

## III. Otras Resoluciones

### CONSEJERÍA DE PRESIDENCIA

*RESOLUCIÓN de 25 de octubre de 2006, de la Secretaría General, por la que se da publicidad al Convenio Interadministrativo de Colaboración entre la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente y la Diputación de Cáceres, sobre “Desarrollo de un sistema integrado para la producción intensiva de tenca y cultivos hidropónicos”.*

Habiéndose firmado el día 23 de agosto de 2006 un Convenio Interadministrativo de Colaboración entre la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura y la Excm. Diputación de Cáceres, sobre “desarrollo de un sistema integrado para la producción intensiva de tenca y cultivos hidropónicos”, de conformidad con lo previsto en el artículo 7.º del Decreto 1/1994, de 25 de enero, sobre creación y funcionamiento del Registro General de Convenios de la Comunidad Autónoma de Extremadura,

#### RESUELVO:

La publicación en el Diario Oficial de Extremadura del Convenio que figura como Anexo de la presente Resolución.

Mérida, 25 de octubre de 2006.

El Secretario General,  
FRANCISCO GÓMEZ MAYORGA

#### ANEXO

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE COLABORACIÓN ENTRE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE EXTREMADURA Y LA EXCMA. DIPUTACIÓN DE CÁCERES, SOBRE “DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRADO PARA LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE TENCA Y CULTIVOS HIDROPÓNICOS”

En Mérida, a 23 de agosto de 2006.

#### REUNIDOS

De una parte, el Excmo. Sr. D. José Luis Quintana Álvarez, como Consejero de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, para cuyo cargo fue nombrado por Decreto del Presidente n.º 17/2003, de 27 de junio (D.O.E. Extraordinario n.º 75),

debidamente autorizado para este acto por acuerdo del Consejo de Gobierno de la Junta de Extremadura en su sesión del día 30 de mayo de 2006.

Y de otra, el Excmo. Sr. D. Juan Andrés Tovar Mena, Presidente de la Diputación de Cáceres, nombrado por Acuerdo del Pleno de 12 de julio de 2003, debidamente autorizado para este acto por acuerdo del Pleno en su sesión del día 27 de julio de 2006.

Ambas partes, tienen capacidad legal para firmar el presente Convenio, y en su virtud,

#### MANIFIESTAN

Primero. La Consejería de Agricultura y Medio Ambiente tiene asumidas las competencias en materia de acuicultura que le confiere la Ley 8/1995, de 27 de abril, de Pesca.

Segundo. El marco para el conjunto de estas intervenciones estructurales en el sector pesquero y de la acuicultura lo constituye el Reglamento (CE) N.º 2792/1999, de 17 de diciembre de 1999, el cual define las modalidades y condiciones de dichas intervenciones. La estrategia y las prioridades de la intervención y que contiene los elementos detallados de la misma al nivel de las medidas, constituye el Complemento del Programa. En la Decisión de la Comisión n.º C (2004) 5675, de 23 de diciembre de 2004 se recogen las últimas modificaciones del Complemento del programa. Este documento se estructura en una relación de ejes prioritarios, medidas, acciones e indicadores de seguimiento, dentro de los cuales se encuentra el Eje prioritario 4 “Otras Medidas”, y dentro de éste, la Medida 4.6 “Medidas Innovadoras”.

Tercero. Las “Medidas Innovadoras” aglutinan un conjunto de acciones cuya finalidad es conseguir mejoras cualitativas en las funciones y sistemas de producción, transformación y distribución del Sector Pesquero, con el fin de alcanzar desarrollos sostenibles a medio y largo plazo. En estas actuaciones destacan los “proyectos pilotos” como acción realizada por un agente económico, un organismo científico o técnico u otro organismo competente, cuyo objetivo sea probar, en condiciones cercanas a las reales, la fiabilidad técnica o la viabilidad económica de una nueva tecnología con el fin de adquirir y, posteriormente, difundir los conocimientos técnicos o económicos sobre la tecnología ensayada.

Dentro de la descripción de las “Medidas Innovadoras” que define el proyecto se encuentra la posibilidad de llevar a

cabo los trabajos conducentes a disminuir la carga contaminante de los efluentes de las piscifactorías así como la de prever medidas medioambientales de menor impacto. Asimismo, considera como beneficiarios de esta Medida a los organismos públicos o semipúblicos o paraestatales y organismos científicos o técnicos debidamente autorizados por la Autoridad de Gestión, entre otros.

CUARTO. Extremadura cuenta con un gran potencial de base para el cultivo de la tenca. Desde hace siglos esta especie ha recibido una especial atención como recurso pesquero siendo explotado de forma tradicional y extensiva. Actualmente la tendencia es a buscar la intensificación de la producción empleando para ello modernas tecnologías. En este punto la acuicultura de la tenca debe abordar una nueva etapa basada en la necesidad de integrarse y compatibilizarse con la protección del medio ambiente y con los principios del desarrollo sostenible.

QUINTO. La Excm. Diputación Provincial de Cáceres ha venido promocionando el cultivo de la tenca como fuente tradicional de ingresos, que ha llegado a convertirse en un elemento unificador y motor de desarrollo de diversos municipios de su Provincia.

SEXTO. La Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, en su afán por promover el desarrollo de la “tencultura” como una explotación de este recurso natural de forma respetuosa con el medio ambiente, se plantea una serie de actuaciones encaminadas a la aplicación o integración de los cultivos intensivos vegetales en medio acuático o cultivos hidropónicos dentro de los sistemas productivos intensivos de peces basados en la recirculación de efluentes, con el objeto de poder analizar y evaluar la importancia de la hidroponía en el tratamiento de los efluentes de explotaciones piscícolas en nuestra Comunidad.

SÉPTIMO. La Consejería de Agricultura y Medio Ambiente entiende muy necesaria la implicación de la Excm. Diputación Provincial de Cáceres en la ejecución de un proyecto de esta naturaleza.

En consecuencia ambas partes acuerdan formalizar el siguiente Convenio de colaboración, con arreglo a las siguientes

#### ESTIPULACIONES

PRIMERA. Objeto del Convenio.

El objeto de este Convenio es el desarrollo y optimización experimental de un sistema integrado de acuaponía para la producción intensiva de tenca *Tinca tinca* y biomasa vegetal, según lo establecido en el Anexo I.

Como objetivos específicos el Convenio pretende:

— Determinar el potencial de intensificación (carga máx./m<sup>3</sup>) de los sistemas de cría de tenca en cautividad y en condiciones controladas en unas instalaciones adaptadas a los requerimientos particulares de esta especie.

— Establecer las condiciones para la situación de equilibrio en el sistema acuapónico, determinando las especies vegetales que mejor se adaptan a la producción y las pautas de mejora de las técnicas y tecnologías que puedan adaptarse al cultivo.

— Realizar un estudio de viabilidad técnico-económica que permita determinar las bases para el desarrollo de un módulo con futura aplicación a escala comercial.

SEGUNDA. Plazo de ejecución.

La vigencia del presente Convenio se extenderá desde la firma del presente convenio hasta el 15 de noviembre de 2007.

TERCERA. Seguimiento del proyecto.

La Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Medio Ambiente, nombrará a un Director técnico para el seguimiento de los trabajos de referencia.

Para la selección del personal técnico participante en el proyecto se establecerán oportunamente por la dirección técnica unos criterios de selección, entre los que se considerará, principalmente, la experiencia profesional de los candidatos.

