

Proyecto

23CTP1_2

Demostración de la técnica de Acuaponía (producción de peces y vegetales), con plantas en hidroponía y evaluación del consumo energético.

- Área:** AGRICULTURA
- Ubicación:** CIFEA de Torre Pacheco
- Coordinación:** Plácido Varó
- Técnicos:** Fulgencio Sánchez, José Méndez, Joaquín Navarro y Ricardo Gálvez del CIFEA T-Pacheco.
- Duración:** Enero-Diciembre 2023
- Financiación:** Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020.



“Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales”

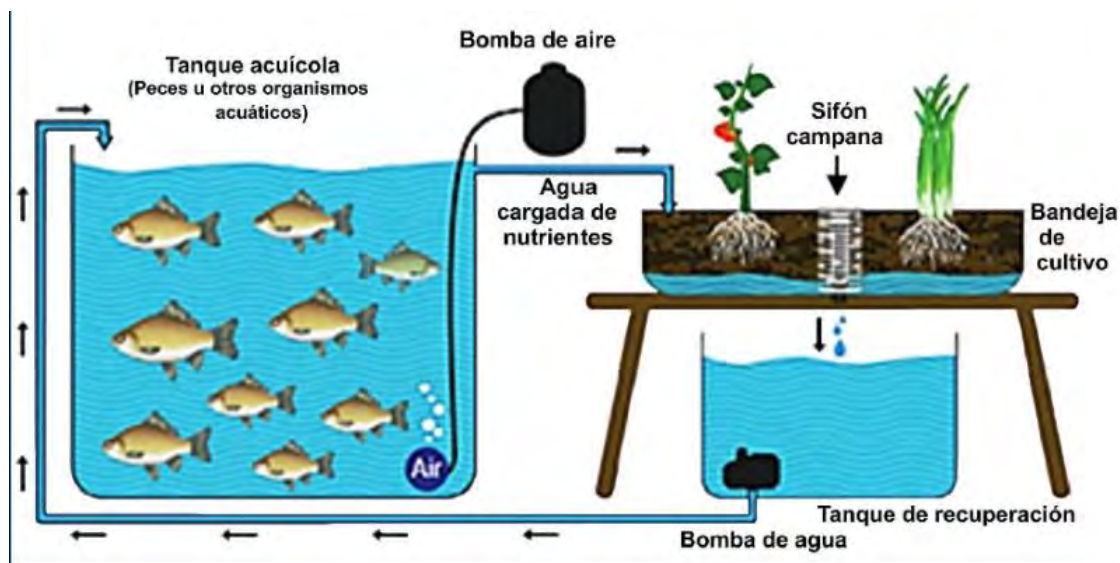
Contenido

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	3
2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
3. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.....	6
4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.....	6
5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.....	7
5.1 Especies vegetales y piscícolas.....	7
5.2 Ubicación del proyecto y superficie.....	7
5.3. Diseño estadístico y características de las parcelas de demostración.....	9
5.4. Medios necesarios.....	9
5.5. Consideraciones a tener en cuenta en la cría de la tilapia.....	13
5.6. Características del agua, suelo y clima.....	14
5.7. Fases de la actividad de demostración.....	15
5.8. Controles a realizar.....	17
6. CALENDARIO.....	18



1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La Acuaponía consiste en combinar el cultivo de peces con el cultivo de plantas en hidropónico aprovechando las sinergias de ambos sistemas para lograr una optimización de los recursos de ambas producciones, limitando los desechos.



Las limitaciones en el uso de fertilizantes minerales y orgánicos en la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor, así como las establecidas en el programa de actuación en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario, exigen de una correcta gestión de la fertilización y las deyecciones ganaderas, para reducir la contaminación por nutrientes de origen agrario. En la llamada Zona 1 sólo se permite la agricultura sostenible y de precisión, empleando el mínimo de nutrientes para reducir los riesgos de lixiviación.

