

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

18CTP1_9

Demostración de la técnica de Acuaponía (producción de peces y vegetales), con plantas producidas en tres sistemas de hidroponía.

Área:	AGRICULTURA
Ubicación:	CIFEA de Torre Pacheco
Coordinación:	Plácido Varó
Técnicos:	Anastasia Bafalliu, Inmaculada Moreno, Inma Moñino, Ricardo Gálvez y Joaquín Navarro del CIFEA T. Pacheco.
Duración	Noviembre 2017- noviembre 2018
Financiación	A través del Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020.



Contenido

1. RESUMEN.	3
2. INTRODUCCIÓN.	5
3. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.	7
4. MATERIAL Y MÉTODOS.	7
4.1. Especies vegetales y piscícolas.	7
4.2. Localización/Ubicación del ensayo (término municipal, polígono y parcela).	10
4.3. Superficie destinada al ensayo y dispositivos.	10
4.4. Infraestructura para Acuaponía instalada.	11
4.5. Fecha de inicio y fin del ensayo y tareas realizadas.	16
4.6. Consideraciones a tener en cuenta en la cría de tilapia.	18
4.8. Características del agua. Análisis.	20
4.9. Preparación de la planta de Acuaponía. Plantación.	21
4.10. Riegos y abonados. Consumo de agua y fertilizantes.	22
4.11. Tratamientos fitosanitarios. Incidencias fitopatológicas.	23
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	24
5.1. Parámetros evaluados.	24
5.2. Ciclo productivo: calendario de recolección.	26
5.4. Producción de peces.	27
5.4. Producción de plantas.	33
5.5. Calidades de producción de las plantas.	36
5.6. Actividades de divulgación.	37

1. RESUMEN.

Con la parcela demostrativa se trata de poner de manifiesto cómo la producción de cultivos en Acuaponía puede reducir la lixiviación de los cultivos hidropónicos, a través de la reutilización de los efluentes cargados de minerales, aspecto este de gran importancia en el entorno del Mar Menor. Se pretende dar a conocer este sistema, de nueva implantación en la Región, para su posible empleo en explotaciones agrícolas en hidroponía de la zona, demostrando 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 con alto nivel fresca y calidad sanitaria.

A la vez se pretende dar a conocer a las empresas de restauración un pescado muy consumido en otros países del mundo, con buenas propiedades alimenticias, directamente del productor y con precios asequibles para ofertar menús a precios bajos, como es la tilapia.

Tres organismos están involucrados en el rendimiento óptimo de los sistemas acuapónicos: plantas, peces y bacterias nitrificadoras. Las plantas y los peces son cultivos comerciales, mientras que las bacterias nitrificantes juegan un papel importante en la biofiltración, convirtiendo los desechos tóxicos de amoníaco de los peces en nitrato, uno de los nutrientes minerales más importantes requeridos por las plantas.

Las especies vegetales que se han elegido en nuestro proyecto para cultivar mediante el sistema de Acuaponía han sido aromáticas (cantueso, salvia azul, orégano vulgar, orégano cubano, perejil, cilantro, hierbabuena, eneldo, romero y cúrcuma) y lechuga de diversos tipos y variedades (Little Gem verde y roja, Iceberg, Lollo rojo y verde, Batavia y Mini Romana).

Los sistemas de cultivo empleados para la producción hidropónica de lechuga fueron: el NFT (Nutrient Film Technique), el sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture) y Sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system), para la producción de aromáticas.

De todas estas variedades implantadas las que mejor resultado dieron por su desarrollo vegetativo fueron el orégano cubano, la hierbabuena, el eneldo, la salvia azul y la cúrcuma, obteniendo producciones comercializables y sin emplear ningún tipo de fertilizante.

En lo que respecta a las lechugas, se realizó el muestreo a los tipos, analizando el crecimiento en el tiempo y los componentes minerales en hoja exterior e interior.

Las condiciones climáticas del cultivo en invernadero no son las adecuadas para este tipo de vegetales, ya que a partir de marzo las temperaturas se incrementan, siendo perjudiciales para el buen desarrollo y calidad comercial de los cultivos; pero se trata de ver como se adaptan diferentes tipos de lechugas al sistema acuapónico e ir sacando conclusiones para optimizar la producción de tilapia y plantas. La primera plantación comenzó con problemas de calidad por fisiopatías, plagas y enfermedades a partir de mediados de marzo, encontrando diferencias de calidad en los diferentes tipos de lechuga a favor de los tipos Little Gem, Lollo Rosso y Biondo.

La segunda plantación (abril-junio), con similares tipos de vegetales, se realizó para seguir con el crecimiento de las tilapias y comprobar la posibilidad de comercialización de los vegetales como baby leaf, utilizando cultivares adaptados a esta comercialización. La calidad comercial de los diferentes tipos fue buena hasta finales de mayo, lo que posibilita la producción en estas condiciones de cultivo y sistema acuapónico para este tipo de comercialización. El cultivo se aguantó hasta el 25 de junio, que se obtuvo el peso suficiente en las tilapias para su consumo, con el consiguiente espigado de los vegetales.

Se realizó el análisis de hojas de lechuga, determinando en laboratorio los siguientes componentes B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Zn, cloruros, nitratos, fosfatos y sulfatos. El contenido, tanto en hojas exteriores como en hojas interiores es normal, lo que indica una adecuada nutrición de las plantas, pese a no haberles aplicado fertilización, salvo la procedente de los desechos de los peces. Es de destacar que el contenido en nitratos de la hoja fue cero, lo que es positivo para su comercialización.

En lo que respecta a las tilapias, se desarrollaron satisfactoriamente 13 peces de los 15 iniciales. El peso medio por pez pasó de 169 gramos a 273 en tres meses, con un crecimiento medio de unos 35 g al mes, siendo el desarrollo es mucho más rápido en las primeras etapas. Siguiendo esta evolución podían haber alcanzado en seis meses los 400 g, peso que se considera el más adecuado comercialmente, si bien fueron sacrificadas antes, a finales de junio de 2018.

El consumo de alimento se fijó al principio en una dosis de 30 g de pienso al día/pez, que se aumentó en el segundo mes a 60 g día/pez, teniendo en cuenta la ganancia media diaria por pez, que era algo mayor que 1 g/pez. En las etapas finales se observó como la cantidad de pienso aportado en los últimos meses casi duplicaba a la ración diaria recomendada y sin embargo la ganancia de biomasa se mantenía muy constante e incluso descendía ligeramente en el último mes.

Esto puede ser debido, entre otras causas, a la inapetencia de pienso por parte de los peces, que se puede apreciar en el pienso que queda como residuo en los tanques tras su suministro, la existencia

de condiciones ambientales adversas para los peces (estrés, iluminación intensa, temperatura del agua alta y concentración elevada de O₂ en el agua) o bien que el alimento para los peces no se encuentre correctamente ajustado a las necesidades de los mismos. Todo esto indica que el agricultor puede encontrar dificultades en el cálculo de las dosis diarias de alimento y la composición de los piensos, que es posible ir ajustando con la experiencia, como ocurre en la parcela demostrativa.

El amoníaco, que es extremadamente tóxico para los peces, se logró mantener en valores menores a 1 parte por millón, la mayor parte del tiempo, si bien puntualmente se han alcanzado las 5 ppm, lo que muy probablemente provocó la muerte de dos peces. En lo que respecta a los nitratos, que llegaron a alcanzar 50 ppm, éstos no llegaron a concentrarse en valores tóxicos, por existir una apropiada densidad de vegetales en el sistema.

