



UNIÓN DE ASOCIACIONES
DE INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES Y GRADUADOS
EN LA INGENIERÍA DE LA
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

“CONVOCATORIA 2025”

**X PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN
TECNOLÓGICA**

Título del Trabajo: HIDROFÉLIX

AUTOR/ES:

Nicolás Villafranca, Víctor Puras, Jon Rojas, Daniel Vivar

BLOQUE TEMÁTICO:

Principios Básicos de la Hidroponía

NIVEL EDUCATIVO:

1ºBACH

COORDINADOR:

Gregorio Gómez

Marzo, 2025

Resumen

El proyecto de hidroponía realizado en 1º de Bachillerato tiene como propósito investigar y experimentar con métodos de cultivo sin suelo, utilizando soluciones minerales en medios acuosos. Los estudiantes exploran la importancia de la sostenibilidad en la agricultura, así como las ventajas y desafíos que presenta la hidroponía en comparación con la agricultura tradicional.

Inicialmente, los estudiantes estudian los principios básicos de la hidroponía, incluyendo los diferentes sistemas como el cultivo en agua (NFT), el cultivo en sustrato (lana de roca o perlita) y el sistema de raíz flotante. También se aborda la preparación y mantenimiento de soluciones nutritivas adecuadas para el crecimiento óptimo de diversas especies vegetales.

Una vez comprendida la teoría, los estudiantes diseñan y construyen sus propios sistemas hidropónicos utilizando materiales reciclables y de bajo costo. Durante esta fase, se fomenta la creatividad y la resolución de problemas para superar los desafíos que puedan surgir en la construcción y mantenimiento de los sistemas.

A lo largo del proyecto, se llevan a cabo diversas actividades prácticas y experimentos para evaluar el impacto de variables como la luz, el pH y la concentración de nutrientes en el crecimiento de las plantas. Para ello, los estudiantes utilizan sensores que miden parámetros como el pH, el nivel de oxígeno disuelto y otros factores importantes para asegurar un crecimiento óptimo en cada etapa del desarrollo.

Palabras Clave

- **Hidroponía:** Método de cultivo de plantas que utiliza soluciones minerales en medios acuosos en lugar de suelo.
- **Sostenibilidad:** Práctica agrícola que busca minimizar el impacto ambiental y promover el uso eficiente de los recursos naturales.
- **Nutrición vegetal:** Proceso de proporcionar a las plantas los nutrientes esenciales necesarios para su crecimiento y desarrollo óptimos.
- **Sistemas hidropónicos:** Diferentes métodos de cultivo sin suelo, como el cultivo en agua (NFT), el cultivo en sustrato y el sistema de raíz flotante.
- **Sensores:** Dispositivos utilizados para medir y monitorear variables importantes como el pH, el nivel de oxígeno disuelto y la concentración de nutrientes.



UNIÓN DE ASOCIACIONES
DE INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES Y GRADUADOS
EN LA INGENIERÍA DE LA
RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA



ÍNDICE

PROBLEMA	4
<i>Importancia de la hidroponía</i>	5
<i>Formulas:</i>	7
INFORMACION	11
<i>Empresas en España</i>	11
Actividades Principales	¡Error! Marcador no definido.
<i>Legislación:</i>	12
1. Normativa Sanitaria y de Seguridad Alimentaria:	12
2. Regulación sobre Fertilizantes y Productos Fitosanitarios:	12
3. Normativa Ambiental:	13
4. Regulación de la Comercialización de Productos Agrícolas:	14
Elecciones posibles	14
1	<i>Sistema de Nutrient Film Technique (NFT)</i>
2	<i>Sistema de Inmersión Profunda (DWC, Deep Water Culture)</i>
3	<i>Sistema de Goteo</i>
4	¡Error! Marcador no definido.
5	¡Error! Marcador no definido.
<i>Sistema de Torre Hidropónica (Tower Hydroponics)</i>	¡Error! Marcador no definido.
2	<i>Sistema de Riego por Capilaridad (sistema de mecha)</i>
3	¡Error! Marcador no definido.
<i>Sistema final que se va a utilizar</i>	16
Materiales	17
<i>Macronutrientes</i>	17
<i>Micronutrientes</i>	17

PROBLEMA

Problema detectado: Uso excesivo de agua en la agricultura

Contexto Actual: En la agricultura tradicional, se utiliza una cantidad considerable de agua para irrigar los cultivos. La hidroponía, en cambio, utiliza sistemas cerrados en los que el agua se recicla y reutiliza, reduciendo significativamente el consumo de agua.

