercutir mucho en la eficacia. La palabra sostenible significa la capacidad de mantenerse en un nivel constante sin agotar los recursos naturales o causar graves daños ecológicos. En cuanto a la acuicultura, muchos factores diferentes pueden repercutir en su sostenibilidad, como el tipo de energía que utilizan los tanques. Si la granja funciona con petróleo o carbón, entonces es muy probable que sea insostenible. Hay algunas granjas que no dependen de ninguna fuente de energía externa, por lo que sería la opción más sostenible. Otros factores, como la destrucción y contaminación del hábitat, la migración genética, la integración y la economía, pueden contribuir a determinar que una actividad acuícola sea sostenible o insostenible.

Antes de la actividad del estudio de caso, que toda la clase escriba en un cartel grande una o dos palabras acerca de lo que piensan que significa "sostenible". Hable con la clase sobre las palabras que escribieron en el cartel. Esas palabras se incorporarán en la nube y se analizarán.

En grupos de 4 o 5, los estudiantes pueden evaluar varias situaciones reales de acuicultura. Los estudiantes leerán los estudios de caso de las carpetas y determinarán cuáles son sostenibles y cuáles no lo son, utilizando la hoja de trabajo 2A para escribir los pros y los contras de cada estudio (si no hay contras o no hay pros, simplemente se deja en blanco). Según sea la clase, el profesor puede decidir si hacer un estudio de caso entre todos. Una vez que cada grupo haya tenido tiempo suficiente para trabajar en esta actividad, que la clase hable de cada estudio de caso y muestren clips de vídeo de las prácticas reales de acuicultura de hoy.

Abajo se expone la lógica de cada estudio:

* Caso #1: Granja de mejillones en mar abierto: sostenible, la cría de mejillones es una de las formas más sostenibles de acuicultura. Los mejillones funcionan como filtros al alimentarse con el plancton del océano, así que los productores no necesitan alimentar su cultivo. Además de filtrar para alimentarse, los mejillones filtran de contaminantes el mar. Otros organismos pueden crecer en las cuerdas y entre los mejillones, y formar un hábitat. Los mejillones producen miles de crías, que crecen rápidamente. Los gametos se propagan a través del agua, creando diversidad genética.
* Caso #2: Corral cerrado para la cría de salmón en el océano: insostenible. En estas condiciones se pesca más de una especie porque el alimento del salmón consta de otros peces. Este alimento se elabora mecánicamente y se envía al comprador. Un monocultivo significa que sólo se cultiva una especie. Un monocultivo puede ser insostenible porque por lo general no hay otras especies para limpiar los desechos de los peces. Los desechos de los peces que quedan en los corrales puede fluir hacia el ambiente circundante y causar enfermedades que pueden propagarse a los peces silvestres fuera de los corrales. Cuando hay poca variación genética entre los peces, una enfermedad puede matar todo el producto.
* Caso #3: Acuaponia: sostenible. La acuaponia comprende la producción de dos especies: algún tipo de especie acuática y hortalizas. Los policultivos suelen ser una opción sostenible porque se produce más de una especie y, según la estructura que tengan, una de esas especies puede alimentarse o nutrirse de los desechos. En el caso de la acuaponia, los residuos de la tilapia se utilizan como fertilizante para las plantas. Es necesario comprar comida para los peces, pero las plantas obtienen su energía del sol. Se puede hacer acuaponia en pequeña escala en el patio de la casa o en el aula, y en gran escala en interiores.
* Caso #4: Estanques de camarón: insostenibles, porque el hábitat se destruyó para instalar el criadero y cuando las condiciones del estanque son inadecuadas, se crea otro nuevo. Los camarones viven en sus propios desechos, lo que los hace propensos a enfermarse. Para prevenir enfermedades, se suministran antibióticos, plaguicidas y hormonas a los camarones, sustancias que ingieren los consumidores. Esta especie de camarón no es nativa de esta zona de Tailandia. Debido al hacinamiento, algunos especímenes pueden escapar al hábitat circundante y superar a las especies autóctonas, y así se convierten en una especie invasora.

Con la información recién reunida sobre cuáles prácticas son sostenibles, pida a los estudiantes que escriban un párrafo detallado, o puntos de viñeta, (en la hoja de trabajo 2A) sobre cómo harían una granja de acuicultura sostenible. Asegúrese de que los estudiantes utilicen los estudios de caso como ejemplos de lo que saben que son prácticas sostenibles e insostenibles. Una vez que cada grupo haya tenido tiempo suficiente, cada grupo presentará al resto de la clase su modelo de criadero acuícola sostenible.

Actividad 2: Extracción de ADN (tiempo: 1 hora)

¿Cómo saber que un pescado es realmente lo que dicen que es? A veces un pescado que no es sostenible se etiqueta como sostenible para venderlo, como el caracol bocina que etiquetan como abulón, o la austromerluza presentada como mero chileno. Hay verdaderos detectives de peces por ahí tomando muestras de pescado en venta o en restaurantes para ver si realmente es un producto sostenible como afirman los vendedores o si se trata de una especie en peligro de extinción que deba estar protegida. Una manera de hacerlo es a través de la prueba de ADN. El ADN está presente en todos los organismos vivos y en nuestro código genético o en las instrucciones que nuestros cuerpos usan para darnos identidad. Se puede encontrar en todas las células del cuerpo y con el equipo adecuado se puede extraer, duplicar y "leer" para determinar a qué organismo corresponde.

Vamos a extraer ADN de una muestra y "enviarlo al laboratorio" para que se analice a fin de saber si los organismos que tenemos son realmente especies sostenibles ¡el vendedor asegura que sí!