En esta definición de agricultura sostenible entraría la Acuaponía, en la que el agua residual de la acuicultura sufre transformaciones microbianas para ser utilizada como fuente de nutrientes para el crecimiento de las plantas, mientras que la absorción de nutrientes de las plantas mejora los parámetros de calidad del agua para los peces. La técnica permite criar peces y plantas a alta densidad al mismo tiempo, haciendo más eficiente el uso de agua a través de parámetros adecuados dentro del sistema y se produciendo vegetales de manera orgánica y rentable.

El interés público en los sistemas acuapónicos ha aumentado significativamente en los últimos años, en línea con la tendencia hacia cadenas de valor más integradas, una economía circular, una mayor productividad y un menor impacto ambiental en comparación con otros sistemas de producción. Sin

embargo, como ocurre con cualquier nuevo sistema de producción en sus primeras etapas, la acuaponía enfrenta muchos obstáculos en su desarrollo sostenible incluyendo aspectos técnicos y socioeconómicos.

Con este proyecto se pretende seguir desarrollando este sistema dentro del concepto de economía circular y seguir dándolo a conocer para su implantación en explotaciones agrícolas de la zona, ya que se puede conseguir un mejor aprovechamiento del agua y fertilizantes, reduciendo el consumo de nitratos y conseguir obtener dos productos disponibles para su comercialización: peces y plantas.

En esta anualidad 2023 se pretende continuar con la instalación probando nuevos cultivos como la variedad de col china pak choi, y realizar nuevas instalaciones de gradas verticales para cultivo hidropónico, que se han visto más efectivas, con un nuevo diseño, tanto por el espacio más limitado que ocupan como por facilitar el desarrollo de las plantas.

Dado los elevados costes energéticos de la instalación con los precios actuales, ya que requieren de calentamiento del agua de los peces y flujo continuo de la misma hacia las plantas, se pretende hacer una evaluación de los costes de funcionamiento de la planta principal de Acuaponía actual, tanto de la producción de tilapias como de la producción de plantas, para intentar optimizar el consumo de energía e ir a una economía circular y una planta autosuficiente.

Dado que se han producido incidentes como cortes eléctricos, pérdidas de agua fortuitas, rotura de calentadores o de bombas, etc, que han llegado a provocar muerte de los peces. Se hace necesario instalar un sistema de cámaras de videovigilancia, que puedan ser vistas por alguno de los funcionarios del centro, para observar si hay algún problema general.

Se plantea también en esta anualidad recubrir el espacio que ocupa la segunda planta de acuaponía con policarbonato, ya que cuando llueve cae el agua a los peces y bancadas de cultivo, al estar bajo un umbráculo con malla permeable.

2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Disponemos de dos instalaciones de acuaponía, la planta 1 de menor tamaño, donde se ha desarrollado el cultivo de peces y con los sistemas NFT, agua profunda, sustrato y tierra en cascada y que cuenta además con una incubadora para la cría de alevines, con el objeto de cerrar el ciclo y no tener que comprar los peces.

En la planta 2, la de mayor tamaño, se dispone también del sistema NFT (Nutrient Film Technique), sustrato (Drip system) y agua profunda y además se ha instalado un semillero, al objeto de cerrar el ciclo de producción de planta.

El proyecto durante 2023 consistirá en probar cultivos de distintas especies en ambas plantas, introduciendo un nuevo cultivo como la variedad de col china pak choi, comprobar la bondad de los tres sistemas de producción en lo que se refiere al menor consumo de fertilizantes y la menor contaminación y evaluar su viabilidad, incluyendo el coste energético y consumos de agua y pienso, para ver si el sistema es factible de implantar por los agricultores de hidroponía.