Esto es particularmente beneficioso en regiones que sufren de sequías o tienen acceso limitado a recursos hídricos. Además de esto, también ayuda a evitar la erosión del suelo y puede incrementar la producción en espacios reducidos.

Importancia de la hidroponía

Optimización del Uso del Agua:

La hidroponía permite cultivar plantas sin tierra, utilizando una solución nutritiva que reduce considerablemente la cantidad de agua necesaria en comparación con la agricultura tradicional. Dado que el agua se recircula en el sistema, se minimiza el desperdicio, lo que es crucial en áreas con escasez de este recurso.

Sostenibilidad Ambiental:

Al no depender de suelo agrícola convencional, la hidroponía evita la degradación del suelo, la erosión y el uso de pesticidas y fertilizantes químicos que contaminan los ecosistemas. Además, reduce la huella de carbono asociada con el transporte de alimentos, ya que puede realizarse en espacios urbanos o cerca de los consumidores.

Aumento de la Productividad:

El cultivo hidropónico permite un control más preciso de los nutrientes, pH, luz y temperatura, lo que resulta en un crecimiento más rápido y saludable de las plantas. Esto puede generar cosechas más abundantes en menos espacio, aumentando la eficiencia de la producción agrícola.

Accesibilidad Alimentaria:

La hidroponía facilita la producción de alimentos en zonas urbanas y regiones donde la agricultura convencional no es viable debido a la falta de tierra cultivable o condiciones climáticas extremas. Esto puede contribuir a la seguridad alimentaria y a la provisión de productos frescos en áreas urbanas densamente pobladas.

Innovación y Creación de Empleo:

El crecimiento del sector hidropónico fomenta la creación de empleos en áreas como el diseño, la instalación y el mantenimiento de sistemas hidropónicos, así como en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de estos sistemas.

Seguridad Alimentaria Local:

La hidroponía permite cultivar alimentos frescos y saludables localmente, lo que contribuye a reducir la dependencia de importaciones y a garantizar una oferta constante de productos agrícolas, incluso en entornos urbanos.

Sostenibilidad Económica:

A medida que las tecnologías hidropónicas se perfeccionan y abaratan, los costos de producción y mantenimiento continúan disminuyendo. Esto hace que sea más accesible para agricultores, emprendedores y comunidades a pequeña escala adoptar estos sistemas. Además, puede generar productos de alto valor en mercados locales, mejorando la rentabilidad.

Resiliencia frente al Cambio Climático:

La hidroponía ofrece una solución ante condiciones climáticas extremas como sequías, heladas o inundaciones, que afectan la agricultura tradicional. Al no depender de las estaciones ni del clima, la hidroponía puede producir alimentos durante todo el año, garantizando una oferta continua.

Educación y Conciencia Ambiental:

La implementación de sistemas hidropónicos puede servir como herramienta educativa para sensibilizar sobre la importancia de prácticas agrícolas sostenibles y el uso

eficiente de los recursos. Esto fomenta el interés en la agricultura de precisión y la innovación tecnológica en la producción de alimentos.

Seguridad Alimentaria: La capacidad de producir alimentos en cualquier lugar, independientemente de las condiciones del suelo o del clima, puede contribuir significativamente a la seguridad alimentaria global.

Reducción de Costos de Transporte: Al permitir el cultivo de alimentos en áreas cercanas al consumidor final, la hidroponía reduce los costos y la huella de carbono asociados con el transporte de alimentos.

Formulas:

1. Cálculo de la Conductividad Eléctrica (CE)

La CE es un indicador de la concentración de nutrientes en la solución nutritiva. Mantener la CE adecuada es esencial para la salud de las plantas.

$$CE = \frac{\sum(\text{Concentración de sales} \times \text{Factor de valencia de cada ión})}{\text{Volumen de la solución}}$$

Ilustración 1

- La CE se mide con un medidor de EC y debe mantenerse dentro de un rango específico (por ejemplo, 1.5-3.0 mS/cm).

2. Cálculo del pH de la Solución Nutritiva

El pH afecta la disponibilidad de los nutrientes. Para la mayoría de las plantas, el pH debe mantenerse entre 5.5 y 6.5.



$$\text{pH} = -\log \left(\frac{[H^+]}{[H_2O]} \right)$$

Ilustración 2

- **pH** se mide utilizando un medidor de pH y es esencial para ajustar la solución nutritiva.

