

ANEXO IV

**JACUMAR
JUNTA NACIONAL ASESORA DE CULTIVOS
MARINOS**

PLAN NACIONAL DE CULTIVOS MARINOS

Título: Tratamiento de las aguas de vertido en establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en zona terrestre

INFORME FINAL EXTENSO POR CCAA

Indice

	PAG
Datos generales y objetivos del Plan Nacional	3
CA de Canarias	
- Datos del subproyecto.....	4
- Resultados técnicos	5
- Conclusiones y aplicabilidad de los resultados.....	13
- Difusión.....	14
CA de Andalucía	
- Datos del subproyecto.....	15
- Resultados técnicos.....	16
- Conclusiones.....	46
CA de Galicia	
- Datos del subproyecto.....	47
- Resultados técnicos.....	48
- Conclusiones y aplicabilidad de resultados.....	59
- Difusión. Trabajos publicados	60
Anexos: Publicaciones y presentaciones	61

DATOS GENERALES

DATOS ADMINISTRATIVOS

TITULO: Tratamiento de las aguas de vertido en establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en zona terrestre

FECHAS DE REALIZACIÓN

Inicio: 2007

Finalización: 2009 (2010 prórroga sin financiación)

PRESUPUESTO TOTAL EN EUROS: 506.338

CCAA PARTICIPANTES

Com. Autónoma	Centro Investigación	Caracter
1.- CA DE GALICIA	CIMA, Xunta Galicia	Coordinación general, subproyecto
2.- CA DE CANARIAS	ICCM	subproyecto
3.- CA DE ANDALUCIA	IFAPA	subproyecto

DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO

Nombre y Apellidos: Alejandro Guerra Díaz

Organismo/ Centro: Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA). Xunta de Galicia

Departamento: Acuicultura

Correo electrónico: guerrad@ cimacoron.org

Teléfono: 886206326

Dirección postal completa: Pedras de Corón s/nº, 36620. Vilanova de Arousa. Pontevedra

OBJETIVOS GENERALES

Llevar a cabo técnicas de tratamiento y aprovechamiento de los residuos procedentes de establecimientos de cultivos marinos y auxiliares en tierra.

Promover el tratamiento de las aguas residuales. Las partículas más finas mediante filtros biológicos de tipo vegetal y/o animal. Por otra parte el tratamiento y conversión de los sólidos más gruesos del efluente como material biológico aprovechable para la integración con otros sistemas de producción animal o vegetal.

Implementar sistemas de cultivo integrado y protocolos de manejo de estos sistemas formados por instalaciones de agua de mar en tierra, principalmente de cultivo de peces y de moluscos, cuya aplicación y manejo aporte rentabilidad a ambas actividades de acuicultura.

CA DE CANARIAS

1.- DATOS DEL COORDINADORA DEL SUBPROYECTO

Nombre y Apellidos: Nieves González Henriquez
Organismo/ Centro: ICCM
Correo electrónico: ngonzalez@iccm.rcaria.es

DATOS DE LA INSTITUCIÓN Y DEL INVESTIGADOR RESPONSABLE

Apellidos: Gonzalez Henriquez
Nombre: Nieves
Organismo:Consejería de Educación Cultura y Deportes. Dirección General Uni.e Investigación
Centro: Instituto Canario de Cienecias Marinas (ICCM)e
Departamento:Bentos (Medio Litoral)
Equipo:Medio Litoral
Teléfono: 928/132900 Ext. 215
Fax.: 928/132908
Correo electrónico:ngonzalez@iccm.rcaria.es
Dirección Postal: Carretera de Taliarte s/n, Telde Apdo. 56 CP:35200. Las Palmas de Gran Canaria.
España

DATOS DE LOS INVESTIGADORE/AS

A.- Personal del organismo solicitante

Apellidos: Hernandez Brito Nombre: José Joaquin Titulación: Químico Grado. Doctor	Apellidos: Santana Ojeda Nombre: Inmaculada Titulación: Bióloga Grado. Licenciada
--	--

A.- Personal de otros organismos

Organismo: ADSA, SA
Apellidos: Muñoz Sims
Nombre: Álvaro
Titulación: Ingeniero Pesquero

PRESUPUESTO EN EUROS: 169.545

2.- RESULTADOS TECNICOS DEL PLAN NACIONAL

2.1. OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es llevar a cabo diferentes técnicas de tratamiento y aprovechamiento de los residuos procedentes de establecimientos de cultivos marinos y auxiliares en tierra, que conllevan en algunos casos una importante problemática medioambiental.

Promover el tratamiento de las aguas residuales que remueven las partículas más finas mediante filtros biológicos de diferentes tipos: vegetales y animales, y por otro lado, el tratamiento y conversión de los sólidos más gruesos del efluente como material biológico aprovechable para la integración con otros sistemas de producción animal o vegetal con interés comercial.

Implementar sistemas de cultivo integrado, y protocolos de manejo de estos sistemas, formados por instalaciones de agua de mar en tierra, principalmente de cultivo de peces y de moluscos, cuya aplicación y manejo aporte rentabilidad a ambas actividades de acuicultura.

Objetivos Específicos del subproyecto Canarias

Se pretende probar un tratamiento en las aguas residuales, que por un lado disminuya la carga de las partículas más finas, mediante el uso de filtros biológicos diferentes: vegetales y animales, y por otro, realice la conversión de los sólidos más gruesos que sedimentan en los sistemas de cultivo como materia orgánica aprovechable.

Los objetivos específicos de este subproyecto fueron:

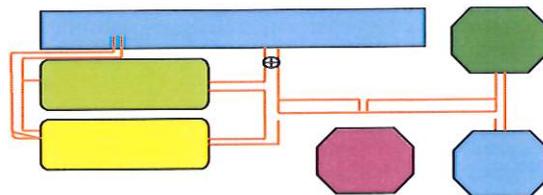
- Valorar el tipo y la cantidad de materia orgánica, disuelta y particulada, que se produce en las instalaciones de cultivos marinos en tierra.
- Evaluar la capacidad de depuración de los vertidos mediante tratamientos biológicos,
- Probar el tratamiento y reconversión de estos residuos en material biológico aprovechable para la integración con otros sistemas de producción animal o vegetal.
- Desarrollar los protocolos adecuados para el manejo de estos sistemas

2.2. METODOLOGÍA (resumida):

Localización e infraestructuras de cultivo de algas y animales biofiltradoras: Para la realización de las actividades previstas se cuenta con las infraestructuras de la única empresa canaria con granja en tierra: Adsa, S.A. Dichas instalaciones cuentan con 71 piscinas, dedicadas al cultivo de dorada y lubina, que ocupan un total de 5112,79 m². Dichas instalaciones se encuentran en Castillo de romeral, al sureste de la isla de Gran Canaria.



Los tanques destinados al proyecto de tratamiento de efluentes fueron un total de cinco: Dos grandes, uno para especies filtradoras y otro para las dos especies detritívoras y tres pequeños de 1000 litros aprox. de capacidad para cada una las especies vegetales.



Metodologías: A continuación se exponen de manera resumida las metodologías empleadas en el desarrollo de las actividades realizadas en el proyecto.

- *Viabilidad del aprovechamiento potencial de los residuos orgánicos para su uso en otras actividades: Compost*

Siguiendo las pautas dadas por los técnicos del I.C.I.A. se inició la recolección de lodos y el posterior tratamiento. En una de las limpiezas periódicas se separó 1Kg de los restos sólidos sedimentados en el tanque y se dejaron secar al aire libre durante unos 3 días.

Transcurrido el tiempo de secado, se empaquetó el sedimento y se envió a las instalaciones del ICIA. Los técnicos crearon una pasta saturada al partir del sedimento recibido y realizaron los análisis físico-químicos necesarios para conocer la calidad de los lodos.

- *Experiencia con especies vegetales filtradoras*

Después de escoger las especies de algas con un perfil idóneo para el tipo de experimento al que se les iba a exponer, se hicieron experiencias con ellas. A continuación se muestra el listado de las especies utilizadas (en rojo, la especie que apareció en el sistema sin introducción previa)

- *Grateouloupia dichotoma*
- *Grateulopia turu turu*
- *Jania capillacea*
- *Hypnea musciformis*
- *Corallina elongata*
- *Caulerpa prolifera*
- *Ulva rigida*
- *Pterocliadiella capillaceae*
- *Caulerpa racemosa*
- *Halopteris filicina*
- *Enteromorpha sp*

Se utilizaron 2 metodologías diferentes durante las experiencias

a) Febrero-Diciembre 2008. Se introducía alga recolectada en el medio natural dentro de los tanques de 1.000 litros y se mantenía durante meses en el mismo. Cada mes se pesaba el alga y se volvía a colocar en el tanque.

b) 2009-2010. La diferencia con la metodología 2a es que en vez de reintroducir el alga una vez se realice la toma de peso del mes, ésta se retira, y se introduce de nuevo la misma cantidad de alga desde el medio natural. Por lo tanto, la experiencia es mensual.

- *Experiencia con especies animales filtradoras*

Al igual que con la especies vegetales, se escogieron animales afines a ambientes antropizados y con potencial filtrador. A continuación se enumeran las especies utilizadas en los cultivos (en rojo, especies que aparecieron en el sistema sin introducción previa)

- *Perna perna*
- *Diadema antillarum*
- *Anemonia sulcata*
- *Holothuria sanctorii*
- *Bunodactys verrucosa*
- *Oligoquetos*
- *Perinereis cultrifera*

Metodología para el seguimiento de la eficiencia de las especies biofiltradoras animales:

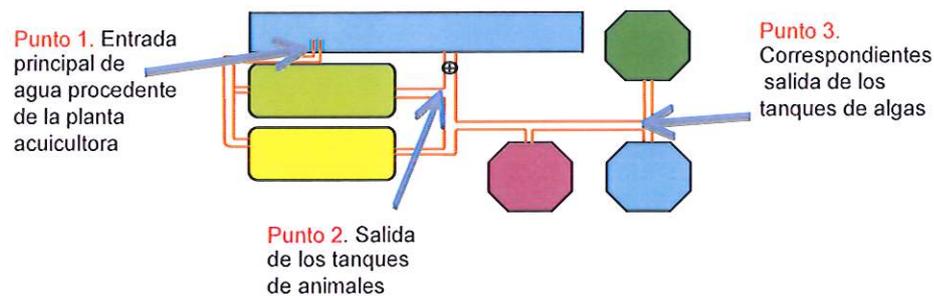
Biometría: Toma de datos de peso y tamaño en aquellas especies en la que sea posible.

Contaje de individuos: En aquellas especies en las que la toma de datos biométricos no es posible se efectuó conteo de individuos. En la mayoría de las ocasiones, debido a la gran cantidad de individuos, se definió una pequeña superficie para el cálculo de individuos que luego se extrapola a todo el tanque.

- *Análisis físico-químico y comparativa de las aguas en distintos puntos de la instalación*

Se realizaron análisis de las aguas en distintos momentos del funcionamiento del sistema de biofiltración para, así, comprobar la capacidad de filtrado que tiene el mismo.

Se tomaron 3 puntos de muestreo para realizar los estudios de capacidad de depuración del sistema por parte de los biofiltros.



El objetivo es ver si existen cambios en los valores entre la entrada y la salida de agua, tanto en los tanques de animales como de los vegetales. Los parámetros analizados fueron: sólidos en suspensión, nitrógeno total (nitratos, nitritos), amonio, Sulfatos, fosfatos, carbono orgánico total y conductividad a 25 C°.

2.3. RESULTADOS

Como en el apartado de metodología, se exponen los resultados de las 4 acciones del proyecto:

- *Viabilidad del aprovechamiento potencial de los residuos orgánicos para su uso en otras actividades: Compost*

Los resultados obtenidos tras los análisis de lodos fueron los siguientes:

HCO ₃	pH	C	N	CIC	P-PO ₄	S-SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	K
59,05	6,93	25	15300,3	30,37	76,04	0,73	1730,4	43,39	346,26	1741,10	55,55
meq/l		%	ppm	meq/100gr	ppm	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l

Con estos valores, y según los técnicos del ICIA, es inviable la utilización de estos lodos como componente de compostaje, debido principalmente a los valores de Na y Cl, que son excesivamente altos. Esto es debido a la procedencia marina del agua y a la fuerte concentración de los lodos recogidos.

- *Experiencia con especies vegetales filtradoras*

Algas que tuvieron tasas de crecimientos muy pequeñas o negativas:

- *Grateouloupia dichotoma*
- *Grateulopia turu turu*
- *Jania capillacea*
- *Hypnea musciformis*
- *Corallina elongata*
- *Caulerpa prolifera*

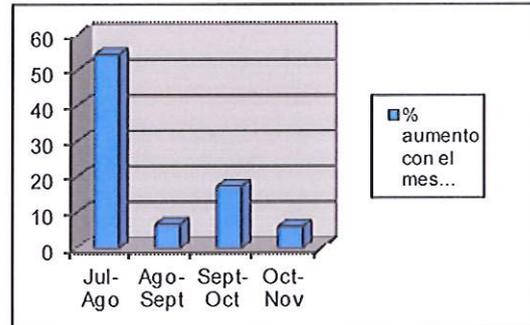
De estas especies vegetales algunas tuvieron mortalidades muy altas, como es el caso de *G. turu-turu*, *Jania capillacea* o *Corallina elongata*, otras como *G. dichotoma*, *Hypnea musciformis* o *Caulerpa prolifera*, tuvieron pequeños crecimientos en los primeros meses, seguidos de caídas importantes de biomasa.

Algas tuvieron tasas de crecimientos positivos

Enteromorpha sp. : El alga apareció de forma espontánea. En cada limpieza fue retirada y pesada, obteniéndose una media mensual de 2208 gr.

Halopithys incurvus: En este caso, después de una buena adaptación en el primer mes, aumentando mas de un 50% la biomasa con respecto a la inicial, en los siguientes meses sólo se presentan pequeños aumentos, esto puede deberse a la flora epifita que creció sobre los frondes de *H. incurvus*. Controlando este epifitismo podría ser un alga con potencial biofiltrador.

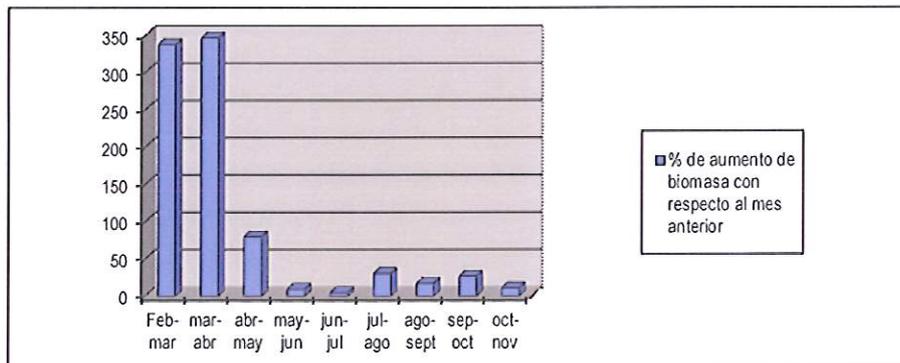
Alga/mes	Halopithys (gramos)	% aumento con el mes anterior
Julio	800	
Agosto	1236	54,5
Septiembre	1320	6,79
Octubre	1550	17,4
Noviembre	1645	6,12



Datos de julio a Noviembre de 2008. Utilizando la metodología a)

Ulva rigida: Es la especie que mejor se ha adaptado al sistema de biofiltración.

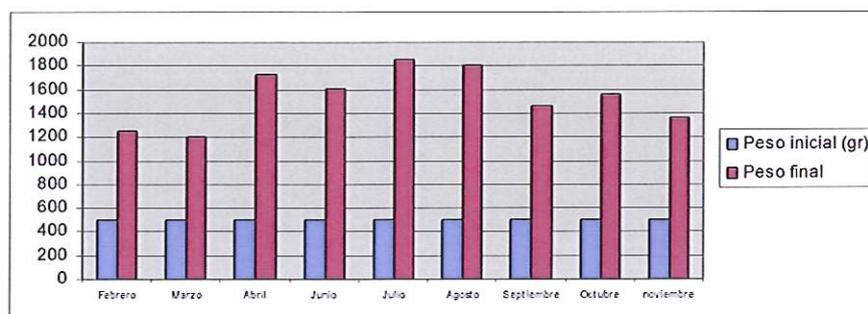
Metodología a) A partir de 1,254 Kg. iniciales de *U. rigida* se obtuvieron un total de 80 Kg, a partir de mayo, la cantidad de *Ulva* superaba el límite de carga del tanque frenando su crecimiento. Se optó por retirar biomasa en julio, volviendo a subir el crecimiento.



Datos obtenidos en 2008

Se ha estimado que la cantidad de *Ulva* máxima para obtener crecimiento en un tanque de 1000 litros es de 40 kg. de alga escurrida.

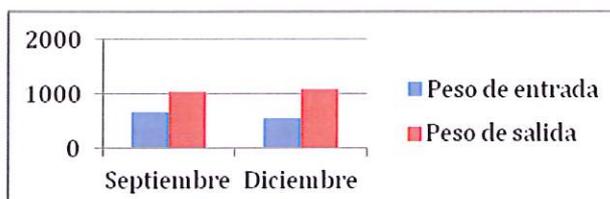
Metodología b) Cada mes se introdujeron 500 gr. de *U. rigida* obteniéndose el doble o el triple de peso en un mes.



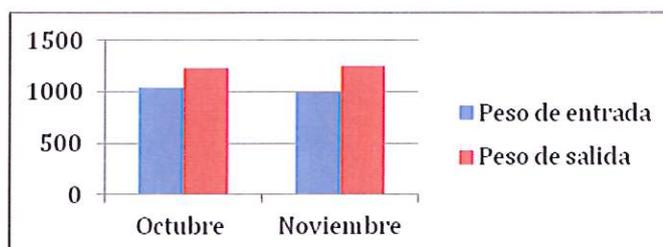
Datos de 2009

en los meses de verano el crecimiento es mayor, obteniéndose más del triple de la biomasa introducida en solo un mes.