Trabajando en grupos reducidos, se siguen las instrucciones del profesor y todos recibirán orientación en conjunto.  
Grupos pequeños de 2 o 3

1. Colocar la muestra en una bolsa pequeña de plástico. Extraer todo el aire y sellar firmemente.
2. Machacar la muestra con los dedos hasta pulverizarla por completo (aproximadamente dos minutos). En este paso se están rompiendo las paredes celulares y los tejidos conectivos, lo que aumenta la superficie.
3. Añadir tres cucharadas de solución de lisis o líquido para extracción. Extraer todo el aire y sellar de nuevo la bolsa.
4. Mezclar la muestra y la solución de lisis durante un minuto. La solución de lisis está descomponiendo las membranas celulares y liberando el ADN.
5. Doblar el filtro de café en forma de embudo y colocarlo en el vaso de papel. Verter con cuidado el líquido de la bolsa en el vaso a través del filtro. Esto puede tomar tiempo, se requiere paciencia. Se puede oprimir suavemente el filtro para acelerar las cosas, pero NO se debe RASGAR EL FILTRO. Solo debe quedar pulpa en el filtro. Se está retirando el material sólido, el ADN debe estar en la solución que queda en el vaso.
6. Verter con cuidado la solución del vaso en el tubo de ensayo.
7. Extraer cuidadosamente con la pipeta unos 5 ml de alcohol frío a la vez. Inclinar el tubo de ensayo a un ángulo de 45 grados y gotear lentamente el alcohol por el lado del tubo hasta que llegue a la superficie de la solución de la muestra. Continuar hasta obtener una capa de alcohol de aproximadamente una pulgada de profundidad. NO PERMITIR QUE LAS DOS SOLUCIONES SE MEZCLEN.
8. Observar la solución. Comenzará a aparecer una materia clara y viscosa, blanca y filamentosa formándose entre las dos capas. Este es el ADN.
9. Utilizar un pincho para girar y extraer la muestra. Colocar la muestra en un tubo de microcentrífuga para "enviar al laboratorio".

Se puede utilizar un proceso parecido a este para extraer el ADN y una máquina llamada PCR para aumentar la cantidad de ADN extraído para el análisis. El ADN se puede analizar para identificar los marcadores genéticos específicos presentes a fin de determinar a qué o a quién pertenece el ADN.

Con la hoja de trabajo, informe a los estudiantes que están disponibles los "resultados de laboratorio" de una prueba anterior. Se indicó que las muestras se vendieron como "Abulón rojo sostenible". Se extrajo

el ADN y se envió al laboratorio y se procesó junto con algunas otras especies de las que podía ser la muestra.  
Compare los resultados en su hoja de trabajo.

¿Cuál coincide con su muestra?  
¿Es esto lo que se decía que era la muestra?  
¿Por qué se pueden etiquetar mal los mariscos?

De acuerdo con los resultados de la hoja de trabajo, el alimento que se vendía como "abulón rojo sostenible", en realidad era "caracol bocina". A veces los alimentos se etiquetan incorrectamente para vender más alimentos, o para vender alimentos poco requeridos etiquetados como un producto solicitado, o para vender alimentos en peligro de extinción que de otra manera no se permitiría vender.

Pida a los estudiantes que discutan en grupo:  
¿Qué se puede hacer para prevenir esto?  
¿Cómo puede estar seguro de que su marisco es realmente sostenible?

La presión de los consumidores, las normativas y las personas que analizan los alimentos (ya sea al azar o para verificar alimentos sospechosos o notificados, como hicimos en la hoja de trabajo de ejemplo) pueden ayudar a evitar etiquetas engañosas. Las personas pueden apoyar la sostenibilidad de los mariscos comprando de fuentes fiables, y usando programas de calificación como el Seafood Watch de Monterey Bay o el Aquarium of the Pacific Seafood for the Future.

Clase 3: Cuidado de los animales y etapas larvales [Visita de campo al Acuario marino de Cabrillo] Preparaciones previas a la clase:

● Criadero acuático: Prepare piensos para los estudiantes, instale el tanque de demostración

● Aula:

* Instalar microscopios compuestos y de disección.
* Prepare los portaobjetos.
* Instalar el equipo criogénico.
* Dé inicio al desove de erizos de mar.

Agrupación: Toda la clase, pequeños grupos e individuos, Propósito:

* Los estudiantes observarán un laboratorio de acuicultura
* Los estudiantes observarán diferentes animales criados en laboratorio y evaluarán las diversas necesidades de diferentes especies
* Los estudiantes alimentarán e interactuarán con animales acuáticos y marinos locales
* Los estudiantes observarán diferentes etapas de la vida animal con un microscopio
* Los estudiantes evaluarán las diferentes partes de un sistema de acuicultura
* Los estudiantes participarán en un desove
* Se impartirá a los estudiantes la importancia de la criogenia en la acuicultura

Estándares científicos:

MS-LS2-3 Elaborar un modelo para describir el ciclo de la materia y el flujo de energía entre las partes vivas y no vivas de un ecosistema

Materiales:

* Actividad 1: Alimentación a los animales
  + Algas para el abulón
  + Camarones mísidos para los caballitos de mar
  + Artemias para medusas y el microscopio
  + Rotíferos para el microscopio
  + Jarras
  + Llenar las pipetas
  + Ejemplo de configuración del tanque, se puede usar el juego de la siguiente clase (tanque,

colector, drenaje, bomba de agua, filtro)

* Actividad 2: Observación de larvas de peces
* Actividad 3: Desove de erizos de mar/demostración de criogenia

■ De 5 a 8 erizos morados de mar (*Strongylocentrotus purpuratus*)

