

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

AÑO: **2023**

CÓDIGO 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 Torre-Pacheco (Murcia)
Coordinación:	Plácido Varó, CIFEA Torre Pacheco
Autores:	Fulgencio Sánchez, José Méndez, Joaquín Navarro y Ricardo Gálvez, CIFEA Torre 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. RESUMEN	3
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	3
3. MATERIAL Y MÉTODOS.	5
3.1. Características generales.....	5
3.2. Ubicación del proyecto y superficie.	5
3.3. Cría de Tilapia.....	8
3.4. Cultivo hidropónico de plantas	11
3.5. Parámetros calidad de agua	12
3.5. Evaluación energética	12
3.6. Inversiones realizadas en anualidad 2023.	12
4. ACTUACIONES, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	12
4.1 Producción de Tilapia	12
4.2. Producción de plantas.....	13
4.3. Evaluación Energética	14
5. CONCLUSIONES.	15
6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.	16



1. RESUMEN

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 continuó con la instalación probando nuevos cultivos, y realizando nuevas instalaciones 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 fijó como objetivo 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 planteó la instalación de 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 planteó 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.

Respecto a los resultados obtenidos en 2023, la producción de tilapia se ha mantenido estable y dentro de los valores esperados. La producción de plantas en hidroponía ha mostrado resultados dispares. Algunas variedades de lechuga y escarola han mostrado valores de producción y calidad óptimos. Resulta de interés evaluar y seleccionar genotipos que muestren buena adaptación a las instalaciones de hidroponía vertical y evaluar su tolerancia a diferentes exposiciones de luz.

La evaluación del consumo energético ha puesto de manifiesto el elevado consumo que requiere el funcionamiento de la planta de acuaponía. La instalación de sistemas de producción de energía limpia (placas fotovoltaicas) asociadas a la planta de acuaponía disminuiría sin duda en impacto ambiental derivado del alto consumo eléctrico, y complementarían las ventajas medioambientales de estos sistemas.

2. 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 continuó con la instalación probando nuevos cultivos, y realizando nuevas instalaciones 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 fijó como objetivo 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 planteó la instalación de 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 planteó 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.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Características generales.

La acuaponía es una técnica 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. (Imagen 1)

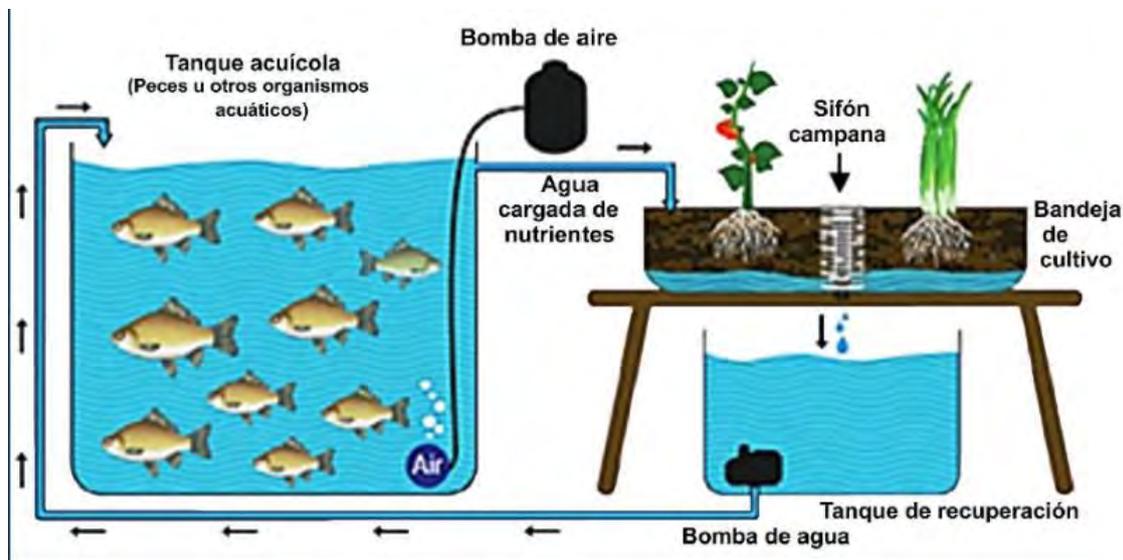


Imagen 1. Esquema de la técnica de Acuaponía

En el CIFEA de Torre-Pacheco se dispone actualmente 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. La planta 2, de mayor tamaño, y que en esta anualidad ha sido ampliada dotándola de más número de tanques para la cría de tilapia, y de mayor número de instalaciones de cultivo hidropónico, como se describirán más adelante.