El personal contratado participante en el proyecto acepta expresa y de forma individualizada las obligaciones del presente Convenio, que ejecutarán en los términos que determine el director de los trabajos.

CUARTA. Contraprestaciones.

Como contraprestación para la realización del trabajo, la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura se compromete a abonar a la Diputación de Cáceres la cantidad de TRESCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS (395.436 €).

La financiación se efectuará con arreglo a las siguientes normas:

AÑO 2006: (200.494 €)

I. El 50% (100.247 €), se abonará a la certificación por el Secretario de la Diputación del inicio de los trabajos.

2. Un 25% (50.123,5 €) una vez certifique el Director Técnico nombrado por la Consejería que los gastos y trabajos correspondientes al primer 25% han finalizado, se han ejecutado conforme al Convenio y están justificados.

3. El 25% restante (50.123,5 €) una vez que certifique el Director Técnico nombrado por la Consejería que los gastos y trabajos correspondientes al segundo 25% han finalizado, se han ejecutado conforme al Convenio y están justificados.

Año 2007: (194.942 €)

1. Un 50% (97.471 €) de esta anualidad se abonará a la certificación por el Director Técnico nombrado por la Consejería que los gastos y trabajos correspondientes al 50% restante de la anualidad anterior han finalizado, se han ejecutado conforme al Convenio y están justificados.

2. Un 25% (48.735,5 €) una vez certifique el Director Técnico nombrado por la Consejería que los gastos y trabajos correspondientes al primer 25% de esta anualidad han finalizado, se han ejecutado conforme al convenio y están justificados.

3. El 25% restante (48.735,5 €) una vez que certifique el Director Técnico nombrado por la Consejería que los gastos y trabajos correspondientes al segundo 25% de esta anualidad

han finalizado, se han ejecutado conforme al Convenio y están justificados.

Las justificaciones intermedias y del saldo final se efectuarán previa presentación de certificación emitida por el Secretario de la Diputación en la que se haga constar la acción realizada y su coste, así como que se refieren a gastos y pagos previstos en el Convenio efectivamente realizados y acreditados mediante facturas o documentos contables de valor probatorio equivalente.

Si en la justificación se incluyen obras efectuadas por Administración no cabrá incluir como costes de las mismas gastos generales ni beneficio industrial, procediendo exclusivamente los gastos de hasta el 5% de Administración para los supuestos de contratos de colaboración en que así venga establecido en la legislación de contratación administrativa.

QUINTA. Aplicación presupuestaria.

El pago de la aportación de la Junta de Extremadura se imputará a las aplicaciones presupuestarias 12.03.443A.762.00 y 12.03.443A.462.00 del Superproyecto 2002.12.03.9008, Proyecto 200212030011 cofinanciado con fondos europeos (IFOP) medida 4.6 (80%) "Medidas Innovadoras", del programa operativo objetivo n.º 1, de los presupuestos de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente para los años 2006 y 2007, de acuerdo con la siguiente tabla:

Anualidad	Importe	Aplicación presupuestaria	Superproyecto	Proyecto
2006	152.894,00	12.03.443A762	2002.12.03.9008 Medidas Innovadoras 4.6.	2002.12.03.0011 Medidas Innovadoras
	47.600,00	12.03.443A462		
2007	147.342,00	12.03.443A762		
	47.600,00	12.03.443A462		

SEXTA. Medidas de Publicidad.

La Diputación de Cáceres hará mención en el informe final a la cofinanciación con fondos europeos (IFOP), medida 4.6 (80%) "Medidas innovadoras", del programa operativo objetivo n.º 1 de conformidad con el Reglamento (CE) 1159/2000, así como la adopción de medidas de identificación, información y publicidad de las inversiones a que se refiere el Decreto 50/2001, de 3 de abril, y cumpliendo en todos los casos lo establecido en el Decreto 7/2002, de 29 de enero, de Imagen Corporativa de la Junta de Extremadura.

SÉPTIMA. Responsabilidades del Convenio.

Los contratos celebrados por la Diputación de Cáceres con terceros, en ejecución de las actuaciones objeto de este Convenio serán de su exclusiva responsabilidad, efectuándose a su riesgo y ventura.

Asimismo, el personal que se contrate con cargo al presente Convenio no tendrá relación laboral alguna de las dos partes.

OCTAVA. Resolución del Convenio.

El presente Convenio se resolverá por cualquiera de las siguientes causas:

— Por cumplimiento del objeto del mismo.

— Por vencimiento del plazo de vigencia.

— Por incumplimiento de cualquiera de las estipulaciones acordadas, por parte de la Diputación de Cáceres, en cuyo caso se procederá al reintegro de las cantidades que hubiere recibido,

así como de los intereses legales que hubieran devengado las citadas cantidades.

NOVENA. Tribunales.

El presente Convenio se someterá al Derecho Administrativo y si surgieran dudas acerca de su interpretación o su cumplimiento, la competente para resolverlas será la Jurisdicción Contencioso-Administrativa.

Habiéndose leído el presente convenio por las partes aquí reunidas y hallándose conforme lo firman por cuadruplicado y a un solo efecto en el lugar y fecha indicado ut supra.

El Consejero de Agricultura y Medio Ambiente. Fdo.: José Luis Quintana Álvarez.

El Presidente de la Diputación de Cáceres. Fdo.: Juan Andrés Tovar Mena.

## ANEXO I MEMORIA TÉCNICA

### DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRADO PARA LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE TENCA Y CULTIVOS HIDROPÓNICOS

#### I. INTRODUCCIÓN.

La Tenca (*Tinca tinca* L.) es un pez de la familia de los Ciprínidos, muy valorado en el mercado europeo y en la zona Oeste de la península por su fina carne y exquisito sabor. Su demanda y alto precio en el mercado (en torno a 9-12 €/kg en temporada de verano) viene marcada por estar ligada a la historia, a la tradición gastronómica y ser apreciada como trofeo de pesca deportiva con importancia para la repoblación. En nuestro país, la provincia de Cáceres es la mayor productora de tenca para consumo.

El sistema de cría conocido como “tradicional” (que ha sido practicado en centroeuropa desde la Edad Media y en España desde el siglo XVI) consiste en la estabulación de individuos de ambos sexos en charcas de poca profundidad y con vegetación. Actualmente este sistema de cría aún se practica en explotaciones ganaderas (charcas extensivas) en Extremadura y de forma testimonial en Castilla y León con escaso control sobre los procesos y ventas directas al público. La única mejora que se ha introducido en el proceso consiste en pescar los alevines producidos en el año de las charcas de reproducción, más profundas y con vegetación, para trasladarlos a charcas sin

vegetación y menor profundidad. La pesca final se realiza a medida que las charcas se van secando, siendo este factor el que determina la estacionalidad del mercado.

Aunque conocida desde antiguo, desde el punto de vista de la investigación la tenca puede encuadrarse como especie nueva no consolidada puesto que la mayoría de la producción comercial en España procede de explotaciones tradicionales (JAMBRINA, 2002). Hoy por hoy es notorio que aún existen vacíos de información básica sobre importantes aspectos de su ciclo biológico (reproducción, mejora genética, cría larvaria, fisiología alimentaria, requerimientos nutricionales y manejo) razón por la cual, los esfuerzos que se están realizando actualmente a nivel europeo<sup>1</sup> están fundamentalmente orientados a resolver esta problemática.