Uno de los principales objetivos en el Centro es disminuir los residuos, el consumo de materias primas y mantener un uso eficiente de los recursos como el agua. El sistema es de Acuaponia es de los sistemas de producción más sostenibles medioambientalmente, al reducir el consumo de agua utilizada en producir peces y plantas al ser un circuito cerrado, sin drenaje y utilizar los residuos de las peces para la alimentación de las plantas y estas absorber el amonio transformado en nitratos por bacterias naturales, lo que permite que la concentración del agua en el circuito sea apta para el desarrollo de la tilapia.

El segundo objetivo del proyecto en esta anualidad es optimizar el consumo de energía, colocando placas solares para el calentamiento del agua y bombeo a través del sistema.

El proyecto trata de dar cumplimiento a las exigencias de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor, que impone a los agricultores de la Comarca la obligación de emplear métodos de recirculación en cultivos hidropónicos de invernadero, con el objetivo de reducir la contaminación agraria difusa.

El proyecto se enmarca dentro de los siguientes objetivos prioritarios del Plan Anual de Transferencia Tecnológica del sector agroalimentario y forestal de la Región Murcia 2023, del Programa de Desarrollo Rural de la Región de Murcia 2014-2020:

1. *Clima, energía asequible y no contaminante.* Adaptación al cambio climático, reducción de la huella de carbono, neutralidad climática, descarbonizar los sistemas de producción, disminuir el consumo de energía, mejora de la eficiencia energética, empleo de tecnologías energéticas limpias, reducción de residuos-emisiones.

2. *Producción sostenible.* Sistemas de producción sostenible, empleo eficiente de los recursos naturales, reducir el uso de agroquímicos y materias primas de síntesis, disminuir el consumo de materias primas y la emisión de residuos y de contaminantes. Actuaciones dentro de la agricultura y

ganadería ecológica y favorecer la aplicación del código de buenas prácticas agrarias. Mejora en el reciclaje y reutilización. Desarrollo de una producción animal sostenible y bienestar animal.

3. Agua y vida acuática. Disminuir la contaminación de aguas, favorecer la reutilización, y depuración, disminuir el consumo de agua, la contaminación marina y aporte de nutrientes, mejora y restauración de los ecosistemas. Actuaciones enmarcadas dentro de la Ley 3/2020, de 27 de julio, de recuperación y protección del Mar Menor y la directiva 91/676 relativa a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

3. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.

Este proyecto va dirigido a:

- Participantes que deben desarrollar o está en disposición de iniciar su actividad en el sector agrario, alimentario y forestal, así como en la gestión de tierras y otros agentes económicos que constituyan una PYME cuyo ámbito de actuación se el medio rural.
- Aquellas personas que están en disposición de iniciar su actividad deberán acreditar su compromiso a trabajar en los sectores indicados en el párrafo anterior
- Al tipo de participante establecido en el artículo 14.2 del Reglamento 1305/2013.

4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.

Actuaciones	Mes previsto	Observaciones
1. Informe anual de resultados	Octubre 2023	
2. Visitas a parcela	Enero a diciembre 2023	
3. Publicación Consejería	Noviembre 2023	
4. Otras publicaciones	Seminario de técnicos y especialistas en horticultura	
5. Página web	Memoria de resultados en octubre de 2023	
6. Jornada técnica	No	
7. Acción formativa	Curso para especialistas	



8. Otras Demostraciones de funcionamiento a visitas y colaboración con entidades de formación.

5. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.

5.1 Especies vegetales y piscícolas

En la planta nº 1, se trasplantarán lechugas de diferentes tipos: Romana, cogollos, Little roja y verde en la cama de agua y NFT. En los contenedores con perlita, se van a ir sembrando aromáticas, lechugas de diferentes tipos y brassicas y alguna planta de melón. Esta planta dispone también de una incubadora para alevines, para intentar ser autosuficientes y evitar la compra de los mismos.

En la planta nº 2, se realizará semillero que produzca las plantas hortícolas de ambas plantas de Acuaponía en el sistema NFT, para cerrar el ciclo de producción de planta y se pretende ensayar con diferentes tipos de lechugas y, brócoli y coles fundamentalmente, introduciendo el pak choi. También se pondrán pimientos bajo el sistema de sustrato, agua profunda y en tierra de la cascada y tomates en tierra de la cascada.