Caulerpa racemosa y *Pterocladia capillacea*: Con estas dos especies se realizaron experiencias con la metodología b durante el año 2010, obteniendo resultados positivos. En experiencias futuras se debe probar su eficacia en cultivos con más duración.



Resultado de experiencias con *Pterocladia capillacea* realizadas en 2010



Resultado de experiencias con *Caulerpa racemosa* realizadas en 2010

- *Experiencia con especies animales filtradoras*

Animales que tuvieron resultados negativos durante las experiencias

Perna perna: Tuvo un crecimiento imperceptible y episodios de mortalidad, donde la población se veía reducida drásticamente en pocos días, debido posiblemente a los tratamientos de limpieza de la planta acuícola de donde procede el agua de vertido utilizada en el proyecto.

Dianema antillarum: Con los erizos hubo una mortalidad masiva en pocos días, denotando una baja capacidad de adaptación a las instalaciones de cultivo.

Holoturia sanctori: La holoturias tuvieron un proceso de stress al introducirlos en el sistema, produciendo debilidad de los mismos y seguido de mortalidad masiva.

Anemonia sulcata: En el caso de las anémonas la mortalidad vino producida por la acumulación de sólidos en el fondo del tanque lo que supuso un enterramiento de las mismas.

Animales con resultados positivos en los tanques de vertido

Bunodactis verrucosa: Esta especie de anémona apareció en los tanques esporádicamente y tuvo crecimientos sorprendentes en su población. Después de 5 contajes en diferentes épocas del año se obtuvo una media de 2597 individuos en 2,5 m² del tanque.

Oligoquetos: Al igual que con *B. verrucosa*, aparecieron de manera natural, se decidió ver la evolución de la misma, después de varios contajes se

obtuvo una población de 207455,78 oligoquetos de media en 5,362 m² del tanque.

Perinereis cultrifera: Este poliqueto también apareció de manera fortuita. Se trata de una **especie de gran interés económico** por su utilidad como carnada en pesca tradicional. En los distintos contajes se han encontrado una media de 105 individuos.

- *Análisis físico-químico y comparativa de las aguas en distintos puntos de la instalación*

Se realizaron dos analíticas de las que se presentan los resultados, una durante el funcionamiento normal de la nave acuicultora y la otra durante una limpieza de tanques de la misma.

Análisis realizado durante el funcionamiento normal de la planta

Parámetros	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Conductividad a 25 C ^o (μS/cm)	55500	55400	55200
Nitratos (mg/l)	3,2	3,1	2,1
Nitritos (mg/l)	1,5	1,55	0,92
Amonio (mg/l)	< 0,1	0,12	< 0,1
Nitrogeno Kjeldahl (mg/l)	<1	<1	<1
Carbono organico Total (mg/l)	1,3	1,4	1,2
Fosfatos (mg/l)	1,5	<1	<1
Solidos en suspensión (mg/l)	7,6	< 2	3
Nitrógeno total (mg/l)	1,2	1	1

Se observa como existe una leve disminución de los valores críticos una vez el agua pasa por los distintos biofiltros.

Análisis realizado durante una limpieza de los tanques de acuicultura

Parámetros	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Conductividad a 25 Cº (µS/cm)	>50000	45000	>50000
Nitratos (mg/l)	8,3	16,6	17,8
Nitritos (mg/l)	<0,05	0,59	0,59
Amonio (mg/l)	27,6	2,6	1,0
Nitrogeno Kjeldahl (mg/l)	33,1	2,4	1,0
Carbono organico Total (mg/l)	31,46	<1,00	<1,00
Fosfatos (mg/l)	45,1	2,9	<0,5
Sólidos en suspensión (mg/l)	700,00	63	<2
Nitrógeno total (mg/l)	35	6,3	5,1

Aprovechando la limpieza de los tanques de peces, se recogió agua de los mismos puntos para su análisis. Se observa cómo, en esta ocasión, el efecto tamponador de los tanques biofiltradores es mucho mayor y efectivo.

2.4. CONCLUSIONES/APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS DEL PLAN

La cantidad en Na y Cl presentes en los lodos, impiden su uso como componente del compost. Sin embargo, no se descarta su aprovechamiento para otros fines.

- Tanto en las experiencias anuales como en las mensuales con las especies de algas filtradoras, se apreció que de todas es sobre todo *Ulva rigida*, la que mejor se adapta y biofiltra junto con *Enteromorpha* sp. Otras especies con resultados positivos fueron *Caulerpa racemosa* (también verde) y *Pterocladiaella capillacea* (roja) aunque fueron experiencias mensuales.
- Respecto a las experiencias con animales detritívoros, *Holothuria sanctori* no se adaptó favorablemente al medio, mientras que los oligoquetos y poliquetos (*Perinereis cultrifera*) se obtuvieron cantidad de biomasas apreciables. Cabe destacar el resultado positivo de esta última especie ya que tiene un importante valor económico.
- De los animales filtradores, cabe destacar los buenos resultados de la anémona *Bunodactis verrucosa*.
- Por su parte *Perna perna* parece adaptarse bien al medio, pero debido a su crecimiento lento no se aprecian crecimientos de biomasa positivos.
- Los resultados del análisis físico-químico del agua reflejan que, la función filtradora de las especies y sistemas es evidente, dada la disminución de los valores de los parámetros utilizados para determinar la calidad del agua.

Aplicabilidad de los resultados del plan:

Al realizarse las experiencias del proyecto en instalaciones integradas en una planta de acuicultura en tierra los resultados son perfectamente aplicables para empresas acuícolas de similares características.

2.5. DIFUSIÓN

- Los resultados de las primeras experiencias del presente proyecto fueron difundidos en el Foro dos recursos maríños e da acuicultura das rías galega 2009 (Foracui):

- **Experiencia de tratamiento de efluentes vertidos por una empresa acuícola en Gran Canaria**

- Se espera realizar otras publicaciones una vez se recopilen los resultados finales del proyecto.

2.6. INCIDENCIAS DE DESARROLLO.

Durante las experiencias realizadas en las instalaciones de tratamiento de aguas, se han producido varios problemas que afectan al buen funcionamiento del estudio.

Casos de mortalidad masiva

El desconocimiento por parte de algunos de los operarios de la empresa acuicultora sobre las actividades científicas que se desarrollan en dichas instalaciones, han provocado incidentes puntuales en la entrada de agua hacia los tanques.

En algunas ocasiones, la entrada de productos de limpieza con las aguas de vertido, tales como lejía, formol o tratamientos veterinarios a los peces, han provocado **altas mortalidades en las especies animales sometidas a estudio.**

Casos de enterramiento por entrada masiva de solidos:

En otras, es la entrada súbita de grandes cantidades de sólidos (pienso sobrante, restos de peces), la que provoca, por un lado mortalidad de especies bentónicas y en otras ocasiones, la obturación de las tuberías del sistema.

Cambio de actividad de la actividad acuicultora:

A finales de Noviembre 2009 la empresa acuicultora (ADSA S.A.), anunció el cambio de actividad en su planta; dejaban de funcionar los tanques de preengorde de dorada que eran los que surtían de agua a los tanques. Las experiencias tuvieron que detenerse hasta abril de 2010 con el comienzo de un nuevo cultivo, esta vez de lenguado, del cual se obtenía las aguas residuales.

CA DE ANDALUCIA

DATOS DEL COORDINADOR DEL SUBPROYECTO

Nombre y Apellidos: Manuel Saavedra Martin
Organismo: Centro: IFAPA
Correo electrónico: manuel.saavedra@juntadeandalucia.es

DATOS DEL ORGANISMO E INVESTIGADOR RESPONSABLE

Apellidos: Saavedra Martin
Nombre: Manolo
Organismo: IFAPA
Centro: CIFAP el Toruño
Departamento: Fomento
Teléfono: 956011307
956011324 Fax.:
Correo electrónico: manuelc.saavedra@juntadeandalucia.es
Dirección Postal: Apdo. 16. 11500 El Puerto de Santamaría (Cadiz)p

DATOS DE LOS INVESTIGADORE/AS

A.- Personal del organismo solicitante

Apellidos: Marengo Sierra Nombre: Luis Titulación: Químico Grado. Ldo.	Apellidos: RevillaTorres Nombre: Ezequiel Titulación: Ingeniero Agrónomo Grado. Ingeniero superior	Apellidos: Martin Velazquez Nombre: Nuria Titulación: Analista
---	---	--

PRESUPUESTO EN EUROS: 150.610

2.- RESULTADOS TECNICOS DEL PLAN NACIONAL

La experiencia se ha realizado en el centro IFAPA El Toruño. Principalmente se ha utilizado un conjunto de 2 estanques rectangulares y paralelos, de 1000 m² cada uno, unidos por un extremo formando una U. Los otros extremos comunican con un estanque de 4 ha mediante sendos pequeños estanques de 30 m² cada uno. El estanque de 4 ha se renueva por bombeo un 15 % diario. Una hélice saca agua del estanque U por un extremo hacia el estanque de 4 ha con un flujo de 350 m³/h. El agua retorna a la U por el otro extremo. En el estanque de 4 ha hay un espigón de tierra entre ambos extremos de la U para evitar cortocircuito. El primer estanque que recibe el agua desde el estanque grande se ha dedicado al cultivo (engorde) de peces, y el otro al de moluscos bivalvos. El estanque de peces tiene un marco de malla en la entrada y otro en la salida.

También se ha utilizado para preengorde de moluscos bivalvos el semillero flotante de flujo ascendente diseñado en nuestro centro, sobre contenedores cilíndricos de 0,9 m de diámetro y flujo de 20 m³/h en cada uno.

Cultivos

a) Estanques

Estanque de peces. Un primer engorde conjunto de corvina y lubina en 2008-2009 y un segundo engorde de corvina en 2009-2010

Estanque de bivalvos.

Ostión. Un primer engorde en 2008 y un segundo en 2009-2010

Almeja japonesa. Un primer engorde en 2007-2008 y un segundo en 2008.

Estanque pequeño en extremo de la U. Preengorde de pargos en 2008.

b) Preengorde de moluscos bivalvos en semillero. De almeja en 2007 y en 2008 y de ostión en 2008.

Análisis fisicoquímicos

a) Agua. Con una periodicidad aproximada de 4 veces por semana se ha medido en el centro del estanque U, en la comunicación de los dos estanques grandes (el de peces y el de moluscos bivalvos) la salinidad, temperatura máxima y mínima, pH, oxígeno disuelto y % de saturación. Durante año y medio (2008 y primera mitad de 2009) se ha medido el contenido en clorofila a, sólidos en suspensión, nitrito, amonio, fosfato y silicato en tres puntos del estanque U: entrada, centro y salida.

b) Sedimentos. En 2008-2009 en tres ocasiones se ha medido el potencial redox del sedimento del estanque U en varios puntos. El porcentaje de materia orgánica se midió en 2007 antes de empezar los cultivos, y en julio de 2009

c) Organismos. Se ha determinado el porcentaje de proteína, grasa, ceniza y agua en el músculo de la corvina del primer cultivo en tres ocasiones y una en la lubina

Obras

Se construyó el espigón en el estanque de 4 ha. Se excavaron riendas perimetrales en los estanques. Se construyó un sistema de cabos y estacas para soportar una red anticormoranes más eficaz en el estanque de peces para el segundo cultivo, dado que había habido mucha depredación en el primer cultivo. Este segundo sistema funcionó perfectamente no habiéndose observado ningún cormorán bajo la red, a pesar de abundar en los alrededores.

CULTIVOS

ENGORDE DE PECES

a)Engorde de lubina *Dicentrarchus labrax*

El cultivo comenzó el 30/1/08 con la siembra de 3144 alevines de 45 g y 13 cm . Duró 16 meses y finalizó el 8/6/09 con 450 g 35 cm.

La longitud y peso vivo se muestreó al comienzo y final, así como en otras cuatro fechas intermedias (Tabla I y figuras 2 y 3).

Tabla I. Peso vivo, longitud e índice de condición de la lubina a lo largo del cultivo

Fecha	30-1-08	27-5-08	27-10-08	31-1-09	23-4-09	8-6-09
Peso vivo (g)	45	73	191	185	258	450
Longitud (cm)	13	18	25	25	29	35
IC	2,05	1,13	1,18	1,15	0,98	1,07

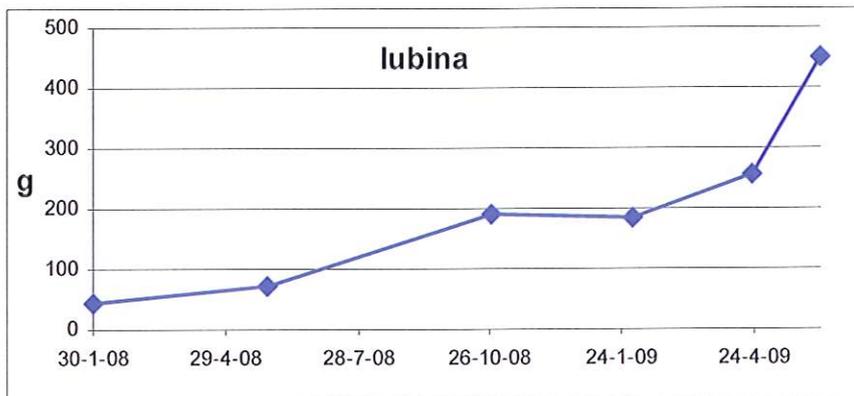


Figura 2. Evolución del Peso vivo de la lubina

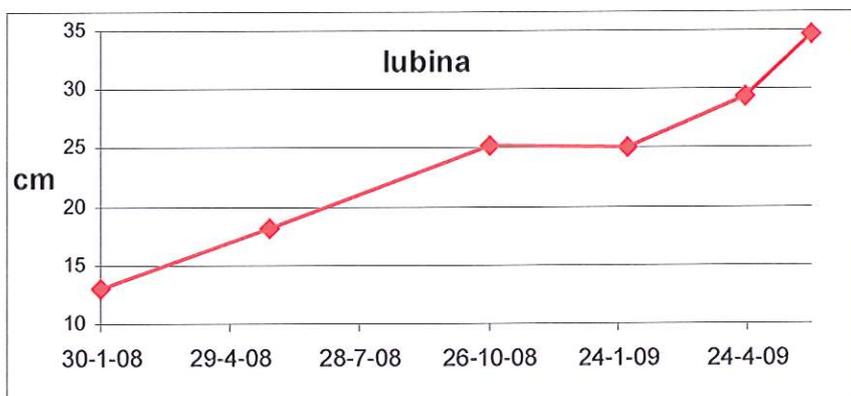


Figura 3. Evolución de la longitud de la lubina.

Hubo crecimiento significativo ($P < 0,01$) en talla y peso entre muestreos sucesivos, excepto en el trimestre noviembre 2008 – enero 2009 ($P > 0,8$).

El índice de condición IC ($100 \cdot \text{Peso(g)} / \text{longitud(cm)}^3$) (tabla 1 y figura 4) bajó significativamente ($P < 10^{-5}$) en el primer cuatrimestre de 2,05 a 1,13, se mantuvo sin diferencias ($P > 0,2$) hasta enero de 2009, bajó de nuevo ($P < 10^{-5}$) en abril (IC=0,98) y subió ($P < 0,01$) en junio de 2009 (IC=1,07), no presentando el nuevo valor diferencias significativas con los valores de octubre y mayo de 2008 ($P > 0,05$)

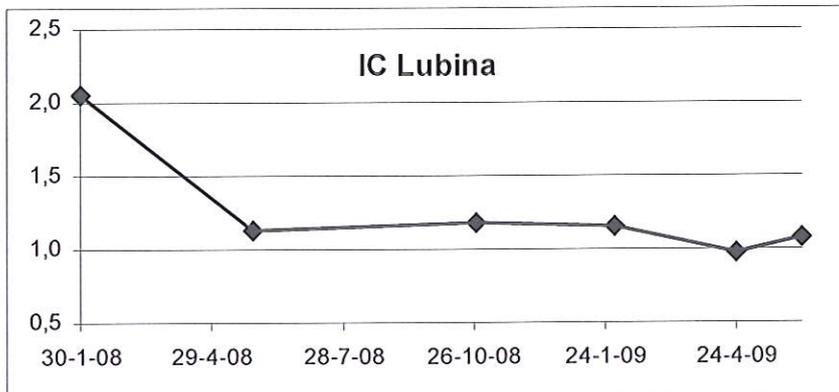


Figura 4. Evolución del índice de condición de la lubina

Como índices de crecimiento se ha calculado para diversos periodos (Tabla II) el incremento medio en talla en mm/día, en peso en g/día o DGR

y la tasa específica de crecimiento $SGR=100 \cdot \ln(P_{final}/Peso\ inicial)/n^{\circ}\ dias$

Tabla II. Índices de crecimiento en lubina.: g/día, mm/día y tasa específica

periodo	dias	mm/d	DGR (g/d)	SGR
30/1/08 al 8/6/09	495	0,44	0,82	0,47
30/1/08 al 27/5/08	118	0,44	0,24	0,41
27/5/08 al 27/10/08	153	0,46	0,77	0,63
31/1/09 al 23/4/09	82	0,53	0,88	0,40
23/4/09 al 8/6/09	46	1,13	4,18	1,21
30/1/08 al 31/1/09	367	0,33	0,38	0,39
31/1/09 al 8/6/09	128	0,75	2,07	0,44

En 2009 se observó mayor crecimiento que en 2008 en todos los índices.

Aparte de la depredación por cormoranes se observó una mortandad en 2008 inferior al 1 %.

A mediados de abril de 2009, una vez emigrados los cormoranes, solo quedaba un 18 % de las lubinas sembradas.

El 21 de abril de 2009 se produjo una bajada importante de oxígeno (hasta 1,3 ppm), que provocó que la mayor parte de las lubinas se acumulasen en el estanque anterior pequeño de 30 m², ya que de allí les llegaba el flujo de agua, y se produjo entonces una mortandad del 7 % de las lubinas que aún quedaban.

