

Situación Problema: Sistema de riego

Integrantes:

Francisco Martín Rivera Salgado A01712134

Risako Baba A01757208

José Carlos Aguilar Hernández A01711969

Yael Charles Marin A01711111

Joanna Nicole Uriostegui Magaña A01711853

Juan Manuel Murillo López A01712218

Matias Manuel Pacheco A01711614

Experimentación física y pensamiento estadístico (103), Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey ITESM

Prof. Ing. Christian Mario Escutia Lemus

Campus Querétaro

ETAPA 1

Introducción

Si pudiste comer hoy, eres una persona afortunada. Según datos de la ONU, una de cada tres personas de la población mundial no puede recibir suficientes alimentos debido a los conflictos, el cambio climático y la inseguridad en la producción de alimentos. El mundo se está volviendo cada vez más volátil, por lo que se requiere una acción inmediata para garantizar un suministro suficiente de alimentos. (Sustainable Development Goals, s.f.)

Por eso diseñaremos un sistema de cultivo sostenible que asegure una alimentación equilibrada. A nuestra propuesta se implementarán dos técnicas de riego diferentes: el sistema hidropónico y acuapónico. Nos permiten cultivar hortalizas y peces imitando el ciclo de los ecosistemas, asegurando nutrientes equilibrados para todos sin preocuparnos de factores externos. Nuestros desafíos serán hacer que nuestra propuesta sea lo más factible, accesible y funcional posible implementando principios de física y analizando los datos para tener control sobre los errores.

Características

El sistema de riego por goteo es un método eficiente que proporciona agua directamente a las raíces de las plantas, lo que permite un control preciso del suministro de agua. Utiliza sistemas focalizados para distribuir el agua gota a gota, lo que mejora la eficiencia en comparación con otros métodos de riego. Además, los avances tecnológicos permiten monitorear y controlar el sistema de riego por goteo desde dispositivos móviles, lo que facilita la gestión y optimización del proceso.

Este sistema consta de varias partes, como cabezales, líneas de goteo, filtros, reguladores de presión e inyectores químicos, que contribuyen a una distribución eficiente del agua y los nutrientes. El riego por goteo ofrece numerosos beneficios, como un menor consumo de agua, bajo consumo de energía, reducción de la erosión del suelo, menos crecimiento de malezas y aplicación eficiente de fertilizantes y pesticidas. Además, la automatización del sistema mediante tecnología móvil permite un monitoreo continuo y ajustes precisos para mejorar la salud del cultivo y maximizar su rendimiento.

El sistema de riego por goteo ofrece varios beneficios significativos:



- Menor consumo de agua: Utiliza menos agua en comparación con otros métodos de riego, ya que suministra agua directamente a las raíces de las plantas, evitando pérdidas por evaporación y escorrentía.
- Bajo consumo de energía: Requiere menos energía para el bombeo de agua en comparación con otros sistemas de riego, lo que reduce los costos operativos.

- Reducción de la erosión del suelo: Al dirigir el agua directamente a las raíces de las plantas, se minimiza la erosión del suelo, ayudando a mantener su estructura y fertilidad.
- Control de malezas: Al evitar mojar las hojas de las plantas, el riego por goteo reduce las oportunidades de crecimiento de malezas, lo que facilita el mantenimiento del cultivo.
- Aplicación eficiente de fertilizantes y pesticidas: Permite la aplicación precisa y controlada de nutrientes y productos químicos, lo que reduce el desperdicio y minimiza los impactos ambientales.
- Automatización y monitoreo: La tecnología permite automatizar el sistema de riego y monitorear su funcionamiento desde dispositivos móviles, lo que facilita la gestión y optimización del proceso para mejorar la salud del cultivo y maximizar el rendimiento.

Necesidades

Para implementar eficazmente un sistema de riego por goteo, es esencial tener acceso a una fuente confiable de agua adecuada, como pozos o canales de riego, y un diseño apropiado del sistema que incluya la disposición de las líneas de goteo y la selección de los componentes necesarios. Además, se requiere la infraestructura física adecuada, como tuberías y cabezales de riego, junto con un conocimiento sólido de las condiciones del suelo y los requerimientos de los cultivos. Los recursos financieros suficientes son imprescindibles para cubrir los costos de adquisición, instalación y mantenimiento del sistema, mientras que la capacitación y el conocimiento adecuados son necesarios para operar y mantener el sistema de manera efectiva. Al satisfacer estas necesidades y considerar estos aspectos, se puede implementar un sistema de riego por goteo exitoso que contribuya a una irrigación eficiente y sostenible de los cultivos.