Respecto a los demás parámetros medidos, los cloruros estuvieron en niveles normales, la temperatura fue aceptable para el normal desarrollo de los peces gracias a la acción del invernadero y el pH se mantuvo bastante estable, entre 6,6 y 7,6 como valores extremos. Mantener valores equilibrados de pH es importante junto con la temperatura y el porcentaje de amonio, para la disponibilidad de nutrientes en estos procesos biológicos naturales y reducir el estrés de los peces.

El 28 de marzo de 2018 se realizó una Jornada técnica titulada “La calidad y usos de la tilapia procedente de Acuaponía”, a la que asistieron una treintena de personas y que incluía una cata de productos derivados de la tilapia.

Por tanto, se considera que la Acuaponía resulta adecuada para pequeños productores agrícolas con miras a aprovechar los mercados locales y el agroturismo, además de tener un importante efecto medioambiental. No obstante, hay que seguir ensayando con otros cultivos, técnicas y perfeccionando el sistema de Acuaponía para conseguir buenas producciones de vegetales y peces.

2. INTRODUCCIÓN.

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. El fin de los sistemas acuapónicos es que permiten recircular y reutilizar el agua muy eficazmente. El sistema se apoya en la relación entre los animales y las plantas para mantener un medio ambiente acuático estable que tenga una fluctuación mínima en niveles de oxígeno y nutrientes.



Figura 1: Fundamentos de la Acuaponía.

Se conoce como Acuaponía al sistema de producción sostenible de plantas y peces que combina la acuicultura tradicional, que es la cría de animales acuáticos como peces, cangrejos de río, camarones, etc.; con la hidroponía, cultivo de plantas en agua en un medioambiente simbiótico. En acuicultura, las secreciones de los animales cultivados pueden acumularse en el agua, aumentando su toxicidad; por el contrario, en un sistema de Acuaponía, el agua de la acuicultura, que aquí funciona como un subsistema, alimenta al sistema hidropónico, en el que los desechos son descompuestos en nitritos y posteriormente en nitratos por las bacterias de nitrificación. Estos nitratos son utilizados luego por las plantas como nutrientes, por lo que es posible que el agua retorne al subsistema de acuicultura.

La función más importante en el proceso de Acuaponía es la nitrificación, que consiste en la conversión aeróbica de amoníaco a nitratos, ya que reduce la toxicidad del agua para los peces, y permite que los compuestos de nitrato resultantes sean eliminados por las plantas para su nutrición. El amoníaco es desprendido constantemente en el agua por excreción y branquias del pez como un producto de su metabolismo, pero la mayoría debe ser filtrado del agua puesto que grandes concentraciones de amoníaco (comúnmente entre 0.5 y 1 ppm) pueden matar al pez. Aunque las plantas, hasta cierto grado, pueden absorber amoníaco del agua, los nitratos son más fácilmente asimilados, reduciendo la toxicidad del agua para los peces. Las encargadas de convertir el amoníaco en otros componentes nitrógenados más fácilmente asimilados por las plantas son las bacterias, principalmente de los géneros *Nitrosomonas* (bacteria que convierte amoníaco en nitritos) o *Nitrobacter* (bacteria que convierte nitritos en nitratos).

3. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

La producción en cultivos acuapónicos puede reducir la lixiviación, la escorrentía y las descargas de agua residuales al medio ambiente, a través de la reutilización de dichos efluentes cargados de minerales, procedentes de la acuicultura y de los subsistemas hidropónicos. Se pretende diseñar y administrar los sistemas de producción agrícola que reduzcan los desechos de agua y minerales al medio ambiente protege la calidad del agua subterránea, hace que el agua de uso agrícola sea más fácil de obtener, y ayuda a las empresas agrícolas a mantener la sostenibilidad a largo plazo. Estos diseños también pueden ayudar a reducir la descarga de nutrientes en las zonas costeras, lo que podría contribuir a la reducción de la proliferación de algas nocivas, tan significativa para el Mar Menor.

Con este proyecto se pretende dar a conocer este sistema, de nueva implantación en la Región para su futura implantación en explotaciones agrícolas en hidroponía 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 con alto nivel frescura y calidad sanitaria.

A la vez que se pretende dar a conocer a las empresas de restauración de un pescado muy consumido en otros países del mundo, con buenas propiedades alimenticias, directamente del productor y con precios asequibles para ofertar menús a precios bajos.

4. MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1. Especies vegetales y piscícolas.

Tres organismos están involucrados en el rendimiento óptimo de los sistemas acuapónicos: plantas, peces y bacterias nitrificadoras. Las plantas y los peces son cultivos comerciales, mientras que las bacterias nitrificantes juegan un papel importante en la biofiltración, convirtiendo los desechos tóxicos de amoníaco de los peces en nitrato nitrogenado, uno de los nutrientes minerales más importantes requeridos por las plantas.

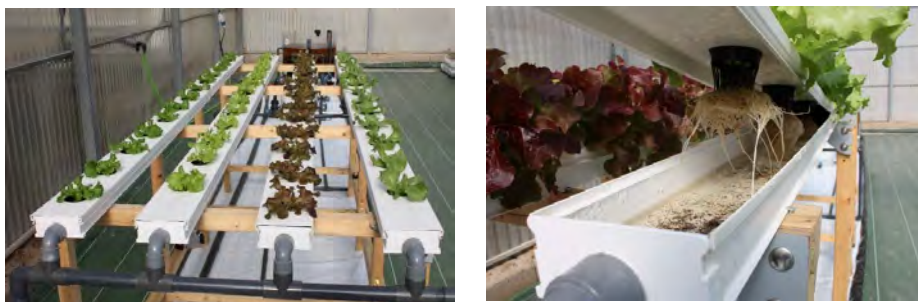
Cultivos elegidos

Las especies vegetales que se han elegido en nuestro proyecto son:

Aromáticas: cantueso, salvia azul, orégano vulgar, orégano cubano, perejil, cilantro, hierbabuena, eneldo, romero y cúrcuma.

Hortícolas: lechuga (diferentes tipos y cultivares).

Los sistemas de cultivo empleados para la producción de lechuga fueron el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique), el sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture) y las aromáticas/condimentarias, en el sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system).



Fotos nº 1 y 2. Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique).



Fotos nº 2 y 3. Sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture).



Foto nº 4. Sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system).

Especies de peces

Para la especie piscícola se ha utilizado la Tilapia (*Oreochromis spp*), ya que es la elección más popular en Acuaponía, por el precio que éstos obtienen en el mercado, sus pocos requisitos de manutención (son vegetarianos), su facilidad de cría y la rapidez de crecimiento en altas densidades.

Tilapia es el nombre genérico con el que se denomina a un grupo de peces de origen africano, que consta de varias especies, algunas con interés económico, pertenecientes al género *Oreochromis*. Las especies con interés comercial se crían en piscifactorías profesionales en diversas partes del mundo. Habitan mayoritariamente en regiones tropicales, en las que se dan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento. Sus extraordinarias cualidades, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades poblacionales, adaptación al cautiverio y a una amplia gama de alimentos, resistencia a enfermedades, carne blanca de calidad y amplia aceptación, han despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial.

Son peces de aguas cálidas, que viven tanto en agua dulce como salada e incluso pueden acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Considerado hace tiempo como un pez de bajo valor comercial, hoy su consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente, siendo todos estos los motivos de su elección en el proyecto demostrativo.



Foto nº 5. La especie elegida en el proyecto es la tilapia roja (*Oreochromis spp*). Es un híbrido del cruce de cuatro especies de tilapia, tres africanas y una cuarta israelí.