Finalmente en junio de 2009 se cosecharon 516 lubinas, un 16 % de las sembradas. Solo un 18 % estaba en el estanque grande y principal de cultivo de 1000 m², a pesar de que se había cambiado el

sentido del flujo de agua desde 2 semanas antes. El resto seguía en el estanque pequeño de 30 m² a una densidad cercana a los 6 kg/m²

b) Primer engorde de corvina *Aryirosomus regius*

En diciembre de 2007, entre los días 11 y 18, comenzó el engorde en el estanque con la siembra de 2.700 corvinas de 33,3 g y 14,4 cm. Estas corvinas habían nacido en IFAPA centro El Toruño el 20/6/07, y habían estado en cultivo bajo techo desde entonces. Tenían por tanto casi 6 meses en el momento de la siembra.

El 1/4/09, tras 15,5 meses de engorde, habían alcanzado 683 g y 42 cm, pero solo quedaba una cuarta parte de los individuos sembrados en dic/07. Esta baja supervivencia, aunque algo superior a la de las lubinas, también habría que atribuir la principalmente a depredación por cormoranes, ya que los peces muertos observados durante el cultivo supusieron menos del 1 %.

Estas corvinas presentes el 1/4/09 sufrieron una importante mortandad del 83 % el 23/4/09, debido a la bajada de oxígeno disuelto ya comentada anteriormente, y que afectó mucho más a la corvina. También se produjo en el estanque anterior pequeño de 30 m², en donde se concentraron los peces. Finalmente el 10/6/09 se obtuvieron 112 corvinas vivas en el estanque grande, que es el 17 % de las que había a principios de abril/09 y 4 % de las sembradas en dic/07. La talla y el peso no mostraban diferencias significativas ($P > 0,2$) con la obtenida el 1/4/09. Por tanto no hubo crecimiento en los últimos 2,3 meses.

Las figuras 5, 6 y 7 recogen respectivamente la evolución del peso vivo, longitud e índice de condición.

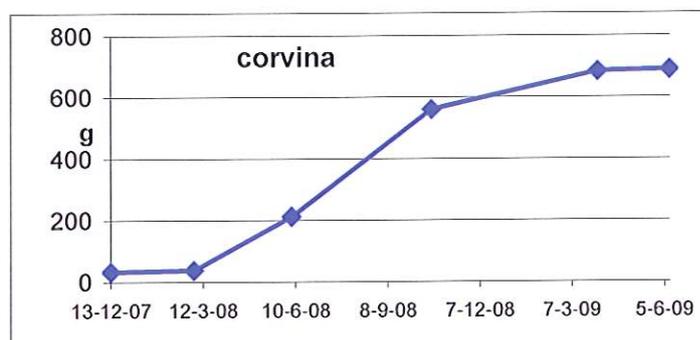


Figura 5. Evolución del peso vivo de la corvina

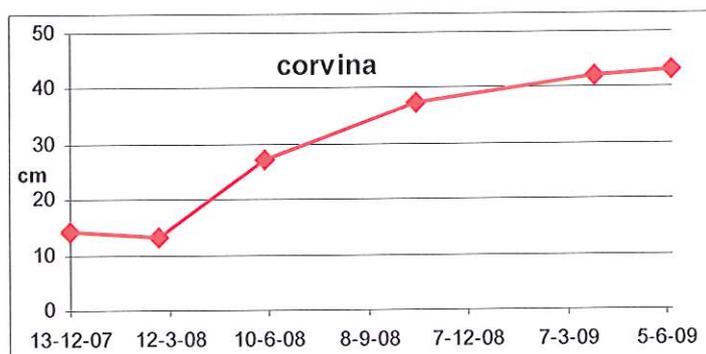


Figura 6. Evolución de la longitud de la corvina

La longitud y el peso vivo no mostraron diferencias significativas en los tres primeros meses de cultivo ($P > 0,1$) entre dic/07 y marzo/08, ni en los 2 últimos (abril a junio de 2009), pero sí en los otros tres periodos analizados ($P < 0,005$)

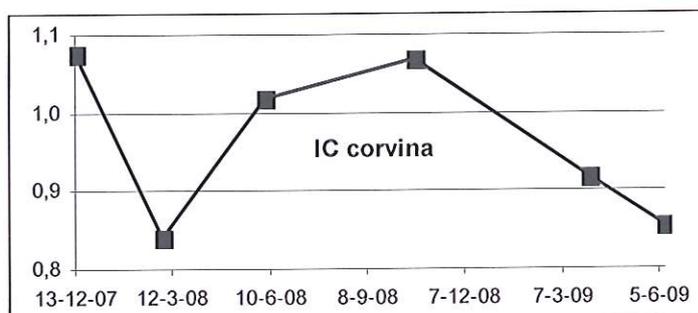


Figura 7. Evolución del índice de condición de la corvina

El índice de condición siempre varió significativamente entre muestreos sucesivos ($P < 0,01$), aunque siempre estuvo comprendido entre 0,85 y 1,07.

En la Tabla III figuran los índices de crecimiento para el periodo total en el que hubo crecimiento (marzo /08 a abril/09), así como para el periodo marzo-oct de 2008.

Tabla III. Índices de crecimiento en la corvina

periodo	días	mm/d	g/d	SGR
3/3/08 al 1/4/09	394	0,73	1,64	0,73
3/3/08 al 21/10/08	232	1,04	2,25	1,16

Todos Los índices de crecimiento utilizados son superiores en corvina a los de lubina

Pienso

Se han utilizado 2.050 kg de pienso de la marca Skreting. Principalmente pienso de corvina (1.875 kg), aunque también 175 kg de pienso de lubina.

Hasta el 4/4/08 se utilizó pienso del calibre 2 mm a razón de 0,4 kg/día. A partir de esa fecha se añadió una media de 4,7 kg/día. Entre el 4/4/08 y el 23/5/08 del calibre 4 mm, desde el 23/5/08 al 27/3/09 del calibre 6 mm y a partir de entonces del calibre 8 mm.

Para añadir el pienso se utilizó un comedero automático programable

c) Segundo engorde de corvinas

El segundo engorde de corvinas comenzó a final de noviembre de 2009 con la siembra de 5.000 alevines de 27 g y 13,5 cm. Estos alevines procedían de huevos producidos en el centro IFAPA El Toruño a principios de junio de 2009, que eclosionaron y se preengordaron en la empresa Maresa de Ayamonte. Tenían por tanto casi 6 meses de edad.

La Tabla IV y las gráficas 8 y 9 recogen los valores de peso vivo y longitud (media y desviación estándar) a lo largo de los muestreos.

Tabla IV. Segundo engorde de corvinas

fecha	Peso (g)		Talla (cm)	
	X	Sd	X	Sd
29-11-09	27,1	7,0	13,5	1,9
5-4-10	23,2	12,0	14,4	3,3
26-4-10	50,3	10,6	17,5	1,2
9-6-10	94,5	8,6	20,6	0,2
17-8-10	262,5	53,7	27,9	2,0
29-9-10	334,3	47,1	31,0	1,7

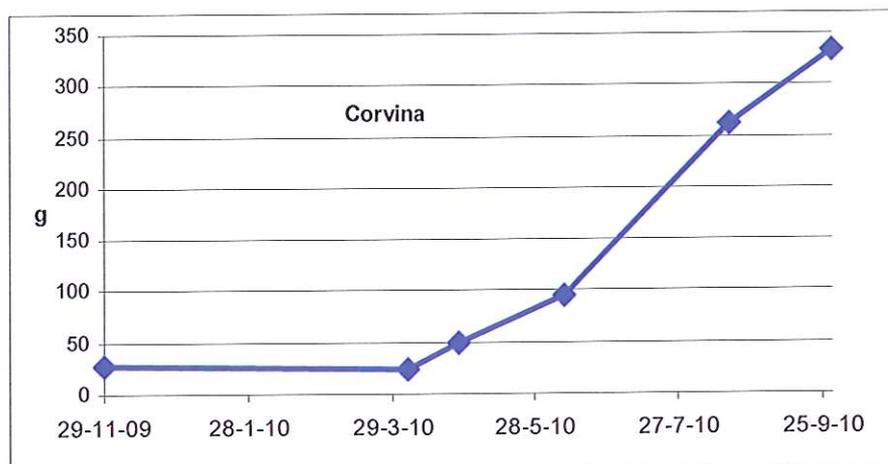


Figura 8. Crecimiento en peso de la corvina del segundo engorde

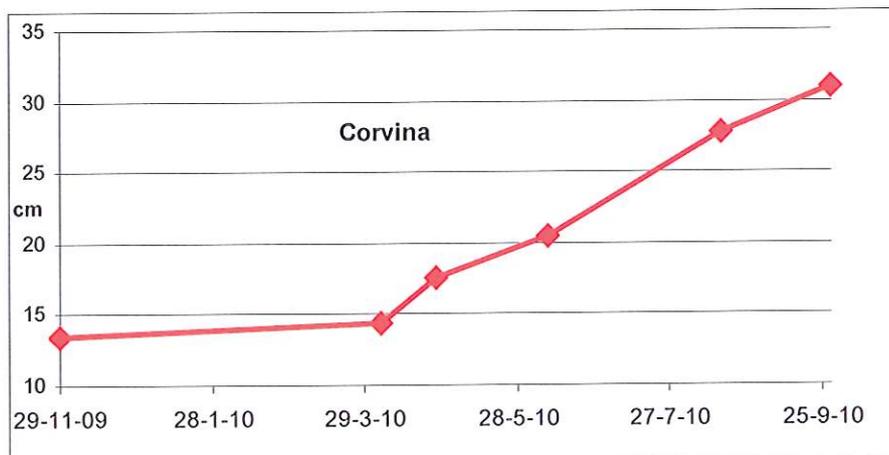


Figura 9. Crecimiento en talla de la corvina del segundo engorde

En los cuatro primeros meses de cultivo no hubo crecimiento significativo ($P > 0,5$) en talla ni peso, pero sí en los otros periodos entre muestreos sucesivos ($P < 0,005$), incluyendo el periodo de solo 3 semanas en abril.

La gráfica 10 recoge la evolución de la temperatura máxima y mínima en el estanque de cultivo en 2010. Hasta el 5 de abril, periodo en el que se ha visto que no hubo crecimiento, las temperaturas máxima y mínima estuvieron respectivamente por debajo de 20 y 16 °C respectivamente. El 11 de agosto se alcanzaron las temperaturas mayores, 32 °C de máxima y 29 °C de mínima. En años anteriores la máxima registrada se situó en 30 °C.

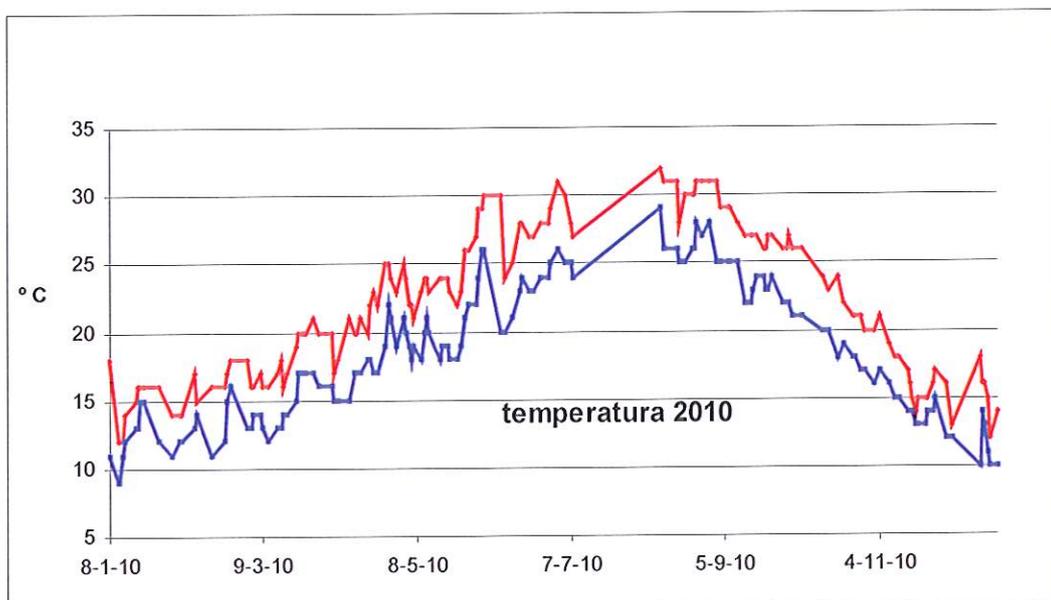


Figura 10. Temperatura máxima y mínima del agua del estanque U en 2010

En el primer trimestre no se vieron las corvinas, ni al suministrarles el pienso. En marzo empezaron a verse, pero se vieron mucho mejor y empezaron a comer con voracidad tras el 19 de abril, fecha en la que dejaron de verse los cormoranes.

El crecimiento medio en el periodo comprendido entre el 5/4/10 y el 29/9/10 fue de 0,9 mm/d y 1,8 g/d y el SGR 1,5. El crecimiento medio en mm/d y g/d de este segundo lote de corvinas es ligeramente inferior al observado con el primer lote en un periodo aumentado un mes por cada extremo del 3/3/08 al 21/10/08 que fue de 1 mm/d y 2,3 g/d. El SGR sin embargo fue algo inferior (1,2).

El 22/6/10 por la noche hubo un intento de robo. Aunque parece que no consiguieron pescar las corvinas, levantaron el marco de malla que separaba el estanque de peces del de moluscos y provocaron que pasaran a este segundo estanque el 46 % de las corvinas, que se situaron en el centro del estanque, en una zona de 15 m de longitud del estanque que se había profundizado 1 m más, y tenía por tanto 2 m de columna de agua frente a 1 m del resto..

El 16/8/10, debido a exceso de fouling, especialmente serpulidos, se obturó el tubo que comunicaba el estanque de moluscos con la hélice. Esto provocó la mortandad total de las corvinas del estanque de peces (2700), pero no provocó ninguna mortandad en el otro estanque. La hélice también se averió al obstruirse con una madera flotante, debido a la bajada del nivel de agua. La mortandad presumiblemente se debió a una bajada de oxígeno disuelto a consecuencia del cese del flujo. El día siguiente se midió 2,5 ppm , pero presumiblemente el día anterior, el de la mortandad, fuera aun menor.

Las corvinas del estanque de moluscos, a las que no se les había suministrado pienso desde el intento de robo, empezaron a ser alimentadas a partir de entonces con pienso.

El 28/9/10 se trasladaron 1800 corvinas de un estanque al otro, si bien murieron 400 a consecuencia del mismo y quedaron 1400 que continúan en la actualidad.

El crecimiento ha sido algo inferior al del primer cultivo pero similar en lo principal. Tiene un rápido crecimiento pero solo 7 meses al año de abril a octubre. Necesita para sobrevivir mayores valores de oxígeno disuelto que otras especies y en ambos cultivos se rebasó por debajo el límite.

Se han consumido 1.880 kg de pienso hasta el 20/1/11 en que dejaron de alimentarse ante la inapetencia observada. En los tres primeros meses de cultivo (dic/08 y enero y febrero de 2009) se gastaron 62 kg (0,7 kg/día que suponía 0,6 % de la biomasa de peces). Entre el 5/3/08 y el 11/6/08 se consumieron 242 kg (2,4 kg/d que suponía 2 % de la biomasa inicial). Entre el 11 de junio y el 17 de agosto de 2008 se consumieron 1.000 kg (11,5 kg/d y 4,2 % de la biomasa al principio del periodo). En el estanque de moluscos se consumieron entre el 26/8 y el 25/9 de 2008 225 kg (7,5 kg/d y 1,2

%). Entre el 2/10 y el 17/11 de 2008 se consumieron 300 kg (6,5 kg/d y 1,4%). Entre el 17/11/10 y el 20/1/11 se han consumido 50 kg (0,8 kg/d y 0,2 %).

PRENGORDE DE PARGOS

El 12/5/08 se sembraron 3.140 pargos de 1,1 g y 4 cm en una jaula de malla de 2 m³ (2 x 1 x 1) situada en el estanque pequeño de 30 m² en donde se sitúa la hélice. Los pargos habían sido producidos en el criadero del Centro IFAPA El Toruño. Formaba parte de un experimento para estudiar el comportamiento durante el periodo estival, en cuanto a crecimiento y adaptación a las altas temperaturas y salinidades que habitualmente se producen en los esteros.

Simultáneamente se ubicó una jaula, aunque de mayores dimensiones, en un estero de una salina de la Bahía de Cádiz, como parte de un proyecto sobre introducción de esta especie en ese ecosistema. Habitualmente, la fase de preengorde de peces se lleva a cabo en instalaciones bajo techo, con calidad de agua tratada y con temperaturas controladas

El 9/6 y el 2/7 se muestreó la talla y peso vivo.

El 2/7, a los 51 días, habían alcanzado 7,2 g y 7,2 cm. Se contaron y se obtuvo una supervivencia del 66 %. La mitad de los individuos se pasó a otra jaula similar, pero de malla más clara, y situada en el otro estanque pequeño, y la otra mitad a una jaula, también de malla más clara, abarloada al semillero.

El 24/10 en ambas jaulas, una vez superadas las condiciones extremas de temperatura y salinidad, se muestreó el tamaño y se contaron los individuos. En la jaula del semillero volvió a observarse una supervivencia del 66 % y en la otra del 45 %. En total 55 % de supervivencia con respecto al 2/7 y 35 % respecto al 12/5. El tamaño fue algo menor en la jaula del semillero con diferencias significativas ($P < 0,005$ en talla y $P < 0,05$ en peso) y valores de 46 g y 12 cm, frente a los valores de 54,3 g y 14 cm obtenidos en la jaula situada en el estanque.

Los individuos del estanque se soltaron en el mismo estanque y se muestrearon el 31/1/08 dando un peso vivo de 69 g y una talla de 16,4 cm.

Los individuos de la jaula del semillero se sembraron en el estanque pequeño con la hélice y en otra jaula abarloada al semillero y continúan su cultivo.