Materiales de sistema de riego por goteo

SECCIÓN	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Fuente de abastecimiento de agua	Agua	El abastecimiento para el equipo puede provenir de algún pozo de agua local en caso de contar con uno o por el contrario se usará el servicio de agua para abastecer el sistema.	
Cabeza principal	Equipo de bombeo	Se usará una bomba pequeña que se suele utilizar en este tipo de sistemas hidropónicos, siendo una bomba de 80 GPH (4 W 300 L/H)	

	Sistema de filtrado	Es una parte clave del sistema y uno de los problemas más graves que suele presentarse en los equipos de riego es la obstrucción del gotero, por lo que se usará un filtro	
	Sifón de campana	Ayuda a drenar el agua una vez que el nivel de esta llega a cierto punto, facilitando el proceso para que se haga de una forma semi-automática.	
Tuberías de conducción principales.	Tuberías	Las tuberías más empleadas son de cloruro de polivinilo (PVC) y de polietileno. El PVC se usará a lo largo del sistema NFT y en general alrededor de todo el sistema de riego para transportar el agua.	
Cuerpo del huerto hidropónico	Tina o pecera de almacenamiento	Nosotros vamos a usar una pecera o contenedor plástico en donde se colocarán los peces.	
	Contenedor de los cultivos	Nosotros vamos a usar una “media beds” que es un contenedor de plástico en donde se plantarán cultivos.	

Costos

Para establecer un sistema de cultivo acuapónico, considerando los materiales y precios requeridos, se necesita la siguiente inversión:

Bomba de Agua: \$200 pesos

- La bomba de agua es esencial para mantener la circulación y oxigenación del agua en el sistema.

Filtro de Agua: \$140 pesos

- El filtro ayudará a mantener el agua limpia y libre de impurezas.

Sifón de Campana: \$130 pesos

- El sifón de campana es parte del sistema de drenaje y reabastecimiento de agua.

Tubo PVC (7 metros): \$196 pesos

- El tubo PVC se utilizará para construir las tuberías y canales del sistema.

Contenedor Plástico para la Pecera: \$1500 pesos

- Este contenedor servirá como la pecera principal donde se cultivarán las tilapias.

Contenedor para las Media Beds: Aproximadamente \$3000 pesos

- Las media beds son las camas de cultivo donde se plantarán las hortalizas (lechuga, espinaca, jitomate y pepino). El costo puede variar según el tamaño y el material del contenedor.

Tilapias y Comida para Tilapias: Aproximadamente \$1000 pesos

- Incluye la inversión en las propias tilapias y la comida que necesitarán para crecer.

Semillas:

- Lechuga: \$50 pesos
- Espinaca: \$40 pesos
- Jitomate: \$50 pesos
- Pepino: \$40 pesos

Fertilizante: Aproximadamente \$200 pesos

- El fertilizante es crucial para nutrir las plantas y promover su crecimiento.

Gastos Extra

Considerando un aumento de \$100-150 pesos en el recibo de agua al mes, debes tenerlo en cuenta en tu presupuesto general. En resumen, el presupuesto total para establecer este sistema de cultivo acuapónico estaría alrededor de \$5326 a \$5476 pesos mexicanos, considerando los gastos adicionales.

Ventajas y desventajas

Primero nos centraremos en las ventajas que pueden tener los sistemas de riego asistido por gravedad:

- **Independencia energética:** Este sistema no depende de fuentes de energía externas, siendo ideal para regiones donde el acceso a la electricidad u otras fuentes de energía es limitado, ya que funciona mediante la acción natural de la gravedad.
- **Versatilidad escalar:** Su aplicación abarca desde pequeñas áreas, como jardines y macetas, hasta extensiones considerables de terreno, facilitando su adaptación a diversas necesidades agrícolas.

- **Sencillez de operación:** La puesta en marcha y la programación de los días de riego son procesos simples, lo que simplifica su utilización y permite una gestión efectiva.
- **Eficiencia en el uso del agua:** Minimiza las pérdidas de agua, destacándose por su eficiencia en comparación con otros sistemas de riego, contribuyendo así a un manejo más responsable de este recurso.
- **Adaptabilidad a entornos diversos:** Tanto en espacios exteriores como interiores, este sistema puede implementarse con éxito, lo que amplía su aplicación en distintos contextos, siempre y cuando sea en pequeña escala.
- **Autonomía operativa:** Correctamente instalado, el sistema puede funcionar sin intervención humana constante, proporcionando una solución autónoma para el riego de cultivos.
- **Ahorro económico a largo plazo:** Con un bajo costo de mantenimiento y el nulo pago de gastos energéticos continuos, este sistema se destaca por su capacidad para generar ahorros financieros significativos a largo plazo.
-

A pesar de estas ventajas, es crucial considerar las desventajas asociadas con el sistema de riego asistido por gravedad:

- **Requisitos topográficos:** La necesidad de terrenos ligeramente nivelados y sin accidentes geográficos puede limitar su aplicabilidad en ciertos entornos.
- **Control constante del nivel de agua:** Debido a la evaporación, es necesario revisar regularmente los niveles de agua para garantizar un riego efectivo.
- **Riesgo de erosión y encharcamientos:** La falta de adaptación a las condiciones del terreno puede resultar en problemas como la erosión del suelo y encharcamientos, subrayando la importancia de una planificación cuidadosa.