* 0.5 m de solución de cloruro de potasio (3.73 g de KCl en 100 ml de agua destilada)
* Agua de mar filtrada
* Jeringas pequeñas
* Pipetas de plástico
* Placas de Petri
* Vasos de precipitados de vidrio de 100 ml
* Vasos de precipitados de vidrio de 500 ml
* Vasos de precipitados de vidrio de 250 ml
* Láminas cóncavas para microscopio
* Portaobjetos de vidrio con cubreobjetos
* Masilla de portaobjetos
* Tubos de ensayo de 10 ml
* Gradillas para tubos de ensayo
* Hoja de trabajo 3A
* Tanque criogénico
* Guantes, gafas y batas de laboratorio para criogenicidad
* Hielo seco
* ○ Actividad 4: Observación del estadio larval
  + Microscopio compuesto
  + Microscopio de disección
  + Muestras de:
    - ● Huevos fecundados de erizos de mar (del desove de erizos de la Actividad 3)
    - ● Larvas de pescado
    - ● Huevos
    - ● Éfiras
    - ● Artemias
    - ● Rotíferos
    - ● Otros especímenes que haya disponibles
  + Hoja de trabajo 3A
* ○ Actividad 5: Gira de sustento biológico
* ○ Actividad 6: Tanque interactivo
* ○ Actividad 7: Visita libre a la sección del tanque de la sala de exposiciones / búsqueda del tesoro
  + Teléfonos/tabletas para tomar fotografías
  + Lista de comprobación (hoja de trabajo 3B)

Procedimiento:  
Nota: si esta actividad no se realiza en el acuario, vea los vídeos de alimentación a los animales, compare las etapas larvales con las etapas adultas con las correspondientes diferentes necesidades del ciclo biológico, ejemplo de criogenia y sistemas de soporte para los tanques de acuario.

**Rotación 1 (vivero acuático) -** (tiempo: 30 minutos)  
Actividad 1: Introducción a la acuicultura en un acuario - Ubicación: Cocina

* Los estudiantes aprenderán cómo se crían los animales en los acuarios para exposiciones, piensos, investigación y conservación.
* Se explicará a los estudiantes la búsqueda del tesoro del tanque y qué buscar.
* Los estudiantes verán una variedad de animales y las necesidades de los mismos

Actividad 2: Alimentación a los animales y observación de larvas de peces - Ubicación: Estaciones de rotación

* Los estudiantes darán de comer al abulón y verán la alimentación de caballitos de mar, medusas y larvas de peces, para comparar los diferentes métodos de atención necesarios para distintos tipos de animales criados en laboratorio.
* Los estudiantes pueden comparar la observación de cerca en vivo de los especímenes conservados con los vistos en el salón de clase.

**Rotación 2 (aula)-** (tiempo: 30 minutos)  
Actividad 3: Desove de erizos de mar y demostración de criogenia(tiempo: 20 minutos)

* Los estudiantes observarán y participarán en un desove de erizos de mar y observarán con el microscopio los huevos de erizos fecundados.
* Se informará a los estudiantes del papel de la criogenia en la acuicultura mediante observación del equipo especializado.
* Los estudiantes observarán diferentes etapas del ciclo biológico de los animales con el microscopio y formularán hipótesis sobre las necesidades de atención para cada etapa.

Actividad 4: Observaciones del ciclo biológico (tiempo: 10 minutos)

Los estudiantes observarán las etapas larvales o los huevos de varios animales marinos con el microscopio y pueden dibujar o describir lo que están viendo en la hoja de trabajo 3A. También pueden observar especímenes adultos y comparar las diferentes necesidades en diferentes etapas de la vida. Los estudiantes pueden compararlos con los animales vivos del vivero acuático

Asegúrese de etiquetar lo que están dibujando o describiendo.

**Rotación 3 (sustento biológico y tanque interactivo) -** (tiempo: 30 minutos) Actividad 5: Recorrido por los sistemas de soporte (tiempo: 20 minutos)

* Los estudiantes observarán y harán notas sobre los diversos componentes de los sistemas de soporte necesarios para mantener vivos a los animales en la acuicultura en las distintas etapas.
* Flujo del agua, filtración física, filtración química, filtración biológica, sumideros, bombas y diferentes diseños de tanques para las diversas especies: tanques para cría de larvas, canaletas, tanques tipo kriesel, tanques estándar, etc.

Actividad 6: Tanque interactivo (tiempo: 10 minutos)

**Todos juntos: Exploración libre en la sala de exposiciones/búsqueda del tesoro (** Tiempo: 30 minutos o tiempo restante)  
Actividad 7: Búsqueda del tesoro

Los estudiantes explorarán libremente la sala de exhibición, enfocándose en las diferentes necesidades de los tanques para los distintos organismos. Se pueden buscar los diversos componentes de los tanques con base en la introducción general que se vio en el vivero acuático.

* Anime a los estudiantes a tomar fotografías con sus teléfonos o tabletas, de modo que tengan una referencia al crear su propio sistema en la siguiente clase. También se les debe alentar para que observen el diseño del tanque mientras están en el salón de clases y en el vivero acuático. Tenga en cuenta el tipo de fauna que vive en cada tipo de tanque. \*Esto también debe hacerse durante todas las rotaciones.

Clase 4: Construcción de un sistema de acuicultura

Preparativos para la clase: Actividad 1:

* Coloque fotos de explotaciones acuícolas en el pizarrón
* Separe el equipo para cada grupo
* Coloque el tanque de agua en la parte delantera de la sala

Actividad opcional 2:

● Asegúrese de que el equipo para los tanques tengan todas las piezas

Agrupación: Propósito de los grupos pequeños:

Los estudiantes revisarán los sistemas de acuicultura

* Los estudiantes diseñarán y probarán un sistema abierto de acuicultura
* Los estudiantes construirán y probarán un sistema cerrado de acuicultura
* Los estudiantes compararán varios sistemas

Estándares científicos:

MS-ETS1-1 Definir los criterios y limitaciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución acertada, tomando en cuenta los principios científicos pertinentes y los posibles efectos en las personas y el entorno natural que pueden limitar las posibles soluciones.  
MS-ETS1-4 Preparar un modelo para generar datos destinados a la prueba iterativa y la modificación de un objeto, herramienta o proceso propuesto de tal manera que se pueda lograr un diseño óptimo.

MS-ETS1-2 Evaluar soluciones de diseño que compitan entre sí mediante un proceso sistemático para determinar si cumplen los criterios y limitaciones del problema.