4.2. Localización/Ubicación del ensayo (término municipal, polígono y parcela).

La referencia del SIGPAC del CIFEA, es Polígono 19 parcela 9000, en la que engloba una gran cantidad de terreno, en la que está el CIFEA.



Figura nº 2. Plano del CIFEA de Torre Pacheco con indicación de la instalación de Acuaponía.

4.3. Superficie destinada al ensayo y dispositivos.

La superficie del ensayo es de 80 m² y los dispositivos ubicados en ella son los siguientes:

La zona de cría de peces se encuentra dotada de:

- Tanque de cría y cultivo
- Filtro de decantación
- Filtro biológico
- Una torre de aireación
- Tanque de compensación
- 2 bombas
- 3 calentadores de agua eléctricos
- 2 compresores de aire
- 2 comederos automáticos

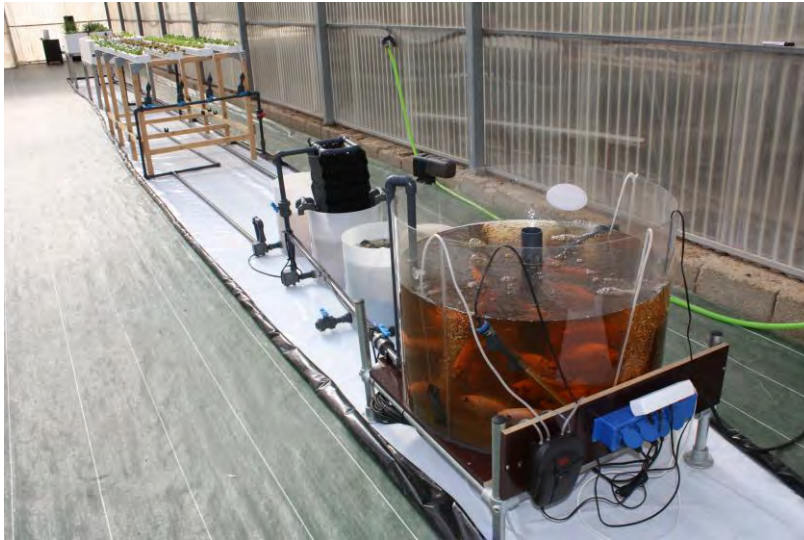


Foto nº 6. Aspecto de la zona de cría de peces con los dispositivos instalados, al fondo soportes para los cultivos hidropónicos.

La zona de producción de plantas consta de varios sistemas de cultivo hidropónico, que se explican más adelante, en los que se ha tratado de comprobar la adaptación de las plantas a cada uno de ellos:

- Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique).
- Sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture).
- Sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system).

En los dos primeros, sin sustrato de base, se han ensayado las hortalizas y en el tercero las aromáticas.

4.4. Infraestructura para Acuaponía instalada.

Aunque primordialmente consten de dos partes, los sistemas de Acuaponía suelen agruparse en varios componentes o subsistemas responsables de la eliminación eficaz de los residuos sólidos, la incorporación de bases para neutralizar los ácidos o el mantenimiento de la oxigenación del agua.



Foto nº 7. Elementos del sistema de cría de peces y nitrificación de los desechos.



Foto nº 8. Los tres sistemas de cultivo hidropónico instalados.

Los elementos de que se compone el sistema de Acuaponía son los siguientes:

- 1) Tanque de crianza: el tanque donde crecen y se alimentan los peces.
- 2) Depósito de sedimentación: una unidad que recoge los alimentos no consumidos y sustancias desprendidas, y las partículas finas sedimentadas.
- 3) Biofiltro o filtro biológico: un lugar donde la bacteria de nitrificación puede crecer y convertir amoníaco en nitratos, que son usados por las plantas.
- 4) Depósito con torre de aireación.

- 5) Depósito de retención o regulación.
- 6) Subsistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system).
- 7) Subsistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture).
- 8) Subsistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique).

El tanque de peces tiene una capacidad de 200 litros de agua y sus paredes están fabricadas con metacrilato para proporcionar una mejor visualización de su contenido.

La instalación de Acuaponía diseñada está constituida por tres módulos con diferentes sistemas de cultivo hidropónico, alguno de ellos muy extendido en la Región de Murcia. De esta manera, la variedad de sistemas de cultivo hidropónicos de los que consta la instalación nos permitirán averiguar qué sistema es el que mejor se adapta a cada tipo de cultivo, pudiendo determinar sus ventajas e inconvenientes.

A continuación se detallan los tres **sistemas de cultivo hidropónico** que componen la instalación de Acuaponía:

a) Sistema de agua profunda (Deep Water Culture).

Consiste en un **cajón impermeable** (PVC, PE, EPDM) al que se coloca una lámina de espuma de **poliestireno** que flota en la solución nutritiva.

La lámina de poliestireno debe ser **perforada** en diversos puntos con un marco de plantación definido.

Las plantas van en estos orificios sujetas en unos **vasos fisurados** por donde van a emerger las raíces.



Foto nº 10. Sistema Deep Water Culture (14/02/2018).

b) Sistema con sustrato y goteros (Drip system).

Está compuesto por un conjunto de **contenedores** con algún tipo de **sustrato** en el cual se introduce un **gotero**. Este ha sido el sistema empleado para las plantas ornamentales.

En este proyecto se optó por la fibra de coco como sustrato para este sistema hidropónico.

Los contenedores drenan dentro de un cajón e irán a parar al conducto de desagüe.



Foto nº 11. Sistema con sustrato y goteros (14/02/2018).

c) NFT (Nutrient Film Technique).

Se trata de 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 (**sistema cerrado**).



Foto nº 12. Sistema Nutrient Film Technique (14/02/2018).

La infraestructura con la que se cuenta para el ensayo es la siguiente:

- Nave-almacén
- Invernadero
- Oficina.
- Red de riego
- Instalación de riego por goteo.
- Cabezal de riego automático.
- Estación meteorológica al aire libre.
- Electrificación general.
- Una parcela para el ensayo de 80 m².

SUMINISTROS

- Semilla, planta y peces.
- Energía eléctrica.
- Agua.
- Fertilizantes.
- Fitosanitarios.
- Malla cubre suelos.
- Material de riego.



- Materiales (depósitos, filtros, bombas, sistemas de cultivo, equipos de medida).
- Herramientas.

4.5. Fecha de inicio y fin del ensayo y tareas realizadas.

El ensayo se inicia en noviembre de 2017 y finaliza en junio de 2018, con la 2ª recolección de las hortalizas y de las tilapias.

Puesta en marcha y tareas realizadas

De noviembre a diciembre de 2017 se realizó la instalación completa de los componentes del sistema.

El 15 de enero de 2018 se comenzó con el llenado del sistema con agua de riego, procedente del Trasvase Tajo-Segura, se echan bacterias nitrificantes y al día siguiente se echan 7 tilapias. El 22 de enero se echan otras 7 tilapias para completar el ensayo (las tilapias proceden del IMIDA). Para la alimentación de las tilapias se emplea pienso en forma de pellet (fabricado por Skretting, empresa holandesa), al principio 15 gr/día y se va incrementando hasta 30 g/día, en dos tomas.

Al principio se realizaron mediciones de parámetros del agua frecuentes, especialmente amonio, amoniaco, nitratos, nitritos, pH, etc... con el fin de observar si la colonia de bacterias nitrificantes estaba establecida. Para ello fue necesario realizar una siembra de bacterias nitrificantes, el 5 de febrero, ya que los valores detectados para el amonio y amoniaco eran altos.