3.2. Ubicación del proyecto y superficie.

En esta anualidad las dos plantas de acuaponía, Planta 1 y Planta 2, se han reubicado juntas en una zona de mayor dimensión, que se ha techado con placas de policarbonato que impermeabilizan la zona a la vez de permiten la entrada natural de luz del sol. Esta nueva superficie para las dos plantas supone un total de 590 m² (Imagen 2).

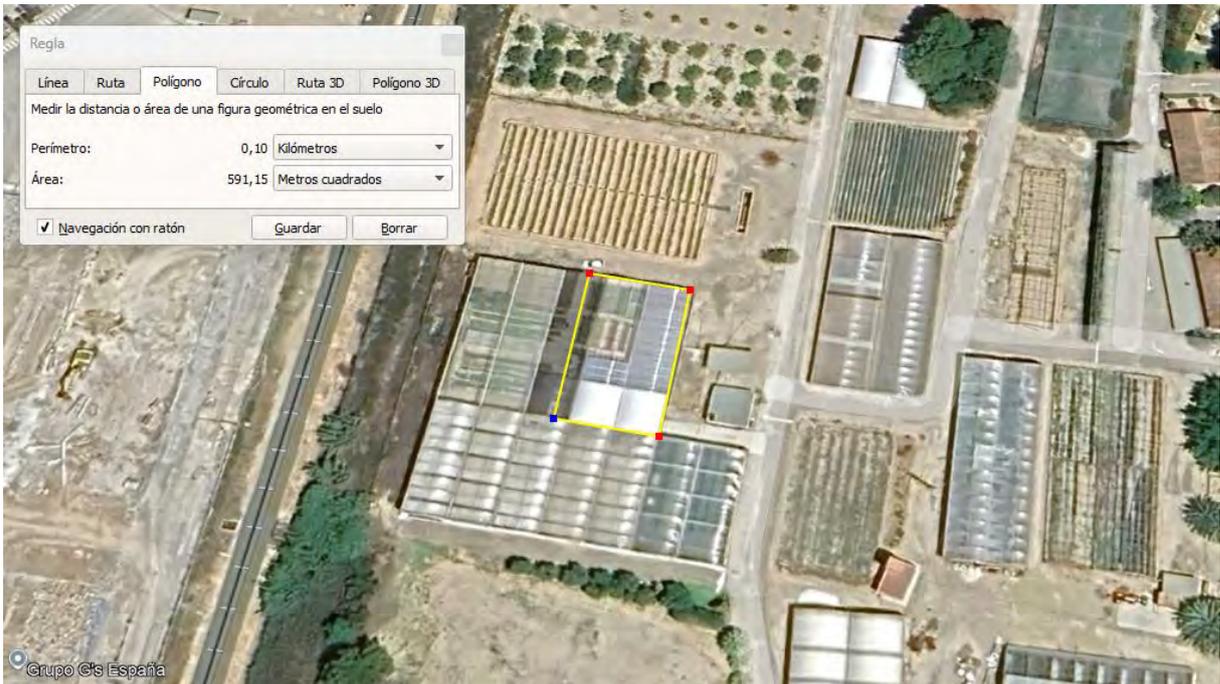


Imagen 2. Ubicación de la parcela donde se encuentran las dos plantas de acuaponía.