Las figuras 11 y 12 recogen la evolución de la talla y peso vivo medios de los peces cultivados en el estanque. El punto rojo aislado corresponde a la jaula del semillero

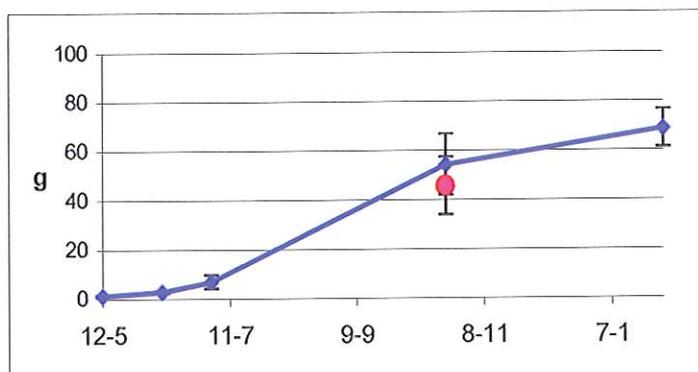


Figura 11. Evolución del peso vivo medio (\pm Sd) del pargo cultivado

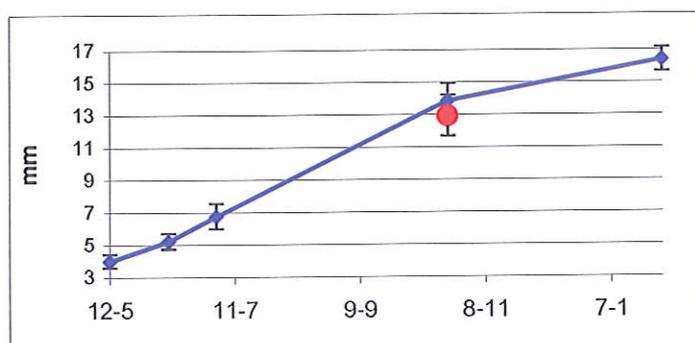


Figura 12. Evolución de la talla media (\pm Sd) del pargo cultivado

ENGORDE DE MOLUSCOS BIVALVOS

a) Ostión

primer cultivo.2008

Correspondía a una partida residual ("cola") de la producción de la empresa, que había sufrido varios tamizados. Los individuos quedaban retenidos por malla cuadrada de 6 mm de lado. Traía individuos muertos que se fueron eliminando en el semillero antes de pasar al estanque.

Se recibió el 22/1/08, con un peso total de 7,1 kg y se colocó en un contenedor del semillero hasta el 31/3/08, pasando entonces a cestillas ostrícolas situadas en el estanque de cultivo a la densidad de 100 semillas por cestilla. Las cestillas iban apiladas en columnas de 5. Cada columna era soportada por una varilla de hierro hincada verticalmente en el fondo y que atravesaba las cestillas por el eje

central. Una varilla corta y perpendicular a la principal mantenía la base de cada columna 30 cm por encima del fondo.

Las figuras 13 y 14 recogen la evolución de la media (\pm Sd) del peso vivo medio y de la talla media dorsoventral.

En el semillero no hubo crecimiento significativo ni en talla ($P > 0,6$) ni en peso ($P > 0,05$) en el primer mes, pero sí en el segundo ($P < 10^{-12}$ en peso y talla), pasando la talla de 21 mm a 40 mm y el peso vivo de 1,3 g a 5 g.. Entre el 24/3 y el 4/7 no hubo crecimiento significativo en talla en el estanque ($P > 0,6$). El 4 de julio se cambió la ubicación de las cestillas dentro del estanque desde una posición intermedia a situarlas al final, más cerca de la hélice. En julio sí hubo ya crecimiento y el peso vivo medio del 30/7 (10 g) fue significativamente mayor ($P < 10^{-6}$) que el de marzo, aunque no fue tan significativo el crecimiento en talla ($P < 0,05$ con la talla de marzo o con la del 4//). En agosto fue más significativo el crecimiento en peso ($P < 0,005$) que en talla ($P > 0,05$) y el 28/8 tanto la talla como el peso diferían significativamente de los valores de marzo en el semillero ($P < 10^{-5}$). En los dos últimos meses de cultivo, entre el 28/8 y el 20/10, hubo crecimiento significativo tanto en talla ($P < 10^{-4}$) como en peso ($P < 0,005$), finalizando con 18 g y 6 cm.

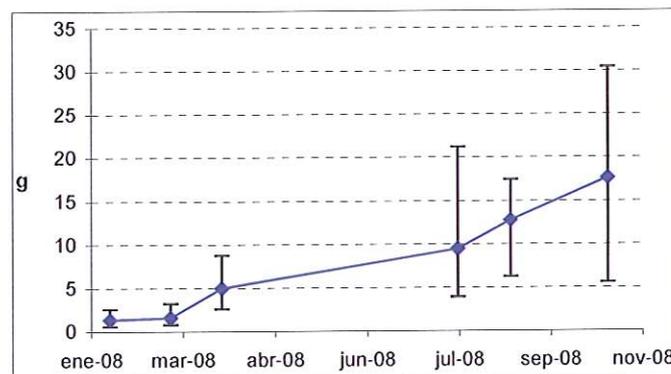


Figura 13. Evolución del peso vivo medio e intervalo del ostión del primer lote

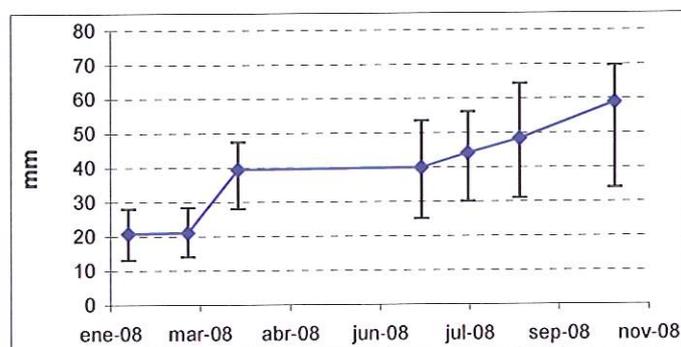


Figura 14. Evolución de la talla media e intervalo del ostión del primer lote

El 4/7 no se observó ninguna mortalidad ni pérdida de individuos. El 16/10 la mortalidad sólo era del 3 % y seguía sin haber pérdidas de individuos. Sin embargo 2 semanas después, el 29/10 se observó un 52 % de mortalidad y se retiró la semilla del estanque.

Segundo cultivo 2009-2010

El 30/3/09 comenzó en el estanque de moluscos que forma parte de la U un nuevo cultivo de 11.000 ostiones sobre cestillas sobreelevadas t soportadas por gavillas de hierro.

El tamaño inicial fue tamiz 10, longitud media de 21,4 mm, peso vivo medio 1,6 g.

La densidad inicial fue 100 semillas por cestilla. Entre el 4/5/09 y 9/6/09 se dobló la densidad a 200 s/c. El 9/6/09 se sacaron del estanque y se colocaron en un canal de desagüe, volviendo a la densidad inicial de 100 s/c. El 14/9/09 se desdoblaron a 50 s/c. En diciembre de 2009 se desdoblaron otra vez a 24 s/c y volvieron al estanque.

La Tabla IX y las gráficas 15-19 recogen los valores medios a lo largo de los muestreos realizados del peso vivo, longitud, peso escurrido y seco de concha y carne, índice de condición (100*Peso de carne / peso de concha, tanto de peso seco como escurrido) y rendimiento en carne (100* peso escurrido carne/peso vivo)

En los primeros 11 meses de cultivo entre el 30/3/09 y el 23/2/10 el peso vivo tuvo crecimiento significativo entre muestreos sucesivos ($P < 0,0001$ salvo el periodo sep-dic con $P < 0,05$). También la longitud ($P < 0,005$) a excepción del periodo ago-dic ($P > 0,05$). Entre agosto y septiembre $P > 0,8$ y entre septiembre y diciembre $P < 0,05$. Entre el 23/2/10 y el 10/8/10 no hubo crecimiento significativo ($P > 0,4$) ni en talla ni en peso,

Tabla IX. Segundo engorde de ostión

fecha	Pv(g)	L(mm)	Peso escurrido		Peso seco		Índice condición		Rendimiento en carne
			carne	concha	carne	concha	seco	escurrido	
30-3-09	1,6	21,4	0,2	1,2	0,04	1,1	3,4	13,7	9,4
4-5-09	2,7	23,7							
7-7-09	12,9	51,9	1,6	7,6	0,4	6,5	5,2	19,8	11,7
25-8-09	22,5	64,8							
29-9-09	31,4	64,3	2,2	20,3	0,5	15,7	3,0	10,3	6,7
15-12-09	36,6	69,1	5,8	24,3	1,1	18,2	5,8	24,0	15,2
23-2-10	57,3	77,0	6,7	40,8	1,4	28,8	5,1	16,8	11,4
13-4-10	63,3	80,6	7,8	43,8	1,9	35,2	5,1	17,4	11,9
10-8-10	58,0	78,5	4,1	40,3				10,3	7,6

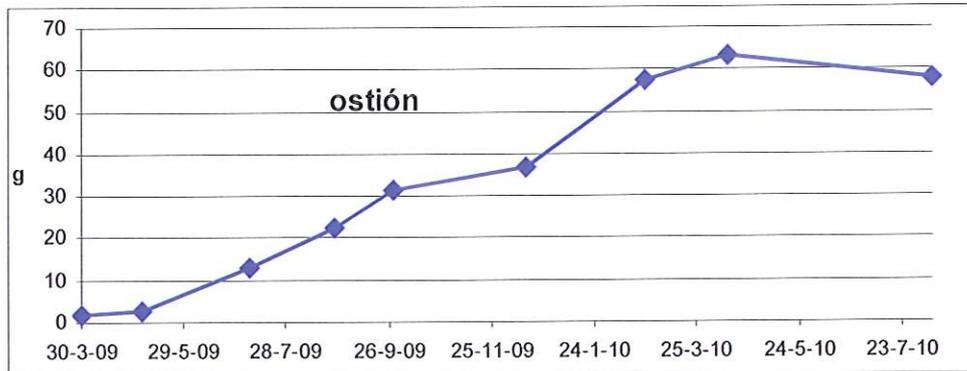


Figura 15. Evolución del peso vivo del ostión del segundo engorde

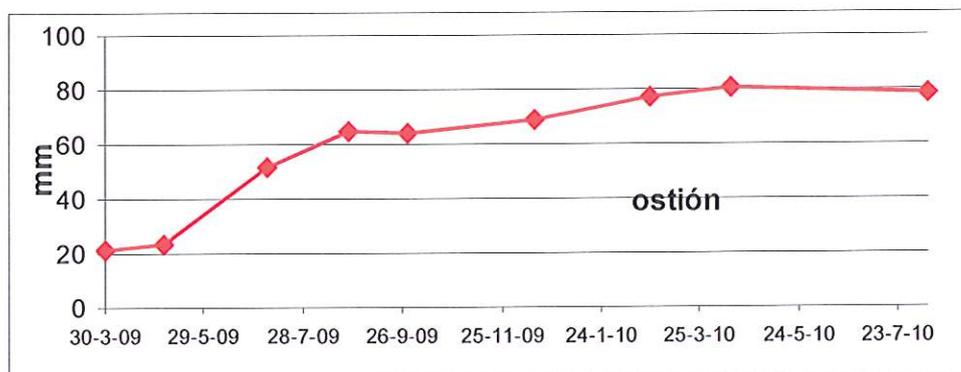


Figura 16. Evolución de la talla del ostión del segundo engorde

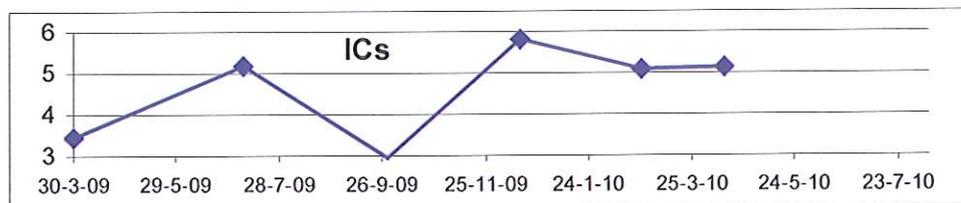


Figura 17. Evolución del índice de condición (peso seco) del ostión del segundo engorde

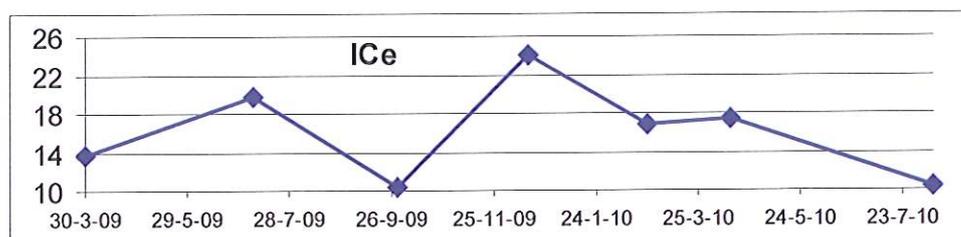


Figura 18. Índice de condición (peso húmedo) del ostión del segundo engorde

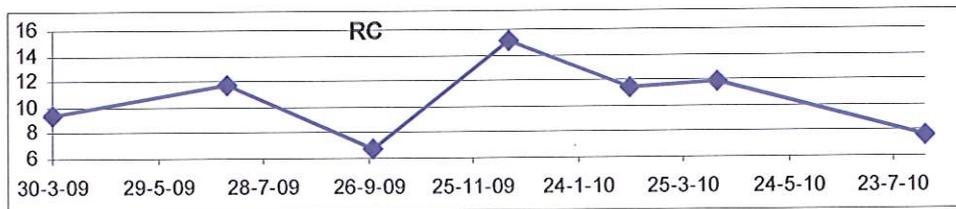


Figura 19. Rendimiento en carne del ostión del segundo engorde

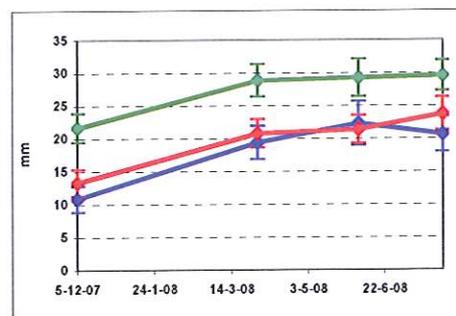
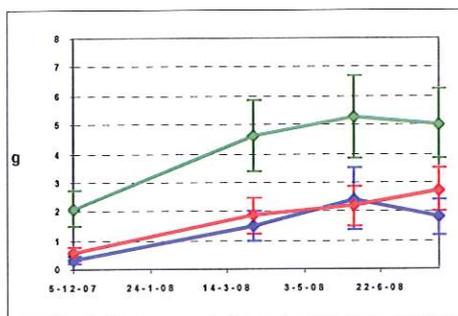
Los índices representados en las 3 últimas gráficas (índice de condición de peso seco, índice de condición de peso escurrido y rendimiento en carne) muestran una evolución similar, con un mínimo en sept/09 y un valor máximo a continuación en dic/09, y a continuación una bajada en 2010. El índice de condición de peso seco varió significativamente entre muestreos sucesivos en 2009 ($P < 0,0001$) pero no en 2010 ($P > 0,1$). Los otros 2 índices variaron significativamente entre muestreos sucesivos ($P < 0,001$) a excepción del periodo febrero-abril de 2010 ($P > 0,1$).

En agosto de 2010 finalizó el cultivo. Había abundancia de cámaras en las valvas de todos los individuos.

b) almeja japonesa. Primer engorde 2007-2008

El 5/12/07 se sembraron 118.000 semillas de tres tamaños a la densidad de 300 individuos por metro cuadrado (los dos tamaños mayores) y 215 i/m².

Se muestreó la talla anteroposterior y el peso vivo en 3 ocasiones en 2008: 31/3, 5/6 y 30/7. En octubre no se encontró ninguna semilla viva. Las figuras 20 y 21 recogen la evolución.



Figuras 20 y 21.- A la izda Peso vivo medio de los tres tamaños de almejas sembrados en el estanque. A la drcha evolución de la talla media de los tres tamaños de almejas sembrados en el estanque (primer engorde)

En diciembre de 2007 había diferencias muy significativas ($P < 10^{-5}$) en talla y peso entre los tres tamaños. En marzo y junio de 2008 no hubo diferencias significativas en talla ni peso entre los dos tamaños menores ($P > 0,05$ en marzo y $P > 0,5$ en junio), pero sí en julio ($P < 10^{-4}$). Entre el 5/12/07 y el 31/3/08 hubo crecimiento muy significativo ($P < 10^{-14}$) en talla y peso en los tres tamaños. Entre el 31/3/08 y el 30/7/08 no hubo crecimiento significativo en el tamaño inferior ni en el superior ($P > 0,1$), aunque sí en el intermedio ($P < 0,001$).

Segundo engorde 2008

El 29 de agosto se sembraron a densidades de 500, 750 y 1000 semillas por metro cuadrado. Tenían 4 tamaños con pesos medios comprendidos entre 0,5 y 1,7 g y talla media entre 14 y 21 mm. En octubre, dos meses después, solo se encontró una semilla viva de 21 mm con anillo de siembra de 15 mm.

El estanque ha tenido exceso de macrofitas. Durante el verano principalmente *Zostera sp* y en otoño-invierno *Chaetomorpha sp*

PREENGORDE DE MOLUSCOS BIVALVOS EN SEMILLERO

a) Almeja japonesa

AÑO 2007

Se partió de semilla muy pequeña, de tamiz 0,7 mm con 1,4 mm de longitud máxima y 0,5 mg de peso vivo. Se recibieron 500.000 semillas el 13/6 que se colocaron en un contenedor sobre malla 0,7 mm.