La producción intensiva de tenca está actualmente limitada, entre otros factores, por la no disponibilidad de un pienso específico que permita su cría con rendimientos satisfactorios sin empleo de alimento natural (ALVARINO et. al., 1999; ARLINGHAUS et. al., 2002.<sup>2</sup>, 2000b) y también por las dificultades que plantea su domesticación y adaptación a condiciones de cautividad que se consideran estándar para la producción industrial de otras especies. Se ha observado reiteradamente que su conducta se altera con mucha facilidad en respuesta a pequeñas variaciones de luz, ruido y corrientes siendo que estos factores de estrés, si sucedidos de forma crónica, pueden inducir cambios severos en su estado fisiológico implicando un gasto energético indeseable y una mayor susceptibilidad para contraer enfermedades. Por esta razón, el empleo de las instalaciones adecuadas es un factor determinante del éxito en cualquier bioensayo de crecimiento, debiendo ser realizados en condiciones particulares y adaptadas al comportamiento de esta especie que presenta hábitos gregarios y conducta lucífuga.

La hidroponía es un sistema de cultivo de vegetales de forma intensiva en el cual los alimentos (soluciones nutritivas) son suministrados directamente al agua. Este hecho presenta numerosas ventajas puesto que las plantas utilizan los nutrientes mejor que las crecidas sobre substrato sólido y por ello son más grandes y se desarrollan con mayor rapidez, lo cual permite obtener mayor número de cosechas a lo largo del año. En los últimos años, el desarrollo tecnológico de los cultivos hidropónicos ha alcanzado un grado importante y se han estandarizado tres técnicas (cultivo en grava, raíz flotante y NFT<sup>2</sup>) a nivel comercial, aplicables a la producción de hortalizas (lechuga, tomate, pimiento) y frutas (fresas) en pequeña, mediana y gran escala.

1. Proyecto PROTENCH de colaboración entre empresas y centros de investigación europeos.

2. Nutrient Film Technique.

La acuaponía significa simplemente la integración de la recirculación del agua de sistemas de cría intensiva de peces con la producción de plantas. Esta filosofía reconoce que los peces dentro de los sistemas de recirculación producen unos residuos idóneos para el desarrollo de biomasa vegetal hidropónica siendo más razonable integrar ambos sistemas para obtener un doble beneficio, económico y ambiental.

La investigación sobre estas tecnologías de cultivo se ha desarrollado fundamentalmente en Norteamérica con especies omnívoras (*Tilapia spp.*) y en Australia con especies carnívoras (LENNARD, 2004). En España se están desarrollando en la actualidad sistemas de producción integrada de fresas con *Tilapia spp.* a nivel experimental y de carpas con jacintos de agua a pequeña escala (CERDÁ, com. per.<sup>3</sup>).

## 2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

En los sistemas de cría de peces, los costes de alimentación presentan para las empresas entre el 30-50% del total de los costes operacionales (KAUSHIK, 1990) y sin embargo solamente se aprovecha como energía útil entre el 25-30% de la alimentación suministrada (RAKOCY & HARGREAVES, 1993) siendo el resto excrementos sólidos o gaseosos. La recirculación del agua en estos sistemas tiene que ser muy eficaz en la eliminación de los residuos sólidos con el empleo de costosos sistemas de filtrado. Los residuos gaseosos no son fáciles de eliminar con un dispositivo de filtración física y el tratamiento consiste en convertir el amoníaco y el nitrito tóxicos al nitrato inofensivo con sistemas de filtración biológica. Sin embargo en este proceso se produce una acumulación de nitratos y fosfatos que, aunque no afectan a la supervivencia de los peces directamente, pueden modificar sus características organolépticas haciéndolos invariables para su consumo. La eliminación de estas sustancias se realiza cambiando una proporción del agua del sistema que equivale en media a un 10% diario y es dependiente de la carga de peces y de la cantidad de alimento. Este intercambio del agua no elimina totalmente la acumulación de nutrientes y algunos sistemas pueden funcionar con niveles del nitrato de hasta 500 mg/l. Por estas razones, los sistemas de recirculación plantean dos costes de producción adicionales, por un lado el que corresponde a la reposición diaria con agua limpia y por otro los que se derivan de la eliminación de las aguas residuales<sup>4</sup>.

Investigaciones realizadas sugieren que los sistemas acuapónicos, cuando están balanceados correctamente, pueden reducir las tasas de intercambio de agua en un 90%. Siendo así, en un sistema con 500.000 L el consumo de agua se limitaría a un 1% de volumen por día<sup>5</sup> lo cual supone un ahorro teórico y significativo en los gastos de incorporación de agua nueva, el pago de canon de vertido para eliminar las aguas residuales y en los costes de energía necesaria para calentar el agua (LENNARD, op. cit.). Pero además la acuaponía ofrece la ventaja de reciclar los residuos (nitratos y fosfatos) en la producción de biomasa vegetal, es decir, en la obtención de beneficios adicionales. Por tanto, en términos económicos, la eliminación de gastos unida a la obtención de nuevos beneficios significa que el beneficio global puede doblarse potencialmente.

Los sistemas de acuaponía ofrecen otra ventaja adicional relacionada al tiempo necesario para la obtención de beneficios derivados de la venta de los productos en el mercado. Dependiendo de la especie, los sistemas de recirculación para la cría de peces pueden necesitar al menos 2 años para comenzar a producir resultados. Esto significa que el potencial del beneficio se produce a largo plazo representando este hecho el coste de mantener un elevado capital inmovilizado más la inversión de mantenimiento asociada a la de producción (pienso, personal, etc.).

Sin embargo, en los sistemas hidropónicos, y dependiendo de la especie cultivada, los beneficios derivados de la venta del producto pueden obtenerse en un mes (4 semanas aproximadamente) lo cual significa una entrada rápida de capital que podría reinvertirse en el mantenimiento del negocio.

Ahora bien, si desde un punto de vista teórico es fácil entender cómo ambos sistemas (acuicultura de recirculación e hidroponía) pueden completarse para producir un doble beneficio, esta integración es mucho más exigente desde el punto de vista práctico. La cantidad de nutrientes producido por un pez en un sistema de cría es directamente proporcional a varios factores; la carga en el sistema, la tasa de alimentación<sup>6</sup> y el contenido proteínico del alimento que a su vez varía en función del régimen alimenticio<sup>7</sup>. En este sentido, los peces que consuman dietas con mayor contenido proteico son capaces de sustentar más plantas en el sistema y por tanto, el diseño del componente hidropónico es dependiente de la especie. Además, la carga o biomasa que el sistema de cría de una determinada especie puede soportar también es determinante para el

3. Josep Cerdá i Mulet, Carpeix Pollença S.A.T.

4. Esto corresponde al pago del canon de vertido o en su defecto, la incorporación de un costoso sistema adicional de depuración.

5. Un sistema con 50.000 L necesita 5.000 L de recambio al día (10%) lo que significa 18.250.000 L/año. Esta tasa puede reducirse hasta 1.825.000 L/año.