Podemos afirmar que el sistema de riego asistido por gravedad ofrece ventajas, pero su eficacia es limitada y está muy vinculada a la naturaleza del terreno. La consideración de sus ventajas y desventajas remarca la importancia de su diseño y una implementación cuidadosos para maximizar su rendimiento y beneficios, especialmente en términos de ahorro de agua y costos a largo plazo.

Hidroponía

La hidroponía, en términos prácticos, se refiere a la agricultura sin suelo, un método para cultivar plantas utilizando disoluciones minerales. Este enfoque se basa en principios científicos y ha ganado popularidad en México como una manera sencilla de obtener alimentos. Dentro de la hidroponía, existen tres principales técnicas:

NFT (Flujo de Película Nutriente):

- Permite cultivar hortalizas en tubos redondos o cuadrados de PVC.

- Se usa agua con nutrientes sin ningún sustrato; las plantas obtienen directamente los minerales necesarios para crecer.

Raíz Flotante:

- Permite cultivar hortalizas en cajones de madera o plástico, sobre una placa de unicel que flota en agua con nutrientes.
- Facilita el manejo y el uso eficiente del espacio disponible.

En Sustrato:

- Es una técnica común para cultivar hortalizas como los jitomates, que no pueden cultivarse fácilmente en las técnicas anteriores debido a su tamaño.
- Permite utilizar sustratos como tezontle, agrolita, peat moss, vermiculita, entre otros.

La hidroponía ofrece la ventaja de adaptarse a cualquier tipo de espacio y condiciones, incluso en forma casera. Esto significa que los cultivos hidropónicos pueden ser implementados en hogares con limitaciones de espacio, proporcionando una solución flexible y accesible para la producción de alimentos.

Acuaponía

La acuaponía es un sistema agrícola innovador que combina la acuicultura (cría de especies acuáticas como peces) con la hidroponía (cultivo de plantas en agua que contiene nutrientes). Esta combinación permite que las plantas y los peces se beneficien mutuamente, ya que las plantas absorben nutrientes y purifican el agua para los peces, mientras que los desechos del pescado proporcionan alimento a las plantas. Aquí hay una explicación más detallada de algunos de los beneficios de la acuaponía:

- **Uso reducido de fertilizantes y pesticidas:** con un sistema acuapónico, no hay necesidad de fertilizantes ni pesticidas porque los nutrientes provienen de los desechos de los peces y se reciclan en el sistema. Esto reduce los costos de producción y la contaminación ambiental.
- **Autosuficiencia alimentaria:** la acuaponía permite la producción sostenible de alimentos, lo que es particularmente beneficioso en áreas urbanas o áreas con acceso limitado a alimentos frescos. Las personas pueden cultivar sus propias frutas, verduras y pescado, asegurando un suministro constante de alimentos frescos y saludables.
- **Eficiencia hídrica:** La acuaponía utiliza mucha menos agua que los métodos de cultivo tradicionales porque el agua recircula constantemente a través del sistema. Esto es importante en zonas donde el agua es escasa o cara.