Materiales:  
Por clase:

Por grupo:

* Toma de corriente
* Extensión de cable
* Tanque de 10 galones
* Bomba de agua
* Agua
* Cuentas flotantes
* Tinte para alimentos

○ Sistema cerrado:

■ Materiales para el tanque (tanque de drenaje inferior, sumidero, tubo de drenaje, tapa de tubería, bomba de agua, tubo, ajuste [filtro de carbón, filtro de malla o bolsa de filtro, bolas biológicas], cable de alimentación)

○ Corral/sistema abierto:

* Papel
* Pipetas
* Soga
* Malla de plástico
* Cinta
* Cuerda
* Clips para papel
* Tijeras
* Recipiente de plástico
* Otros materiales de construcción (es decir, popotes,

Utensilios de plástico, vasos de papel, etc.)

Procedimiento:  
Actividad 1: (tiempo: 1.5 horas)  
Grupos pequeños 4-5  
 Teniendo en cuenta lo que constituye una acuicultura exitosa y sostenible de las lecciones anteriores, los estudiantes diseñarán sus propios corrales o tanques para un sistema abierto. Las fotos de diseños antes vistos serán para que los estudiantes las consulten.

Los criterios de diseño incluyen:

Los estudiantes recibirán de 10 a 15 minutos para planificar y esbozar su diseño. Deben exponer:

* - Qué especies se van a criar
* - Aproximadamente cuántas de esas especies se mantendrán en cada corral del diseño
* - Qué tipo de estructura se utilizará
* - Donde esta estructura se colocaría mejor (océano, estanque, río, etc.)

Los estudiantes recibirán los materiales y 45 minutos para trabajar en la construcción de un modelo a escala de su diseño.  
Los últimos 30 minutos, los estudiantes llevarán sus diseños al instructor para comprobar si cumplen los criterios de diseño.

Los estudiantes pueden presentar su diseño a la clase si el tiempo lo permite

Actividad opcional 2: (tiempo: 30 minutos o si el tiempo lo permite)  
Con sus fotos, la lista de búsqueda del tesoro y el recuerdo de los tanques del vivero acuático, los estudiantes ayudarán a orientar al instructor en la elaboración de un diagrama de un sistema de acuicultura cerrado en el pizarrón.

Los estudiantes resaltarán lo que los peces necesitan para sobrevivir: alimento, oxígeno, agua corriente; y lo que el tanque necesita para funcionar bien. Discuta cómo esto difiere de los sistemas abiertos como los que se diseñaron anteriormente.

Si el tiempo lo permite, los estudiantes utilizarán su diagrama para ayudarles a montar un equipo para los tanques, con todas las partes para el funcionamiento de un sistema cerrado.

Clase 5: Mantenimiento del sistema de acuicultura [calidad del agua]

Preparativos para la clase:

● Actividad 1: Preparar muestras de agua de acuerdo con las siguientes instrucciones. Colocar cada muestra en un recipiente separado etiquetados "A", "B", "C" y "D". Cada lote debe contener suficiente agua para todos los grupos que se vayan a analizar (al menos una taza de cada muestra por grupo).

* Muestra A: Agua dulce
* Muestra B: Agua limpia del mar o agua salada del acuario
* Muestra C: Agua sucia del mar o del tanque del acuario o agua salada con desechos de peces o amoniaco añadidos
* Muestra D: Agua limpia del mar o salada del acuario con vinagre añadido

Agrupación: Toda la clase, grupos pequeños Propósito:

* Los estudiantes probarán la calidad del agua de varias muestras diferentes
* Los estudiantes evaluarán y ponderarán las necesidades del sistema continuo
* Los estudiantes aprenderán sobre la variedad de empleos disponibles en el sector de la acuicultura
* Los estudiantes evaluarán sus conocimientos y actitudes sobre la acuicultura

Estándares científicos:

MS-LS2-5 Evaluar diversas soluciones de diseño para el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.  
MS-LS2-4

Formular una explicación con sustento en información comprobada de que los cambios en los componentes físicos o biológicos de un ecosistema repercuten en las poblaciones.

Materiales:  
Por grupo

○ Actividad 1:

* Refractómetro
* 4 vasos
* Pipeta
* Material para probar el ph del agua, como el juego API para prueba del ph de agua salada o Master Test Kit
* Material de prueba para el amoniaco los nitratos en el agua, como el juego API

Material para análisis del amoniaco o Master Test Kit

* 4 muestras de agua
* Hoja de trabajo 5A

○ Actividad 2:  
■ Vídeos enumerados en los procedimientos

Procedimiento:  
Actividad 1: Pruebas de calidad del agua (tiempo: 1.5 horas)  
Introducción:  
Mantener un ambiente sano es muy importante para los animales que se estén criando. Es importante probar el agua todos los días para asegurarse de que las condiciones sean adecuadas para ellos. Como se comentó en la última clase, el amoniaco es un producto de los desechos de los animales. Demasiado amoniaco en el agua puede enfermar a los animales. El ph, o la acidez del agua, repercutirá en la supervivencia de los animales en el agua, y la salinidad también es importante para su salud. Se darán muestras de agua de distintos corrales del sistema de acuicultura disponible. El trabajo del grupo es probar cada una de las muestras y evaluar el estado de cada uno de los tanques. Asegúrese de tener en cuenta si es necesario realizar alguna acción para mejorar las condiciones de un determinado corral.

Escriba las condiciones "saludables" o "aceptables" en el pizarrón y repase estos parámetros naturales para un sistema de agua marina. Tenga en cuenta que son específicas de la fauna marina y que estos parámetros serán diferentes si se crían peces de agua dulce en las instalaciones correspondientes.

*Salinidad: 32 a 35 ppt, ph: 7 a 8.2, amoniaco: De 0 a 0.5 mg/l.*

Primero demostrar cómo utilizar todo el equipo. A continuación, los grupos pueden realizar las siguientes pruebas en cada una de sus tres muestras de agua.

Pruebas de salinidad

1. Con una pipeta, tome 1 ml de la muestra de agua.
2. Deje caer lentamente la muestra de agua sobre el portaobjetos hasta que éste quede cubierto.
3. Cierre la tapa del portaobjetos.
4. Sostenga el refractómetro hasta la luz y mire a través de ella.
5. Registre el nivel de salinidad en ppt de su muestra.
6. ¿Esta salinidad está dentro de los límites aceptables?