6. Cantidad de alimento suministrado (% biomasa/día).

7. En peces carnívoros como el bacalao de Murray es del 43%, en la tilapia (omnívoro) 32%.

diseño del componente hidropónico del sistema integrado puesto que dos especies que consuman la misma dieta (idéntica cantidad de proteína) no producirán la misma cantidad de residuo si se estabulan a cargas diferentes (LENNARD, op. cit.). Por estas razones, el principal problema de investigación en los cultivos acuapónicos consiste en determinar las condiciones óptimas de un sistema equilibrado en el cual la cantidad de plantas en el componente hidropónico se balancea con la cantidad de nutrientes producidos en el componente acuícola de forma que no se produzcan un incremento significativo de la concentración de nutrientes en el sistema.

La ejecución de este proyecto de investigación aplicada se justifica en su novedoso enfoque pretendiendo resolver simultáneamente varios asuntos de interés:

- En el ámbito científico, establecer las bases para la intensificación de los sistemas de cría de tenca con circuito cerrado en la región de Extremadura dado que en la actualidad, la producción de este ciprinido se desarrolla de manera extensiva o semiextensiva y se desconocen en profundidad las causas biológicas y de comportamiento que limitan su producción.
- En el ámbito tecnológico, introducir las innovaciones adecuadas en el sistema de producción intensiva de peces que puedan contribuir al desarrollo de unas instalaciones con diseño y funcionalidad adaptados a las particulares necesidades de la tenca de forma que la futura producción de este ciprinido pueda realizarse planificadamente bajo unos parámetros zootécnicos rentables.
- Desde el punto de vista económico, reducir los costes de inversión y crear beneficios adicionales con la producción de biomasa vegetal.
- Desde el punto de vista ambiental, generar los conocimientos útiles que permitan mejorar significativamente los actuales procesos productivos con la integración de cultivos hidropónicos como solución para la eliminación de los vertidos y para la optimización racional del uso del agua.
- Desde el punto de vista social, contribuir al desarrollo local con propuestas que valorizan el patrimonio natural e introducen mejoras en el aprovechamiento de los recursos al tiempo que pueda favorecerse indirectamente la generación de empleo en el sector primario con iniciativas innovadoras alternativas a la producción agraria tradicional y atractivas para la juventud de la región.

### 3. OBJETIVOS.

El proyecto que se presenta, se plantea como un estudio de viabilidad técnica previo a la actividad de investigación industrial

y tiene como objetivo general el desarrollo y la optimización experimental de un sistema integrado de acuaponía para la producción intensiva de tenca (*Tinca tinca*) y biomasa vegetal. Como objetivos específicos el proyecto pretende:

- Determinar el potencial de intensificación (carga máx./m<sup>3</sup>) de los sistemas de cría de tenca en cautividad y en condiciones controladas en unas instalaciones adaptadas a los particulares requerimientos de conducta de la especie.
- Establecer las condiciones para la situación de equilibrio en el sistema acuapónico, determinando las especies vegetales que mejor se adaptan a la producción y las pautas de mejora de las técnicas y tecnologías que puedan adaptarse al cultivo.
- Realizar un estudio de viabilidad técnico-económica que permita determinar las bases para el desarrollo de un módulo con futura aplicación a escala comercial.

### 4. PLANEAMIENTO GENERAL METODOLÓGICO.

#### 4.1. Elementos que constituyen el sistema experimental.

Para definir el sistema de producción acuapónico y los elementos que a continuación se describen se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- a. Escala: La experimentación se ha previsto con la idea de obtener resultados que puedan ser aplicados a nivel local tratando de optimizar una infraestructura de fácil instalación, manejo y mantenimiento concebida para mano de obra no especializada y capaz de producir bienes de consumo primario de alto valor añadido.
- b. Diseño “antiestrés”: La forma, el color, el material y los sistemas de aireación y alimentación han sido ideados en función del comportamiento de esta especie objetivando minimizar al máximo los factores de estrés. Las balsas circulares ofrecen mayores ventajas que las cuadradas para las tareas de limpieza, facilitando que los residuos se depositen apenas en el centro de las mismas. El color oscuro, de gran importancia para especies lucifugas, favorece el aprovechamiento integral de la columna de agua y el reparto uniforme de los animales. Además, las telas suspendidas amortiguan los ruidos y el sistema de aireación con boquillas hidroeyectoras Venturi elimina la instalación de difusores y la formación de corrientes dentro del tanque. Por otro lado, la incorporación de un sistema automatizado para la distribución de alimento simplifica las tareas de manejo limitando la presencia humana y su potencial interferencia en el crecimiento de los animales.
- c. Economía: La relación entre la dimensión de las instalaciones y la producción obtenida con otras especies de ciprinidos indica que

el óptimo se obtiene con el diseño que se propone bajo unos parámetros de rentabilidad aceptable. El tamaño estandarizado de las balsas, el sistema operativo de suministro y evacuación del agua así como la aireación e hidrodinamia que puede conseguirse dentro de los tanques debe suponer un ahorro importante en los costes de inversión en los capítulos de energía y materiales. Además, el mantenimiento puede ser realizado por una única persona reduciendo significativamente los costes de producción.

Los principales elementos que constituyen el prototipo de instalaciones son los siguientes:

#### A. Terreno y cobertura.

Después de visitar las instalaciones disponibles para el desarrollo del proyecto en el municipio de Casar de Cáceres se ha considerado conveniente:

- Reutilizar la nave industrial de superficie 20 x 12 metros para albergar la infraestructura básica de gestión del proyecto (almacén, taller, oficina y laboratorio) así como el sistema de mantenimiento auxiliar de peces y las instalaciones del componente hidropónico en sus fases tempranas de desarrollo (semilleros, mesas de crecimiento intermedio y mesas de trasplante).
- Construir un invernadero con cobertura de policarbonato (PC) transparente y aberturas cenitales y laterales para ventilación con idea de favorecer unas condiciones de temperatura y aireación adecuadas para el mantenimiento del sistema integrado en su conjunto. Esta nueva infraestructura se situará en el terreno ubicado en la parte posterior de la nave y tiene una superficie de 30 x 46 metros con capacidad para albergar las balsas de producción de peces y el lagunado dinámico de depuración biológica sobre el cual se dispone el componente hidropónico del sistema en su fase de crecimiento definitivo.

#### B. Infraestructura para la producción de peces.

- Balsas de producción: 6 unidades de 10 m Ø x 1 m de alto, dispuestas en 2 series paralelas dejando un pasillo central de 2,5 m de ancho para el tránsito de pequeños vehículos. Estarán construidas sobre el terreno nivelado con un paramento vertical de sustentación y cierre de rejilla galvanizada electrosoldada de 1 m de alto. El vaso se impermeabilizará con tela EPDM, de color oscuro y termosellada en fábrica<sup>8</sup> con protección de tela geotextil.

Además, y por razones de operatividad laboral e higiene se recomienda hormigonar la superficie libre perimetral de las balsas.

- Sistema de desagüe: Situado en la parte central de cada balsa y en el fondo aprovechando una ligera pendiente descendiente desde su perímetro. El orificio de salida vendrá preconfigurado de fábrica para entroncarlo con tornillería inoxidable a la cazoleta de evacuación. Para todo ello, se dispondrá de una zanja que alojará la tubería de evacuación. En la cazoleta central se dispondrán filtros cilíndricos contruidos en PVC y tela de malla con una luz acorde al tamaño de los peces en cada momento.