El 22 de enero se realizó la 1ª plantación de plantas aromáticas, condimentarias en los recipientes del Drip system en sustrato y los vegetales procedentes de semillero comercial en el Deep Water Culture y el NFT, lo que provocó una coloración del agua de color marrón.



Foto nº 12. Preparado de las bancadas para el cultivo de hortalizas.

Tareas de mantenimiento

Diariamente se realizaron controles de la instalación observando el estado de los peces, de las plantas, los niveles de agua, cantidad de pienso y en general el buen funcionamiento de la instalación.

A lo largo de todo el ensayo se realizaron 2 limpiezas a la semana y un día se eliminaban los restos de heces y comida de los tanques mediante sifonado. Las altas temperaturas y luminosidad, a partir de abril, provocan la aparición de algas en los tanques, de ahí la necesidad de su limpieza.

A partir de mediados de febrero los niveles de nitritos fueron controlados hasta prácticamente desaparecer.

FRECUENCIA	TAREA
2 veces/semana	Sifonado tanque decantación
1 vez/semana	Limpieza tanques
2 veces /día	Alimentación con pienso
16-ene	Siembra de bacterias nitrificantes
05-mar	Siembra de bacterias nitrificantes

Tabla nº 2. Tareas de mantenimiento y su frecuencia.

El cronograma de actuaciones realizadas es el siguiente:

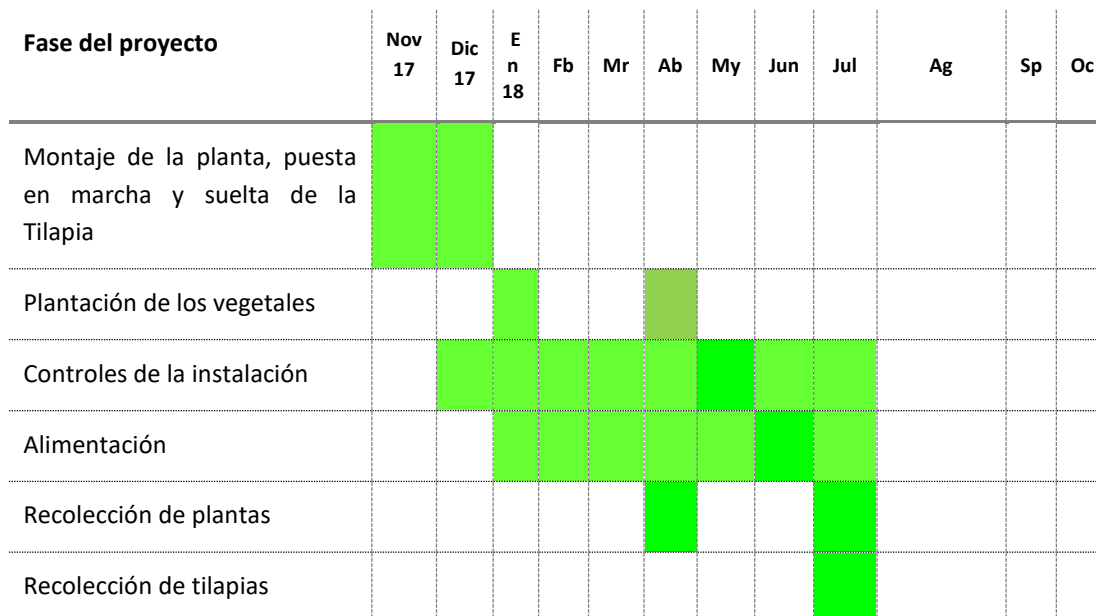


Figura nº 5. Cronograma con las fases del proyecto en la primera anualidad.

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

Para la cría de la tilapia se recomienda una densidad de peces en el tanque: 20 a 60 kg/m³. En nuestro caso estableceremos una densidad de 30 kg /m³. A partir de esos datos, y debido a que el tanque de peces de la instalación de Acuaponía tiene una capacidad de 200 litros, podremos criar 6 kg de tilapia por temporada.

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 15 peces/temporada.

Las temporadas de cría: se pretende conseguir una doble producción anual de tilapia y varias de vegetales de hoja. No obstante, en primer ensayo nos hemos limitado únicamente una producción de tilapia y dos de vegetales y aromáticas.

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

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

El sistema de Acuaponía debe ser diseñado según el número de peces y 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.

Existen tablas que nos dan referencias sobre cantidad de pienso diaria y la proteína que el mismo debe contener en función del peso de las tilapias, como la que se refleja a continuación:

Semana	Peso inicial (g)	Biomasa (kg)	% alimento	% proteína
1	0,6	3	15	50
2	1,2	5,94	10	50
3	3	14,7	6	50
4	5	24,26	6,25	44
5	8	38,42	4,2	44
6	12	57,06	4,6	44
7	15	70,61	4	44
8	20	93,21	4,4	44
9	27	124,57	4	44
10	35	159,87	3,5	40
11	45	203,49	3,6	40
12	55	246,22	3,1	40
13	70	310,33	3,3	35
14	85	372,95	3	35
15	100	434,37	3,3	35
16	120	516,04	3,1	35
17	150	638,59	2,7	35
18	180	758,65	2,5	32
19	210	876,24	2,4	32
20	250	1032,71	2,3	32
21	290	1185,97	2	32

22	350	1417,02	1,8	32
23	400	1603,26	1,6	30
24	435	1726,11	1,5	30
25	470	1846,34	1,4	30
26	510	1983,44	1,3	30

Tabla nº 3. Ejemplo de tabla de alimentación para la tilapia.
Fuente: Hernández et al. (2014).

4.8. Características del agua. Análisis.

Durante el ciclo de cultivo se han realizado análisis foliares en las plantas, para constatar si se produce una nutrición adecuada de las mismas o no. Asimismo, se ha analizado el agua del tanque de los peces, para constatar su adecuación a la cría y engorde de los mismos y si hay niveles de elementos tóxicos.

Al final del proceso se analizan las tilapias para conocer su composición nutricional y descartar elementos que puedan ser nocivos para la salud.

El agua empleada para el cultivo, procedente del Trasvase Tajo-Segura, tiene las siguientes características:

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

Tabla nº 4. Agua de riego y alimentación de los peces.

4.9. Preparación de la planta de Acuaponía. Plantación.

Antes de montar la planta en su ubicación, se cubrió el suelo con malla antihierbas y se niveló.

Se instalan los elementos de la planta de Acuaponía y se rellenan los con agua de riego y se introducen las tilapias.

A la semana aproximadamente, se colocaron las plantas en los tres sistemas previstos.

Las plantas utilizadas, son de crecimiento rápido, para que se adapten a las condiciones climáticas y necesidades nutritivas compatibles con la cría de la tilapia. Por ello se ha probado con diferentes tipos de lechuga: Little Gem verde y roja, Iceberg, Lollo rojo y verde, Batavia y Mini Romana. En los recipientes con fibra de coco se han plantado especies aromáticas que se utilizan para condimentos, perejil, cilantro, salvia, hierba buena, romero rastrero, orégano y eneldo.