Hasta el 23/7 no se limpió ni removió periódicamente la semilla y tuvo muy poco crecimiento. El 28/6 tenía talla media de 1,4 mm y el 23/7 1,5 mm. El 23/7 se tamizó toda la semilla por malla cuadrada de 1 y 2 mm y cada una de las 3 fracciones resultantes fue a un contenedor. Las 2 fracciones inferiores se siguieron colocando sobre malla 0,7 mm y la superior sobre malla 1 mm. A partir de entonces se limpió y removió la semilla 2 veces por semana y se cambiaron de contenedor cada mes.

El 17/8 se tamizó toda la semilla por malla cuadrada de 2 y 3 mm. Se pesó el total de cada fracción y se muestreó para contabilizarla. Solo había 1/3 de la semilla recibida con las siguientes características

Fracción	Peso vivo (mg)	talla (mm)	%
>3	36 ± 10	5.9 ± 1.3	9
2-3	12 ± 1	4.1 ± 0.6	22
<2	4 ± 0.5		69

El peso vivo global ponderado era 8,6 mg. En los 2 meses de cultivo habría tenido un G30 de 1,4, si bien hay que considerar que hubo muy poco crecimiento el primer mes y que consecuentemente en el segundo este parámetro se habría duplicado

El 14/9 se muestrearon de nuevo los 3 contenedores con los siguientes resultados

Fracción	Peso vivo (g)	talla (mm)	G30 (28 días)
Grande	0.26 ± 0.09	11.5 ± 1.5	2.1
Mediana	0.049 ± 0.03	6 ± 1.9	1.5
Pequeña	0.035 ± 0.02	5.5 ± 1.3	2.3

La talla media global ponderada sería 6 mm y el peso vivo 56 mg con un G30 desde el anterior muestro de 2.

Se tamizó toda la semilla por malla cuadrada de 2 y 3 mm y además por una malla romboidal de diagonal máxima 7 mm. Cada una de las 4 fracciones se colocó en un contenedor y se muestrearon el 9/10

Fracción	Pv (g)	L (mm)	%
Grande	0.72 ± 0.08	15,4 ± 1.94	11
Mediana	0.33 ± 0.03	11.6 ± 1.2	60
Pequeña	0.07 ± 0.02	6.3 ± 0.7	20
Muy pequeña	0.02 ± 0.005	4.1 ± 0.45	9

La talla media global ponderada era 10.3 mm y el peso vivo 0.29 g. Habría tenido por tanto un G30 desde el anterior muestreo de 7.5

Afinal de noviembre se tamizó todo por malla cuadrada de 10 mm, romboidal de 7 mm y cuadrada de 3 mm. Se retiró la fracción inferior para otros usos. Las otras 3 fracciones se colocaron en un contenedor cada una y se muestrearon el 12/11 y el 5/12 con los siguientes resultados

Fracción	12 de noviembre		5 de diciembre		%
	Peso vivo (g)	Talla (mm)	Peso vivo (g)	Talla (mm)	
Grande	1.6 ± 0.4	20.0 ± 1.9	2.1 ± 0.6	21.7 ± 2.2	18
Mediana	0.43 ± 0.02	12.2 ± 2.3	0.56 ± 0.2	13.3 ± 2.0	73
Pequeña	0.31 ± 0.1	11.0 ± 2.2	0.31 ± 0.02	10.9 ± 2.0	9

AÑO 2008

El preengorde duró 6 meses entre el 23/1 y el 29/7. Durante el preengorde las semillas se tamizaron en varias ocasiones por malla cuadrada de lado 2, 3, 4 y 10 mm, y también una malla romboidal de 8 mm de diagonal máxima, colocando cada fracción resultante en un contenedor. 2 veces por semana

se levantaban los contenedores y se limpiaban con un chorro descendente de agua marina. Mensualmente se cambiaron los contenedores por otros limpios

Periódicamente se ha muestreado en cada fracción/contenedor la talla anteroposterior, el peso vivo y la mortalidad, y se ha contabilizado el número de semillas. Teniendo en cuenta el porcentaje de semilla de cada fracción se ha calculado en cada muestreo el peso vivo y talla medios ponderados del total de la semilla. Para comparaciones se ha utilizado la t de Student. Como media del crecimiento se ha usado el parámetro $G30 = 30 \cdot \ln(\text{peso final}/\text{peso inicial}) / n^\circ$ de días.

El 23/1 se recibió en un contenedor de malla cuadrada de 0,7 mm de lado medio millón de semillas de tamiz 0,7 mm (T 0,7) con un peso vivo medio de 0,3 mg y talla media anteroposterior de 1 mm. Un mes después, el 25/2 la talla media subió a 1,5 mm y el peso a 0,8 mg ($G30 = 1$). Tras 2 meses de cultivo, el 24/3, el peso vivo medio pasó a $4,3 \pm 1,71$ mg y la talla a $2,4 \pm 0,32$ mm. Hubo crecimiento significativo ($P < 10^{-18}$) en ambos meses, con un $G30$ de 1,4 en los 2 meses.

El 24/3 la semilla se tamizó por malla de 2 mm y cada fracción se colocó en un contenedor de malla 1. Pocos individuos quedaron retenidos por el tamiz 2. El 7/4 la fracción inferior volvió a tamizarse por 2 mm y la fracción superior resultante, que fue más abundante que en el anterior tamizado, se añadió al otro contenedor, quedando entonces los dos contenedores con similar biomasa. El 22/4 se tamizó todo por malla de 2 y 3 mm y cada una de las tres fracciones se colocó en un contenedor (la superior sobre malla 2 mm y las otras dos sobre malla 1 mm).

El 6/5 volvió a retamizarse toda la semilla por 2 y 3 mm. Cada una de las 3 fracciones se colocó en un contenedor y se muestreó y contabilizó. 229.000 semillas (46 % de las recibidas en enero) superaban el tamiz 2 (y 1/3 de éstas el tamiz 3) con talla y peso vivo medios ponderados de 5 mm y 0,05 g. El parámetro $G30$ en los últimos 43 días transcurridos desde el anterior muestreo de marzo se situó en 1,7. Las características de estas 2 fracciones mayores (2-3 y >3) vienen resumidas en la siguiente tabla

fracción	L(mm)		Pv(mg)		PT(kg)	n°	%
	X	Sd	X	Sd			
2-3	4,3	0,7	27	6	3,5	153.000	67
>3	7,0	1,3	91	39	4,6	76.000	33
Total	5,2		48		8,1	229.000	

La fracción inferior (<2) pesó 0,6 kg y se contabilizaron en ella 103.000 semillas de $2,6 \pm 0,4$ mm y 8 ± 2 mg. Por tanto 1/3 de la semilla llegada en enero se había perdido a través de la malla del fondo.

El 19/5 se tamizó todo por malla cuadrada de 2, 3 y 4 mm de lado y el 2/6 por esas mismas y además una malla romboidal de 7 mm de diagonal máxima. Cada fracción se colocó en un contenedor. Las características de cada una de las 4 fracciones superiores (>2) obtenidas en el último tamizado fueron las siguientes:

fracción	L(mm)		Pv(mg)		PT(kg)	nº	%
	X	Sd	X	Sd			
2-3	4,7	0,4	23	6	0,7	27.000	13
3-4	5,7	0,6	41	7	2,7	70.000	33
4-R	7,1	0,6	76	14	4,8	63.000	29
>R	9,4	1,7	159	81	7,3	54.000	25
Total	6,9		79		15,5	214.000	

La fracción <2 mm pesó 0,6 kg. Tenía excesivo fouling y 51.000 semillas de 4 ± 2 mg y $2,5 \pm 0,5$ mm, pero con excesiva mortalidad (98 %), por lo que se eliminó.

Quedaron entonces 213.000 semillas vivas >2, el 43 % de las recibidas en enero, con talla y peso vivo medios ponderados de 7 mm y 0,08 g. El parámetro G30 en los últimos 27 días transcurridos desde el anterior muestreo de mayo se situó en 0,6. Más de la mitad de esta semilla superaba el tamiz 4 mm y solo un 13 % era todavía de tamiz 2.

El 16/6 se muestreó el peso y talla de las 4 fracciones con los siguientes resultados:

	L(mm)		Pv(mg)		G30 14d
	X	Sd	X	Sd	
2-3	5,9	1,4	56	31	1,9
3-4	7,7	1,1	96	32	1,8
4-7	9,1	1,4	152	52	1,5
>7	11,8	1,9	310	132	1,4
Total	8,9		161		1,5

Después se tamizó toda la semilla de nuevo por 3, 4 y 7 mm, colocando cada una de las 4 fracciones resultantes en un contenedor. El 23/6 se tamizó la fracción superior (>7) por malla cuadrada de 10 mm de lado y cada una de las 2 fracciones resultantes se colocó en un contenedor, por lo que hubo 5 contenedores/fracciones que se muestrearon y contabilizaron.

La fracción inferior (<3) pesó 0,3 kg. Tenía una mortalidad del 58 % y menos de 5.000 semillas vivas. 4 días más tarde volvió a tamizarse por malla cuadrada de lado 4 mm y se retuvieron 1.800 semillas >4, que se añadieron a la fracción siguiente (3-4), tirándose la fracción inferior, que tenía excesivo fouling

La fracción siguiente (3-4) pesó 0,8 kg. Tenía una mortalidad del 13 % y 14.000 semillas vivas. Las otras fracciones superiores no tenían mortalidad. No hubo posteriores trasvases de semilla entre contenedores, denominándose a partir de entonces cada fracción con las letras MP, P, M y G para tamaños crecientes.

Las características de las 4 fracciones fueron las siguientes:

fracción	L(mm)		Pv(g)		PT(kg)	nº vivos	%
	X	Sd	X	Sd			
3-4 MP	6,6	1,0	0,1	0,02	0,8	16.000	8
4-7 P	9,5	1,7	0,2	0,08	9,4	59.000	31
7-10 M	11,0	1,4	0,3	0,11	23,9	104.000	54
>10 G	15,4	2,3	0,7	0,31	7,5	13.000	7
Total	10,5		0,217		41,6	192.000	

El 2/7 se muestreó el tamaño y mortalidad de las 4 fracciones. En la fracción inferior (MP) se observó un 66 % de mortalidad, por lo que se tamizó por malla de 4 mm, eliminando la fracción inferior junto con la mortalidad. En las otras tres fracciones superiores no hubo mortalidad. Las otras características de las 4 fracciones fueron las siguientes:

fracción	L(mm)		Pv(g)		nº vivos	%	G30 9d
	X	Sd	X	Sd			
MP	7,8	1,1	0,09	0,03	8.000	4	2,0
P	12,1	2,1	0,30	0,13	59.000	32	2,1
M	12,7	1,6	0,38	0,13	104.000	57	1,2
G	16,0	2,6	0,75	0,27	13.000	7	0,5
Total	12,5		0,368		184.000		1,8

No hubo diferencias significativas en talla ni en peso ($P > 0,05$) entre los dos tamaños intermedios (P y M), en donde se concentraba el 90 % de la semilla.

En la última columna aparece el valor del parámetro G30 para los últimos 9 días y para cada fracción, así como para el total. Se observa una relación inversa con el tamaño. El parámetro G30 para los últimos 30 días y para el conjunto de la semilla fue 1,5.

Se contabilizaron 184.000 semillas vivas que suponen el 37 % de lo llegado en enero, y un 80 % de lo contabilizado como vivo y mayor de 2 mm el 6/5

El 29/7 se realizó el último muestreo, se dio por finalizado el preengorde y la semilla se sembró en el estanque. Los resultados del último muestreo fueron los siguientes:

fracción	L(mm)		Pv(g)		G30 26d
	X	Sd	X	Sd	
3-4	14,1	2,3	0,52	0,26	2,0
4-7	14,8	2,2	0,62	0,27	0,8
7-10	16,2	2,2	0,78	0,28	0,8
>10	20,6	2,0	1,65	0,42	0,9
Total	16,0		0,78		0,9

No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) en la talla y peso vivo medio de las dos fracciones inferiores.

En las graficas adjuntas 22 y 23 se ha representado la evolución de la talla y peso vivo medio ponderados del conjunto de la semilla a lo largo del preengorde

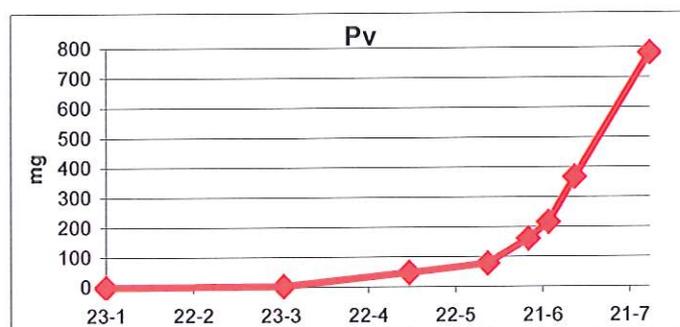


Figura 22. evolución del peso vivo medio ponderado de la semilla de almeja en el semillero en 2008

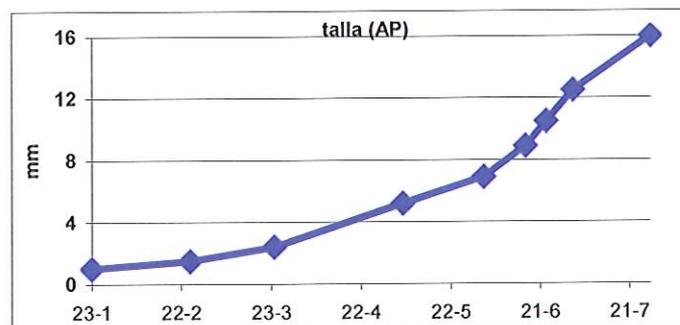


Figura 23. evolución de la talla media ponderada de la semilla de almeja en el semillero en 2008

El fouling fue problemático ya desde el primer mes de cultivo, especialmente en la fracción inferior. En febrero predominaron briozoos del género *Bugula sp.* En marzo aparecieron también fijaciones del molusco bivalvo *Pinna sp.* En abril aparecieron también otro briozoo (*Zoobotryon sp.*) y ascidias.

b) Ostión 2008

Se recibió el 26/6 con un peso total de 3,7 kg peso vivo medio de 18 mg y 2 meses de edad . Correspondía a la fracción superior de la producción anual ("cabeza") y traía mucha dispersión de tamaños ya que había individuos que quedaban retenidos por malla cuadrada de lado 5 mm y otros sólo por malla de lado 1 mm. Se tamizaron por malla cuadrada de 3 mm de lado y cada fracción se colocó en un contenedor.

Las figuras 24 y 25 recogen la evolución de la talla media y peso vivo medio a través de los muestreos en el semillero.

El 2/7 había diferencias significativas entre ambos contenedores tanto en talla como en peso ($P < 0,001$), con valores de 0,02 g y 0,06 g y 6 y 8 mm respectivamente.

El 14/7 se pesó el total de cada contenedor: 19 kg el de pequeñas y 58 kg el de grandes. No había mortandad Se estimó el peso bruto medio de la semillas mediante pesada y conteo de 3 submuestras en cada contenedor para el contaje total que dio 90.000 semillas pequeñas y 136.000 grandes de 0,2 y 0,4 g respectivamente con diferencias significativas entre ellas ($P < 0,005$). Se desdobló el contenedor de grandes en dos contenedores con 28 kg cada uno. Aplicando el parámetro G30 (\ln del cociente de los pesos partido por el nº de días y todo multiplicado por 30) al peso total de la semilla a la llegada el 26/6 y al obtenido 18 días después el 14/7 obtenemos un valor de 5, habiendo pasado el peso de 4 kg a 75 kg

El 21/7 sin embargo se igualaron ambos tamaños ($P > 0,05$ en talla y $P > 0,2$ en peso) con valores de 25 mm y 1,1 g.. Comparando este peso vivo medio con el de la llegada también se obtiene un G30 de 4,9 para los 25 días de cultivo.

El 29/7 la semilla se hallaba distribuida regularmente en 6 contenedores y el 26/8 en 12 con una carga superior a los 100 kg por contendor, y se desdoblaron de nuevo.

Entre el 21/7 y el 27/8 hubo crecimiento muy significativo ($P < 10^{-24}$ para talla y peso) pasando el peso de 1 a 8 g con un G30 de 1,6 y la talla de 25 a 42 mm.

Entre el 27/8 y el 20/10 el crecimiento fue poco significativo ($P > 0,05$ en talla y $P > 0,01$ en peso) con un G30 de solo 0,2.

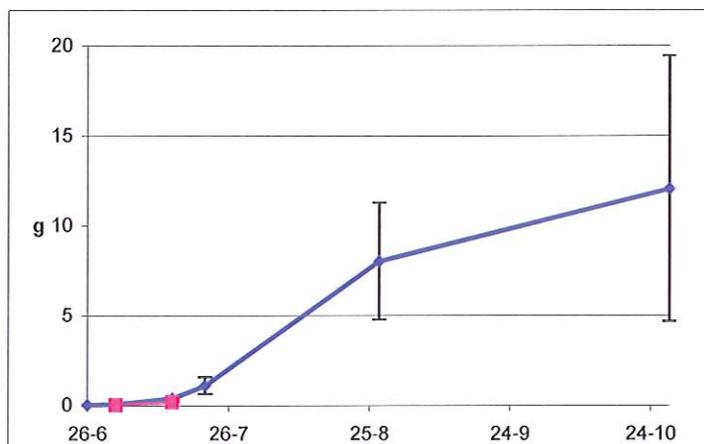


Figura 24. Evolución del peso vivo medio (\pm Sd) del ostión en el semillero

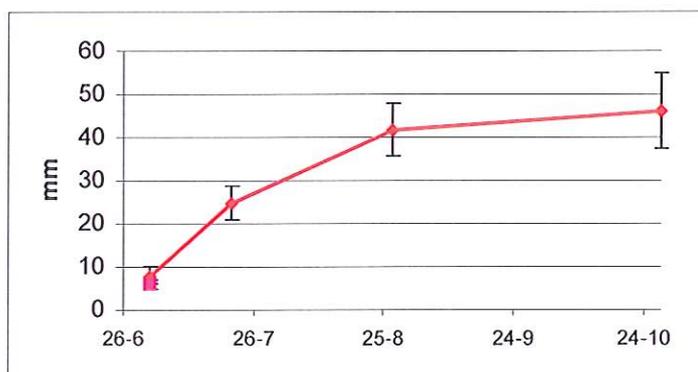


Figura 25. Evolución de la talla media (\pm Sd) del ostión en el semillero

El 27/8 empezó a detectarse alguna semilla muerta pero en pequeña proporción. El 16/10 sin embargo había una mortandad del 40 % y se retiró la semilla.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

AGUA

La figura 26 recoge los valores de salinidad y temperatura (máxima y mínima) durante el primer engorde de peces.