- Suministro de agua: Procedente del equilibrio de recirculación y partiendo de la unidad germicida de UV en tubería PVC 63 mm Ø, el agua saldrá de dos líneas aéreas suspendidas cerradas (conectando ambos extremos distales para evitar la pérdida de presión) y sujetas a los diferentes traveseros de la estructura del invernadero. En la vertical del perímetro de cada balsa y por la parte próxima a la pared lateral, bajará un ramal individual hasta la altura del borde superior conectado a una reducción de 63 a 40 mm Ø con una válvula de este diámetro. Así, el agua discurrirá circularmente por el perímetro interior de cada balsa a unos 25 cm de altura por una tubería sujeta por anclajes adecuados. Cada balsa deberá tener 6 boquillas hidroeyectoras Venturi distribuidas homogéneamente proporcionando agua aireada de renovación con un flujo circular. De esta forma será posible provocar una corriente interna muy suave en el conjunto del agua que facilite la deposición de los residuos en el centro de la balsa sin causar trastornos en los animales.

- Sistema auxiliar de mantenimiento: Para el manejo de los peces (estabulación, desdobles, almacenamiento previo a la venta, administración de tratamientos profilácticos y períodos de cuarentena) es necesario disponer de una instalación auxiliar con 27 tanques de forma rectangular colocados en 2 series con un sistema de suministro de agua y evacuación independiente al circuito cerrado de producción intensiva. Sus dimensiones serán estándar<sup>9</sup> con aproximadamente 0,8 x 1,2 m y 1 m de altura y 1 m<sup>3</sup> de capacidad procurando mantener en los mismos una altura de agua 80 cm. Estos tanques se pueden construir con un bastidor de tubo galvanizado de 40 mm y tela reforzada de PVC de color oscuro suspendida del bastidor.

El fondo de estos tanques irá apoyado sobre planchas de poliestireno expandido como aislante térmico permitiendo cierto desnivel para facilitar el manejo de limpieza, contando además con un desagüe lateral para la renovación de agua.

8. La tela se recibirá patroneada, lista para su despliegue y colocación sobre el suelo y las paredes del cilindro. Por esta razón se ha contemplado la incorporación de personal eventual para el montaje.

9. La propuesta se acomoda a las dimensiones que hubiera disponibles en fábrica para abaratar costes en la medida de lo posible.

— Balsa de lagunado dinámico de depuración: Es la encargada de recibir el efluente procedente de las balsas (facilitando la sedimentación de los sólidos orgánicos procedentes de las excretas de los peces y restos de alimentación) y de depurar el mismo de forma biológica sosteniendo la mayor parte del componente hidropónico integrado al sistema. Funciona como un sistema facultativo<sup>10</sup> (CERDÁ, 2001) con una primera fase profunda anaerobio (3 m) que recibe las aguas residuales y una gran superficie aerobio (1 m). La laguna ha de tener unas dimensiones aproximadas de 40 x 4 m<sup>2</sup> y un parámetro deflector interno longitudinal en la mitad de forma que el agua tenga un recorrido serpenteante de ida y vuelta separando dos canales. La excavación se reviste en su totalidad con tela geotextil como precaución y protección antidesgarro que de la cubierta impermeabilizante de PVC de color gris termosoldada “in situ”. El pasillo perimetral de la laguna se realiza con solera de hormigón armado de 1 m de ancho y 10 cm de espesor, permitiendo el anclaje del faldón de la tela de PVC sobre el terreno, a la vez que el acceso cómodo y operativo a ambos canales. Este lagunado contará con un aliviadero de emergencia para derivar convenientemente el excedente del agua de la planta en el caso de vaciado de las balsas. El componente hidropónico se dispone en módulos flotantes de poliestireno sobre la propia laguna.

— Equipo de recirculación: Una vez el agua haya sido tratada por el lagunado, pasará al depósito de aireación mediante un rebosadero de superficie. Este depósito de poliéster ha de tener unas dimensiones de 2 m Ø y 2,35 m de altura y estará enterrado a ras de suelo. En él se dispondrá de una bomba de aireación forzada con un dispositivo de flotación y conexión eléctrica. Además, y mediante una bomba de recirculación sumergida localizada en el mismo depósito el agua depurada y aireada pasará a un filtro de arenas y seguidamente a una unidad germicida por U.V. De aquí, por el sistema de suministro enterrado se distribuirá a las 6 balsas descritas.

— Sistema de suministro y evacuación: Ha de contar con una fuente de agua externa (manantial, pozo) de calidad suficiente y caudal necesario para el llenado inicial total y para la reposición de pérdidas de manejo (limpieza, evaporación y vaciados).

Este sistema se inicia en el equipo de recirculación ya descrito y consta de dos líneas de tubería de PVC. La de suministro es aérea de 63 mm Ø y se presenta externamente a cada balsa hasta el borde superior y con una reducción de 40 mm Ø continúa por el perímetro interno hasta las boquillas Venturi descritas anteriormente. El desagüe de las balsas es por su fondo central, discurriendo hacia fuera a través de tubería de 110 mm Ø que desemboca a una

arqueta prefabricada de poliéster y de la que sale por tubería de 160 mm Ø a otra colectora general de 200 mm Ø ambas enterradas llevando el efluente a la cabeza del lagunado.

— Sistema energético: Contará con la acometida pertinente para un consumo eléctrico mínimo de las bombas de aireación y de recirculación (unos 3 CV), el de las lámparas de U.V. y de diferentes puntos estratégicos para conexión alarmas (sistema de vigilancia). En el laboratorio (situado en la nave y en el mismo cuarto de la oficina) se dispondrán las tomas eléctricas necesarias para la conexión de la nevera, el ordenador y los diferentes aparatos (lupa, microscopio, etc.).

— Sistema de alimentación: Las balsas contarán con un sistema de alimentadores de reloj “a lámina” programables diariamente y fácilmente disponibles en el mercado.

### C. Sistema de producción de biomasa vegetal hidropónica.

— Semilleros: Para diseñar las dimensiones de estos componentes se ha tomado en cuenta el modelo descrito por FURLANI (2000) en el que se mantiene una separación fija entre las plantas. Se estima que la superficie de la laguna de depuración que soporta el componente hidropónico tiene 128 m<sup>2</sup> útiles (capacidad de producción máxima de 3.200 unidades). Por esta razón, los cálculos se han hecho sobre una base de producción inicial de 4.000 plantas considerando que en el proceso se irán eliminando aquellas que no reúnan las condiciones adecuadas (15-20% de la producción total). Los semilleros constan de una armadura vertical de material anticorrosivo (plástico, PVC, acero inoxidable o madera tratada) sobre la cual se disponen 5 baldas o estantes dobles (25 x 50 x 10 cm) de plástico cubiertas con plástico negro y con un sistema de drenaje para albergar las semillas en el periodo de germinación que se regarán diariamente con solución nutritiva. En la parte superior de estas baldas es conveniente colocar dispositivos de luz artificial para favorecer el proceso y en la parte inferior ruedas para facilitar el manejo. Se ha estimado adecuado disponer de 20 semilleros independientes de dimensiones 0,65 x 0,65 x 1,65:

- 2 para la fase I que alberga las semillas hasta la emergencia<sup>11</sup>, en cada estante se mantiene una separación de 2,5 cm con 200 plantas.
- 16 para la fase II que aloja las plántulas<sup>12</sup> ocupando un área individual de 25 cm<sup>2</sup> (5 x 5 cm) con 50 plantas/estante.