CROQUIS DE LA PLANTACIÓN, FECHA DE TRASPLANTE EL 22/1/2018

NFT

	L	L	
	O	O	
B	L	L	
A	L	L	I
T	O	O	C
A			E
V	B	R	B
I	I	O	E
A	O	S	R
	N	S	G
	D	O	
	O		

DRIP SYSTEM

PEREJIL	SALVIA
HIERBA BUENA	OREGANO
CANTAHUESO	ENELDO
CILANTRO	ROMERO RASTRERO

DEEP WATER CULTURE

			M
	L	L	I
	I	I	N
	T	T	I
	T	T	
	L	L	R
	E	E	O
			+
GEM	GEM	GEM	R
	ROJA	ROJA	O
			M
			A
			N
			A

CROQUIS DE LA PLANTACIÓN, FECHA DE TRASPLANTE EL 5/4/2018

NFT

H.	L	R	H.
	I	O	
R	T	M	R
O	T	A	O
B	L	N	B
L	E	A	L
E			E
	GEM	V	
R		E	R
O	R	R	O
J	O	D	J
A	J	E	A
	A		

DRIP SISTEM

CÚCUMA	SALVIA
HIERBA BUENA	ORÉGANO
CANTAHUESO	ORÉGANO CUBANO
CILANTRO	ROMERO RASTRERO

DEEP WATER CULTURE

	H		H
	O	R	O
L	J	O	J
I	A	M	A
T		A	R
T	R	N	O
L	O	A	B
E	B	V	L
	L	E	E
GEM	E	R	R
R		D	O
O	R	E	J
J	O		A
A	J		
	A		

4.10. Riegos y abonados. Consumo de agua y fertilizantes.

La planta necesita un control permanente de los niveles de agua en los tanques para su correcto funcionamiento, por lo que se va añadiendo diariamente debido al consumo de los vegetales y evaporación. También cuando se realiza la limpieza de los tanques se procede a completar el nivel del sistema.

Una vez puesta en marcha toda la instalación se procedió al control del amonio, nitrato y temperatura del agua, parámetros vitales para el buen funcionamiento de la tilapia. A la vez que se controla el pH y CE del agua.

No se aportan fertilizantes a los vegetales ni aromáticas, solo se alimentan de los elementos que proceden de los desechos de las tilapias.

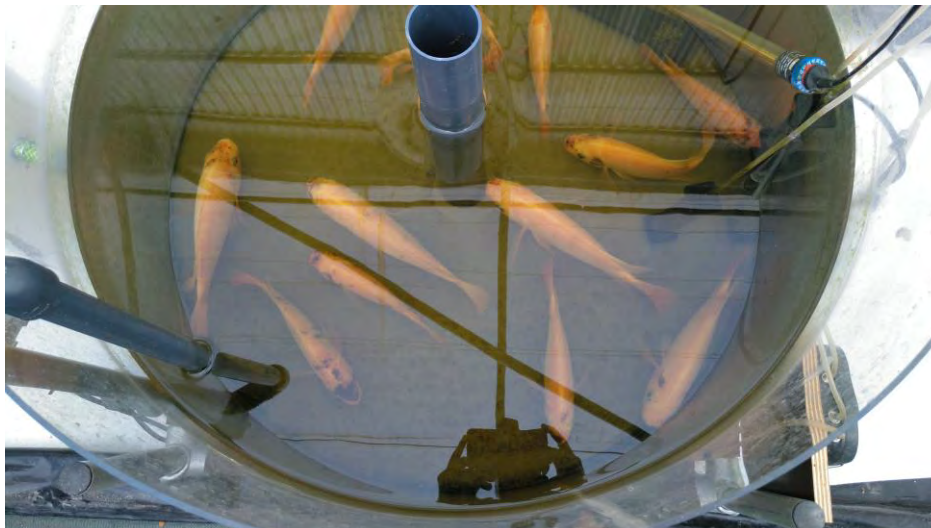


Foto nº 13. Aspecto de las tilapias en su tanque de crecimiento (26/06/2018).

Se utilizan especies con bajas necesidades en nutrientes para que sólo sea necesario el aporte orgánico y nitrato producido por los peces y evitar añadir nutrientes a las plantas que puedan perjudicar a la tilapia.

Aunque se han visto, sobre todo al final de cultivo, decoloraciones en las hojas de los vegetales, principalmente lechuga iceberg, trocadero y romana; las tipo little gem presentaban mejor aspecto.

4.11. Tratamientos fitosanitarios. Incidencias fitopatológicas.

No se han realizado tratamientos fitosanitarios, se han empleado insectos útiles como *Aphidius colemani*, para control de pulgón en las plantas aromáticas.

Ha habido incidencias fitopatológicas durante el cultivo, en vegetales y aromáticas de hongos como botritis en cuello y hojas, oídio y de ácaros y pulgón. La idea era ver los posibles problemas que se pueden presentar en los diversos cultivos sin la aplicación de fitosanitarios.

4.12. Datos climáticos.

La planta de Acuaponía se ubica en el interior de un invernadero multitunel con paredes de policarbonato y cubierta de polietileno, con control de temperatura mediante la ventilación cenital del invernadero que actúa automáticamente mediante el programa de climatización del invernadero, lo que le confiere unas condiciones de temperatura favorables al crecimiento de los peces y negativas para algunas especies en determinados periodos, sobre todo a partir de marzo, lo que condiciona la calidad de las plantas. Por ello, sólo las lechugas Baby y Lollo son comerciales en la primera plantación por tener un ciclo de cultivo menor, las variedades Batavia e Iceberg no han cerrado bien y por lo tanto no han sido comerciales en estas condiciones.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Parámetros evaluados.

Se controlaron los siguientes parámetros:

- El peso, cantidad y calidad comercial de las plantas.
- Cantidad y peso medio de las tilapias.
- Parámetros del agua de los peces.

En este apartado se realiza el estudio de los parámetros de la calidad del agua, los parámetros de las plantas procedentes de hidroponía y los peces de acuicultura se analizan en los apartados de producción de peces y plantas.

Los parámetros obtenidos en el agua del tanque de peces, que se han analizado semanalmente desde finales de enero, son los reflejados en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	RANGO	24/01	30/01	05/02	14/02	16/02	01/03	09/03	16/03	21/03	23/03	06/04	22/04	10/05	22/05
Temperatura	23-32°C		20	21	26										
PH	6,5-9	7,6	7,6	6,6	6,8		6,8	6,6	6,8	6,9		6,8	6,9	6,8	7,2
NH ₄	2 ppm	5	2,5		0		0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
NH ₃	2 ppm	5	2,5		0		5	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	0,1 ppm	0,5	5	4	0,1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₃	0,1 ppm	10	50	50	0,1	10			5	3	5	2	0	0	0
Cloruros	20 ppm		0,8	0,8	0		0,5	0,3	0			0			

Tabla nº 5. Parámetros medidos en el agua del tanque de peces. Año 2018.

Se observa en la siguiente gráfica, respecto a los parámetros relacionados con el nitrógeno y el cloro, como con la evolución del crecimiento de los peces se han mantenido dentro de unos niveles adecuados, salvo el caso de los nitratos, que se elevaron mucho al principio, posiblemente por la poca absorción por parte de las plantas en una etapa tan temprana.

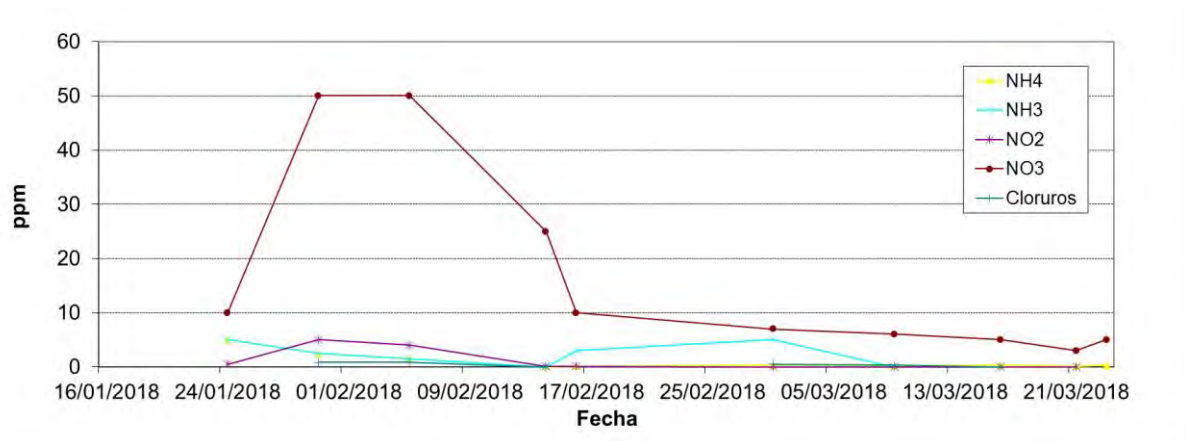


Figura nº 7. Evolución de los principales parámetros controlados en el agua de los peces.