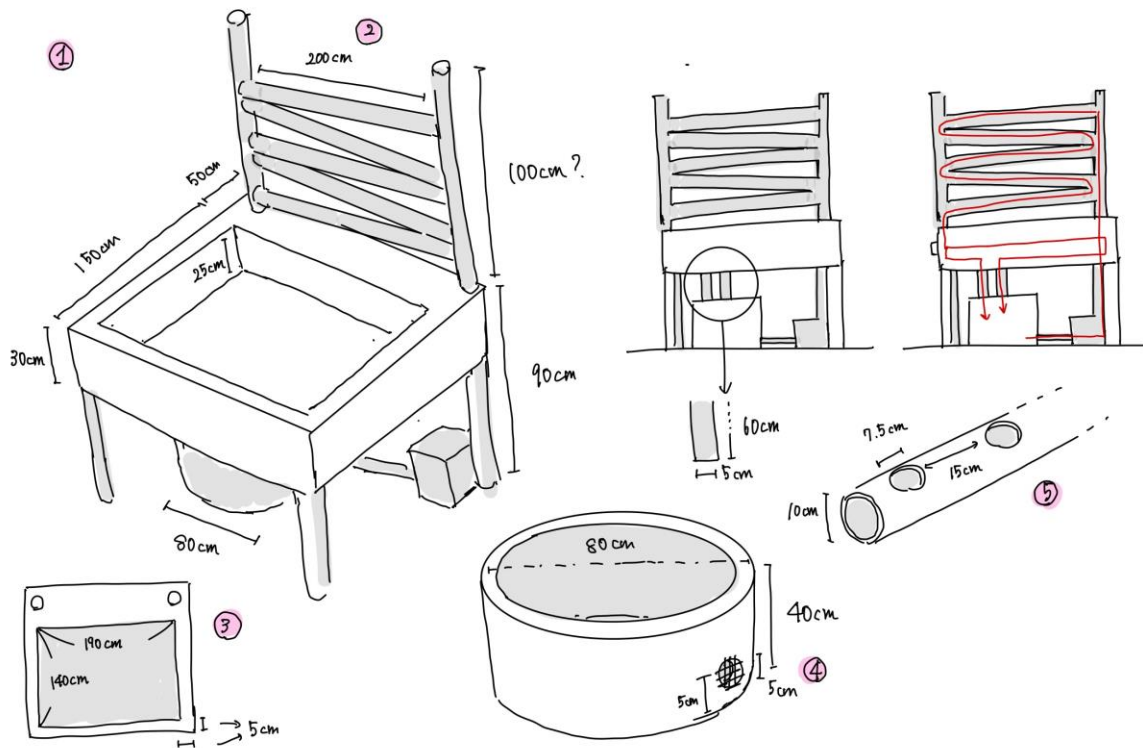
- Calidad de los alimentos mejorada: los cultivos cultivados en acuaponía suelen ser de mayor calidad porque las plantas reciben diferentes nutrientes del agua de acuicultura. Esto da como resultado un producto más sabroso y nutritivo.
- Alternativas para combatir la inseguridad alimentaria: la acuaponía puede ayudar a aliviar la inseguridad alimentaria en comunidades vulnerables al proporcionar una fuente constante de alimentos frescos y nutritivos. Además, como es un sistema implementado a pequeña escala, las comunidades locales pueden utilizar y promover la autosuficiencia alimentaria.

Podemos concluir que ante la creciente problemática global que afecta la seguridad alimentaria el diseño de un posible sistema de riego y cultivo sostenible puede servir como una muy buena respuesta. Así mismo, la combinación del goteo, hidroponía y acuaponía ofrecen soluciones innovadoras y prometedoras para enfrentar dichos desafíos. La eficiencia nos destaca el potencial para proporcionar nutrientes balanceados eliminando la dependencia a factores externos promocionando la autosuficiencia. Y también, recalcar la importancia de las necesidades de cada recurso, su infraestructura y el conocimiento requerido para la implementación de los sistemas.

Finalmente, la combinación de todos estos elementos ofrece un posible camino para garantizar un suministro adecuado de alimentos ante los desafíos del mundo actual. Es crucial enfocarnos en maximizar el impacto positivo de las tecnologías creando comunidades más resilientes y prósperas.

ETAPA 2

EL plano



Las medidas

	Mediciones	Instrumentos de medición	Errores esperados
Medidas del recipiente de almacenamiento de agua	Plano 4 Radio de base* = 0.4m Altura de base* = 0.4m *Procedimiento indicado abajo	Cinta Métrica	+/- 0.001 mm
Medidas de la base donde se plantarán los cultivos	Plano 1 y 3 $4m^2 = 43ft^2$ Media beds: 1.5mx2m NFT: 0.5mx2m	Cinta Métrica	+/- 0.001 mm
Medidas de las mangueras de riego para cada cultivo	Plano 2 Largo de 2m En total 2m x 5 = 10m	Cinta Métrica Calibrador Digital Medidor de Flujo	+/- 0.001 mm +/-0.02mm

A) El caudal teórico para cada salida de riego de cada cultivo	NFT: Entre 1 y 2 litros por minuto por cada tubo de cultivo (Hydroponic N.F.T. Systems, n.d.) Media beds: un caudal de agua entrante de 200 a 500 litros/h que es igual a 3.33 a 8.33 litros/min (Taslimi, 2022)	Medidor de Flujo tipo Turbina	
B) Dimensión de las mangueras de riego a los cultivos	Plano 5 El tamaño de tubo recomendado para la planta grande es: - 11cm de diámetro de tubería - Agujero perforado de 7-9 cm de diámetro (GoGreenAquaponics, 2023)	Cinta Métrica Calibrador Digital Medidor de Flujo	
C) Dimensión de la manguera de salida del recipiente de almacenamiento de agua.	Plano 4 Diámetro de 5 cm y 5cm arriba del suelo. (Brooke, n.d.)	Cinta Métrica	+/- 0.001 mm