10. La flora bacteriana es aerobio facultativa, es decir, puede funcionar tanto en presencia de oxígeno (respiración) como en ausencia del mismo (fermentación).

11. Aparición de la primera hoja funcional en 1 semana.

12. Aparición de la quinta hoja funcional en 2 semanas.

- 2 de reserva para poder disponer en caso de necesidad visto que se solapan varios ciclos productivos al mismo tiempo.

— Mesas de crecimiento fase intermedia: Alojando las plantas durante 2 semanas conservando una separación de 12,5 cm. Para ello se pueden disponer 9 mesas de 6,5 x 1 m y 5 mesas de 5 x 1 m sobre las cuales se disponen bandejas plásticas de 10 cm de profundidad y dimensiones estándar<sup>13</sup> para colocar en ellas la solución nutritiva que permita el correcto desarrollo de las raíces de las plantas como una preadaptación para el crecimiento flotante de la fase definitiva. Encima de cada bandeja se dispone una plancha de poliestireno expandido perforada con un tubo caliente de 2,5 cm Ø respetando la distancia necesaria<sup>14</sup>.

— Módulos flotantes fase definitiva: Consisten en planchas de poliestireno expandido perforadas en el centro de un área individual de 250 cm<sup>2</sup> (25 x 25 cm) lo que representa 25 unidades/m<sup>2</sup>. Las plantas sembradas en estos módulos se desarrollan en la superficie del lagunado de depuración actuando como filtro biológico durante un periodo de dos semanas.

#### D. Complementos varios, utillaje y afines.

— Laboratorio y oficina: Las instalaciones de la nave cuentan con una pequeña habitación que deberá ser habilitada para desempeñar conjuntamente las actividades y tareas de laboratorio y oficina. Para ello debemos contar con los siguientes elementos:

- Mobilibario básico: 2 mesas de trabajo, 2 sillas, estantería y archivo<sup>15</sup>.
- Un frigorífico con congelador para almacenar material biológico, soluciones de calibración y productor químicos (profilaxis y terapia, soluciones nutritivas de germinación, etc).
- Aparatos para el desarrollo del proyecto: Lupa estereoscópica, microscopio, oxímetro, pHmetro, conductivímetro, ictiómetro, balanza de precisión y balanza de campo.
- Material de laboratorio: Kits de analítica de agua (amonio, calcio, cianuro, dureza, fosfato, nitrato, nitrito), vidriería y plástico (matraces, vasos, probetas, etc.), equipo de disección y utillaje (filtros, mallas, etc.).
- Material de oficina: Ordenador personal y accesorios (impresora y scanner/fotocopiadora), teléfono/fax y conexión a Internet.

— Material de manejo de los peces: Se ha de disponer de recipientes para transporte y manejo de alimentación, salabres y nasas para la pesca, mallas de diferentes aberturas (filtros), sifón de piscina para la limpieza de las balsas y otros.

— Manejo hidropónico: Se ha de disponer al menos de una amplia mesa (6,5 x 2 m) para realizar los trasplantes entre las diferentes fases de desarrollo y recipientes varios para la elaboración y distribución de las soluciones nutritivas.

— Taller y almacén: Las instalaciones han de tener un pequeño taller de reparaciones (mesa de trabajo, herramientas y materiales) y un espacio para almacenar el pienso.

#### 4.2. Metodología de experimentación.

##### 4.2.1. Bioensayos de crecimiento.

Para determinar el potencial de intensificación y crecimiento de la tenca en condiciones de cautividad se realizarán pruebas por duplicado con animales de peso medio 5-10 gr. procedentes del mismo lote de reproductores y si es posible previamente habituados a la alimentación con dieta seca. Una vez superado satisfactoriamente el periodo de aclimatación y cuarentena en el sistema auxiliar de mantenimiento el experimento se inicia con la estabulación de los animales en las balsas circulares de producción estableciendo tres cargas teóricas iniciales que corresponden a 0,1 kg/m<sup>3</sup> (control), 1 kg/m<sup>3</sup> (densidad intermedia) y 5 kg/m<sup>3</sup> (densidad máxima). La alimentación se realizará diariamente con pienso comercial aportando una tasa constante y equivalente a 1% biomasa/día de forma automática con los comederos de lámina. Diariamente se realizarán controles de temperatura, pH, oxígeno y conductividad, vigilando el comportamiento de los animales, anotando las posibles anomalías y la biomasa correspondiente a las posibles bajas. Semanalmente se obtendrán datos de la calidad del agua vigilando especialmente el ritmo de incremento de nutrientes en el sistema. Mensualmente se realizará la biometría (peso y longitud) en un número significativo de la población de cada tanque y se estimarán los coeficientes de mortalidad y crecimiento (Tasa de Crecimiento Instantáneo, TCI y Coeficiente de Crecimiento Térmico, TGC) y aprovechamiento nutritivo (Índice de Conversión, IC; Índice de Conversión Económico, ICE; Coeficiente de Eficacia Crecimiento, CEC). Los datos obtenidos se procesarán estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) estableciendo o no la existencia de diferencias significativas entre los diferentes estanques experimentales:

13. El proyecto se adaptará a las dimensiones disponibles en el mercado.

14. El agujero se hace en el centro de un área de 12,5 x 12,5 cm.

15. Con idea de reutilizar el disponible en la misma nave no se incluye en el presupuesto.

— En relación al tiempo, verificando la existencia o no de diferencias entre los valores medios de peso y longitud en los animales de cada tanque en diferentes fechas.

— En relación a la influencia de la carga inicial verificando la existencia o no de diferencias entre los valores medios de peso y longitud en los animales estabulados a diferentes cargas.

La comparación de las pendientes de las curvas de crecimiento de cada tanque con un test "t" permitirá establecer en cada caso el punto de inflexión a partir del cual el crecimiento se estabiliza y/o decrece significativamente. Este punto crítico se considera que corresponde a la capacidad máxima de carga (potencial de intensificación) que el sistema puede soportar sin riesgo de mortalidad masiva.

#### 4.2.2. Optimización del sistema acuapónico.

Se realizarán tres tipos de pruebas:

— Idoneidad específica: Realizando bioensayos de crecimiento con diferentes hortalizas y frutas<sup>16</sup> de valor comercial al objeto de conocer cuál de ellas se adapta mejor al sistema de cultivo de raíz flotante y a la climatología del invernadero ofreciendo simultáneamente mejores rendimientos como filtro biológico y en la reducción del tiempo de cosecha.

— Germinación en diferentes sustratos: Valorando las posibles mejoras que puedan introducirse para acortar los ciclos de la producción vegetal en las fases tempranas.

— Determinación de la carga óptima de biomasa vegetal para estabilizar el sistema: Realizando periódicamente análisis del agua en los tanques y en la laguna de depuración será posible verificar las tasas de incremento de nutrientes en el sistema, y la correlación de las mismas con el incremento de la biomasa animal. Simultáneamente, se tomarán muestras del mismo agua de la laguna con una determinada concentración de nutrientes y se probará la eficacia de cada especie en la eliminación de los mismos, ensayando el tiempo que tarda una unidad filtradora en asimilar los mismos y el número (n) de unidades que son capaces de eliminar la misma cantidad de nutrientes en un día. A partir de estos datos será posible establecer la especie y la cantidad de biomasa vegetal necesaria en cada momento para equilibrar el sistema.