La nueva distribución de las plantas se indica en el plano 1. Constan de los siguientes elementos:

Planta 1

- Tanque redondo de peces
- Filtro
- 1 Sistema agua profunda, planchas de corcho de cama flotante
- 1 sistema de NFT, 4 canales horizontales con corriente continua de agua
- 1 sistema NFT1 Sistema de 8 macetas con sustrato de arlita

Planta 2

- 12 Tanques para cría de Tilapia
- Filtro
- 2 mesas de sistema de agua profunda, en placas de corcho flotantes. Estas mesas se readaptaron para incrementar la capacidad del nivel de agua, y se les renovó las planchas de

corcho (poliestireno) que permite el sustento de las plantas (Imagen 3)



Imagen 3. Mesa flotante con planchas de poliestireno

- 1 mesa con sustrato de arlita
- 1 sistema de gradas verticales con capacidad para 600 plantas
- Sistema de gradas horizontales (NFT) en tubo de pvc, con capacidad para 735 plantas
- Sistema de gradas horizontales (NFT) suministradas por auxprotec, empresa especialidad en cultivo hidropónico, con capacidad para 5500 plantas, dispuestas y distribuidas de diferentes modos: pirámides, muro vertical (Imagen 4).
- Sistema de canales NFT en V



Imagen 4. Gradas horizontales NFT dispuestas pirámide (izq) y muro vertical (drcha.)

3.3. Cría de Tilapia

Para la cría de tilapia se ha seguido el mismo procedimiento que en anualidades anteriores, y que se describe en la memoria inicial de este proyecto. El incremento del número de tanques ha permitido aumentar el número de tilapias y su producción total. Para la cría se ha seguido utilizando pienso especial para alimentación de tilapia, que viene adaptado según la fase de crecimiento en la que se encuentren los peces. El alimento se compró a la empresa ACUACONSULTANT, que está especializada en asesoría y productos para acuicultura. Se adquirió pienso especial para tilapia de varios tipos, ajustado en granulometría y composición a la edad y tamaño de los peces.

El pienso se ha sido suministrado a través de comederos automáticos, ajustando la dosis según las tablas de alimentación establecidas.

Todos los meses se han ido tomando datos biométricos de los peces (peso) y de calidad del agua. También se han ido seleccionando y sexando individuos reproductores (imagen 5), de los cuales se han ido obteniendo huevos fecundados para continuar con el ciclo completo de producción.



Imagen 5. Captura de peces para control datos biométricos.

Labores de mantenimiento

Durante toda la anualidad las labores de mantenimiento para el correcto funcionamiento de la planta de acuaponía fueron continuas, especialmente aquellas tareas inherentes al cuidado de peces, ya que cualquier fallo (eléctrico, atranque, rotura,...) puede desembocar en una parada del sistema, de recirculación de agua y muerte rápida de los peces. Todos los días se supervisaba la planta controlando que estuviera todo bien. Como se puede ver en la imagen 6, a veces ocurre que los peces se pueden escapar de un tanque, debido a su naturaleza saltadora.



Imagen 6. Un tilapia “escapada” de su tanque.



Se continuó con la extracción de huevos fecundados y emergencia de alevines (imagen 7).



Imagen 7. Tanque de cría de alevines de tilapia.

Igualmente, la ampliación de la planta de acuaponía, con un mayor número de tanques de peces, incrementó el volumen de agua de recirculación y por ende el volumen de agua a filtrar en el biofiltro. Para ello se instaló un nuevo decantador (imagen 8), y se siguieron con las labores propias de mantenimiento del biofiltro, adicionando más bacterias que facilitan que el nitrógeno procedente de los tanques de los peces sea más asimilable por las planta.



Imagen 8. Filtro-decantador planta acuaponía.

3.4. Cultivo hidropónico de plantas

Se han realizado 6 ciclos de cultivo de distintas especies y variedades, distribuidas en distintos sistemas de hidroponía. Las especies ensayadas han sido Lechuga, Escarola, Coliflor, Col picuda, Brócoli, Apio (imagen 9), Perejil, Menta, Albahaca, Cilantro, Cebollino. Como nueva especie, esta anualidad se ha cultivado también Pak Choi.



Imagen 9. Cultivo de Apio en gradas verticales (mayo 2023).