Análisis del ph

1. Llene un tubo de ensayo limpio con 5 ml de agua de muestra.
2. Añada 8 gotas de la solución #1, sosteniendo el frasco cuentagotas boca abajo en una posición completamente vertical para asegurar una caída uniforme.
3. Añadir 8 gotas de la solución #2 usando el mismo método que en el paso 2.
4. Tapar el tubo de ensayo y agitar enérgicamente durante cinco segundos.
5. Espere 5 minutos para que se desarrolle el color.
6. Compare el color de la muestra con la clave de color para determinar la concentración de amoniaco/amonio. (NOTA: Hay una clave diferente para el agua salada que para el agua dulce; asegúrese de utilizar la clave correcta).
7. Registre el ph de la muestra. ¿Está dentro de límites saludables?

Análisis de amoniaco

1. Llene un tubo de ensayo limpio con 5 ml de agua de muestra.
2. Añada 8 gotas de la solución #1, sosteniendo el frasco cuentagotas boca abajo en una posición completamente vertical para asegurar una caída uniforme.
3. Añadir 8 gotas de la solución #2 usando el mismo método que en el paso 2.
4. Tapar el tubo de ensayo y agitar enérgicamente durante cinco segundos.
5. Espere 5 minutos para que se desarrolle el color.
6. Compare el color de la muestra con la clave de color para determinar la concentración de amoniaco/amonio.

(NOTA: Hay una clave diferente para el agua salada que para el agua dulce; asegúrese de utilizar la clave correcta).

1. Registre cuál es la concentración de amoniaco. ¿Está dentro de límites saludables?

O procedimiento para el nitrato:

1. Llene un tubo de ensayo limpio con 5 ml de agua de la muestra.
2. Añada 10 gotas de la solución de prueba de nitrato #1, manteniendo el frasco cuentagotas boca abajo en una posición completamente vertical para garantizar una caída uniforme.
3. Tape el tubo de ensayo e invierta el tubo varias veces para mezclar la solución.
4. Agite vigorosamente el frasco #2 de la solución de ensayo de nitrato durante al menos 30 segundos \*Este paso es muy importante para asegurar la exactitud de los resultados de la prueba.
5. Añadir 10 gotas del frasco #2 de solución de ensayo de nitrato, utilizando el mismo método que en el paso 2.
6. Tapar el tubo de ensayo y agitar enérgicamente durante un minuto. \*Este paso es muy importante para asegurar la exactitud de los resultados de la prueba.
7. Espere 5 minutos para que se desarrolle el color.
8. Compare el color de la muestra con la clave de color de nitrato para identificar la concentración de nitrato (NOTA: Hay una clave diferente para el agua salada que para el agua dulce; asegúrese de usar la clave apropiada).
9. Registre la concentración de nitrato. ¿Está dentro de límites saludables?

Después de que los grupos hayan probado todas las muestras de agua, revise los resultados con toda la clase.  
¿Qué ajustes se tendrán que hacer en cada tanque para asegurar que los peces tengan condiciones de vida saludables?

Depósito A: La salinidad era demasiado baja, aumente la salinidad añadiendo mezcla de sal marina o agua nueva Tanque B: Dentro de los parámetros aceptables, mantener las condiciones actuales  
Tanque C: Los niveles de amoniaco (o nitrato) son demasiado altos, limpie el tanque o cambie el agua para quitar los residuos  
Tanque D: El ph es demasiado bajo, limpie el tanque con un cambio de agua y agregue solución para mantener el ph

Actividad 2:  
Vídeo de Trabajos en la acuicultura

Ejemplo: https://www.youtube.com/watch?v=RUgjvXneWSk  
y vídeo de Alta Sea para presentar el criadero acuícola Catalina Sea Ranch: https://altasea.org/videos/ Vídeos de Catalina Sea Ranch:  
https://www.youtube.com/watch?v=ba6UGDa2irY https://www.youtube.com/watch?v=0zNolZl-wmE https://www.youtube.com/watch?v=LQCfbxrCBoc https://www.youtube.com/watch?v=KE8mKB4c5oA

https://www.youtube.com/watch?v=nbBfBmpGSY0 https://www.youtube.com/watch?v=VlTsPX7ZE60

Después de ver los vídeos, pregunte a los estudiantes como grupo qué empleos vieron. Escriba una lista en el pizarrón. Agregue trabajos adicionales que estén presentes en el campo de la acuicultura o trabajos adicionales de acuicultura que piensen los estudiantes.

La semana próxima se tendrá la oportunidad de conocer personas que trabajan en este campo en Catalina Sea Ranch. Forme grupos pequeños para que cada grupo haga una lluvia de ideas de tres preguntas que desearían hacer a las personas que trabajan en acuicultura.

Vuelvan a reunirse como clase completa y pida a cada grupo que presente sus preguntas. Filtre las preguntas y ayude a los estudiantes a explicarlas claramente para las entrevistas de la próxima semana. Escriba una lista de "preguntas recomendadas" y "personal que buscar" que los estudiantes puedan usar durante la visita

Clase 6: Trabajos en acuicultura, conclusión [Visita de campo a Altasea] Preparaciones previas al laboratorio:

* Actividad 1: Tener un palangre disponible (o cuerda de 600m)
* Actividad 2: Prepare preguntas para la hoja de trabajo
* Actividad 3: Seleccione los premios del juego

Agrupación: Toda la clase, grupos pequeños, Propósito:

* Los estudiantes entrevistarán a diferentes trabajadores en Altasea
* Los estudiantes aprenderán más sobre los empleos actuales en acuicultura
* Los estudiantes recorrerán las instalaciones de Altasea
* Los estudiantes obtendrán un sentido de escala de los proyectos actuales de acuicultura

Materiales:

* Actividad 1:
  + Hoja de trabajo
  + Palangre retirado
* Actividad 2:
  + Personal de Altasea (mínimo 3-4)
  + Hoja de trabajo
* Actividad 3:
  + Papel para cartel grande
  + Rotuladores
  + Premios
  + Lista de preguntas
* Actividad 4:
  + Uno o dos pliegos de papel para carteles grandes
  + Notas adhesivas
  + Rotuladores/bolígrafos

Procedimiento:  
Actividad 1: Introducción y palangre (tiempo: 30 minutos)  
Recepción, bienvenida y visita del personal de Altasea. En el recorrido, relacione lo que los estudiantes aprendieron sobre el ADN, los tanques y los sistemas de agua, la criogenia, etc. con los lugares en Altasea.