#### 4.2.3. Estudio viabilidad técnico-económica.

Se evaluará económicamente el sistema productivo y su rentabilidad realizando una proyección teórica de escenarios (pesimista, realista y optimista) en función de los resultados obtenidos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

ALVARIÑO, J.M.R., M. QUIROS & M. JOVER, 1998.- Respuesta productiva de alevines de tenca (*Tinca tinca* L.) alimentados con piensos con diferentes contenidos preliminares de grasa y proteína. In: Fernández Palacios Barber H. & Izquierdo López M. 7.º Congreso Nacional de Acuicultura, Las Palmas de Gran Canaria 19-21 mayo, 1999. Serie Monografías ICCM (4): 352-355.

ARLINGHAUS R, B. RENNERT & M. WIRTH, 2002 in press (a).- Digestibility measurements in tench (*Tinca tinca* L.) by using the continuous filtration method for fish faeces: results, constraints and recommendations. Manuscrito de autor. Sometido a revisión por la revista *J. App. Ichtiol.*

ARLINGHAUS R, B. RENNERT & M. WIRTH, 2002 in press (B).- digestibility measurements in juvenile tench (*Tinca tinca* (L)) by using a continuous filtration device for fish faeces. Manuscrito de autor. Sometido a revisión por la revista *J. App. Ichtiol.*

CERDA I MULET, J.- El Lagunado: eficacia económica y racional de la cadena trófica. In: V JORNADAS TÉCNICAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE AGRICULTURA ECOLÓGICA. "EL AGUA Y LA AGRICULTURA: Gestión ecológica de un recurso cítrico". Mallorca, 26, 27, 28 y 29 de septiembre de 2001.

JAMBRINA LEAL, M.C., 2002.- Investigación y acuicultura: Las especies potencialmente explotables, el caso de la tenca *Tinca tinca* L. In: Jornadas de Acuicultura en Castilla y León, León 2-4 octubre, 2002.

FURLANI, P., 2000.- Proyecto de producción de lechugas con sistema NFT. Red Hidroponía, Boletín informativo n.º 6.

<http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin6.htm>

KAUSHIK, S., 1990.- Use of alternative protein sources for the intensive rearing of carnivorous fish. In: Flos R., Tort LL. & Torres P (Eds). *Mediterranean Aquaculture*. Ellis Horwood Ltd., England, p. 125-138.

LENNARD W., 2004.- Aquaponics, the theory behind the integration. In GAIN. (Gippsland Aquaculture industry Network) <http://www.growfish.com.au/content.asp?contentid=1060>

RAKOCY, J.E. & J.A. HARGREAVES. 1993. Integration of vegetable hydroponics with fish culture: a review, p. 112-136. In J.K: Wang (ed.) *Techniques for Modern Aquaculture*, 604p American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan.

<sup>16</sup>. Lechuga, tomate, pimiento, judía, fresa, frambuesa.

**7. VALORACIÓN ECONÓMICA**

<b>INFRAESTRUCTURA GENERAL</b>		
<b>1. Actuaciones previas. Movimientos de tierras</b>		
1.1	Explanación y nivelado del terreno: 1900 m <sup>2</sup> a 5,17 €/m <sup>2</sup> .	9.823,00
1.2	Excavación de la laguna: 350 m <sup>2</sup> a 12,97 €/m <sup>2</sup>	4.539,50
1.3	Zanjas para tuberías y arquetas incluyendo salida de pluviales y evacuación de emergencia	2.154,98
1.4	Movimiento valla perimetral	1.034,48
	Subtotal 1.	17.551,96
	I.V.A.	2.808,31
	<b>TOTAL</b>	<b>20.360,27</b>
<b>2. Impermeabilización de la laguna</b>		
2.1	Impermeabilización con lámina de PVC y geotextil: 800 m <sup>2</sup> a 12.9569 €/m <sup>2</sup> .	10.365,52
	Subtotal 2.	10.365,52
	I.V.A.	1.658,48
	<b>TOTAL</b>	<b>12.024,00</b>
<b>3. Balsas experimentales</b>		
3.1	De 10 m de diámetro, en tela negra de EPDM con estructura vertical de rejilla electrosoldada de 1 m de altura, válvula y tubería de suministro con seis boquillas hidroeyectoras y accesorios. 6 unidades	18.103,49
	Subtotal 3.	18.103,49
	I.V.A.	2.896,56
	<b>TOTAL</b>	<b>21.000,05</b>
<b>4. Equipo de recirculación</b>		
4.1	Tanque de aireación de poliéster de 2 m diámetro y 22,35 m de altura	2.072,45
4.2	Bomba de aireación con hidroeyectores Venturi. 1 unidad	862,70
4.3	Bomba de recirculación sumergida, equipo de filtración y esterilización por rayos U.V. 1 Unidad	7.844,81
	Subtotal 4.	10.779,96
	I.V.A.	1.724,79
	<b>TOTAL</b>	<b>12.504,54</b>
<b>5. Trabajos de hormigonado en soleras y Acerados</b>		
5.1	Pasillos perimetrales laguna, de 1m de anchura y 10 cm de espesor. 92,102 m <sup>2</sup> a 31 €/m <sup>2</sup>	2.855,17
5.2	Pasillo perimetral balsas: 350,39 m <sup>2</sup>	6.975,00
5.3	Solera equipo aireación y filtración	406,68
	Subtotal 5.	10.236,51
	I.V.A.	1.637,84
	<b>TOTAL</b>	<b>11.874,35</b>
<b>6. Sistema auxiliar de mantenimiento y cuarentena</b>		
6.1	30 tanques de 0,8x1,2x1 m contruidos en lámina de PVC y bastidor de aluminio, a 17,33 €/unidad	5.200,52

6.2	Accesorios, aislamiento y montaje	2.558,62
	Subtotal 6.	7.758,62
	I.V.A.	1.241,38
	<b>TOTAL</b>	<b>9.000,00</b>

<b>7. Suministro, evacuación de agua y montaje de infraestructuras diversas</b>		
7.1	Arquetas de evacuación fabricadas en poliéster de 0,78x0,72x0,52m	2.068,95
7.2	Tubería acometidas, válvulas, conexiones, filtros, mallas, etc	2.586,20
7.3	Ayuda albañilería y fontanería	4.033,84
	Subtotal 7.	8.688,99
	I.V.A.	1.390,24
	<b>TOTAL</b>	<b>10.079,23</b>

**8. Instalaciones eléctricas**

	Instalación de tomas, cuadros y dispositivos de alarma, incluidos materiales y manos de obra electricista.	6.620,40
	Subtotal 8.	6.620,40
	I.V.A.	1.059,26
	<b>TOTAL</b>	<b>7.679,66</b>

**9. Pequeños suministros y material fungible**

9.1	Infraestructura de manejo: Semileros, mesas crecimiento, nasas material biológico, sustrato, soluciones nutritivas, utillaje diverso, etc.	6.213,69
9.2	Material de laboratorio y oficina: Oxímetro, binocular, microscopio, balanza precisión, material disección, productos químicos y reactivos, etc	7.831,89
9.3	Comederos de reloj para peces	1.034,48
	Subtotal 9.	15.080,06
	I.V.A.	2.412,81
	<b>TOTAL</b>	<b>17.492,87</b>