Procedimiento:

Los procedimientos realizados para obtener el tamaño adecuado del tanque:

1. 1 libra de pescado por cada 5 pies cuadrados de
2. área de cultivo. (Aquaponics, n.d.) $43ft^2$ de area,
 $43 \times \frac{1}{5} = 8.6$ libras de pescado
3. 3 galones de agua por cada 1 libra de tilapia (McCandless, 2024). $3 \times 8 = 24$ galones (= 90.8499L) de agua se necesita por lo menos
4. $(0.4)^2 \times \pi \times 0.4 = 0.201m^3$
5. $0.201m^3 = 200 L > 90.8499L$

Cultivos

	Características y requerimientos
Tilapia	Es comestible y crece muy rápido. A demás, es recomendable para la acuaponía a pequeña escala porque normalmente no supera las 12 pulgadas. (GoGreenAquaponics, 2023)

Lechuga	Esta planta crecerá mejor con NFT. El pH ideal del agua es de 5,8 a 6,2 y la temperatura de 59 a 72 F (15 a 22 C). (McCandless, 2024)
Espinaca	Esta planta crecerá mejor con NFT. El pH ideal del agua es de 5,8 a 6,2 y la temperatura de 70-74°F (21-23°C). (McCandless, 2024)
Jitomate	Esta planta crecerá mejor con Media beds. El pH ideal del agua es 5,5 y 6,5, y la temperatura 65°F y 85°F. (Aquaadmin & Aquaadmin, 2022)
Pepino	Esta planta crecerá mejor con Media beds. El pH ideal del agua es 5,5 y 6,5 y la temperatura es de 68 a 86 grados. (Brooke & Brooke, 2023)

Posibles errores

Los errores inherentes a los instrumentos de medición, como los mencionados para la cinta métrica, el calibrador digital, y el medidor de flujo, pueden tener un impacto significativo en la precisión de los planos y, por ende, en la construcción y funcionamiento del sistema de riego propuesto. Por ejemplo, un error de ± 1 mm en la utilización de la cinta métrica puede parecer menor, pero en la escala de un proyecto completo, especialmente en la disposición y alineación de tuberías o en la colocación de los emisores de riego, estos pequeños desvíos pueden sumarse, llevando a ineficiencias en el riego, como distribución desigual del agua o bloqueos en el sistema. Además, el error de ± 0.02 mm del calibrador digital, aunque es relativamente bajo, es crucial en el diseño preciso de componentes que requieren ajustes exactos, como los sistemas de filtro o los conectores entre diferentes secciones del sistema de riego.

La desviación y el error estándar ofrecen una medida de cuánto se espera que varíen los resultados de las mediciones respecto al valor medio, proporcionando así una indicación de la confiabilidad y precisión de estas mediciones en el contexto del proyecto. Una alta desviación estándar en las mediciones de longitud de las tuberías, por ejemplo, indica una gran variabilidad que podría traducirse en una distribución inconsistente del agua a través del sistema de riego. Esto no solo afecta la eficiencia del riego sino también puede tener implicaciones en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, lo que a su vez impacta en la sostenibilidad y productividad del sistema. En consecuencia, es fundamental considerar estos errores y variabilidades durante la fase de diseño, planificación e implementación del proyecto, asegurando que se tomen medidas correctivas o se apliquen márgenes de tolerancia adecuados para minimizar su impacto y garantizar el éxito del sistema de riego.

En este caso, nos centramos en tres errores diferentes que pueden tener especial impacto en la estructura del riego.

En primero lugar, la cantidad de agua que puede contener el tanque. El análisis de un error en el volumen mostró que con mediciones de radio y altura (40 cm con un error de ± 0.1 cm), se calculó un volumen de 201061.93 cm^3 (0.201062 m^3) (Tabla 1).

En segundo lugar, el caudal de agua a la salida del tanque. Según el tamaño del tanque y el agua que puede contener, el fluido es de aproximadamente $0.004 \text{ m}^3/\text{s}$ con el posible error de $0.0004 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tabla 2). Aunque el error fue un número muy pequeño y cercano al valor de 0, es importante tener en cuenta para configurar la bomba la velocidad adecuada del flujo de agua. Esto puede ayudarnos a reconocer la existencia de errores y evitar cualquier problema que pueda surgir a causa de ellos, como fugas de agua y daños en las tuberías.