La cría de organismos se puede hacer en los tanques, o fuera en el mar, como se observó en las explotaciones de ejemplo. Altasea tiene palangres en el mar.  
Pregunte a los estudiantes cuál es la verdadera longitud de los palangres. Para entender las proporciones, utilice una palangre rota o descartada Lleve a los estudiantes y la soga a un extremo del almacén o fuera donde haya mucho espacio. Pida a algunos estudiantes que tomen el extremo de la cuerda e indíqueles que (con cuidado) comiencen a caminar. Que se detengan al llegar al final del almacén. Los estudiantes podrán darse cuenta de la longitud (600 pies). Permita a los estudiantes que toquen la soga y exploren la longitud y la textura especial utilizadas para la fijación de bivalvos. Describa cómo una explotación común y corriente tiene de 4 a 17 palangres, por lo general de unos 120 m de largo, suspendidas de boyas y marcada con boyas especiales.

Actividad 2: Entrevistas de trabajo (tiempo: 1 hora)  
En grupos pequeños, los estudiantes pasarán a diferentes áreas en Altasea para hablar con varios miembros del personal. Los estudiantes harán preguntas al personal de su lista preparada (hoja de trabajo 6A) así como sus propias preguntas para aprender más sobre posibles empleos.

Actividad 3: Juego (20 minutos)  
Dividir la clase en dos equipos. Tirar una moneda para determinar qué equipo juega primero. Pida al equipo que va primero la primera pregunta de la lista. Dé al equipo 30 segundos para hablar de lo que representa la respuesta. Si responden bien, consiguen el punto. Si responden mal, el otro equipo tiene 30 segundos para hablar y responder a la pregunta y ganar el punto. El equipo que obtenga la mayor cantidad de puntos obtiene la primera selección de premios.

Actividad 4: Revisar la nube de palabras (10 minutos)  
Después de la actividad en la primera clase, los estudiantes pueden trabajar en grupo para intercambiar ideas sobre las notas adhesivas y llegar a uno de los carteles y añadir sus ideas sobre lo que piensan que es la acuicultura. Luego, la clase completa, cometen algunas de las palabras que más destacan. Compare sus respuestas con la nube generada después de la primera clase para mostrar a los estudiantes lo mucho que han aprendido.

**Apéndice A: Hojas de trabajo**

***Hoja de trabajo 1A***

**¿Vamos de pesca?**

Instrucciones:

1. El profesor asignará a cada estudiante una letra de grupo, anótela en la página 2 de este folleto.
2. En su bandeja, distribuya 20 m&m para el grupo B y 50 m&m para el grupo A. NO COMER LOS M&M hasta que no se hayan terminado las rondas.
3. Cuando el profesor diga "arrancan", tiene 15 segundos para recoger todos los m&m que pueda solo con las pinzas. NO USE LAS MANOS. Ponga los m&m que haya recogido en el caso de papel. Siga recogiéndolos hasta que el profesor diga "alto".
4. Anote cuántos m&m recogió y cuánto dinero ganó. Cada m&m vale 100 USD. Si ganó 500 USD puede pasar a la siguiente ronda. Si no, usted no ganó suficiente dinero para ir de pesca y tiene que salir de la siguiente ronda.
5. Cuente y anote cuántos m&m quedan.
6. Grupo A: por cada m&m que haya quedado, añada un m&m a la bandeja de su recipiente de sustitución hasta que quede vacío. Grupo B: añada 20 m&m a la bandeja.
7. Repita los pasos 1 al 6 durante las siguientes 4 rondas. Su profesor seguirá indicando el momento de empezar y de terminar cada ronda.
8. Al terminar las cinco rondas, sume todo lo que haya ganado usted y lo que haya ganado todo el grupo.
9. ¡Ya pueden disfrutar de sus m&m!

***Hoja de trabajo 1A***

**¿Vamos de pesca?**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Grupo\_\_\_\_\_ | Ronda 1 | Ronda 2 | Ronda 3 | Ronda 4 | Ronda 5 |
| Cantidad inicial |  |  |  |  |  |
| Cantidad recogida en esta ronda |  |  |  |  |  |
| Cantidad restante |  |  |  |  |  |
| Cantidad añadida |  |  |  |  |  |
| Dinero ganado\* |  |  |  |  |  |

Total del dinero ganado: Usted\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Todo su grupo\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\*1 m&m = 100 USD

1. ¿Qué pasó con el número de m&m en el Grupo A? ¿Y en el Grupo B?
2. ¿Qué grupo obtuvo más m&m y dinero después de la primera ronda?
3. ¿Qué grupo obtuvo más m&m y dinero después de las cinco rondas?
4. ¿Qué piensa usted que pasaría si jugaran otras cinco rondas? ¿100 rondas más?
5. ¿Qué representan los dos distintos grupos?

***Hoja de trabajo 2A***

**Estudios de caso de acuicultura**

En grupo, evalúe cada explotación acuícola de los estudios de caso presentados. De cada estudio de caso redacte por lo menos una ventaja y una desventaja de la explotación correspondiente.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Ventaja: ¿Qué tiene de positivo esta explotación? ¿Por qué es sostenible? | Desventaja: ¿Qué tiene de negativo esta explotación? ¿Por qué es insostenible? |
| #1 |  |  |
| #2 |  |  |
| #3 |  |  |
| #4 |  |  |
| #5 |  |  |
| #6 |  |  |
|  | Con los estudios de caso como ejemplos de qué hacer y qué no hacer, diseñe su propia explotación acuícola. ¿Qué va a criar, cómo lo hará y por qué? En un párrafo **breve** y descriptivo, exponga la explotación acuícola sostenible de su grupo. | |

***Hoja de trabajo 2B***

**Genómica de la alimentación marina sostenible**

Usted recogió una muestra de ADN de un lote de algas que se vendían como "algas rojas sostenibles" y la mandó al laboratorio para saber si realmente es esto lo que se vende. El laboratorio le remite el perfile de ADN que se muestra a continuación.

