

ACUAPONÍA

CURSO 2021-22



Introdución.

A acuaponía pode definirse como a combinación dun sistema de acuicultura recirculante coa hidroponía, definindo acuicultura como o cultivo de animais e plantas acuáticas en sistemas controlados, e hidroponía como o cultivo de plantas colocando as raíces en solucións con nutrientes. En termos xerais, trátase de xerar un sistema no cal os residuos orgánicos producidos por algún organismo acuático (peixes) son convertidos por acción bacteriana, en nitratos, que serve como fonte de alimento para as plantas. Estas a súa vez limpan a auga para os peixes actuando como filtro biolóxico.

Obxectivos

Neste traballo pretendimos fusionar acuicultura e hidroponía para dar resposta a tres cuestións principais:

1. Poden as plantas vivir sen terra?
2. Podemos falar de simbiose entre o cultivo de plantas e a cría de peixes?
3. É viable a acuaponía e pode considerarse unha alternativa orientada ao desenvolvemento sostible?

Paralelamente o propio desenvolvemento do proxecto permitiu a realización de medicións de diferentes parámetros químicos, a planificación e desenrolo da tecnoloxía necesaria para

implementar un sistema vivo que resultou moi motivante para o alumnado e a solución de problemas que surxiron en todo o proceso.

Metodoloxía

O proxecto levouse a cabo en tres etapas.

- 1.- Montaxe e mantemento do acuario ata conseguir un ecosistema estable.
- 2.- Montaxe do sistema de acuaponía.
- 3.- Análise de resultados e conclusión.

ETAPA 1: O ACUARIO

En primeiro lugar, tivemos que investigar e preguntar a expertos para construír o noso primeiro acuario, sendo moi rigurosos coa montaxe para asegurar a supervivencia das especies que habitarían o acuario. A investigación e instalación do acuario levouse a cabo nas seguintes fases:

❖ INVESTIGACIÓN NA WEB:

Investigamos acerca dos seguintes aspectos para recoller a información nun documento.

- Instrumentos e materiais que precisamos.
- Variables físico-químicas importantes para a viabilidade dos peixes, algas e plantas.
- Por que peixes, plantas e algas optaríamos?
- Pasos para a instalación e mantemento.

❖ ANÁLISE DA RESULTADOS DA INVESTIGACIÓN NA WEB E FORMULACIÓN DAS CONCLUSIÓN DO ALUMNADO:

Instrumentos e materiais:

- Acuario 96 litros.
- Filtros.
- Termómetro.
- Grava/ substrato.
- Sistema de iluminación.
- Quentador e regulador da temperatura.
- Materiais para a limpeza do acuario.
- Tipo de auga (filtrado inicial).
- Comida para peixes.

- Dispensador automático para a comida.
- Cámara de grabación.
- PHmetro.
- Termómetro.
- Elementos decorativos: rochas, troncos, casteliño en ruínas.

Variables físico-químicas importantes para a viabilidade dos organismos no acuario.

- Temperatura, PH, O₂ disolto, nitrato, amoníaco, potasio, calcio, magnesio, cloro, turbidez, salinidade.

Peixes, plantas, algas e elementos decorativos.

- Echinodorus parviflorus, ceratophyllum demersum, aelodea delsa, peixe cebra, tetra neon, peixe guppy, peixe cristal, peixe betta, peixe arco-íris, molly negro, peixe disco, neon cobre, platy.

Pasos para a instalación, maduración e mantemento do acuario.

- Paso 1. Limpar o substrato do acuario.
- Paso 2. Colocar o substrato no acuario.
- Paso 3. Colocar a decoración.
- Paso 4. Colocar o calentador e o filtro para acuario.
- Paso 5. Encher o acuario.
- Paso 6. Iniciar o proceso de ciclado.
- Paso 7. Introducir as primeiras plantas do acuario.
- Paso 8. Control do proceso de ciclado e calidade da auga.
- Paso 9. Comeza o mantemento post-ciclado.
- Paso 10. Alimentación dos peixes.
- Paso 11. Mantemento do acuario a longo prazo.