3. Cálculo de la Cantidad de Fertilizante a Aplicar

Determinar la cantidad de fertilizante necesaria es crucial para evitar tanto deficiencias como excesos de nutrientes.

$$F_{\text{fertilizante}} = \frac{C_{\text{deseado}} \times V_{\text{solución}}}{F_{\text{concentrado}}}$$

Ilustración 3

- **C deseado** = Concentración de nutrientes deseada.
- **V solución** = Volumen total de solución nutritiva.
- **F concentrado** = Concentración del fertilizante base.

4. Cálculo del Consumo de Agua en un Sistema Hidropónico

El control del consumo de agua es fundamental para la sostenibilidad de un sistema hidropónico. Esta fórmula permite estimar la cantidad de agua consumida por las plantas.

$$C_{\text{agua}} = \frac{A_{\text{cultivo}} \times \text{Evapotranspiración diaria}}{1000}$$

Ilustración 4

- **C agua** = Consumo de agua diario (en litros).
- **A cultivo** = Área cultivada (en m²).



- **Evapotranspiración diaria** = Cantidad de agua que se evapora o transpira (en mm/día).

5. Cálculo de la Densidad de Plantas por Metro Cuadrado

La densidad de plantas es importante para optimizar el espacio de cultivo y maximizar la producción.

$$D_{\text{plantas}} = \frac{A_{\text{total}}}{A_{\text{planta}}}$$

Ilustración 5

- **D plantas** = Número de plantas por metro cuadrado.
- **A total** = Área total disponible (en m²).
- **A planta** = Área que ocupa cada planta (en m²).

7. Cálculo de la Velocidad de Crecimiento de las Plantas

Para evaluar el rendimiento de las plantas y planificar el ciclo de cultivo, la velocidad de crecimiento es un parámetro clave.

$$V_{\text{crecimiento}} = \frac{\text{Altura final}}{\text{Tiempo transcurrido}}$$

Ilustración 6

- **V crecimiento** = Velocidad de crecimiento (en cm/día).
- **Altura final** = Altura alcanzada por la planta (en cm).
- **Tiempo transcurrido** = Tiempo total de crecimiento (en días).

8. Cálculo del Rendimiento de la Cosecha (kg/m²)

El rendimiento de la cosecha indica la productividad del sistema.



$$Rendimiento = \frac{\text{Peso total cosechado (kg)}}{\text{Área cultivada (m}^2\text{)}}$$

Ilustración 7

- **Peso total cosechado** = Cantidad total de producto cosechado (en kg).
- **Área cultivada** = Área total utilizada para el cultivo (en m²).

10. Cálculo de la Transpiración de las Plantas (kg/m²/día)

La transpiración es clave para controlar la cantidad de agua que las plantas requieren, lo cual afecta la solución nutritiva.

$$T_{\text{transpiración}} = \frac{\text{Pérdida de agua por transpiración}}{\text{Área de cultivo}}$$

Ilustración 8

- **T_{transpiración}** = Tasa de transpiración (en kg/m²/día).
- **Pérdida de agua por transpiración** = Cantidad de agua que las plantas pierden (en kg).
- **Área de cultivo** = Área total del sistema (en m²).

13. La fórmula para calcular el poder calorífico del metano (CH₄) es:

$$Q = m \cdot H$$

Ilustración 9

- **Q** es la **energía liberada** (en MJ).
- **m** es la **masa** de metano quemado (en kg).



- HHH es el **poder calorífico** del metano, que es aproximadamente **55.5 MJ/kg** (valor calorífico superior) o **50 MJ/kg** (valor calorífico inferior).

Esta fórmula nos indica la cantidad de energía liberada cuando una masa de metano se quema completamente.

INFORMACION

La **hidroponía** es un método de cultivo de plantas en el que no se utiliza tierra, sino una solución nutritiva en agua para proporcionar los nutrientes esenciales que las plantas necesitan para crecer. En lugar de depender de la tierra como medio para sustentar las raíces, la hidroponía usa sustratos inorgánicos como perlita, vermiculita o fibra de coco, que proporcionan soporte a las plantas, pero no aportan nutrientes.

Este sistema se basa en la idea de que las raíces de las plantas pueden obtener los nutrientes que necesitan directamente de una mezcla líquida rica en minerales disueltos. La hidroponía se utiliza para cultivar una amplia variedad de plantas, incluyendo hortalizas, hierbas, flores y, en algunos casos, frutas.