La especie piscícola seguirá siendo la tilapia (*Oreochromis spp*).

El pez tilapia es la elección más recomendable por sus pocos requisitos de manutención (son vegetarianos), su facilidad de cría y la rapidez de crecimiento en altas densidades.

5.2 Ubicación del proyecto y superficie.

La referencia del SIGPAC del CIFEA, es Polígono 19 parcela 9000.

La superficie del ensayo 1 es de 40 m², y la del ensayo 2 de 360 m², con la ampliación del semillero para ambas plantas y del sistema de cascada en tierra. La superficie total en proyección horizontal de ambas plantas será en 2023 de unos 400 m²



En una superficie en planta ocupada por la planta 2 de Acuaponía. En una superficie de 80 m² se disponen gradas inclinadas y otras totalmente verticales, cuya superficie real cultivada es unas 3 veces mayor, pudiéndose estimar en 240 m², lo que unido al cultivo en bancada y cascadas hace un total de 360 m² para esta planta.





Por lo tanto la superficie total sobre la que se realizarán cultivos, considerando la parte de semillero, bancadas, gradas, cascada, etc. Sería de unos 40 m² para la planta 1 y 360 m² para la planta 2, en total **400 m² de cultivos hidropónicos** bajo los 4 sistemas ensayados.

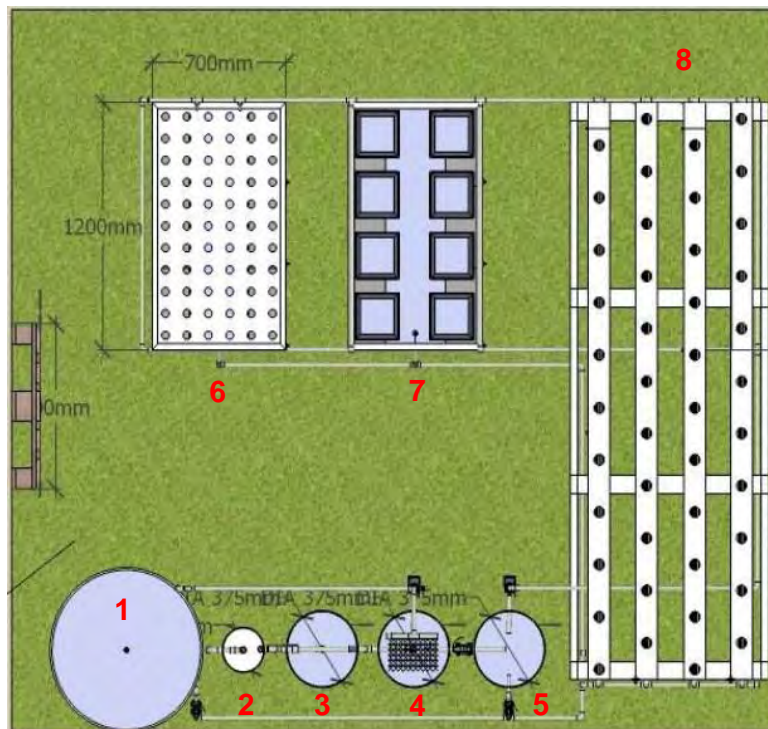
5.3. Diseño estadístico y características de las parcelas de demostración.

Dado lo pequeño de las “parcelas” de cultivo y sobre todo su gran variabilidad y de los tanques de peces, puesto que se trata de una parcela experimental, no hay posibilidad de repeticiones para un ensayo con datos estadísticos. No obstante, se realizarán unos seis cultivos de hortalizas y varios sacrificios de peces que permitirán obtener resultados comparables.