❖ PREGUNTAMOS A EXPERTOS E ASEGURAMOS CONCLUSIÓN DA INVESTIGACIÓN PREVIA:

1. Que tipo de auga debemos empregar e que filtrado inicial se precisa? Podemos empregar auga do grifo ou dunha fonte ou río que non estea contaminado. Se é auga

clorada do grifo, podemos engadir o anticloro e/ou realizar o filtrado inicial durante uns días (15 días).

2. Que substrato ou decoración debemos empregar? Recoméndase empregar pedras e materias naturais. Non engadir obxectos de plástico.
3. Que peixes de auga fría nos recomenda? : carpas (cometas, telescopios...) e goldfish. E de auga cálida?: neóns, gupys e coridoras.
4. Cantos peixes podemos criar nun acuario de 96l? 1 peixe por cada litro de auga / 2 litros de auga por cada cm de peixe.
5. Que plantas ou algas empregamos? Usar plantas de baixos requerimentos e que non sexan alimento dos peixes. Deben suxeitarse ao fondo colocando pedras grandes. Non engadir algas, pois xa as xera o acuario. Sería conveniente engadir algún caracol que coma as algas.
6. Que cantidade e tipo de alimento se lles da os peixes? Existe alimento en forma de escamas (ensucian máis), boliñas ou paus. Recomendable 5 unidades unha vez ao día. Existen bloques de alimento para 15 días. Tamén se poden empregar dispensadores automáticos. Recomendable engadirles lentella de auga como complemento da alimentación.
7. Que variables físico- químicas debemos de controlar para a supervivencia?
 - Luz: máximo de 8 horas de luz ao día.
 - pH: grado de acidez e basicidad. Varía dependendo do tipo de peixes, pero debe estar entre 6,8 e 7,8.
 - GH: dureza total ou os minerais disoltos na auga. Tamén varía, pero o normal é entre 6º e 10º.
 - KH: dureza dos carbonatos, entre 6º e 10º para que os carbonatos fagan efecto tampón e o pH non oscile.
 - Cloro: debe estar sempre a 0. Existen acondicionadores que eliminan o cloro, cloramina e outros metais.
8. Cales son os pasos para a instalación do acuario?:
 - Limpar o acuario, limpar e colocar o substrato e as plantas do fondo.
 - Instalar o filtro. Comprobar compoñentes: esponxa grossa, carbón activo ou canutillos e esponxa fina (perlón).
 - Encher o acuario cunha manguera de pouco caudal e engadir o anticloro (a parte proporcional) e deixar actuar (15 min).
 - Encender o filtro, engadir a parte proporcional de bacterias nitrificantes e iniciar o ciclado.
 - Repetir a adición de bacterias durante 4 días seguidos.
 - Introducir os peixes.

9. Como se realiza a limpeza e mantemento do acuario?:

- Cada 15/20 días renovar 1/4 parte da auga do acuario, desmontar o filtro e limpiar ou substituír as esponxas, limpar as paredes do acuario cunha esponxa fina ou accesorios de limpeza como espátula, cepillos con imán. En ocasións pode poñerse carbón activo no filtro para retirar posibles medicamentos ou sprays locais.

❖ MONTAXE E POSTA EN MARCHA DO ACUARIO.

Iniciamos o proceso colocando o sustrato (grava), os elementos decorativos e as plantas. A continuación engadimos auga previamente filtrada e tratada con anticloro. Transcorrida unha semana engadimos os peixes, caracois e musgo.



❖ ELABORACIÓN DE FICHAS DESCRIPTIVAS DAS ESPECIES.

O alumnado elaborou fichas coa descrición das especies animais e vexetais do acuario para coñecer o seu nome científico, características físicas, hábitat, alimentación, reprodución, conduta e posibles problemas que poden surxir con elas no acuario. Poden consultarse a información no seguinte código QR.



❖ MANTEMENTO, CONTROL DE VARIABLES E MADURACIÓN DO ACUARIO.