El cultivo no se abonó en ningún momento, únicamente los nutrientes presentes en el agua de recirculación procedente de los tanques de los peces. Tampoco se realizaron tratamientos sanitarios, aunque en esta anualidad se realizaron acciones de control biológico de pulgón, incluyendo cultivo de cebada como plantas banker para reservorio de enemigos naturales de pulgón.

3.5. Parámetros calidad de agua

Los parámetros de calidad del agua se analizaron mensualmente con el medidor Imacimus. Se tomaron siempre muestras de los tanques de los peces, del filtro y de la hidroponía. Los resultados medios de cada parámetro se muestran en la siguiente tabla:

Descripción	C.E.	Ca	K	Na	NH4	NO3	Mg	pH
Tanques filtro pl2	1857	58	0,2	120	0,1	127	31	8,07
Tanque 8, entrada	1740	51	4,4	112	0,3	105	30	8,71
Tanque 4	2080	21	0,5	122	0,2	80	7,8	7,86

3.5. Evaluación energética

Para conocer el coste energético, se avaluó en gasto eléctrico derivado de los equipos eléctricos para el funcionamiento de la planta de acuaponía. Esto es, las bombas de agua que generan la recirculación continua de los nutrientes, el equipo de calefacción, que permite mantener la temperatura del agua en un rango óptimo para el desarrollo de las tilapias, y los clarificadores para la desinfección del agua.

3.6. Inversiones realizadas en anualidad 2023.

Las nuevas inversiones realizadas durante 2023 en el proyecto de Acuaponía han sido las siguientes:

- Instalación de protección de policarbonato, para proteger la planta de las precipitaciones e inclemencias del tiempo.
- Instalación de nuevas gradas en verticalidad para el cultivo hidropónico en sistema NFC
- Instalación de cámaras de videovigilancia, que permiten visualizar en tiempo real el estado de funcionamiento de los equipos de la planta de acuaponía, desde dispositivos en remoto (móvil, pc,...)

4. ACTUACIONES, RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Producción de Tilapia

Se obtuvieron dos ciclos netos de reproducción y desarrollo de tilapia hasta alcanzar el nivel comercial, aunque las cohortes fueron escalonadas y distribuidas a lo largo de los meses. Al igual que en anualidades anteriores, la tasa de crecimiento de las tilapias se ralentizó en los meses de invierno,

debido a las temperaturas más bajas del agua de los tanques, pese a la calefacción. En consecuencia, durante estos meses los peces necesitaron 4 semanas más para alcanzar la talla comercial establecida a partir de 450 gr (gráfica 1)



Gráfica 1. Desarrollo neto de las tilapias, por semanas, diferenciando las mediciones en el periodo de invierno y verano.

4.2. Producción de plantas

Se realizaron hasta 6 ciclos de cultivo a lo largo de 2023, en especies como lechuga y escarola, que experimentaron un crecimiento muy rápido. Los pesos medios obtenidos de algunas especies y variedades se representan en la tabla siguiente:

Especie/variedad	N ^o plantas	Fecha recolección	Peso medio
Hoja Roble	79	22/02/2023	70 gr
Escarola Rizada	137	23/02/2023	293 gr
Batavia	114	24/02/2023	192 gr
Escarola Lisa	115	25/02/2023	381 gr
Lollo Rosso	228	26/02/2023	55 gr

La especie Pak Choi se evaluó, y aunque se observó un crecimiento y desarrollo aceptable, generó algunos problemas de obstrucción de los sistemas acuapónicos, debido al desarrollo vigoroso de su sistema radicular.



Imagen 10. Evaluación calidad lechuga multileaf roja (izq.) y escarola (dcha.)



Imagen 11. Lechuga tipo baby obtenidas en la planta acuaponía (diciembre 2023).

4.3. Evaluación Energética

En la siguiente tabla se indica la potencia en kilovatios de cada equipo eléctrico de la planta de acuaponía nº 2, el funcionamiento diario y anual total, y el cálculo del consumo energético en KW/hora.

Como se observa, el mayor gasto eléctrico procede del equipo de calefacción del agua, el cual es necesario en los meses más fríos (entre diciembre y marzo) para mantener la temperatura del agua en un rango óptimo para la supervivencia y desarrollo de las tilapias.