El nitrógeno amoniacal total (NAT) en el agua, se compone de amonio no ionizado o amoníaco (NH_3) y amonio ionizado (NH_4^+) y ambos se encuentran en equilibrio sujeto a la temperatura del agua y al pH. Este equilibrio y su relación con esos factores, son importantes a la hora de evaluar la toxicidad del amoníaco para los peces. Durante la nitrificación, el NAT es paulatinamente convertido en una primera fase o etapa a nitrito (NO_2) y de manera simultánea al producto final nitrato (NO_3) por las bacterias nitrificantes. Estas bacterias, pertenecen a dos grupos genéricos denominados Nitrosomas (productoras de NO_2), y Nitrobacter (productoras de NO_3) y son estrictamente aeróbicas, ya que el proceso, es básicamente una oxidación: $\text{NAT} (\text{NH}_3 \text{ NH}_4) + \text{BACTERIAS} + \text{O}_2 \text{ NO}_2 + \text{BACTERIAS} + \text{O}_2 \text{ NO}_3$.

El amoníaco es extremadamente tóxico para los peces, valores menores a 1 parte por millón (ppm), o miligramo por litro (mg/l), comprometen la supervivencia de muchas especies e incrementan el estrés en muchas otras. En el ensayo se han podido mantener los valores en niveles aceptables la mayor parte del tiempo, si bien puntualmente se han alcanzado las 5 ppm, lo que muy probablemente provocó la muerte de dos peces. El problema de la concentración de amoníaco es que los peces y anfibios lo eliminan de sus cuerpos con excreción directa, siendo incluso en concentraciones diluidas altamente tóxico para animales acuáticos, y por esa razón es clasificado "peligroso para el ambiente".

En lo que respecta a los nitratos, que llegaron a alcanzar 50 ppm, éstos pueden llegar a ser tóxicos para los peces solo en concentraciones muy altas, mayores a 300-500 ppm, valores que nunca llegaron a concentrarse. Por existir una apropiada densidad de vegetales en el sistema. Las bacterias son absolutamente reguladoras del equilibrio en el sistema, ya que cumplen la función vital de "desactivar" mediante esta transformación la toxicidad del amoníaco, y a su vez dejar disponible el nitrato, el nutriente principal para las plantas. Si bien los tres compuestos nitrogenados pueden ser utilizados por las plantas, el nitrato es de lejos, el compuesto más asimilable.

Respecto a los demás parámetros medidos, los cloruros estuvieron en niveles normales, la temperatura fue aceptable para el normal desarrollo de los peces gracias a la acción del invernadero y el pH se mantuvo bastante estable, entre 6,6 y 7,6 como valores extremos. Mantener valores equilibrados de pH es importante junto con la temperatura y el % de amonio, para la disponibilidad de nutrientes en estos procesos biológicos naturales y reducir el estrés de los peces.



Foto nº 14. Las raíces toman directamente el agua y los nutrientes provenientes de los desechos de los peces. (14/02/2018).

5.2. Ciclo productivo: calendario de recolección.

La primera recolección de los vegetales se realizó a finales de marzo de 2018. Recolección de forma manual con cuchillo, eliminando las raíces y hojas exteriores para el control y peso de cada una de las partes.

Solo se recolectaron y tomaron datos de la 1ª plantación de vegetales, la segunda se plantó para seguir con el desarrollo de la tilapia y se optó por variedades para recolección de hoja (Baby Leaf), por las elevadas temperaturas de este periodo de plantación. Se dejó desarrollar sin recolectar las hojas hasta espigarse, pero comprobamos que en estas condiciones climáticas, es posible obtener producción de hoja en 30 días.

La talla comercial de la tilapia es de 400-500 g, y se puede alcanzar en un periodo de 5/6 meses en condiciones favorables. El sacrificio de los animales se produjo el 26/06/2018.

En la siguiente fotografía se puede ver cómo se preparan los peces para su sacrificio, consistente en meterlos en agua con hielo unos minutos.



Foto nº 15. Recogida de las tilapias y puestas en hielo para su sacrificio (26/06/2018).

5.4. Producción de peces.

EVOLUCIÓN DEL PESO DE LAS TILAPIAS

Se realizaron pesadas mensuales coincidiendo con las fechas 21 de marzo, 21 de abril, 22 de mayo y 21 de junio.

Una vez realizado el primer muestreo, conocida la biomasa, se determinó que los animales debían ingerir el 2,3 % de su peso vivo, lo que puso de manifiesto que la cantidad de pienso suministrada a los animales no era suficiente, por lo que a partir del 25 de marzo se duplicó la cantidad de pienso, suministrándoles 4 tomas diarias de 15 g.

Los sucesivos muestreos pusieron de manifiesto que el incremento de peso fue el mismo a pesar del aumento de la cantidad de comida. Este hecho puede ser debido a que el aumento de las temperaturas disminuye el consumo de pienso por parte de los peces.

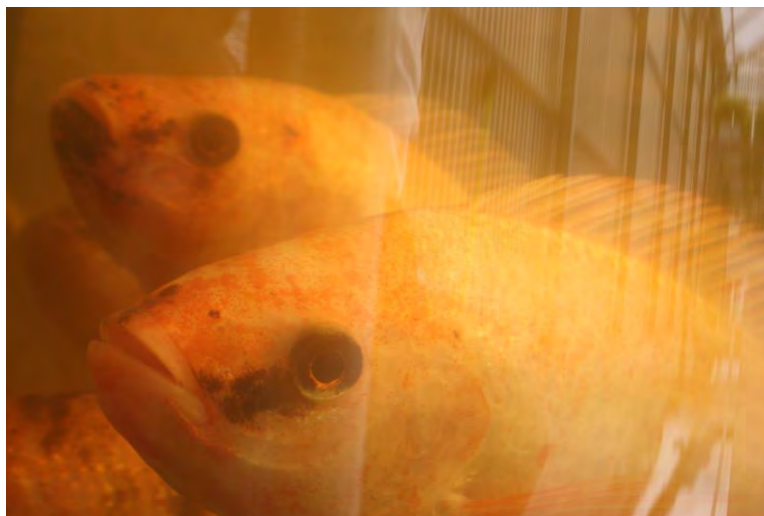


Foto n° 16. Aspecto de las tilapias en el interior de su tanque.