Cada 20 días observamos a necesidade de realizar a limpeza do acuario e medicións de variables importantes: temperatura, PH, osíxeno disolto e nitratos. Por outro lado, decidimos levar a cabo probas co tipo e sistema de alimentación para os períodos vacacionais, concretamente con pastillas e o dispensador automático.



→ Análise da calidade físico-química da auga do acuario:

Monitoreamos diferentes parámetros físico - químicos da auga, o que nos permitiu realizar técnicas de laboratorio e investigacións teóricas sobre o ciclo do nitróxeno e outros aspectos sobre o OD e o pH.

Osíxeno: os peixes ao igual que outros animais necesitan o osíxeno para respirar, non respiran o osíxeno atómico (o que interactúa cos 2 átomos de hidróxeno para formar a molécula de auga) senón que respiran o osíxeno disolto OD, o OD está en cantidades inversas á temperatura, é dicir, canto máis quente a auga menos osíxeno ten e viceversa. O OD entra nos peixes polas branquias e é liberado polas mesmas en forma de CO_2 . O CO_2 ao interactuar coa auga vólvese en ácido carbónico e ocasiona unha baixada de pH na auga, a reacción é así: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$.

O OD casi nunca é un problema nos acuarios xa que o motor está prendido case todo o tempo, o OD está en concentracións máis altas polo día pola fotosíntese das plantas. Tamén hai que ter en conta que o OD diminúe á inversa coa salinidade entón a maior concentración de sales menor OD, polo que os acuarios mariños deberían ter menos OD que os acuarios de auga doce.

pH: é o nivel de ións de hidróxeno disoltos na auga, se o pH é igual a 7 entón a auga é neutra, se o pH é de <7 a auga é ácida e se o pH é >7 a auga é básica ou alcalina, polo xeral a auga debe mantense cerca de 7 aínda que hai especies que teñen preferencias por pH ácidos ou básicos polo que tivemos que ter en conta este factor.

Temperatura: foi monitorizada constantemente coa instalación dun termómetro no acuario. A temperatura da auga para os peixes de augas cálidas elixidos oscila entre $24-32^\circ\text{C}$, a maior temperatura maior metabolismo do peixe, polo que canto máis quente estea a auga máis comida necesitará o peixe, máis rápido defecará, obviamente dentro dun rango límite de temperatura porque fora de este rango o peixe verase afectado podendo morer.

Compuestos nitroxenados: os alimentos dos peixes conteñen proteínas que ao ser degradadas se convirten unha parte en amonio ou amoniaco que é liberado á auga, sendo en pequenas cantidades tóxico para os peixes. O amoniaco non so é liberado polos peixes senón tamén polos restos de comida non consumidos. O NH_3 , é o máis perigoso, os efectos que causa nos peixes son múltiples: destrución de glóbulos vermellos, o peixe deixa de comer, compórtase de xeito extraño, baixan as defensas e empezan a enfermar.

Os peixes liberan NH_3 e NH_4 polas branquias e por difusión, polo que se os niveles son máis altos na auga que no sangue dos peixes entón a difusión xa non se pode dar e non poderán liberar o amonio e polo tanto queda no sangue sufrindo os síntomas mencionados.

Por outro lado, a maior pH maior concentración de NH_3 , porque parte del NH_4 se transforma en NH_3 , debendo ser eliminado do acuario a través de recambios da auga ou mediante a implementación da bacteria Nitrosomona. Esta bacteria elimina o NH_3 convertído en nitrito NO_2 , que tamén é perigoso, xa que a hemoglobina dos peixes oxídase poñéndose de cor marrón e dificultando o transporte de osíxeno. Para evitar os niveis de nitritos hai que facer recambios de auga ou colocar no acuario a bacteria Nitrobacter que transforma o NO_2 en nitrato NO_3 , o NO_3 pode ser perigoso pero en concentracións demasiado altas, polo que se pode poñer outra bacteria, Pseudomona, que é capaz de transformar o NO_3 en N_2 e este último é un gas que se libera a atmosfera.