La salinidad ha variado entre 41.7 y 28.9 con valores inferiores a 35 durante el último invierno debido a las lluvias acaecidas

Las temperaturas máximas alcanzadas estuvieron comprendidas entre los 31° C y 11° C, en tanto que las mínimas lo hicieron entre los 27° C y 8° C. En general, las diferencias entre las temperaturas

extremas, suelen ser de 2 - 4 °C. La variación anual de ambos parámetros sigue una distribución estacional normal para la zona geográfica.

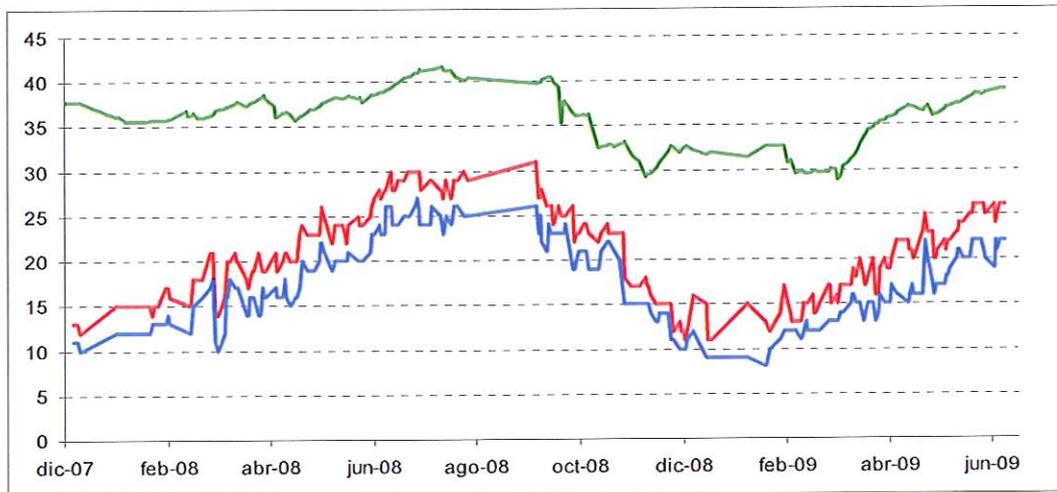


Figura 26. Salinidad y temperaturas máximas y mínimas (°C)

Se realizaron determinaciones de clorofila a durante el periodo del cultivo, en la entrada al sistema, en la compuerta de unión y a la salida (azul, rojo y verde, respectivamente). Los valores se expresan en ug/L (figura 27). Se observa una disminución en marzo y abril de 2008 (4-8 ug/L) y máximos en los meses de mayo y junio de ese año (12-16 ug/L) y primera quincena de mayo de 2009. En general, no hay variaciones apreciables entre los 3 puntos de muestreo hasta el mes de junio de 2008. Entre la segunda quincena de este mes y hasta septiembre, se observan diferencias más acusadas entre los valores de salida del estanque de moluscos (en verde) y los de entrada al mismo, siendo mayores los correspondientes a la salida. Los valores más bajos en todo el sistema ocurren durante el último invierno.

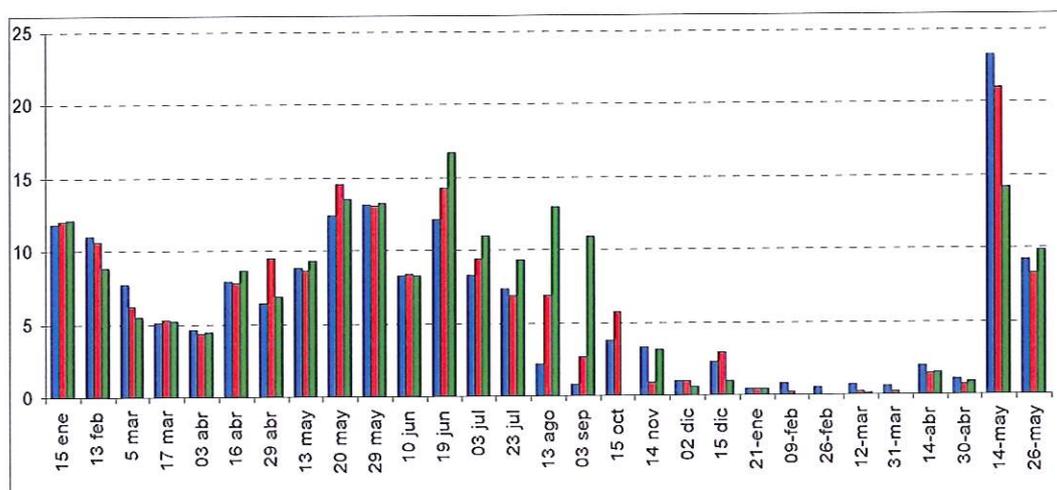


Figura 27. Clorofila a (ug/L) en la entrada (azul), centro (rojo) y salida (verde) del estanque U

Los sólidos en suspensión (figura 28) a lo largo de la experiencia, a excepción de algún muestreo y debido a fuertes vientos de levante (en agosto, no representado, se llegó a medir valores de 70 mg/L), se han mantenido inferior a los 20 mg/L y en general entre los 10–15 mg/L. Entre los meses de abril a junio de 2008 y febrero a mayo de 2009, apenas se superaron los 10 mg/L. En los últimos meses del año, las aguas han permanecido con mucha transparencia, alcanzando valores mínimos

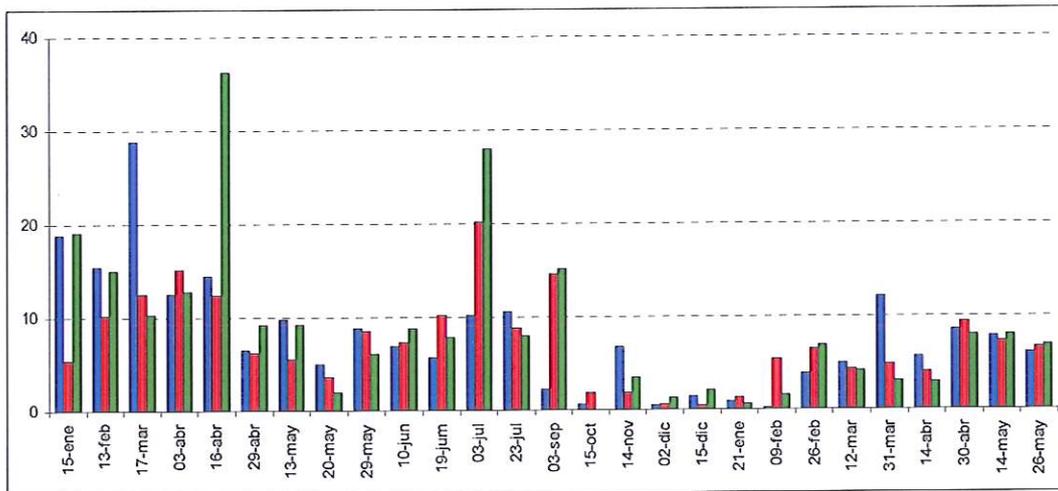


Figura 28. Sólidos en suspensión (mg/L) en la entrada (azul), centro (rojo) y salida (verde) del estanque U

Las concentraciones de nitrito (figura 29), salvo alguna excepción, han estado comprendidas entre los 10 y 25 ppb (ug/L) en todo el sistema y durante el periodo estudiado. En los meses de marzo de 2008 y entre noviembre y marzo de 2009, se alcanzaron los mínimos (5 ppb). No se observan grandes diferencias entre las 3 estaciones muestreadas, salvo en los meses de abril a mayo de 2009, con valores mucho más altos en el centro y salida del sistema.

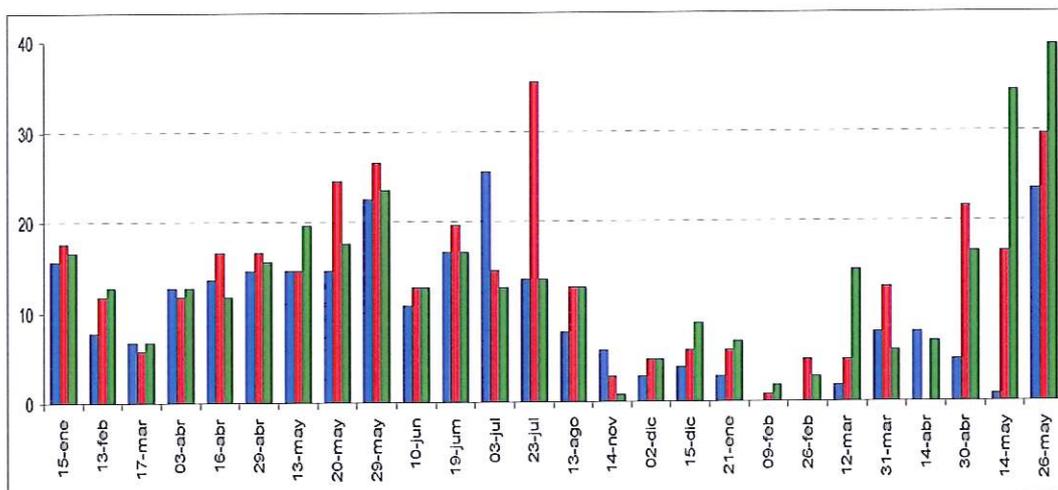


Figura 29. Concentraciones de nitrito(ppb, ug/L) en la entrada (azul), centro (rojo) y salida (verde) del estanque U

Las concentraciones de amonio (figura 30) rara vez (julio, septiembre y octubre) superan las 50 ppb, En general están comprendidas entre 20 y 40 ppb. Los valores mínimos se alcanzaron en los meses de mayo y junio de 2008 y febrero de 2009, que apenas se detectaron. No hay grandes diferencias, en general, entre los puntos muestreados salvo en los muestreos de julio octubre y noviembre en la compuerta de unión

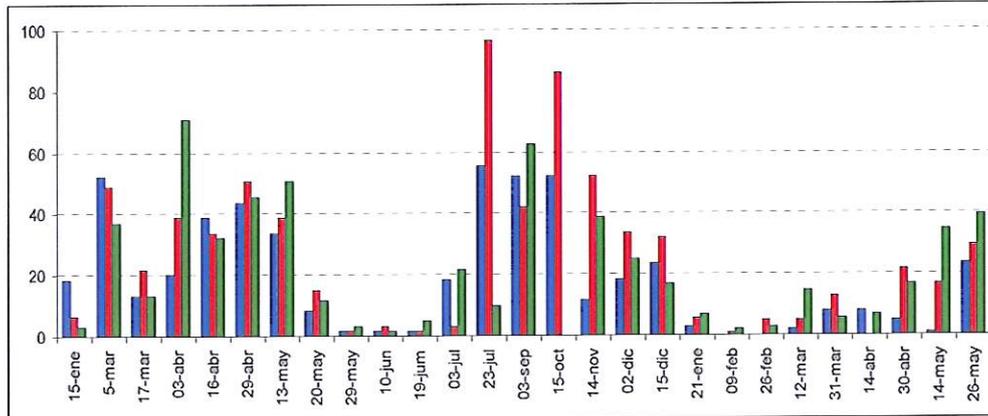


Figura 30. Concentraciones de amonio (ppb, ug/L) en la entrada (azul), centro (rojo) y salida (verde) del estanque U

Las concentraciones de fosfato (figura 31) se han mantenido en general por debajo de las 60 ppb (ug/L) durante el desarrollo del cultivo y entre las 30 y 60 ppb, a excepción de los últimos meses del año en que apenas superan las 30 ppb. En Septiembre se obtuvo un valor excepcionalmente alto en la compuerta y salida del sistema. No se observan grandes diferencias entre los 3 puntos, salvo en algún muestreo aislado.

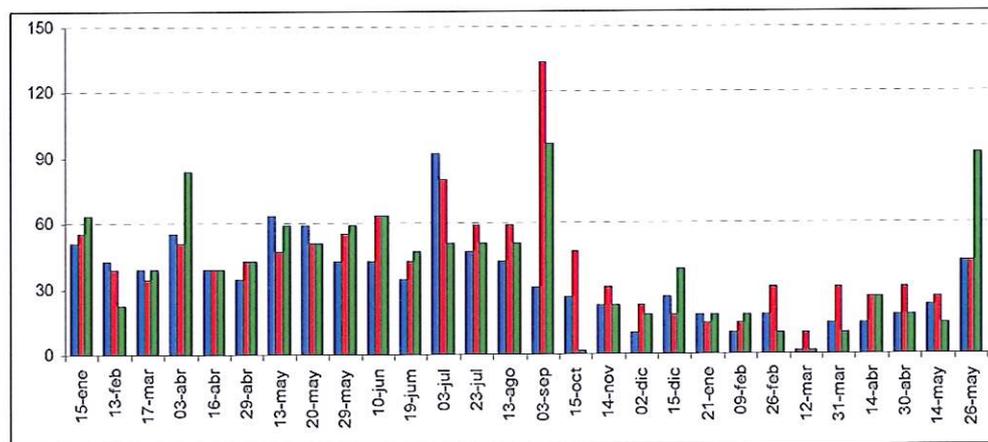


Figura 31. Concentraciones de fosfato (ppb, ug/L) en la entrada (azul), centro (rojo) y salida (verde) del estanque U

Las concentraciones de silicatos (figura 32) ha presentado una evolución cíclica en el periodo analizado, con valores máximos en el mes de junio 3-4 ppm (mg/L) y mínimos en primavera e invierno (0.5 ppm). No se observan diferencias apreciables entre los 3 puntos de muestreo

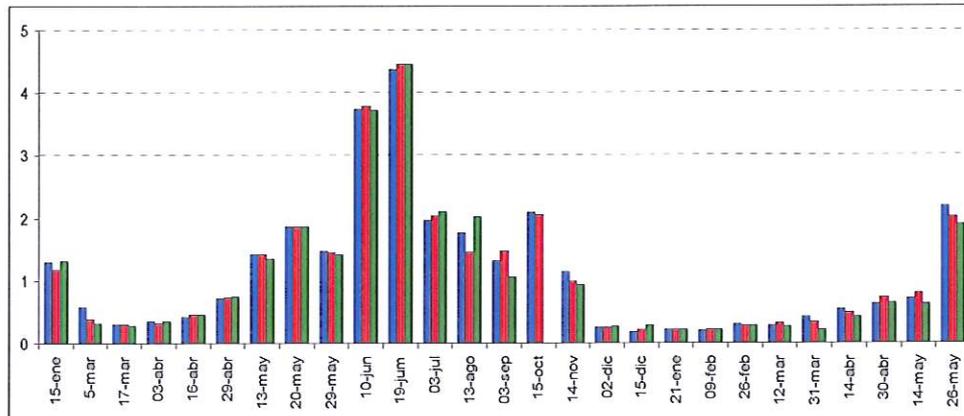


Figura 32. Concentraciones de silicato (ppm, mg/L) en la entrada (azul), compuerta (rojo) y salida del sistema (verde)

Con relación a los compuestos nitrogenados (nitrito y amonio) excretados por el cultivo de peces, puede observarse que no existe un marcado gradiente de concentración a lo largo del sistema (entrada, compuerta y salida); es decir, salvo algunos datos puntuales (abril-mayo 2009, julio 2008) no hay ni mucho mayores concentraciones a la entrada del estanque de moluscos ni mucho menores a la salida de éste. Se observan, no obstante, algunas variaciones para el conjunto a lo largo de todo el periodo estudiado, debidas más a variaciones estacionales y sin seguir una causa determinada y concreta

Las bajas concentraciones y las pocas diferencias a lo largo del circuito son debidas, en su mayor parte, a la gran dilución de estos compuestos en el caudal de agua de los 2 estanques (2000-3000 m³), a la alta tasa de renovación del circuito (350 m³/h) y a la moderadamente baja biomasa del cultivo (semiintensivo).

Los valores son muy bajos (salvo algunas excepciones), estando comprendidos, en general, entre 10 y 25 ppb para nitritos, con mínimos (5 ppb) durante el invierno de 2009, en tanto que las concentraciones de amonio rara vez superan 50 ppb (20-40 ppb) con valores mínimos (menores de 10 ppb) en mayo-junio de 2008 y enero-abril de 2009.

En el caso de fosfato y silicato la tendencia es muy similar, es decir, no hay diferencias apreciables en los 3 puntos de muestreo del sistema. En invierno-primavera de 2009, los valores disminuyen apreciablemente en el caso del fosfato (inferiores a 30 ppb, a excepción del punto correspondiente a la compuerta), permaneciendo entre 30-60 ppb durante las 2 experiencias. Los silicatos (de origen

terrestre) siguen una tendencia sinusoidal con valores prácticamente iguales en los 3 puntos del sistema (0.5-1 ppm), siendo mayores en el periodo estival (2-4 ppm). Su concentración permanece prácticamente inalterable a lo largo del circuito.

Con relación a la productividad primaria (clorofila a), tampoco se observan grandes diferencias en el sistema en los 3 puntos de muestreo, salvo en los meses de agosto-septiembre de 2008, con valores más altos en la compuerta de moluscos y en la salida del efluente, es decir se produjo una mayor productividad en el estanque de moluscos. En el invierno y primavera (enero-abril) de 2009, el agua se mantuvo transparente, con apenas presencia de fitoplancton, aunque en los últimos muestreos de mayo se alcanzaron valores muy altos (bloom primaveral). Las concentraciones se mantuvieron entre 5 y 15 ug/L (salvo en los períodos comentados), presentando una cierta tendencia sinusoidal.