Empresas en España

Auxprotec es una empresa especializada en sistemas hidropónicos y soluciones de cultivo sin sustrato. Se destacan por su enfoque en la sostenibilidad y la innovación en la agricultura. Ofrecen una variedad de productos, incluyendo canales de drenaje tipo NFT (Nutrient Film Technique) y canales de drenaje tipo V, que son fundamentales para el cultivo hidropónico.

La empresa tiene su sede principal en Alcantarilla, Murcia, y también cuenta con un centro de demostración en Torre-Pacheco, Murcia. Auxprotec ha participado en varias ferias y eventos agrícolas, promoviendo sus productos y tecnologías innovadoras.

Hidroponia Elche S.L. es una empresa ubicada en Elche, Alicante, que se dedica a la **fabricación de maquinaria agraria y forestal**, así como a la **instalación de invernaderos**. Fundada el 18 de marzo de 2024, la empresa se especializa en **otros cultivos perennes** y ofrece productos y servicios para el comercio al por mayor de frutas, hortalizas y maquinaria agrícola.

Legislación:

1. Normativa Sanitaria y de Seguridad Alimentaria:

- **Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición:** Establece las bases para garantizar la seguridad alimentaria de los productos que llegan al consumidor. Los cultivos hidropónicos, al ser productos alimenticios, deben cumplir con esta ley, lo que implica que los alimentos deben ser seguros y cumplir con los estándares de higiene y calidad.
- **Reglamento (CE) N° 852/2004 sobre higiene de los productos alimenticios:** Establece las exigencias básicas para la seguridad de los productos alimentarios en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción hasta la comercialización. Si los productos hidropónicos se comercializan como alimentos, deben cumplir con estas normativas.
- **Reglamento (CE) N° 178/2002, sobre los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria:** Regula la trazabilidad de los productos alimenticios, lo que implica que los productos hidropónicos deben ser etiquetados adecuadamente, incluyendo información sobre su origen y características.

2. Regulación sobre Fertilizantes y Productos Fitosanitarios:

- **Reglamento (CE) 1107/2009, sobre la comercialización de productos fitosanitarios:** Regula la autorización y uso de productos fitosanitarios, que en el caso de la hidroponía podrían usarse para el control de plagas o enfermedades. Los



productos utilizados deben estar aprobados por la **Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS)**.

- **Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal:** Regula el uso de productos fitosanitarios y establece medidas para prevenir las plagas y enfermedades. Aunque los sistemas hidropónicos suelen tener menor riesgo de plagas debido a su entorno controlado, es importante seguir las regulaciones sobre su uso.

3. Normativa Ambiental:

- **Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados:** Regula la gestión de residuos, incluidos los generados por sistemas hidropónicos (por ejemplo, desechos de nutrientes, sustratos o productos en mal estado). Los proyectos hidropónicos deben cumplir con la normativa sobre el tratamiento y reciclaje de residuos.
- **Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se regula el control de la calidad de las aguas para consumo humano:** Si el proyecto de hidroponía utiliza agua potable, deberá cumplir con los estándares de calidad establecidos para el agua que entra en contacto con los alimentos.
- **Reglamento (UE) 2018/848, sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos:** Si se desea producir de forma ecológica, el cultivo hidropónico debe cumplir con los requisitos específicos para la agricultura ecológica, lo cual incluye el uso de fertilizantes orgánicos y el control de plagas mediante métodos naturales.

4. Regulación de la Comercialización de Productos Agrícolas:

- **Reglamento (CE) N° 1235/2008 sobre los controles de los productos ecológicos:** Si se pretende comercializar productos hidropónicos como alimentos ecológicos, se deberá cumplir con esta regulación, que establece los requisitos para certificar y etiquetar los productos como ecológicos.
- **Ley 3/2001, de 26 de marzo, de medidas para la mejora de la calidad de los productos agrícolas:** Regula las condiciones para la comercialización de productos agrícolas, lo que incluye los productos hidropónicos.