Compare la muestra de ADN recogida con los perfiles de los organismos que podrían ser el alimento marino. ¿A qué especie pertenece realmente su muestra?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Su muestra | Alga roja en peligro de extinción  *Dione arcuata* | Alga roja sostenible  *Palmaria palmata* | Extracción insostenible de alga roja  *Mastocarpus papillatus* |

¿Por qué las empresas etiquetan mal los alimentos, asignándoles nombres que no les corresponden?

¿Qué podemos hacer para estar seguros de que los alimentos marinos que consumimos son de origen sostenible?

***Hoja de trabajo 3A***

**Observación de las etapas de la vida de la fauna**

Observe con el microscopio las distintas etapas de la vida de los animales, desde que son larvas hasta llegar a la etapa adulta. Dibuje o describa lo que ve. No deje de etiquetar lo que observa. ¿En que se diferencian sus necesidades en cada etapa de la vida?

***Hoja de trabajo 3B***

**Caza del tesoro en el tanque de acuicultura**

En su visita al acuario, busque los siguientes elementos que son necesarios para la cría de fauna marina. Dibuje estos elementos o tome fotografías con su teléfono. Nota: ¡puede encontrar diferentes versiones de estos elementos! Se organizarán estos elementos en un diagrama de un tanque en funciones, como los que acaban de ver.

* Tanque rectangular
* Tanque recirculante
* Tanque circular
* Tubería de agua (entrante)
* Tubería de agua (transporte)
* Drenaje de agua (saliente)
* Sumidero (retención del agua)
* Bomba de agua
* Filtro biológico
* Filtro físico
* Filtro químico
* Rocas
* Plantas vivas o artificiales
* Animales

***Hoja de trabajo 4A***

**Diseño de explotación acuícola**

Con lo que han aprendido sobre la acuicultura sostenible en las semanas pasadas, usted y su grupo diseñarán un sistema de acuicultura sostenible.

¿Diseñaría un sistema "abierto" o "cerrado"?

¿Qué especie o especies criaría usted? ¿Cómo repercutirá esto en su diseño?

¿Su explotación estaría en el mar? ¿en un río? ¿en un estanque? ¿en un tanque?

¿Cómo mantendrá limpias y bien dotadas sus instalaciones?

¿Qué otras cosas tiene que tener en cuenta?

Haga un esbozo de su diseño abajo. Cuando esté listo, obtenga de su instructor las partes necesarias y comience a construir. Al final de la clase podrá probar sus instalaciones en el agua. ¡Buena suerte!

***Hoja de trabajo 5A***

**Análisis de la calidad del agua**

Llene el siguiente gráfico de cada muestra que se pruebe. Utilice el termómetro para medir la temperatura en grados centígrados, el refactómetro para medir la salinidad en partes por millares, y el material de análisis para medir el ph y el amoniaco.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Describa el aspecto de la muestra | Temperatura  (ºC) | ph | Salinidad  (ppt) | Amoniaco | ¿De dónde piensa usted que se tomó esta muestra? |
| Muestra 1 |  |  |  |  |  |  |
| Muestra 2 |  |  |  |  |  |  |
| Muestra 3 |  |  |  |  |  |  |

¿Cuál muestra de agua aportaría condiciones saludables para una especie marina de acuicultura?

Respecto a las otras muestras ¿qué se puede hacer para que sean más sanas?

***Hoja de trabajo 5B***

**Empleos en el sector de la acuicultura**

¿Qué empleos vio en el vídeo que le interesen? Enumere al menos tres, pero puede poner más si quiere.

¿Qué quisiera saber de estos empleos? ¿O qué quisiera preguntar a personas que desempeñan estos empleos? Trate de formular por lo menos tres preguntas.

1.

2.

3.

4.

5.

***Hoja de trabajo 6A***

**Empleos en el sector de la acuicultura**

Escoja por lo menos a tres personas para entrevistarlas sobre su trabajo. Puede utilizar las preguntas propuestas en la última clase o añadir otras propias. Tome notas que se presentarán sobre lo que hemos aprendido como grupo.

* ¿Cómo se llama su puesto y sus responsabilidades?
* ¿Cómo llegó a este trabajo?
* ¿Cuáles son las partes favoritas y las menos favoritas de este empleo?
* ¿Qué escolaridad y formación necesitó tener para este trabajo?
* ¿Cuánto se gana en un empleo como este?
* ¿Qué le aconseja a alguna persona que esté buscando un empleo parecido?

Entrevista 1

Nombre: Puesto:

Notas:

Entrevista 2

Nombre: Puesto:

Notas:

Entrevista 3

Nombre: Puesto:

Notas:

**Apéndice B: Clase 2 Estudios de casos de sostenibilidad**

**Caso #1: Criadero abierto de mejillones en el mar en el sur de California**

* Los mejillones se forman en sogas que cuelgan de balsas a siete millas mar adentro.
* Los mejillones actúan como filtros, se alimentan del plancton del agua y también filtran contaminantes del mar. Los criadores no tienen que comprar piensos para los mejillones porque lo obtienen naturalmente del mar.
* Las sogas pueden crear un hábitat y pueden vivir ahí otros organismos, como percebes, esponjas y algas.
* Los mejillones producen miles de crías al año y crecen con relativa rapidez.