El pH (figura 33) ha oscilado entre 7.7 y 8,9 unidades a lo largo del periodo analizado. Durante el año 2008, se observaron menos variaciones entre los valores, estando comprendido entre 8.2 y 8.6. En 2009, durante los primeros meses, se observó un aumento, llegándose a alcanzar el máximo, A partir del mes de marzo se observa una bajada hasta alcanzar los mínimos, si bien a finales de mayo, se obtiene un valor de 8.1. No ha habido grandes diferencias entre los 3 puntos de muestreo, siendo éstas de 1 o 2 décimas.

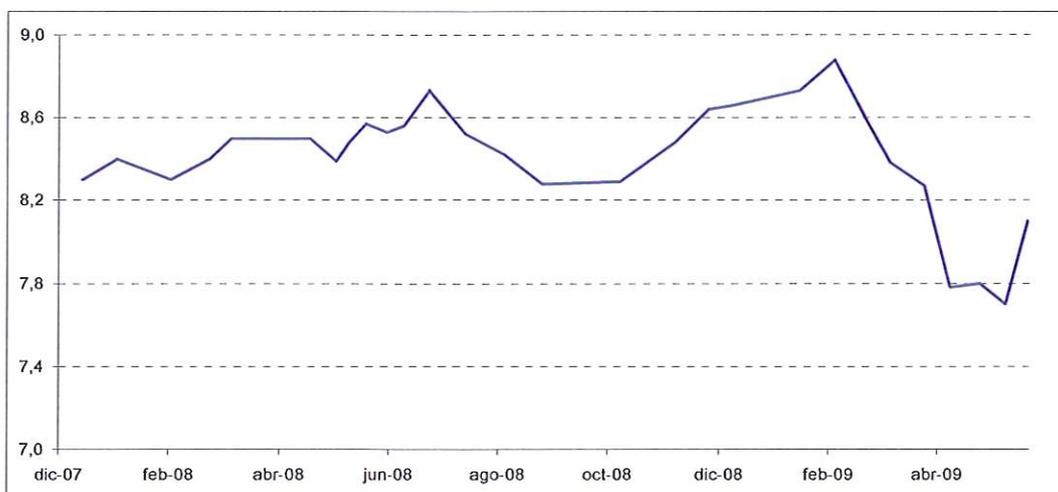


Figura 33. Valores de pH

SEDIMENTOS

Potencial redox

En la figura 34 se han representado los valores observados en tres ocasiones del potencial redox del sedimento en varios puntos del sistema. Los valores en blanco corresponden al muestreo del 23 de junio de 2008, los valores en azul al muestreo del 10 de noviembre de 2008, y los valores en negro al 17 de marzo de 2009

Solamente en una ocasión, 10 de noviembre de 2008, y en un punto se obtuvo un valor inferior a -325 mV, valor considerado como límite por la bibliografía para empezar a ser perjudicial. Fue en el final del estanque grande de moluscos, en donde estaban situadas cestas con ostiones, y en donde hubo una gran acumulación de macrofitas con mortandad de ellas mismas y de ostiones. En noviembre de 2008 se midió -393 mV, pero subió a -265 mV en marzo de 2009

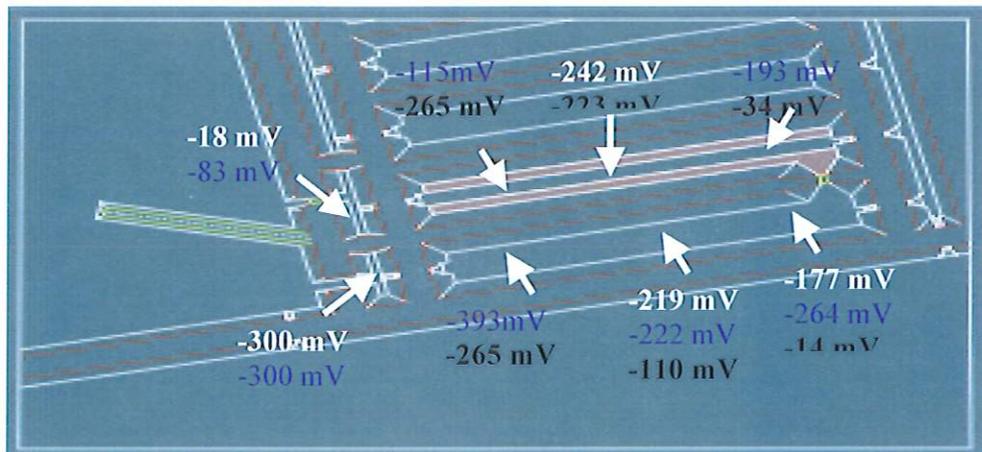


Figura 34. Potenciales redox en los sedimentos. En blanco y azul Junio y noviembre de 2008 respectivamente. En negro marzo de 2009

Materia orgánica

Se determinó también la materia orgánica total (pérdida por calcinación) en dos zonas de cada estanque (peces y moluscos) antes de la primera siembra de peces (noviembre de 2007) y tras finalizar el cultivo (julio 2009). Los resultados están expresados en % sobre sedimento seco en la figura 35

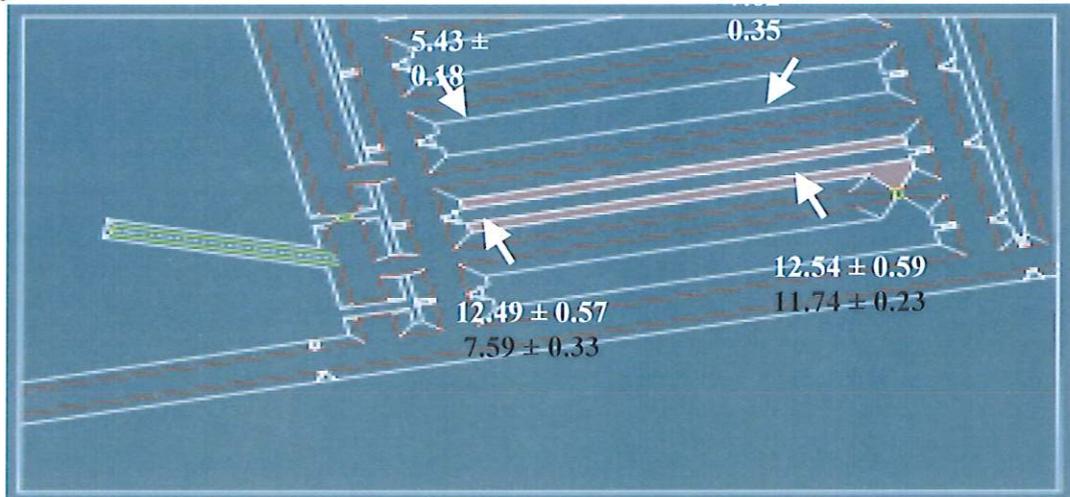


Figura 35. % en peso seco de la materia orgánica del sedimento. En blanco noviembre de 2007 y en negro julio de 2009

PECES

Se realizaron determinaciones de proteínas totales, lípidos totales y cenizas en los músculos de las corvinas al comienzo de la experiencia de engorde, en octubre de 2008 y finalmente en junio de 2009 y en lubinas al finalizar la experiencia.

Los resultados expresados en peso húmedo fueron los siguientes:

	% Proteínas	% Grasa	% Cenizas	% Agua
CORVINA Diciembre 2007	21,59 ± 0,11	1,00 ± 0,01	1,70 ± 0,06	73,61 ± 0,69
CORVINA Octubre.2008	20,36 ± 0,07	2,94 ± 0,14	1,33 ± 0,01	75,04 ± 0,52
CORVINA Junio 2009	20,65 ± 0,10	2,16 ± 0,03	1,35 ± 0,01	75,22 ± 0,83
LUBINA Junio 2009	20,80 ± 0,08	3,92 ± 0,05	1,44 ± 0,06	73,84 ± 0,98

Principales resultados

Engorde de corvina. En el primer cultivo pasó en 16 meses de 33 g y 14 cm a 680 g y 42 cm con un 25 % de recuperación. En el segundo cultivo paso de 27 g y 14 cm a 334 g y 31 cm en 10 meses.

Engorde de lubina. En 16 meses paso de 45 g y 13 cm a 450 g y 35 cm con un 16 % de recuperación.

Engorde de ostión. En 13 meses paso de 21 mm y 1,6 g a 77 mm y 57 g con mortalidad inferior al 1 %.

Preengorde de pargo. En 6 meses paso de 1,1 g y 4 cm a 50 g y 14 cm con un 35 % de supervivencia.

Preengorde de ostión. En 4 meses paso de 18 mg a 14 g y en 3 meses de 1,1 g y 21 mm a 14 g y 45 mm. Todo con mortalidad inferior al 1 %

Preengorde de almeja japonesa. Se partió de un tamaño muy inferior al normalmente utilizado. Se utilizó el tamaño T 0,7 con 1 mm y 0,3 mg En 6 meses alcanzó 16 mm y 0,8 g con una recuperación del 37 %. En 4 meses tenía 7 mm y 80 mg con un 43 % de recuperación

CONCLUSIONES

La corvina crece mucho pero solo 7 meses al año

Es muy sensible a la bajada de oxígeno disuelto, siendo difícil asegurar un nivel óptimo sin recurrir a suministro de oxígeno en ciertas épocas del año

El efluente del cultivo de corvina no presenta altas cargas de contaminantes

El sedimento tampoco sufre deterioro a pesar del suministro de pienso

El efluente puede utilizarse en el engorde del ostión y preengorde de pargo

CA DE GALICIA

1. DATOS DEL COORDINADOR DEL SUBPROYECTO

Nombre y Apellidos: Alejandro Guerra Díaz
Organismo/ Centro: CIMA
Correo electrónico: aguerradiaz2cimacoron.org

DATOS DE LA INSTITUCIÓN Y DEL INVESTIGADOR RESPONSABLE

Apellidos: Guerra Díaz
Nombre: Alejandro
Organismo: Consellería do Mar. Xunta de Galicia
Centro: Centro de Investigacións Mariñas (CIMA).
Departamento: Area de Acuicultura
Equipo: Moluscos
Teléfono: 886206326
Fax.: 986506788
Correo electrónico: guerrad@cimacoron.org
Dirección Postal: Apdo 13. 36620 Vilanova de Arousa. Pontevedra

DATOS DE LOS INVESTIGADORE/AS

A.- Personal del organismo solicitante

Apellidos: Montes Pérez Nombre: Jaime Titulación: Biólogo Grado. Doctor	Apellidos: Novoa Vazquez Nombre: Susana Titulación: Bióloga Grado. Doctora	Apellidos: López Gómez Nombre: M ^a Carmen Titulación: Bióloga Grado. Doctora
Apellidos: Guerrero Valero Nombre: Salvador Titulación: Biólogo Grado. Doctor	Apellidos: Carballal Duran Nombre: M ^a Jesús Titulación: Bióloga Grado. Doctora	Apellidos: Fernandez Besada Nombre: Mercedes Titulación: Química Grado. Lda

A.- Personal de otros organismos

Organismo: USC. Dpto Microbiología Apellidos: López Romalde Nombre: Jesús Titulación: Biólogo Grado: Doctor	Organismo: Dpto de Edafología Escuela Ingeniería Técnica Forestal. Campus Pontevedra. U. de Vigo. Apellidos: Marcet Nombre: Purificación Titulación: Bióloga Grado: Doctora
---	---

PRESUPUESTO EN EUROS: 177.570

Resumen:

Del efluente de una piscifactoría de rodaballo en tierra se desvió, una vez prefiltrada por filtro rotativo parte del agua del efluente a piscinas en las que se mantenía en contenedores semilla de tres especies de almeja en flujo forzado invertido. Estas experiencias se repitieron en dos años. Durante dos años se repitieron las experiencias de preengorde de semilla: en efluente de granja de rodaballo y en paralelo en dos semilleros tradicionales. Se analizaron los residuos de materia orgánica que pasa por el filtro y que por tamaño son susceptibles de ser aprovechables por la semilla de bivalvos. Se valoraron diferentes tallas de semilla resultando que es entre las tallas de 3-4 mm hasta 9-11mm es la talla más adecuada para el preengorde en efluentes. Para estas pruebas se contó con la participación de tres empresas del sector acuícola: REMAGRO, SA –criadero de moluscos-, INSUIÑA SL –granja de rodaballo-, CLUSTER DE ACUICULTURA –granja de peces planos y espáridos-. De la semilla al final del proceso de preengorde y durante el posterior cultivo en parque se efectúan controles de tipo patológico, microbiológico y bioquímico. La semilla procedente de ambos sistemas de preengorde se siembra en módulos de cultivo en parque intermareal. Al año de cultivo el crecimiento de la semilla es similar independientemente del sistema de preengorde. Del residuo grueso del efluente se realizan ensayos de valorización del residuo a través del Dpto de Edafología de la Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Campus de Pontevedra. Universidad de Vigo y con la empresa ECOCELTA, para la elaboración de compost y humus de lombriz. Se concluye que a pesar del carácter salino del lodo, en conjunto ha sido considerado como material válido para ser utilizado en tareas de recuperación de suelos degradados. Con el fin de posibilitar este destino, el lodo debe ser tratado para reducir su humedad, aumentar la relación C/N y reducir su contenido en sales, todo ello es posible a través del proceso de compostado con materia complementaria. En el texto del presente informe se referencian las publicaciones que se adjuntan en anexos.

1. RESULTADOS TÉCNICOS DEL PLAN NACIONAL

Línea/Actividad

Pruebas de preengorde semilla de moluscos en efluente de piscifactoría versus semilleros tradicionales.

Una vez preengordada la semilla de las tres especies: almeja fina (*Ruditapes decussatus*), almeja babosa (*Venerupis pullastra*) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*), se procede a efectuar una serie de análisis de tipo patológico (CIMA de Vilanova de Arousa), microbiológico (USC y CIMA de Vilanova) y bioquímico (CIMA de Ribadeo) a efectos de chequear diferencias entre ambos lotes de semilla procedente de ambos sistemas de preengorde. Los especímenes se trasladan directamente de los sistemas a los laboratorios para efectuar las analíticas correspondientes.

Esquema de trabajo, instalaciones y entidades participantes

Actuación	Entidad
1.- Desvío del efluente y adaptación de piscinas	CIMA, Insuiña SL
2.- Prefiltrado del agua y ensayos de preengorde en el efluente	Insuiña, Cluster Ac.
3.- Pruebas paralelas de preengorde en semilleros comerciales	CIMA, Remagro SA
4.- Cultivo de semilla en parcelas en parque exterior hasta talla comercial	Camariñas. Vilaxoan
5.- Análisis: patología, microbiota, bioquímico	CIMA, USC_Microb.
6.- Análisis de agua del efluente	Esc.Ing. Téc.For.Edaf.
7.- Análisis y tratamiento de lodos	Esc.Ing. Téc.For.Edaf.
8.- Pruebas de compostaje y vermicompostaje	ECOCELTA
9.- Pruebas en suelos degradados	ECOCELTA
10.- Ensayos de germinación	Esc.Ing. Téc.For.Edaf.

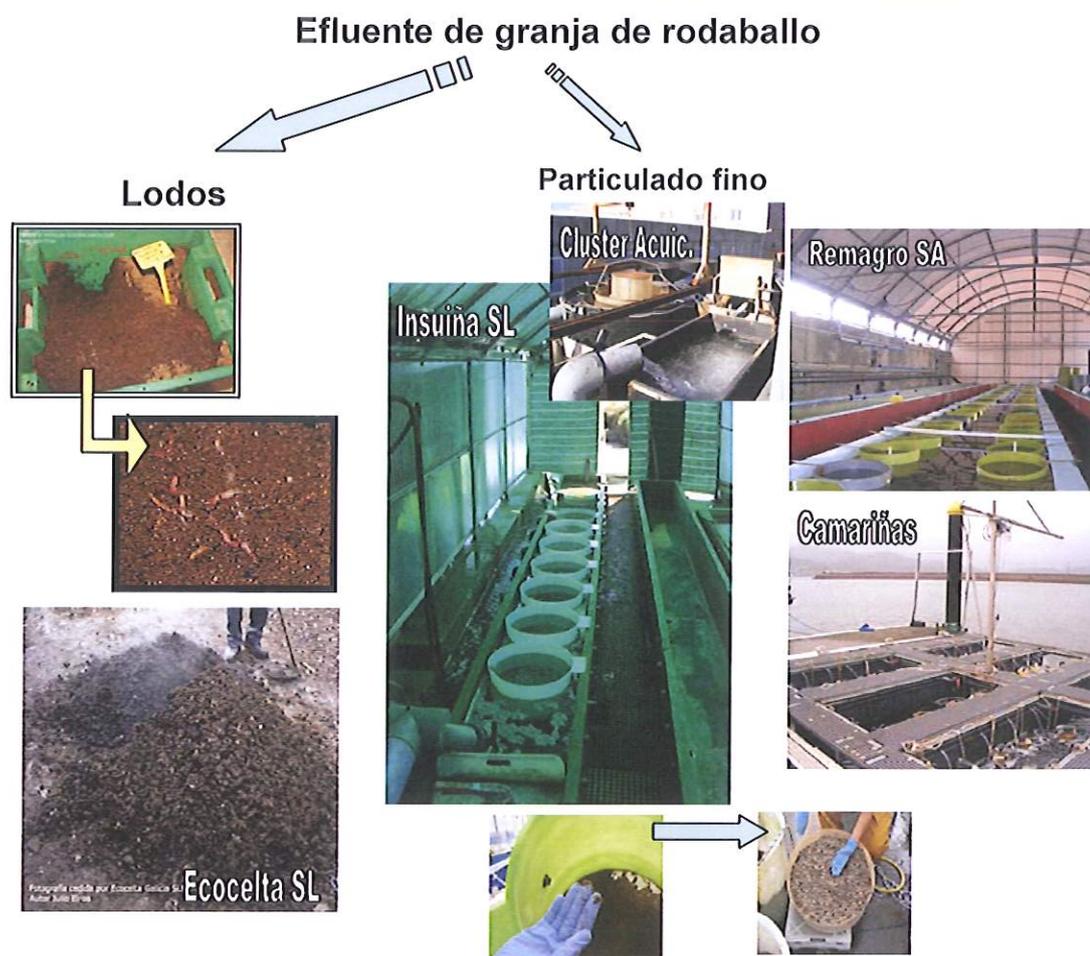


Figura 1. Esquema de trabajo y entidades participantes. A la derecha imagen de las instalaciones de cultivo de peces en que se realizó el preengorde de semilla (efluentes de INSUIÑA y Cluster de Acuicultura); en paralelo se efectúan pruebas en semilleros de moluscos (Remagro SA y recinto portuario de Camariñas). A la izquierda pruebas de compostaje en ECOCELTA, mezcla de lodos con serrín.