Finalmente, el volumen de la base de riego. Con mediciones para las dimensiones a, b, c, y d (140 cm, 190 cm, 25 cm, y 200 cm respectivamente, cada una con un error de ± 0.1 cm), resultó en un volumen ajustado de 535000 cm^3 (0.535 m^3) después de considerar los volúmenes iniciales y finales implicados (Tabla 3). Si el volumen de concreto preparado para una base es menor que el calculado debido a una medición imprecisa, esto podría resultar en una estructura físicamente más débil de lo planeado, comprometiendo la estabilidad del sistema de riego o de los tanques de acuaponía.

De manera similar, una sobreestimación del volumen de los materiales puede llevar a un exceso de gastos y a ineficiencias en la utilización de recursos. Estas variaciones en el volumen afectan directamente la precisión del diseño, la funcionalidad y la eficiencia del sistema, subrayando la importancia de aplicar un manejo cuidadoso de los materiales y una verificación detallada de las cantidades y medidas durante todo el proceso de implementación del proyecto.

Tabla 1

ERROR EN EL VOLUMEN DEL AGUA QUE PUEDE CONTENER EL TANQUE						
Variables	Medición	Error		V (cm ³)	m ³	
r (cm)	40	0.1		201061.93	0.2011	
h (cm)	40	0.1				
$\partial V / \partial r$	$\partial V / \partial h$	Error en V (cm ³)		m ³		
1005.30965	502.654825	1507.964474	0.0015			

Tabla 2

Flujo volumétrico (Caudal)

$$A = \pi r^2$$

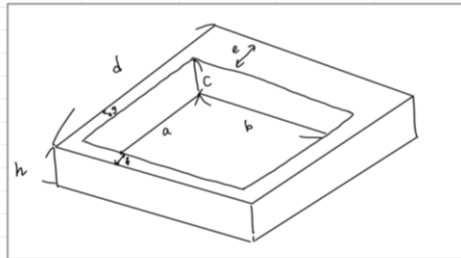
$$Q = AV \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad (m/s)	Error velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Error en caudal (m ³ /s)	Caudal (L/s)	Error caudal (L/s)
2.21	0.05	0.00	0.00	4.35	0.44
1.98	0.05	0.00	0.00	3.89	0.41
1.72	0.06	0.00	0.00	3.37	0.38

Tabla 3

ERROR EN EL VOLUMEN DEL BASE DEL RIEGO

Variables	Medición (cm)	Error	V1	V2	Total(cm ³)	Total (m ³)
a	140	0.1	665000	1200000	535000	0.5350
b	190	0.1				
c	25	0.1				
d	200	0.1				
e	55	0.1				
f	10	0.1				
g	10	0.1				
h	30	0.1				
$\partial V1/\partial a$	$\partial V1/\partial b$	$\partial V1/\partial c$	Error de V1 cm ³ m ³			
475	350	2660	3485	0.0035		
$\partial V2/\partial d$	$\partial V2/\partial h$	Error de V2 m ³				
1200	4000	5200	0.0052			



ETAPA 3

La acuaponía es un sistema cerrado con dos técnicas, la acuicultura y la hidroponía, resumiéndose en un proceso de producción de peces y que se producen hortalizas sin un medio terrestre y usando el agua como este medio. Esto es posible por la amplia relación entre las plantas y los peces, ya que los desechos de estos últimos los aprovecha el sistema como nutrientes para los cultivos y que favorezcan su crecimiento, mientras que los cultivos eliminan compuestos tóxicos en el agua y reducen significativamente el número de veces que se debe limpiar el agua.

Para que este sistema prospere se requiere que ciertos parámetros sean controlados y que las condiciones sean las ideales, por ejemplo:

Calidad del agua:

- Oxígeno: si hubiera falta de oxígeno, esto sería letal para los peces y raíces y disminuiría la rapidez con la que se propagan los nutrientes, lo deseable es tener entre 3-5 mg/L.
- Ph: Es crucial para la asimilación de nutrientes de los cultivos y mantiene saludables a los peces, el nivel indicado dependerá de la especie de plantas o peces empleadas.
- Tanque de acuicultura: es necesario que sea un espacio amplio para desarrollar peces, para no se recomienda usar estanques subterráneos y el plástico es un buen material para hacer este tanque, pues es durable, aunque usar color blanco favorecería el crecimiento de algas y el negro que subiera la temperatura.
- Circulación del agua: El movimiento del agua es fundamental para conservar ambos sistemas en funcionamiento, este es realizado por una bomba de agua que normalmente es sumergible. Se programa por medio de un temporizador y se recomienda que el agua circule al menos dos veces por hora, por ejemplo: si en total se tienen 1000 litros en el sistema acuapónico, esta debe dar dos vueltas a todo el sistema en una hora.