5.4. Medios necesarios.

5.4.1 Infraestructura.

- La instalación de Acuaponía objeto de este proyecto tiene una superficie total en planta de 40 m² para el ensayo 1 y 360 m² para el ensayo 2 y consta, en general, de cada uno de los elementos que aparecen enumerados el siguiente esquema :



Componentes de la instalación de Acuaponía

Número	Nombre del elemento
1	Tanque de peces
2	Depósito de sedimentación
3	Filtro biológico
4	Depósito con torre de percolación
5	Depósito de retención o regulación
6	Sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture)
7	Sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system)
8	Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique)

PLANTA Nº 1

Cada tanque de peces tiene una capacidad de 500 litros de agua y sus paredes están fabricadas con metacrilato para proporcionar una mejor visualización de su contenido.



PLANTA Nº 2

Los tanques de peces en la planta 2 tienen una capacidad de 2.500 litros de agua y los de la planta 1 de 200 litros.

La instalación de Acuaponía está constituida por tres módulos con diferentes sistemas de cultivo hidropónico. La variedad de sistemas de cultivo hidropónicos de los que consta la instalación nos permitirán averiguar el sistema que mejor se adapta a cada tipo de cultivo, pudiendo determinar sus ventajas e inconvenientes.

El sistema Nutrient Film Technique consiste en la circulación continua o intermitente de una fina lámina de solución nutritiva por un canal de cultivo sin sustrato alguno, sostenido sobre una estructura y que desemboca en un conducto de drenaje. Siendo un sistema cerrado. Es el que mejores resultados está dando, ya que no se obstruye como los otros sistemas y requiere menos limpieza. Es por ello que se requiere invertir en una nueva instalación mejorada, con gradas inclinadas y verticales.



Se continuará con el sistema cascadas filtrantes, de circulación de agua continua o intermitente procedente de los desechos de los peces filtrados por los microorganismos, que pasa primero por una bancada con tierra, drena hacia otra con sustrato y por último va a parar a un estanque con peces y aireación continua.



Se necesita además:

- Nave-almacén
- Invernadero
- Red de riego
- Instalación de riego por goteo.
- Cabezal de riego automático.
- Electrificación general.
- Una parcela para el ensayo de 80 m² y otra de 250.

5.4.2 Suministros.

- Semilla, planta y peces.
- Energía eléctrica.
- Agua.



- Pienso
- Fitosanitarios.
- Malla cubre suelos.
- Material de riego.
- Materiales (depósitos, filtros, bombas, sistemas de cultivo, equipos de medida).
- Herramientas.

5.5. Consideraciones a tener en cuenta en la cría de la tilapia.

Para la cría de la tilapia se recomienda una densidad de peces en el tanque de 20 a 60 kg/m³. A partir de esos datos, y debido a que los tanques de peces de la instalación de Acuaponia tienen una capacidad total de unos 2.700 litros, podremos criar hasta 150 kg de tilapias por temporada. Como son dos temporadas por anualidad, tenemos un potencial de 300 kg de peces para el año.

La talla comercial de la tilapia es de 400-500 g y se alcanza en sólo seis meses por ser una especie de crecimiento rápido, según las condiciones en las que se produzca.

Por ello, si asumimos un peso comercial de 400 g, el número de ejemplares que podemos criar en nuestro tanque es de 375 peces/temporada o 750 por anualidad. Como vamos a dejar parte para reproducir, se reduciría el número a 300 (600 por anualidad) y se mantendrán otros 75 cada semestre sin sacrificarlos hasta los 14 meses de vida.

Las temporadas de cría se han establecido para conseguir una doble producción anual de tilapia y varias de vegetales de hoja. Por lo que permitirá, que la difusión de este proyecto se extienda en mayor medida a los agricultores, empresarios y técnicos, así como al colectivo de estudiantes que podrán participar en sus prácticas.

Temporada de cría	Duración
1º	Nov- Julio
2º	Agosto-Diciembre

Tasa de alimentación de la tilapia: 1,5 – 2% de la biomasa /día. En este proyecto asumiremos un consumo de pienso diario de 1,5% de la biomasa total. La distribución de pienso se realizará 2 veces/día.