EQUIPO	POTENCIA (kW)	Funcionamiento diario (horas)	Funcionamiento Anual (días)	Consumo anual (kW/h)
Bomba recirculación 1	1.1	24	365	9636
Bomba recirculación 2	0.37	24	365	3241,1
Bomba suministro agua y filtros	0.95	0.5	365	173,375
Clarificadores (6 unidades)	0.036 x 6 =0.216	24	365	1892,16
Equipo calefacción	4.7	24	120	13536
Total	18,636			28478,635

5. CONCLUSIONES.

La producción de tilapia se ha mantenido estable y dentro de los valores esperados.

La producción de plantas en acuaponía ha mostrado resultados dispares. Algunas variedades de lechuga y escarola han mostrado valores de producción y calidad óptimos. Resulta de interés evaluar y seleccionar genotipos que muestren buena adaptación a las instalaciones de hidroponía vertical y evaluar su tolerancia a diferentes exposiciones de luz.

La evaluación del consumo energético ha puesto de manifiesto el elevado consumo que requiere el funcionamiento de la planta de acuaponía. La instalación de sistemas de producción de energía limpia (placas fotovoltaicas) asociadas a la planta de acuaponía disminuiría sin duda en impacto ambiental derivado del alto consumo eléctrico, y complementarían las ventajas medioambientales de estos sistemas.

6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.

Se realizó una jornada técnica en las instalaciones del Cifea de Torre-Pacheco el 22 de marzo de 2023, con el siguiente cartel y programa:



JORNADA

LA TÉCNICA DE AQUAPONÍA. OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN EN EL CAMPO DE CARTAGENA

JORNADA PRESENCIAL + ONLINE

22 DE MARZO DE 2023
17:30-20:00
 Inscripciones web del SFTT



Logos: Región de Murcia, SFTT, CIFEA Torre Pacheco

PROGRAMA JORNADA TÉCNICA ACUAPONÍA 22 MARZO CIFEA TORRE PACHECO

Horario	Título de la ponencia	Ponente	Cargo que ocupa	entidad
17:30-18:00	Visita guiada a la planta de Acuaponía del CIFEA de Torre Pacheco (presencial)	Plácido Varó	Director del CIFEA de Torre Pacheco	Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca.
18:00	Inauguración de la Jornada	D ^a María Remedios García	Directora General de Agricultura, Industria Alimentaria y Cooperativismo Agrario.	Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca.

18:10-18:20	Emisión de vídeo sobre el funcionamiento de la planta del Aquaponia del CIFEA de Torre Pacheco	Plácido Varó	Director del CIFEA de Torre Pacheco	Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca.
18:20-18:40	Proyecto de Aquaponía en el CIFEA de Torre Pacheco: Experiencias y resultados	Fulgencio Sánchez	Técnico del Cifea de Torre Pacheco	Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca.
18:40-19:00	Sistemas RAS acuapónicos. Condicionmes idóneas en la Región de Murcia.	Pablo Gil	Director Gerente de empresa de acuicultura	AquaConsultant Acuicultura y Servicios, S.L.,
19:00-19:20	Tilamur, 10 años de aquaponía. Producción de microalgas como fuente alternativa de proteína para la elaboración de piensos piscícolas	Mariano Vidal	Desarrollador y Coordinador del Proyecto de Aquaponía	Tilamur
19:20-19:40	La Tilapia en la Restauración. Presentación de los platos “Tilapia al ajo pescador” y “Tilapia a la murciana”	Julián Pedreño	Restaurador	Restaurante Athasca
19:40-20:00	Ruegos y preguntas	Todos los ponentes		

La jornada se transmitió en streaming y se grabó en vídeo. Se puede ver de manera íntegra en el canal de youtube del SFTT. El enlace es:

<https://youtu.be/WO-Mn3P-ft8?si=NqG0w0aDjun4sZPw>

Se han recibido numerosas visitas a lo largo de toda la anualidad, de profesionales del sector, técnicos, escolares, visitas de comitivas extranjeras, etc.