Se controló periódicamente el peso en conjunto de las tilapias, es decir, sin marcar individualmente cada pez. De dos de ellos no se tienen datos porque murieron, posiblemente por subida del contenido de amoníaco. La evolución del peso de los animales, que no estaban marcados, se refleja en la siguiente tabla:

PEZ	Peso neto (g)				
	21/02/2018	21/03/2018	21/04/2018	22/05/2018	21/06/2018
1	347	309	174	332	158
2	135	273	345	152	268
3	179	245	202	385	265
4	206	248	337	402	232
5	173	125	184	328	414
6	105	165	335	155	451
7	135	178	180	229	237
8	116	154	188	245	344
9	205	120	303	216	211
10	99	193	166	198	359

11	160	154	128	217	231
12	169	197	177	190	233
13	169	197	180	189	157
Peso biomasa (g)	2198,18	2557,45	2899,00	3238,00	3560,00
Peso medio del pez (g)	169,09	196,73	223,00	249,08	273,85
Ganancia mensual (g)	1ª pesada	27,65	26,27	26,08	24,77

Tabla nº 6. Evolución en el peso medio de las tilapias.

Como se observa en la tabla, el peso medio por pez pasa de 169 gramos a 273 en tres meses, con un crecimiento medio de unos 35 g al mes, si bien el desarrollo es mucho más rápido en las primeras etapas. Siguiendo esta evolución podían haber alcanzado en seis meses los 400 g, peso que se considera el más adecuado comercialmente, si bien fueron sacrificadas antes, a finales de junio de 2018.



Foto nº 17. Pesada de las tilapias para su comercialización (26/06/2018).

DOSIS DE PIENSO APORTADO

Se empezó aportando una dosis de pienso de 15 g al día por pez y 2 veces al día, para luego elevar a 30 g y dos veces al día (60 g de pienso al día). A partir de febrero de 2018 se empezó a controlar el peso de los peces y se concluyó que había que aumentar la dosis de pienso. Los cálculos se reflejan a continuación.

Para saber la cantidad de pienso que debemos aportar es necesario conocer la biomasa de los peces que tenemos en el tanque (cantidad de peso vivo de todos los peces), según la fórmula: $B = P \times N$

Siendo:

B: biomasa

P: Peso medio pez.

N: número de peces

La ración diaria será: $RD = (B \times \% \text{ alimento}) / 100$

El % alimento se obtiene de tablas

Factor de Conversión Alimenticio (FCA) = $\text{Alimento suministrado} / \text{Ganancia de biomasa}$

Ganancia de Biomasa = $\text{Biomasa final} - \text{Biomasa inicial}$

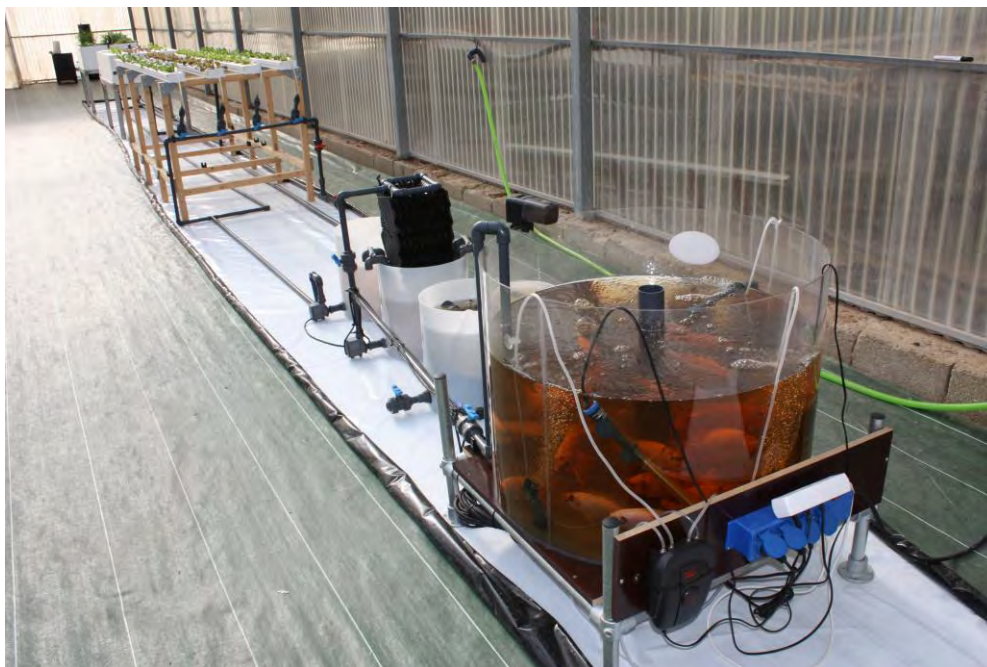


Foto nº 18. Dispositivo en las primeras etapas de su instalación (19/01/2018).

En la siguiente tabla se reflejan los datos del cálculo del factor de conversión alimenticio para un periodo de 28 días y calculado para los 13 peces, partiendo de la biomasa de los peces:

28 días	21/02/2018	21/03/2018	Ganancia (g)	Consumo alimento
Biomasa (g)	2367,27	2754,18	386,91	390
Peso medio del pez (g)	182,09	211,86	29,76	4,6
FCA	1,01			

Tabla nº 7. Datos para el cálculo del factor de conversión alimenticio de las tilapias.

El consumo de alimento es el proveniente de una dosis de 60 g de pienso al día.

Ganancia mensual = 2754,18 g – 2367,27 g = 386,91 g

Ganancia media diaria = 13,82 g/día, en el periodo de 28 días

Ganancia media diaria por pez = 1,06 g/pez

Ración diaria para los 13 peces: RD = (13 x 211,86) x 0,023 = 63 g/día aproximadamente

Conclusión: hay que aumentar el aporte de alimento.

PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DE LAS TILAPIAS

			Marzo a abril	Abril a mayo	Mayo a junio
INTERVALO DE DÍAS	AÑO 2018	28	31	31	30
PARÁMETROS	21/02	21/03	21/04	22/05	21/06
Biomasa (g)	2198,2	2557,5	2899,0	3238,0	3560,0
Peso medio del pez (g)	169,1	196,7	223,0	249,1	273,8
Ganancia de biomasa (g)		359,3	341,5	339,0	322,0
Ganancia de peso cada pez (g)		27,6	26,3	26,1	24,8
Pienso aportado (g)		840,0	1860,0	1860,0	1800,0

Pienso por pez (g)		64,6	143,1	143,1	138,5
RD (Ración diaria optima) g pienso	57,2	61,4	68,1	74,5	78,3
FCA		2,3	5,4	5,5	5,6

Tabla nº 8. Resultados obtenidos del cálculo de la alimentación de los peces.

Según se observa en la tabla la cantidad de pienso aportado en los últimos meses casi duplica a la ración diaria recomendada (RD) y sin embargo la ganancia de biomasa se mantiene muy constante e incluso desciende ligeramente en el último mes.

Esto puede ser debido, entre otras causas, a:

- a) La inapetencia de pienso por parte de los peces, que se puede apreciar en el pienso que queda como residuo en los tanques tras su suministro.
- b) Condiciones ambientales adversas para los peces (estrés, iluminación intensa, temperatura del agua alta y concentración elevada de O₂ en el agua, etc).
- c) El alimento para los peces no se encuentre correctamente ajustado a las necesidades de los mismos.

A partir de las observaciones realizadas en nuestro ensayo, se cree que el excesivo factor de conversión de alimento (FCA) es debido a las dos primeras causas citadas anteriormente.



Foto nº 19. Alimentación de las tilapias en la fase final de su crecimiento.

5.4. Producción de plantas.

En lo que respecta a la producción de plantas en hidroponía, como consecuencia del rápido desarrollo de las lechugas, se realizaban controles de crecimiento semanales mediante pruebas no destructivas, pesaje de la lechuga completa incluyendo el sistema radicular. Las mediciones se realizaban a una muestra representativa de la población.



Foto nº 20. Pesaje de lechuga Batavia en la fase final de su crecimiento.