El sistema de acuaponía debe de ser diseñado según la adición de alimento puesto que éste es el principal parámetro de control.

De esta manera, por cada kilogramo de pienso añadido al sistema, deberemos de considerar:

- Aproximadamente 360 litros de aire por minuto, suministrado al tanque de peces usando aireadores o bombas de aire.
- Alrededor de 100 m² de área de biofiltración o 140 litros de biomedio (plastic carriers).
- Alrededor de 8-10 m² de superficie para cultivo de plantas.

5.6. Características del agua, suelo y clima.

Las características del agua utilizada en la cría de peces y en el riego son las siguientes:

Sodio	147 mg/l	Ph (23,5° C)	7,74
Potasio	7,88 mg/l	Conductividad eléctrica (25°C)	1,41 mS/cm
Calcio	63,2 mg/l	Boro	0,358 mg/l
Magnesio	46,80 mg/l	Sales solubles	0,87 g/l
Cloruros	205 mg/l	Presión osmótica	0,51 atm
Sulfatos	187 mg/l	Punto de congelación	-0,03°C
Carbonatos	< 5,00 mg/l	Dureza	35,08 ° FRANCESES
Bicarbonatos	171 mg/l	Ph corregido (pHc)	7,62
Nitratos	4,98 mg/l	Carbonato sódico residual (C.S.R)	-5,53 mEq/l
Nitrógeno Amoniacal	<0,1 mg/l	Fosfatos	< 0,31 mg/l

Las características de los tanques de peces serán las programadas, con el uso de calentadores y las de las plantas las propias del interior de un invernadero de la zona. Los invernaderos han sido acondicionados para una buena ventilación, programada para abrir las ventanas con temperaturas por encima de 30 ° C y HR por encima del 70%.

5.7. Fases de la actividad de demostración.

5.7.1. Preparación del suelo y plantación.

El suelo se encuentra nivelado con pendiente hacia el canal de drenaje y cubierto con malla antihierbas.

Una vez rellenados los tanques se introducirá la tilapia, en total 300 unidades.

A las tres semanas aproximadamente se procederá a instalar las plantas en los cuatro sistemas previstos. Las plantas serán suministradas con cepellón y sembradas con anterioridad en semilleros, dependiendo de la fecha de plantación.

5.7.2. Riego y abonado.

Una vez puesta en marcha toda la instalación se procederá a la fertirrigación de las plantas y controlar parámetros como el pH, CE del agua, nivel de oxígeno disuelto en el agua, temperatura y cantidad de nitratos del agua.

El aporte de cualquier fertilizante, que pudiera ser necesario, se realizará sin superar las concentraciones que toleran los peces y garantizando, en todo momento, el bienestar de esta especie piscícola.

- Al tratarse de un circuito cerrado, se repondrá el agua procedente del Trasvase, a medida que sea necesario por la bajada del nivel por la evaporación y consumo de las plantas, así como, cuando se realice la limpieza de tanques o para reducir la concentración de amonio.
- No son necesarios los aportes de elementos nutritivos al utilizar los que proporcionan los peces en sus desechos, en caso de observar alguna carencia, se utilizarán abonos foliares de forma individualizada a la superficie foliar, siempre que no afecte a los peces.
- Las pérdidas y drenajes que se produzcan son conducidos por la lámina de polietileno al canal de drenaje, el cual vierte en un depósito, impidiendo que pase por lixiviación al suelo y acuíferos. Teniendo en cuenta que el agua utilizada en el circuito de Acuaponía lleva una mínima cantidad de nitratos, al utilizar solo los transformados de forma natural, los procedentes del amonio de los peces.