**10. Invernadero**

10.1	Invernadero construido en policarbonato, de 1536 m <sup>2</sup>	82.096,47
	Subtotal 10.	82.096,47
	I.V.A.	13.135,43
	<b>TOTAL</b>	<b>95.231,90</b>

**11. Otros gastos imprevistos**

11.1	Partida alzada a justificar para imprevistos	23.677,79
	Subtotal 11.	23.677,79
	I.V.A.	3.788,45
	<b>TOTAL</b>	<b>27.466,24</b>

<b>12. Inversiones en peces, pienso, etc</b>		
12.1	Alevines de tenca para la realización de las experiencias	16.000,00
12.2	Pienso comercial	7.311,12
	Subtotal 12.	23.311,12
	I.V.A.	3.729,78
	<b>TOTAL</b>	<b>27.040,90</b>

<b>GASTOS FUNCIONAMIENTO</b>		
<b>13. Gastos de luz de obra, teléfono, dietas, combustible, etc</b>		
13.1	Combustibles	4.000,00
13.2	Dietas, desplazamiento	4.000,00
13.3	Luz, telefono, otros gastos de funcionamiento	4.527,07
	Subtotal 13.	12.527,07
	I.V.A	2004,33
	<b>TOTAL</b>	<b>14.531,40</b>

<b>GASTOS DE PERSONAL</b>		
<b>14. Gastos en personal investigador y auxiliar</b>		
14.1	Contratación de un investigador encargado del desarrollo integral del proyecto durante los años 2006 y 2007.	70.000,00
14.2	Contratación de personal auxiliar de mantenimiento durante el mismo periodo de tiempo anterior	25.200,00
	Subtotal 13.	95.200,00
	<b>TOTAL</b>	<b>95.200,00</b>

<b>GASTOS CONSULTORÍA</b>		
<b>15. Gastos de redacción de proyecto y consultoría técnica</b>		
15.1	Redacción proyecto 5% sobre total parcial (240.523,87€)	12.026,19
	Subtotal 14.	12.026,19
	I.V.A (16%).	1.924,19
	<b>TOTAL</b>	<b>13.950,38</b>

<b>COSTES TOTALES PROYECTO</b>		<b>SUBTOTAL</b>
1.	<b>Actuaciones previas. Movimientos de tierras</b>	20.360,27
2.	<b>Impermeabilización de la laguna</b>	12.024,00
3.	<b>Balsas experimentales</b>	21.000,05
4.	<b>Equipo de recirculación</b>	12.504,75
5.	<b>Trabajos de hormigonado en soleras y Acerados</b>	11.874,35
6.	<b>Sistema auxiliar de mantenimiento y cuarentena</b>	9.000,00
7.	<b>Suministro, evacuación de agua y montaje de infraestructuras diversas</b>	10.079,23
8.	<b>Instalaciones eléctricas</b>	7.679,66
9.	<b>Pequeños suministros y material fungible</b>	17.492,87
10.	<b>Invernadero</b>	95.231,90
11.	<b>Otros gastos imprevistos</b>	27.466,24
12.	<b>Inversiones en peces, pienso, etc</b>	27.040,90
13.	<b>Gastos de luz de obra, teléfono, dietas, combustible, etc</b>	14.531,40
14.	<b>Gastos en personal investigador y auxiliar</b>	95.200,00
15.	<b>Gastos de redacción de proyecto y consultoría técnica</b>	13.950,38
<b>TOTAL</b>		<b>395.436,00</b>

<b>ANEXO II MEMORIA ECONÓMICA</b>			
<b>DESGLOSE PRESUPUESTARIO</b>			
<b>PRESUPUESTO AÑO 2006</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Redacción proyecto</b>			
Trabajos de redacción y consultoría	1	12.026,19 €	12.026,19 €
<b>Actuaciones previas</b>			
Explanación y nivelado del terreno	1	9.823,00 €	9.823,00 €
Excavación de charca	1	4.539,50 €	4.539,50 €
Apertura de zanjas canalizaciones	1	2.154,98 €	2.154,98 €
Desplazamiento vallado	1	1.034,48 €	1.034,48 €
<b>Construcción balsas experimentales</b>			
Balsas experimentales	1	18.103,49 €	18.103,49 €
<b>Trabajos de construcción de invernadero</b>			
Instalación de estructura y cubierta	1	82.096,47 €	82.096,47 €
<b>Gastos de funcionamiento</b>			
Luz de obra, teléfono, gastos de desplazamiento	1	2.027,07 €	2.027,07 €
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		131.805,18 €
	<b>IVA 16%</b>		21.088,83 €
	<b>TOTAL PARCIAL</b>		152.894,00 €
<b>Gastos de personal para estudio y seguimiento de la experiencia</b>			
Trabajo campo personal auxiliar	1	12.600,00 €	12.600,00 €
Coordinador	1	35.000,00 €	35.000,00 €
	<b>TOTAL GASTOS PERSONAL</b>		47.600,00 €
	<b>TOTAL ANUALIDAD 2006</b>		<b>200.494,00 €</b>

<b>MEMORIA ECONÓMICA</b>			
<b>DESGLOSE PRESUPUESTARIO</b>			
<b>PRESUPUESTO AÑO 2007</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Instalación equipos de recirculación</b>			
<b>Instalación de tanque de aireación</b>	1	2.072,45 €	2.072,45 €
Adquisición de bomba de aireación	1	862,70 €	862,70 €
Instalación de equipos de recirculación (bomba), filtración y esterilización	1	7.844,81 €	7.844,81 €
<b>Sistema auxiliar de mantenimiento y cuarentena</b>			
Instalación de tanques	1	7.758,62 €	7.758,62 €
<b>Impermeabilización de la charca</b>			
Trabajo de impermeabilización	1	10.365,52 €	10.365,52 €
<b>Suministro, evacuación de agua y montaje de infraestructuras</b>			
Instalación de acometidas, canalizaciones y valvulería	1	6.102,79 €	6.102,79 €
Construcción de arquetas	1	2.586,20 €	2.586,20 €
<b>Trabajos de hormigonado en soleras y acerados</b>			
Hormigonado de pasillos perimetrales	1	9.670,13 €	9.670,13 €
Solera equipo aireación y filtración	1	566,38 €	566,38 €
<b>Instalaciones eléctricas</b>			
Instalación de tomas, cuadros y dispositivos de alarma	1	6.620,40 €	6.620,40 €
<b>Pequeños suministros</b>			
Infraestructura de manejo, material fungible	1	15.080,06 €	15.080,06 €
<b>Adquisición de pienso y peces</b>			
Alevines de tenca	1	16.000,00 €	16.000,00 €
Pienso	1	7.311,12 €	7.311,12 €
<b>Gastos de funcionamiento</b>			
Luz de obra, teléfono, gastos de desplazamiento	1	10.500,00 €	10.500,00 €
<b>Otros gastos imprevistos</b>			
Gastos a justificar para imprevistos	1	23.677,79 €	23.677,79 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>			127.018,97 €
<b>IVA 16%</b>			20.323,03 €
<b>TOTAL PARCIAL</b>			147.342,00 €
<b>Gastos de personal para estudio y seguimiento de la experiencia</b>			
Trabajo campo personal auxiliar	1	12.600,00 €	12.600,00 €
Coordinador	1	35.000,00 €	35.000,00 €
<b>TOTAL GASTOS PERSONAL</b>			47.600,00 €
<b>TOTAL ANUALIDAD 2007</b>			194.942,00 €