Peces:

Son la parte principal del sistema ya que son estos los que se encargan de nutrir el sistema de cultivos, para elegir la especie adecuada depende del propósito que se le quiera dar (ornamental o comestible). Los más comunes son la tilapia y trucha por la temperatura del agua que soportan.

Se pueden usar estas especies: carpa común, tilapia del Nilo, pez gato, trucha arcoíris, etc.

Plantas:

Esta parte del sistema es la más beneficiosa monetariamente hablando debido al corto periodo de producción de las plantas. Las más recomendadas son las hortalizas de hoja, donde se incluyen plantas como la lechuga o la espinaca, plantas aromáticas como la albahaca, menta u orégano, aunque las verduras también se recomiendan ampliamente, pudiéndose emplear pepino, pimiento, morrón, tomate o brócoli.

Propuesta de Implementación

Propuesta de Mejora: Sistema de Riego

Componentes del sistema:

1. Tanques de acuicultura para tilapia:

Dimensiones: 120 cm de largo x 60 cm de ancho x 40 cm de profundidad.

Volumen ajustado: 0.288m^3 .

Considerar un margen de seguridad en la capacidad de carga.

2. Sistema de filtración y recirculación de agua:

Incluir filtros biológicos y mecánicos para mantener la calidad del agua.

Bomba de agua con capacidad ajustable para mantener un flujo constante.

3. Lechos de Cultivo para Plantas:

Utilizar sistemas NFT para lechuga y espinaca.

Dimensiones: Personalizadas según el espacio disponible, manteniendo una profundidad mínima de 10 cm.

4. Camas de Cultivo para Jitomate y Pepino:

Utilizar medios de cultivo apropiados para mejorar el drenaje y la oxigenación.

Dimensiones: Ajustadas según las necesidades de las plantas, considerando un espacio de al menos 60 cm entre plantas.

Consideraciones de Diseño y Precisión:

1. Medición y Control de Parámetros Ambientales:

Implementar sensores de pH y temperatura en el agua para garantizar condiciones óptimas para el crecimiento de los cultivos.

Utilizar dispositivos de medición calibrados regularmente para garantizar la precisión de los parámetros del agua.

2. Reducción de Errores en la Construcción:

Realizar mediciones precisas utilizando herramientas calibradas y verificadas.

Emplear un margen de tolerancia adecuado al calcular volúmenes de materiales como concreto y plástico para evitar excesos o déficits en la construcción de los componentes del sistema.

3. Monitoreo Continuo y Mantenimiento:

Establecer un programa de mantenimiento regular para verificar la integridad estructural y el funcionamiento adecuado de todos los componentes del sistema.

Realizar ajustes y correcciones según sea necesario para mantener la eficiencia y la productividad del sistema.

Beneficios esperados:

- Producción de alimentos frescos en casa, reduciendo la dependencia de la compra de alimentos.
- Uso eficiente de recursos como agua y espacio.
- Contribución a la sostenibilidad ambiental al reducir la huella de carbono asociada al transporte de alimentos.
- Oportunidad de educación sobre prácticas agrícolas sostenibles y cuidado del medio ambiente para las familias.

Costos Teóricos:

Tanques de Acuicultura para Tilapia:

- Costo por unidad: \$200 USD (aproximado).

Total: \$200 USD.

Sistema de Filtración y Recirculación de Agua:

- Bomba de agua: \$50 USD.
- Filtros biológicos y mecánicos: \$100 USD.
- Tubos y accesorios: \$50 USD.

Total: \$200 USD.

Lechos de Cultivo para Plantas (NFT):

- Sistemas NFT: \$150 USD por unidad (aproximado).

Total: \$150 USD.

Camas de Cultivo para Jitomate y Pepino:

- Medios de cultivo y contenedores: \$100 USD.

Total: \$100 USD.

Sensores y Equipos de Medición:

- Sensores de pH y temperatura: \$50 USD.
- Equipos de medición calibrados: \$50 USD.

Total: \$100 USD.

Materiales de Construcción y Herramientas:

- Concreto y materiales de construcción: \$100 USD.
- Herramientas y accesorios: \$50 USD.

Total: \$150 USD.

Gastos Operativos y Mantenimiento (primer año):

- Alimento para tilapia y nutrientes para plantas: \$200 USD.
- Costos de energía eléctrica: \$100 USD.
- Mantenimiento y repuestos: \$100 USD.

Total: \$400 USD.

Costo Total Estimado para la Propuesta de Sistema de Acuaponía Doméstico:

Suma de los costos anteriores: \$1,300 USD.