Las lechugas a las que se realizó el muestreo fueron las siguientes:

Baby

Iceberg

Lollo Rosso

Lollo Biondo

Batavia

La implantación de lechugas se realizó el 22 de enero, con planta procedente de semillero provista de cepellón. Durante el cultivo no se emplearon productos fitosanitarios. Tal y como se puede observar en la siguiente tabla los pesos van incrementando hasta el 16 de marzo, que disminuyen, salvo en la Little Gem o Baby.



Fotos nº 21 y 22. Buen desarrollo de Lollo Rosso y Lollo Biondo (09/03/2018).

Se tomó una muestra de entre una y cuatro lechugas en cada medición para ver la evolución de los pesos, dando la siguiente tabla los pesos medios:

FECHA 2018	14/02	21/02	01/03	09/03	16/03	23/03	GANANCIA DE PESO (g)
BABY	61,25	87,00	111,00	134,00	158,75	176,25	115
ICEBERG	75,00	124,00	161,00	185,00	274,00	239,00	164
LOLLO ROSSO	90,00	146,00	160,00	167,00	196,00	185,00	95
BATAVÍA	83,50	118,50	140,00	147,50	204,00	169,50	86

Tabla nº 9. Evolución media de la ganancia de peso de las lechugas.

Aunque la mayor ganancia de peso se produjo en la lechuga Iceberg, esta no acogolló bien por las características climáticas en el interior del invernadero.



Foto nº 23. Desarrollo de Iceberg, Lollo Rosso y Lollo Biondo.

Los bajos pesos finales alcanzados parecen ser consecuencia de un ataque de oidio y araña roja, así como, las elevadas temperaturas alcanzadas en el invernadero, propician la subida a flor y no el acogollamiento, en las tipo Iceberg y Batavia.



Foto nº 24. Aspecto final de la plantación en sus bandejas de crecimiento (26/06/2018).

En la siguiente gráfica se refleja la evolución del crecimiento de las variedades de lechuga, pudiendo apreciarse como, salvo Baby, todas comienzan a reducir peso a partir de mediados de marzo:

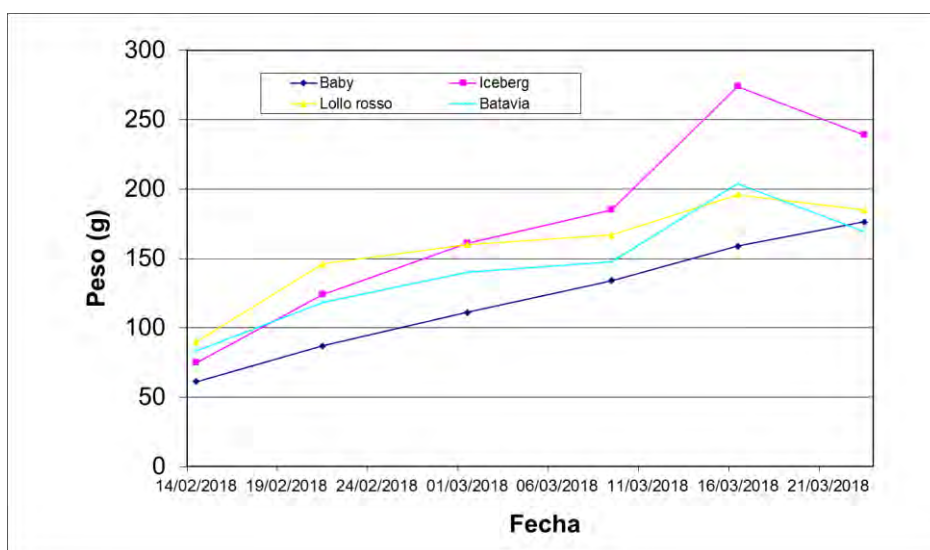


Figura nº 8. Evolución de la ganancia de peso de los tipos de lechuga ensayadas en hidroponía.

En lo que respecta a las plantas ornamentales, todas manifestaron un buen crecimiento, por lo que el sistema de alimentación hidropónica con sustrato de fibra de coco se considera viable en este tipo de plantaciones.



Fotos nº 25 y 26. Aspecto final de las ornamentales en sus bandejas de crecimiento.

5.5. Calidades de producción de las plantas.

Se realizó el análisis de hojas de lechuga, determinando en laboratorio los siguientes componentes B, Ca, Cu, Fe, JK, Mg, Mn, Na, P, Zn, cloruros, Nitratos, Fosfatos y Sulfatos.

COMPONENTES HOJA EXTERIOR ENVEJECIDA

LECHUGA	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn	Cloruros	Nitratos	Fosfatos	Sulfatos
Iceberg	60,65	15657,89	3,15	73,22	60988,08	6006,70	22,07	12220,20	2066,16	92,79	29297,27	0,00	2071,29	5299,92
Lollo Rosso	60,22	17833,17	4,25	51,02	62931,70	6914,87	28,82	12576,34	1894,78	113,60	32058,28	0,00	2085,67	8050,93
Baby	50,88	14281,46	3,83	60,11	43126,87	3692,55	12,95	8742,25	2123,00	43,05	14062,36	0,00	2599,85	6501,74
Batavia	50,67	15279,41	3,20	66,20	54583,33	3769,36	9,84	9490,68	2287,96	51,00	19692,04	0,00	3586,29	9450,57

Tabla nº 10. Determinación de los componentes de hoja exterior envejecida de lechuga en mg/kg de peso seco.

COMPONENTES HOJA INTERIOR NUEVA

LECHUGA	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn	Cloruros	Nitratos	Fosfatos	Sulfatos
Iceberg	18,8 18	5317, 025	4,6 91	31,5 88	34772, 505	2693, 004	10,9 53	5747, 798	3633, 806	47,9 28	14987, 216	0,000	5507,2 66	1352,3 10
Lollo Rosso	21,8 20	5944, 390	3,3 51	31,7 13	34338, 091	2877, 707	13,4 48	5518, 947	3151, 575	46,0 46	14980, 449	0,000	4707,4 31	1665,7 86
Baby	19,9 35	5845, 813	3,8 24	45,3 62	31044, 335	1901, 133	6,20 8	3676, 108	4064, 532	24,6 85	10173, 624	0,000	7187,4 87	1847,1 47
Batavia	20,4 76	6579, 590	3,9 99	51,0 82	36584, 473	2160, 742	6,51 8	3551, 758	4569, 336	31,1 57	13229, 135	0,000	8827,5 86	2739,7 30

Tabla nº 11. Determinación de los componentes de hoja interior sana de lechuga en mg/kg de peso seco.

En cuanto a la determinación de los componentes de las hojas de lechuga, se tomaron muestras de hoja interior y de hoja exterior, siendo las composiciones normales. El contenido de la hoja exterior de lechuga en calcio era mucho más elevado, como consecuencia de tratarse de una hoja envejecida, el triple que una hoja inferior. El contenido de potasio se doblaba en la hoja interior y en cambio el contenido en fósforo era algo menor en la hoja exterior. Es de destacar que no se detectó contenido de nitratos en ninguna de las muestras, lo que es positivo para la calidad de la lechuga.

5.6. Actividades de divulgación.

El 28 de marzo de 2018 se realizó una Jornada técnica titulada “LA CALIDAD Y USOS DE LA TILAPIA PROCEDENTE DE ACUAPONÍA”, a la que asistieron una treintena de personas y que incluía una cata de productos derivados de la tilapia. Se consiguió el doble objetivo de dar a conocer el sistema de Acuaponía y a la vez el consumo de la tilapia, para lo que participaron cocineros que la elaboraron de diversas formas.