Para evitar o exceso fixemos recambios de auga con sinfoneo do fondo e facilitamos o crecemento de bacterias coa instalación de canutillos no filtro.

Para a medición dos parámetros o procedemento empregado foi:

- Para a medición do pH empregamos diferentes métodos: pHmetro, papel indicador de pH e pastillas do Wide Range pH Test Kit LaMotte. Estes últimos son métodos colorimétricos: as cores da cinta ou mostra de auga cambia e segundo a intensidade das cores que se tornan compáranse cuns valores de pH.

Procedemento. Enchemos un tubo de ensaio de 10 ml con auga (ata arriba de todo) e metemos nela a pastilla de pH. Pechamos o recipiente e axitamos ata a disolución total da pastilla. Comparamos coa escala colorimétrica correspondente e anotamos o resultado.

- Para o osíxeno disolto: pastillas do test tabs LaMotte.

Procedemento. Enchemos un tubo de 5 ml e metemos as dúas pastillas que miden o osíxeno. Pechamos o recipiente e axitamos ata a disolución total das pastillas. Esperamos 5 minutos e e comparamos coa escala colorimétrica. Anotamos o resultado.

- Para os nitratos: pastillas do test tabs LaMotte.

Procedemento: enchemos un tubo de 10 ml de auga con auga ata a metade (5 ml) e metemos a pastilla de nitratos 1. Pechamos o recipiente e axitamos ata a disolución da pastilla. A continuación, agregamos a pastilla 2 de nitratos e volvemos a axitar. Unha vez disolta, esperamos 5 minutos e anotamos o resultado obervando a escala colorimétrica.

Resultados das medicións:

pH		Osíxeno disolto		Nitratos	
Resultados da medición	Valores óptimos	Resultado da medición	Valores óptimos	Resultado da medición	Valores óptimos
6	6-7,5	0	6- 8 mg/l		<50 ppm
7	6-7,5	0	6- 8 mg/l		Sup. a 40 ml
6					

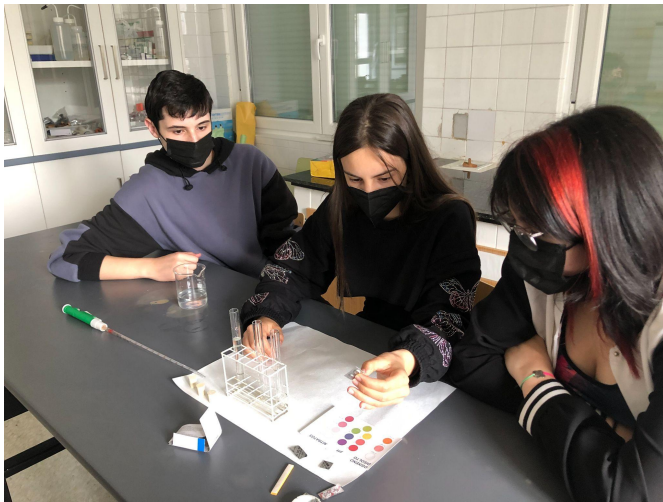
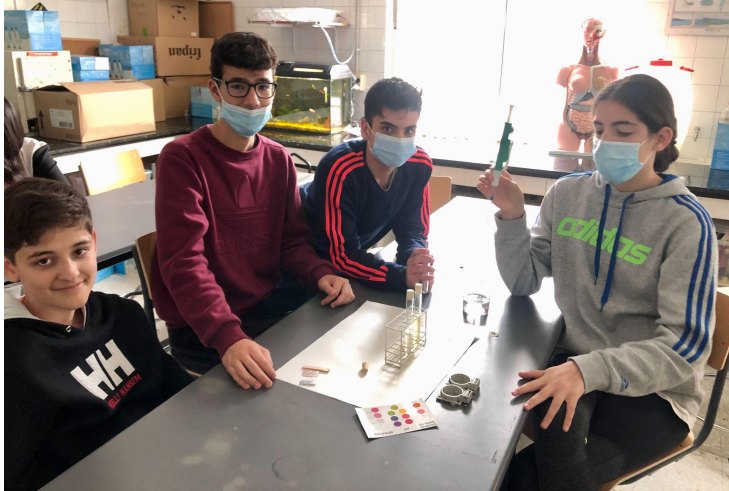
pH	4	↓↓↓
KH	0	↓↓↓
PO ₄	2	↑
NO ₂	0,01	Óptimo
NO ₃	1	Óptimo
NH ₄	0,05	Óptimo