Elecciones posibles

Hay una gran cantidad de tipos diferentes de hidroponía:

1. Sistema de Nutrient Film Technique (NFT)

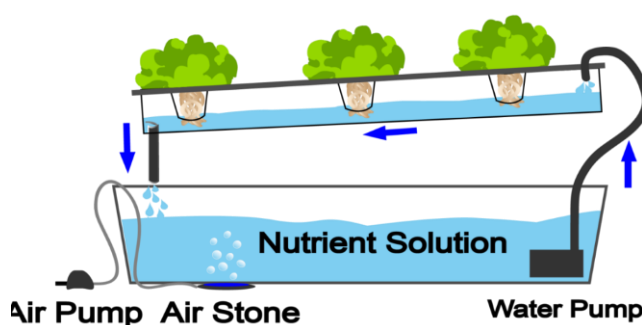


Ilustración 10



- **Descripción:** En este sistema, una fina capa de solución nutritiva fluye constantemente sobre las raíces de las plantas, que están parcialmente sumergidas en un canal inclinado. Las raíces absorben nutrientes y oxígeno mientras el agua se recicla.
- **Ventajas:**
 - Uso eficiente de agua y nutrientes al circular constantemente la solución nutritiva por el canal inclinado.
 - Maximiza el uso del espacio al poder plantar muchas en un área muy pequeña.
 - Crecimiento rápido al estar las plantas constantemente expuestas a los nutrientes
- **Desventajas:**
 - El sistema depende de un flujo constante, Si hay una interrupción en la bomba o en el flujo, las raíces pueden quedar expuestas a condiciones de sequedad o falta de nutrientes.
 - Este sistema es más adecuado para plantas de raíces superficiales o poco profundas. Las plantas de raíces más grandes o que requieren más espacio para sus raíces, como tomates o pepinos
 - Requiere monitoreo constante, ya que el control del pH, los niveles de nutrientes y la oxigenación son cruciales. La falta de atención o un mal manejo de estos parámetros puede afectar la salud del cultivo.

2. Sistema de Inmersión Profunda (DWC, Deep Water Culture)

- **Descripción:** Las plantas se suspenden en una solución nutritiva que cubre sus raíces. Las raíces están completamente sumergidas, mientras que una bomba aireadora mantiene el oxígeno disuelto en el agua.



- **Ventajas:**

- Las plantas crecen de manera rápida y saludable debido a que las raíces tienen acceso directo y constante a agua rica en nutrientes y oxígeno.
- La solución nutritiva es recirculada continuamente, lo que minimiza el desperdicio de agua.
- El sistema no requiere estructuras complicadas y se puede adaptar a diferentes tamaños, desde sistemas pequeños para el hogar hasta sistemas comerciales de gran escala.
- Este sistema es muy adecuado para plantas de rápido crecimiento y de tamaño relativamente pequeño, como lechugas, hierbas, espinacas

- **Desventajas:**

- Necesidad constante de una adecuada oxigenación. Si la bomba de aire falla o si no hay suficiente oxígeno disuelto, las raíces pueden sufrir de falta de oxígeno, lo que puede llevar a la pudrición de las raíces y enfermedades.
- Debido a que las raíces están sumergidas en agua, el riesgo de enfermedades de raíz puede ser mayor si el agua no se mantiene limpia y bien oxigenada.
- Adecuado para plantas con raíces relativamente pequeñas o poco profundas. Para plantas con raíces más grandes o que requieren mucho espacio, como tomates, pepinos o berenjenas.
- Es necesario monitorear constantemente la concentración de nutrientes y el pH de la solución nutritiva para evitar deficiencias o toxicidades que puedan afectar el crecimiento de las plantas. Si no se controla adecuadamente, las plantas pueden experimentar problemas de nutrición.

Sistema final que se va a utilizar

Finalmente, el sistema que se va a utilizar es el sistema nutrient film technique (NTF) debido a un fácil diseño del sistema, si n unos materiales específicos que permiten que



con unos materiales sencillos que podemos encontrar por el taller hacer sin muchas dificultades una buena estructura que permita el fácil crecimiento de las plantas

Materiales

Macronutrientes

1. **Sal de mesa (Cloruro de sodio - NaCl):** Aunque no es ideal como nutriente principal, puede ayudar en pequeñas cantidades y es fácilmente disponible.
2. **Ceniza de madera:** Fuente de potasio. Asegúrate de que la ceniza provenga de madera limpia, sin contaminantes.
3. **Cáscaras de huevo molidas:** Fuente de calcio. Tritura las cáscaras de huevo y agrégalas al agua.
4. **Restos de té o café:** Pueden agregar pequeñas cantidades de nutrientes como nitrógeno y otros minerales. Usa los restos directamente o haz una infusión y úsala en el agua de la hidroponía (asegúrate de no usar en exceso para evitar cambios drásticos en el pH).