5.7.3. Tratamientos fitosanitarios.

Para el control de las plagas y enfermedades, se utiliza la lucha integrada, comenzando con la suelta de insectos útiles y en caso de ser tener que realizar algún tratamiento fitosanitario, se emplearán las materias activas recomendadas y compatibles con los peces, fauna auxiliar beneficiosa y abejorros

Durante todo el ciclo de cultivo se realizarán muestreo del estado sanitario de la plantación y en función de este se darán los tratamientos fitosanitarios necesarios.

5.7.4. Análisis y consumo energético.

Durante todo el ciclo de cultivo se realizarán análisis foliares, residuos y nutricional.

Se utiliza energía eléctrica para el funcionamiento de pequeñas bombas para el impulso del agua al circuito, soplantes para producir oxígeno y calentadores para evitar bajas temperaturas del agua. En el intento de reducir el consumo de energía eléctrica se realiza una revisión anual de los equipos y el empleo de los equipos eléctricos será siempre bajo criterios de eficiencia energética. En esta anualidad 2023 se realizará la adquisición de placas solares para conseguir una autonomía energética y optimización del consumo.

5.7.5 Recolección.

Se realizará la recolección de cada subparcela de los cultivos en el momento óptimo. Dicha recolección se realizará de forma manual, volviendo a plantar inmediatamente en el caso de especies de crecimiento rápido. Se introducirá como nueva especie en la parcela demostrativa el consumo de pak choi.

La talla comercial de la tilapia es de 400-500 g y se puede alcanzar en sólo seis meses por ser una especie de crecimiento rápido, según las condiciones en las que se produzca.

Se pretende coger la tilapia cuando llegue a los 400 gr.

5.7.6 Inversiones previstas.

En esta anualidad 2023 se pretende realizar nuevas instalaciones de gradas verticales para cultivo hidropónico, que se han visto más efectivas, con un nuevo diseño, tanto por el espacio más limitado que ocupan como por facilitar el desarrollo de las plantas.

Dado que se han producido incidentes como cortes eléctricos, pérdidas de agua fortuitas, rotura de calentadores o de bombas, etc, que han llegado a provocar muerte de los peces. Se hace necesario instalar un sistema de cámaras de videovigilancia, que puedan ser vistas por alguno de los funcionarios del centro, para observar si hay algún problema general.

Se plantea también en esta anualidad recubrir el espacio que ocupa la segunda planta de acuaponía con policarbonato, ya que cuando llueve cae el agua a los peces y bancadas de cultivo, al estar bajo

un umbráculo con malla permeable. Se quiere cubrir una superficie de 280 m², la indicada en el ortofotomapa siguiente:



5.8. Controles a realizar.

Los elementos de las dos plantas se van a colocar en línea para un mejor aprovechamiento del espacio del invernadero, lo que posibilita seguir con la producción del cultivo de tomate en la superficie anexa.

Para facilitar la iluminación solar a las plantas, se colocaran desde la entrada hasta el final de la parte izquierda del invernadero con el siguiente orden los elementos: sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system), sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture), depósito de retención o regulación, depósito con torre de percolación, filtro biológico, depósito de sedimentación y tanque de peces.

Se controlará el peso, cantidad y calidad comercial de las plantas, así como cantidad y peso medio de la tilapia.

6. CALENDARIO.

Fase del proyecto		En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
ACTIVIDAD DE DIVULGACIÓN	2023												
Actividad demostración. Informe inicial.	2023												
Visitas a parcelas demostración	2023												
Curso manejo de una planta de Acuaponía	2023												
Actividad demostración. Informe de seguimiento de resultados	2023												
Actividad demostración. Memoria anual de resultados. Página Web Servicio.	2023												
Publicación Consejería. Página web	2023												
Otras actividades de divulgación: prácticas alumnos, demostración a visitas, curso de formación técnica.	2023												
ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN	2023												
Plantación de los vegetales	2023												
Fertirrigación	2023												
Recolecciones	2023												
Control de crecimiento de los peces y sacrificio	2023												
Inversiones: policarbonato y cámaras de vigilancia	2023												