Estos costos son aproximados y pueden variar según factores como la ubicación geográfica, la calidad de los materiales y los precios del mercado al comprarla. Además, este cálculo no incluye el costo de la mano de obra para la instalación del sistema, que podría variar según las habilidades y recursos disponibles del usuario.

Referencias

- Aquaadmin, & Aquaadmin. (2022, February 22). The top 5 plants to grow with aquaponics - The Aquaponics Guide. The Aquaponics Guide - The Ultimate Guide to Aquaponics. <https://theaquaponicsguide.com/the-top-5-plants-to-grow-with-aquaponics/>
- Acuaponia: Producción de Plantas y Peces | Intagri S.C. (n.d.). <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>
- Aquaponics, G. G. (n.d.). Guide to Nutrient Film Technique Aquaponics system. Go Green Aquaponics. <https://gogreenaquaponics.com/blogs/news/nutrient-film-technique-in-aquaponics>
- Aquaponics, G. G. (n.d.). The best fish for aquaponics. Go Green Aquaponics. <https://gogreenaquaponics.com/blogs/news/what-are-the-best-fish-for-aquaponics>
- Aquaponics, G. G. (n.d.). The fish to plant ratio in aquaponics. Go Green Aquaponics. <https://gogreenaquaponics.com/blogs/news/the-fish-to-plant-ratio-in-aquaponics>
- Bellido, A. (2023, 18 agosto). Riego de goteo por gravedad: [Concepto, ventajas y requerimientos]. Sembrar100. <https://www.sembrar100.com/riego-goteo-por-gravedad/>
- Brooke, N. (n.d.). Aquaponics Supplies And Materials. How to aquaponic. <https://www.howtoaquaponic.com/diy/aquaponics-supplies/>
- Brooke, N., & Brooke, N. (2023, March 14). Best Plants for Aquaponics - The good, the Bad, and the Ugly - HowtoAquaponic. How to Aquaponic. <https://www.howtoaquaponic.com/plants/best-plants-for-aquaponics/>
- De Información Agroalimentaria y Pesquera, S. (s. f.). En la agricultura, los sistemas de riego son utilizados para un ap. . . gob.mx. <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-la-agricultura-los-sistemas-de-riego-son-utilizados-para-un-aprovechamiento-optimo-del-agua?idiom=es#:~:text=Actualmente%20existen%20diferentes%20sistemas%20de,y%20por%20gravedad%2C%20entre%20otros.>
- Hydroponic N.F.T. systems. (n.d.). http://www.homehydrosystems.com/hydroponic-systems/nft_systems.html

McCandless, J. G. (2024, January 2). How to grow lettuce in aquaponics. Ponics Life.
<https://ponicslife.com/how-to-grow-lettuce-in-aquaponics/>

Medidores de Flujo. (n.d.). <https://mx.omega.com/prodinfo/medidores-de-flujo.html>

Micrómetros, Medidores de Espesor en Existencia - ULINE. (n.d.).
https://es.uline.mx/BL_3314/Measuring-Tools?pricode=WV989&AdKeyword=calibrador%20digital&AdMatchtype=e&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA0bWvBhBjEiwAtEsoWw16_YFh2pcuK0m874iYLN3C6FkZ82jLguApVhfJBTGYY39AHtIQRoCeoYQAvD_BwE

Pesquera, S. de I. A. y. (n.d.). Hidroponía ¿Sabes qué es y cómo funciona? Gob.mx.
<https://www.gob.mx/siap/articulos/hidroponia-sabes-que-es-y-como-funciona#:~:text=Para%20t>

Riego (2022) ¿Qué es un sistema de goteo y sus beneficios? Riego.
<https://riego.com/blog/que-es-un-sistema-de-riego-por-goteo-y-sus-beneficios/>

Rural, S. de A. y D. (n.d.). Acuaponía: alimentos sostenibles en formas alternativas. Gob.mx.
<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/acuaponia-alimentos-sostenibles-en-formas-alternativas?idiom=es>

Souther Nevada Water Authority (N.D.) Consejos de riego por goteo. Souther Nevada Water Authority.
<https://www.snwa.com/espanol/jardines/consejos-de-riego-por-goteo.html#:~:text=El%20riego%20por%20goteo%20usualmente,o%20menos%20durante%20el%20invierno>

Sustainable Development Goals. (s.f.). Goal2: Zero hunger.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/>

Taslimi, S. (2022, November 7). Aquaponics Media Bed. Cavendish International.
<https://www.cavendish.ac/media-bed/>

Torices, A. (2023, October 10). ¿Qué es la cinta métrica y para qué sirve? Aceros Torices.
<https://acerostorices.com/blog/que-es-la-cinta-metrica-y-para-que-sirve/>