Micronutrientes

1. **Hierro (de clavos oxidados):** Coloca clavos de hierro en agua durante unos días y luego usa esa agua en tu sistema hidropónico.



2. **Cobre (de cables de cobre):** Puedes dejar unos trozos de cable de cobre en agua para obtener una solución que contenga cobre.

3. **Restos de vegetales y frutas:** Puedes preparar un compost líquido con restos de vegetales y frutas, que puede proporcionar varios micronutrientes. Dilúyelo bien antes de usarlo en tu sistema hidropónico.

pH ajustador

- **Jugo de limón:** Para bajar el pH de forma natural. Disponible en cualquier supermercado.
- **Cenizas de madera:** Para subir el pH. Asegúrate de usar cenizas limpias y dilúyelas bien antes de agregar al agua.

Agua

- **Agua del grifo:** Si no tienes acceso a agua destilada, puedes usar agua del grifo. Deja que repose durante 24 horas para que el cloro se evapore antes de usarla.

Mezcla simplificada

1. Disuelve una cucharadita de sal de Epsom en un litro de agua.
 2. Añade una pizca de ceniza de madera.
 3. Añade cáscaras de huevo molidas.
 4. Añade restos de té o café diluidos.
 5. Ajusta el pH del agua con unas gotas de jugo de limón (si es necesario).
-
1. **Fertilizante para plantas en general** (como el Miracle-Gro) - 1 cucharada
 2. **Sulfato de Epsom** (sales de Epsom) - 1/2 cucharada
 3. **Agua del grifo** - 1 litro



Instrucciones:

1. Disuelve el fertilizante para plantas y el sulfato de Epsom por separado en una pequeña cantidad de agua antes de mezclarlos todos juntos en el litro de agua del grifo.
2. Asegúrate de mezclar bien para que los nutrientes se disuelvan completamente.

Consejos:

- Ajusta el pH de la solución a un rango entre 5.5 y 6.5 si es posible, ya que es el rango óptimo para la mayoría de las plantas hidropónicas.
- Puedes usar un medidor de pH económico para verificar el nivel de pH de tu solución.
- Utiliza un medidor de TDS (sólidos disueltos totales) si quieres monitorizar la concentración de nutrientes en la solución.
- Cambiar cada 1-2 semanas cambiar fluido

Materiales Necesarios:

- **Botellas de plástico recicladas** o contenedores transparentes
- **Sustrato hidropónico** (por ejemplo, perlita o vermiculita)
- **Bombas de agua** y tuberías
- **Luces LED** para el crecimiento de las plantas
- **Sensores** (pH, temperatura, humedad, nivel de agua)
- **Microcontrolador** (Arduino o similar)
- **Batería** o fuente de alimentación
- **Software de programación** para el microcontrolador
- **Plantas** (por ejemplo, lechuga, espinaca, tomate)

Pasos a Seguir:

1. **Diseño del Sistema:** En un primer paso, el grupo debe diseñar el sistema hidropónico, incluyendo la disposición de las botellas, la ubicación de los sensores y la configuración de las luces LED.



2. **Construcción del Sistema:** Una vez diseñado, el grupo debe construir el sistema utilizando los materiales listados. Esto incluye montar las botellas, instalar las bombas y las tuberías, y colocar las luces LED.

3. **Programación del Microcontrolador:** El grupo debe programar el microcontrolador para monitorear las condiciones del sistema (pH, temperatura, humedad, nivel de agua) y ajustarlas automáticamente. Por ejemplo, el microcontrolador puede encender las bombas cuando el nivel de agua es bajo o ajustar el pH añadiendo ácido o base.

4. **Pruebas y Ajustes:** Una vez construido y programado, el grupo debe realizar pruebas para asegurarse de que el sistema funciona correctamente. Esto incluye verificar que los sensores están funcionando y que el microcontrolador ajusta las condiciones según lo programado.

5. **Cultivo de Plantas:** Finalmente, el grupo puede comenzar a cultivar plantas en el sistema hidropónico. Deben monitorear el crecimiento de las plantas y ajustar el sistema según sea necesario para optimizar el crecimiento.

Resultados Esperados:

- **Desarrollo de Habilidades Técnicas:** Los estudiantes aprenderán sobre hidroponía, programación de microcontroladores y uso de sensores.
- **Conocimiento Práctico:** Los estudiantes obtendrán experiencia práctica en la construcción y mantenimiento de un sistema hidropónico.