Conclusións:

pH: o valor do pH varía nas diferentes medicións. Unha hipótese posible a esta variación sería o momento da toma da mostra, antes e despois de realizar o mantemento do acuario coa conseguinte renovación de auga.

Osíxeno disolto: 0 mg/l. Detectamos un valor por debaixo do óptimo. As posibles actuacións para subsanar estes valores son modificar o foco de iluminación artificial por un de maior potencia e as plantas que presentan deterioro na coloración.

Nitratos: valor sensiblemente elevado sen poder determinar o valor exacto por non establecerse na escala empregada a cor obtida como resultado da medición (marrón rosado)



ETAPA 2. SISTEMA ACUAPÓNICO

❖ INSTALACIÓN

Neste momento tocou poñer en marcha o cultivo hidropónico, aquel que prescinde totalmente da terra para cultivar diferentes plantas. Este horto hidropónico debería funcionar coas raíces en suspensión e con soportes variados. Ao anterior, sumámoslle que a auga neste caso procedería do acuario, aportándolle así os nutrientes necesarios para que os cultivos prosperasen.

Realizamos a instalación do sistema hidropónico mediante a colocación dunha balda, furado da bandexa para o cultivo, sistema de tuberías, reixas e instalación da bomba de auga.

Durante o proceso surxiron diferentes problemas a resolver:



❖ XERMINACIÓN E OBTENCIÓN DAS PLANTAS PARA O CULTIVO HIDROPÓNICO.

A continuación, o equipo acordou xerminar as súas propias plantas para posteriormente cultivalas na auga xunto con outra planta de fácil crecemento e resposta en cultivo hidropónico: a leituga (*Lactuca sativa*).

- Material: sementes que xerminan facilmente, vasos transparentes, auga, algodón e rotulador permanente.
- Procedemento:
 1. Rotula cada vaso co teu nome e o da especie eleixida.
 2. Bota entre 3 e 5 sementes en cada vaso, sobre un anaco de algodón.
 3. Rega o algodón para que estea sempre húmido pero sen que se enchope.
 4. Deixa os vasos nun lugar con luz.
 5. Espera ata que broten as sementes e medre o talo.





❖ **MONTAXE DO CULTIVO HIDROPÓNICO**



ETAPA 3. RESULTADOS E CONCLUSIÓNS.

A primeira fase do proxecto resultou ser un éxito conseguindo un acuario estable, aínda que pendente da súa maduración e alcance da etapa clímax que será posible con máis espazo de tempo. En relación ao cultivo acuapónico non puidemos demostrar experimentalmente o crecemento das leitugas debido a un problema no circuito e bombeo da auga entre a bandexa co cultivo hidropónico e o acuario. Aínda así, sabemos que teóricamente isto é posible, como deducimos da múltiples publicacións ao respecto, polo que retomaremos o cultivo no próximo curso escolar. O obxectivo será demostrar que efectivamente existe unha simbiose entre o cultivo de vexetais e a cría de peixes.

Esta nova técnica, baseada en que os desfeitos producidos por algún organismo acuático, xeralmente peixes ou crustáceos, son convertidos por medio da acción de bacterias en nutrientes necesarios para o crecemento das plantas podería dar solución a moitos dos problemas dos cultivos actuais. Realmente a acuaponía podería constituir un método de produción de alimentos que pode ser desenvolto en terreos marxinais, de espazo reducido, pouco fértiles e con limitada dispoñibilidade de auga. Ademáis, non se necesita maquinaria pesada para labrar ou preparar a terra ao mesmo tempo que evita o consumo de combustibles fósiles que incrementan os gases do efecto invernadoiro.