**Caso #2: Corral cerrado en el Atlántico para cría de salmón en Escocia**

* Los salmones están encerrados en un corral situado en el mar
* Los salmones se alimentan de piensos elaborados con otras especies de peces molidas y vitaminas. Los criadores de salmón compran los piensos de otra parte de Europa.
* Esta explotación es un monocultivo, es decir, crían una única especie.
* Como es un monocultivo, no hay detritóvoros para limpiar los desechos de los peces. Estos nadan en sus propios desechos, que a veces se salen del corral hacia el medio ambiente.
* Hay poca variación genética entre los salmones (todos tienen un ADN parecido), de modo que una enfermedad podría matar a todos los peces.
* Estas enfermedades de los peces de cría podrían contagiarse a los peces silvestres.

**Caso #3: Explotación costera de algas en Japón**

* Las algas crecen en sogas suspendidas en el mar, cerca de la costa.
* Las plántulas se trasplantan a las sogas y después crecen con relativa rapidez.
* Se necesita un espacio grande y abierto para la producción de algas. Los productores tuvieron que eliminar un manglar para instalar la explotación.
* El aumento de las algas crea un hábitat para otras especies más pequeñas.
* Como las plantas en la tierra, las algas obtienen su energía del sol. Los productores no tienen que comprar alimentos para las algas ni alimentarlas.
* El proceso de fotosíntesis, que es la forma en que las algas obtienen su energía del sol, produce oxígeno.

**Caso #4: Un sistema de acuaponia en su patio trasero**

* Un tanque de tilapias colocado bajo una bandeja en la que se cultivan lechugas. Usted produce más de una especie, lo que representa una explotación integrada o policultivo.
* La tilapia produce desechos que se suben con una bomba, junto con agua, a la bandeja de la lechuga, y funciona como fertilizante.
* La lechuga obtiene su energía del sol para alimentar a las tilapias, pero es económico.
* La acuaponia en pequeña escala ocupa muy poco espacio y se puede instalar en el patio trasero de su casa, en el aula o en la casa, solo se necesita luz.

**Caso 5#: Estanques artificiales en el estado de Washington**

* Las truchas viven en estanques artificiales forrados de plantas naturales de la zona
* El agua de los estanques se trata para eliminar los desechos y los contaminantes antes de que salga de los estanques
* Las truchas se alimentan responsablemente con piensos selectos, sin antibióticos ni hormonas
* Un veterinario revisa regularmente los peces para garantizar su salud

**Caso #6: Estanques de camarones en Tailandia**

* Valiosos manglares, que protegen las costas y sustentan la fauna joven del mar, se eliminan para instalar los corrales para criar camarones
* Esta especie de camarones no es originaria de esta zona de Tailandia. Si algunos escapan, pueden superar a las especies autóctonas de la zona y convertirse en especies invasoras
* Los camarones están hacinados en los corrales y cuando el agua de una zona se contamina demasiado, entonces se pasan los corrales a otra zona y dejan los desechos atrás
* Los camarones reciben antibióticos, hormonas y plaguicidas para asegurar su supervivencia en condiciones de hacinamiento y contaminación
* Lotes de camarones se rechazan para la venta regularmente por presentar salmonella y otros contaminantes

**Apéndice C:**

Preguntas de evaluación previa y posterior y preguntas del juego

Preguntas previas y posteriores a la evaluación:

Responda a las siguientes preguntas en la medida de sus capacidades.

1. ¿Usted consume mariscos? En caso afirmativo, ¿con qué frecuencia?
2. ¿Dónde obtiene usted o su familia los mariscos (es decir, tienda de comestibles, restaurante, pesca)?

¿Qué tipo de pescado consume?

1. ¿Qué es la acuicultura?
2. Nombre tres empleos diferentes en la industria pesquera.
3. ¿Qué significa "sostenible"?

Posibles preguntas del juego:  
-¿Qué es la acuicultura?  
-Nombre dos razones por las que la gente practica la acuicultura  
 -Nombre dos especies de acuicultura  
 -Qué significa "sostenible"?  
-De nuestra primera clase ¿qué método era más sostenible a largo plazo: la pesca o la acuicultura?  
- En nuestra segunda clase, observamos unas explotaciones acuícolas reales. ¿Qué practica aprendió usted que fuera sostenible?  
- En nuestra segunda clase, observamos unas explotaciones acuícolas reales. ¿Cuál fue una práctica que usted aprendió que NO sea sostenible?  
- Nombre una especie de cría en acuicultura.  
-Además de criar animales para la alimentación ¿para qué otra cosa se usa la acuicultura?  
- ¿Qué es un monocultivo?  
- ¿Qué es un policultivo?  
- ¿Qué es el ADN?  
- ¿Por qué podría alguien tratar de vender mariscos como "sostenibles" aunque no lo sean?  
- ¿Qué se puede hacer para apoyar el consumo de mariscos sostenibles?  
- Nombra un animal cultivado en el acuario marino de Cabrillo.  
- ¿Qué es una "éfira"?  
-Nombre el pez que se eclosionó en el acuario.  
-¿Por qué los peces que se ecolosionaron en el acuario ponen sus huevos fuera del agua?  
-¿Cuál es la forma del tanque en el que viven las medusas? Puntos adicionales si conocen el nombre del tanque.  
-Nombre el caracol que alimentamos en el acuario.  
-¿Cómo comían los caballitos de mar que alimentamos en el acuario?  
-Nombre una parte del soporte biológico para un tanque.  
-¿En qué tipo de sistema (abierto o cerrado) se usa un corral expuesto al mar?

-¿Cuál es un beneficio de un sistema abierto (tener un corral expuesto al mar)? -¿Qué es un sistema "cerrado"?  
-¿Qué es la criogenia?  
- ¿Qué es el "amoniaco"?

-¿De dónde viene el amoniaco presente en el agua?  
- ¿Cómo medimos la salinidad?  
- ¿Qué es el "ph"?  
- ¿Qué se puede hacer en un tanque si hay demasiado amoniaco? - Nombre dos empleos en la acuicultura.

-¿Qué se produce en Catalina Sea Ranch?  
-¿De qué viven los animales criados en Catalina Sea Ranch?