- **Particulado fino del efluente apto para ser utilizado por los bivalvos** En la figura 2 se indica el resultado de uno de los análisis granulométricos del particulado fino del efluente después de pasar el filtro rotativo (<60 micras). Se observa que un alto porcentaje (más del 90%) son partículas con tamaño adecuado para ser filtradas por los bivalvos para conversión en biomasa. (Publ.nº 3, en anexos)

DIÁMETRO	Volumen (%)	Sup. Especif.	Número (%)
< 0,4 µm	0,0	0,0	0,0
0,4 – 1 µm	0,2	5,7	47,5
1 – 2 µm	1,0	14,8	41,4
2 – 4 µm	1,3	10,8	8,4
4 – 6 µm	1,3	5,6	1,2
6 – 10 µm	3,7	10,3	0,9
10 – 20 µm	9,1	13,7	0,3
20 – 40 µm	28,2	21,0	0,2
40 – 60 µm	21,4	9,5	0,1

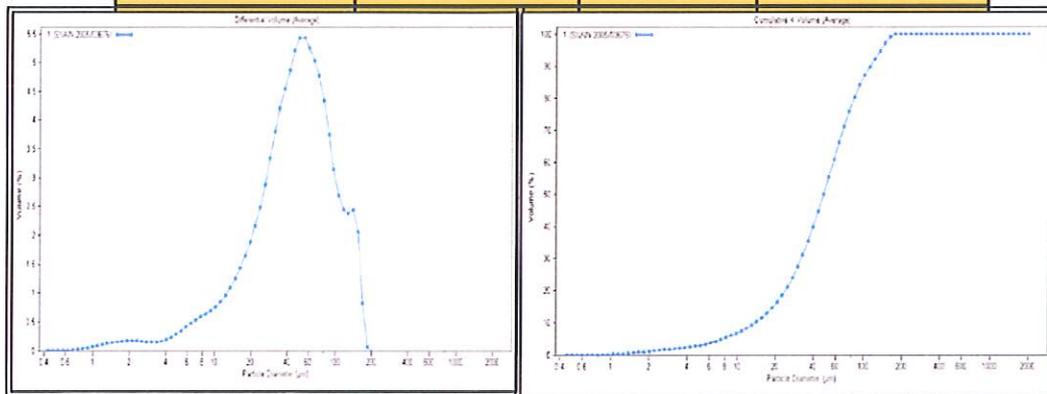


Figura 2.- Distribución de tamaños y volumen de las partículas de materia orgánica que llegan del efluente de la piscifactoría y pasan a través de los contenedores de semilla de bivalvos.

b) Análisis histopatológicos de la semilla

Al final del período de preengorde, o ante episodios de mortalidades anómalas, se recogen muestras para determinar la presencia de organismos patógenos y estimar la condición histológica general, valorando posibles diferencias inferidas por las condiciones de preengorde. Análisis de frotis para identificación de tremátodos parásitos, técnicas del tioglicolato para *Perkinsus* e histología clásica para el resto de patologías. De las muestras analizadas en lotes de individuos de talla comercial procedentes de los diferentes sistemas de preengorde se concluye:

- El principal parásito es *Perkinsus atlanticus*
- Los resultados son los habituales de las zonas afectadas por perkinsiosis
- Causa debilitamiento del huésped y puede desasencadenar mortalidades.
- El porcentaje de perkinsiosis oscila entre el 30 y 50%. No hay diferencias de parasitación en función del sistema de preengorde.

c) Análisis microbiológicos.

A lo largo del proceso se realizó el estudio de la microbiota asociada a semilla de las tres especies de almeja. Los análisis se realizan al final del período de preengorde, en cada uno de los emplazamientos (efluentes y semilleros comerciales) y posteriormente una vez la semilla se siembra en recintos separados en parque intermareal en Vilaxoan (Ría de Arousa, Pontevedra).

Se tomaron muestras de cada especie de almeja al inicio y al final de la experiencia de preengorde, en cada una de las ubicaciones, y se sembraron en dos medio de cultivo sólido: Agar Marino (medio general) y TCBS (medio selectivo para vibrios). Los resultados mostraron que la carga bacteriana (ufc/g) se mantuvo estable a lo largo de la experiencia, aunque se observó que tanto en almeja japonesa como en fina la concentración de vibrios fue un poco superior en el efluente de la granja de peces (Insuíña) que en las otras dos ubicaciones (semillero tradicional y exterior en medio natural). En la semilla preengordada en el efluente se produce un cambio en la microbiota, apareciendo y haciéndose más numerosas especies asociadas a microbiota normal de peces (*Vibrio splendidus*, *V. gigantis*, *V. ponticus*, *V. agarivorans*), apareciendo también alguna especie con potencial patógeno para peces y moluscos (*V. harveyi*, *V. corallilyticus*, *V. tubiashi*, entre otros).

Como es previsible, el medio en que se efectúa el pre-engorde condiciona la microbiota asociada a la almeja en cultivo durante la propia fase de pre-engorde y la etapa inicial de engorde. Estas diferencias desaparecen tras un período en playa, observándose entonces diferencias relacionadas con la especie de almeja que se trate.

En cualquier caso, parece que algunas especies de *Vibrio* pueden mantenerse en los individuos de almeja, al menos durante el período estudiado, ya que se han detectado al final del período de engorde aislados de vibrios propios de la microbiota de peces en almejas que tuvieron el pre-engorde en los efluentes de piscifactorías pero no en las de pre-engorde tradicional.

En la Tabla I. Resultados de muestras en de semilla de almeja de las tres especies al final del proceso de preengorde en efluente (Mo), a los seis meses de cultivo en parque (M1) y en la cosecha cuando se alcanza talla comercial (Mf), y de almeja al final del cultivo (Mf), que fue preengordada en semillero tradicional.

E S P E C E	M I C R O B I O T A	Semilla de efluente			Semilla de sistema tradicional
		Mo: final preengorde	M1: +6 meses cultivo parque	Mf Cosecha	Mf Cosecha
Alm. babosa	Bact.	8.0×10^4	8.0×10^4	2.7×10^4	6.9×10^4
	Vibrio.	1.7×10^4	5.7×10^4	2.2×10^4	6.0×10^4
Alm. japonesa	Bact.	1.3×10^6	2.9×10^4	8.0×10^3	3.8×10^3
	Vibrio	8.3×10^5	1.6×10^4	8.3×10^2	1.3×10^3
Alm. fina	Bact.	2.8×10^5	5.8×10^4	3.7×10^4	1.4×10^4
	Vibrio	8.0×10^4	2.8×10^4	2.3×10^4	1.1×10^4

- En semillero portuario los aislados indican una mayor variabilidad de especies bacterianas y del género *Vibrio*, y microbiota típica de moluscos
- En semilla de efluentes aparece menor diversidad y son más numerosas especies asociadas a microbiota de peces.
- La almeja babosa, a la inversa que la almeja japonesa, muestra una mayor carga de bacterias totales y *Vibrio* al final del preengorde en efluentes

d) Composición bioquímica.

Al final del período de preengorde al igual que para análisis histopatológicos, se recogen muestras para determinar la composición bioquímica de la semilla realizando análisis de proteínas, lípidos y carbohidratos con las técnicas estándar del laboratorio del CIMA Ribadeo.

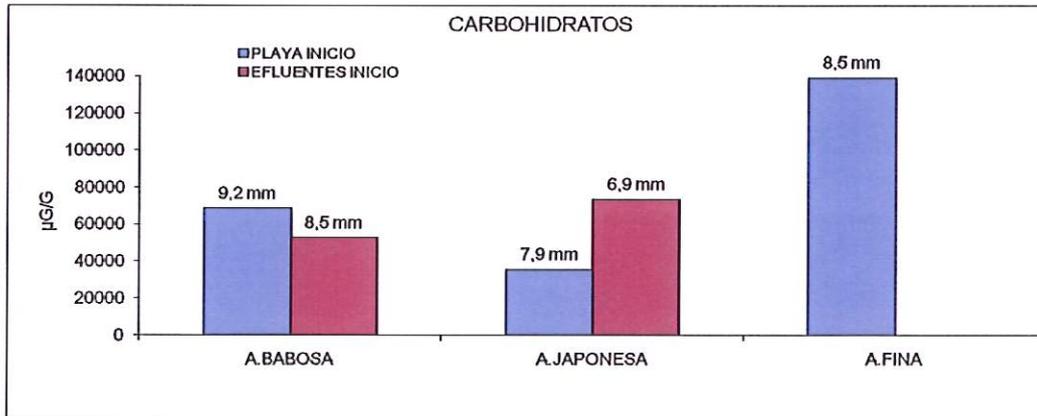


Figura 3: Carbohidratos en µG/G en las tres especies de almeja obtenidas de los dos sistemas de preengorde.

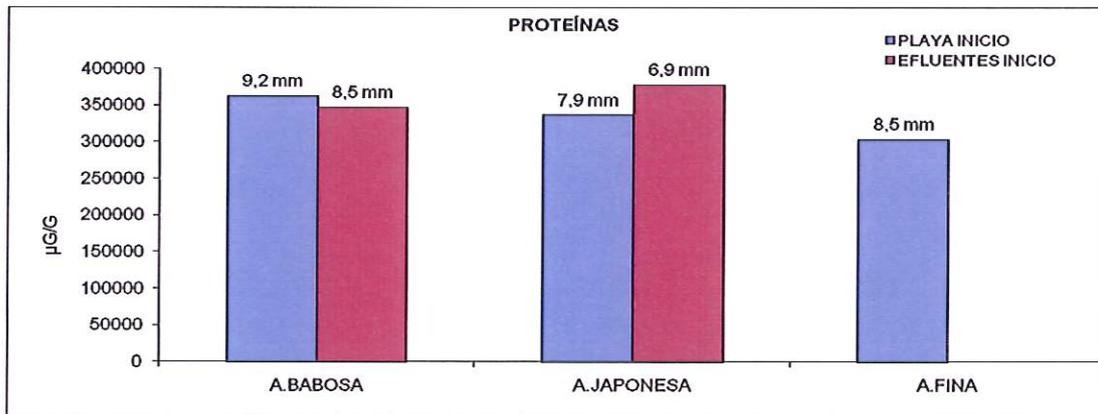


Figura 4: Proteínas en µG/G en las tres especies y %, de las tres especies de almeja y los dos sistemas de preengorde.

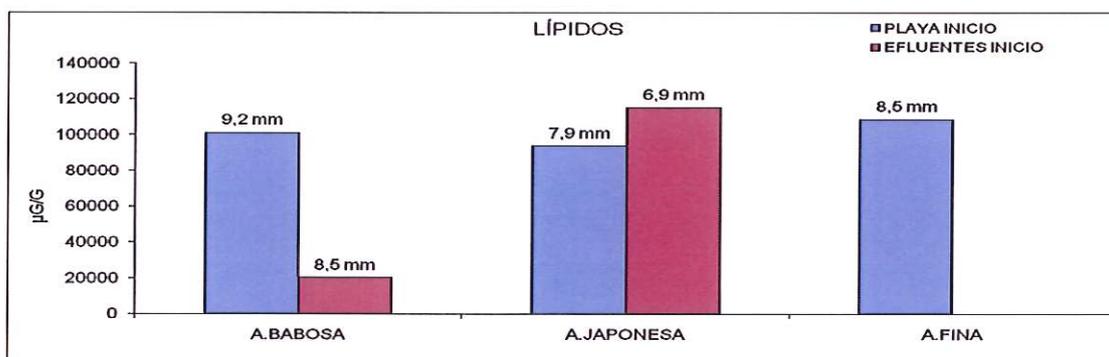


Figura 5: Lípidos en µG/G y %, de las tres especies de almeja y los dos sistemas de preengorde.

En las tres especies se observa que presentan los mayores contenidos bioquímicos en las proteínas (entre un 30,3-37,7 %), aunque este dato no está directamente relacionado con el tamaño de los individuos. Los contenidos lipídicos parecen afectados por el sistema de preengorde, menor en la babosa preengordada en efluente, y más elevado en la japonesa. Con relación a los carbohidratos, la almeja fina presenta los mayores contenidos con relación a las otras dos especies preengordadas en el semillero exterior. (Publ. nº 1, en anexos)

e) - Evolución de la semilla sembrada en parque

En seis recintos en parque intermareal (figura 6) de 1m² de superficie se sembraron 500 ud de cada una de las especies y preengordadas en cada uno de los sistemas de preengorde



Figura 6.- Módulo de siembra de semilla en parque de cultivo intermareal.

En la Tabla II se indican los datos iniciales en el momento de la siembra en longitud (L_i) y peso (P_i) y el incremento porcentual en ambos valores a los seis meses de efectuar dicha siembra.

Tabla II.- Valores en longitud y peso de la semilla, al salir del semillero -momento de siembra- (L_i, P_i) y al final del cultivo en parque.

SISTEMA	ESPECIE	L _i (mm) ±std	L _f (mm) ± std	A% L	P _i (g) ±std	P _f (g) ±std	A%P
Tradicional en pantalán	Babosa	9,2±1,4	31,6±5,8	241,60	0,12±0,05	6,02±2,5	4920,00
	Fina	8,5±1,0	28,7±3,6	236,80	0,13±0,04	4,78±1,68	3577,69
	Japonesa	7,8±1,3	33,9±2,8	330,80	0,11±0,04	8,80±2,37	7825,23
Efluente piscifact.	Babosa	8,5±1,1	30,37±3,7	257,60	0,10±0,03	4,79±1,45	4643,56
	Fina	5,5±0,5	22,8±3,8	314,80	0,04±0,01	2,67±1,48	5977,27
	Japonesa	6,9±0,8	27,6±3,1	300,03	0,08±0,02	4,33±1,37	5531,17

El crecimiento de la semilla una vez sembrada en el sustrato, e independientemente del origen del sistema de preengorde evoluciona de forma similar según se pone de manifiesto en la Fig. 7. (Publ. nº 2; 9, en anexos)

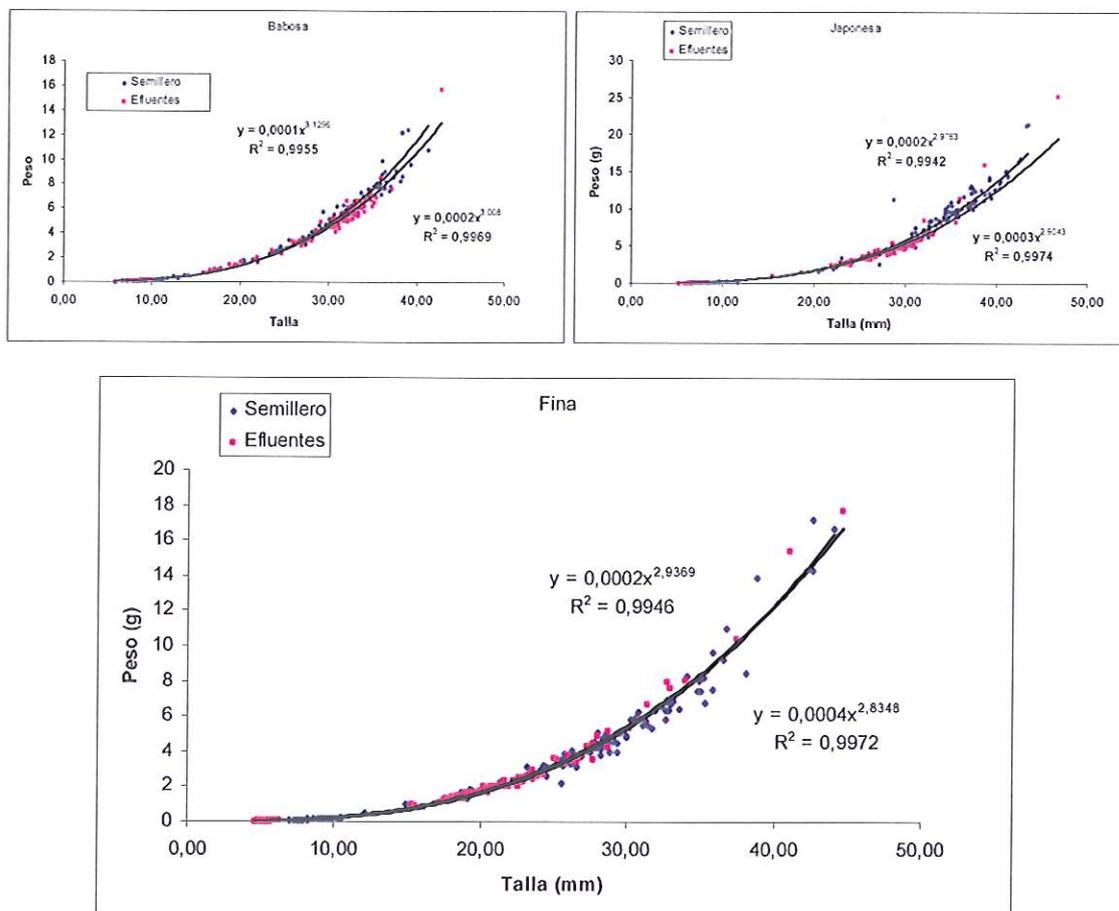


Figura 7.- Líneas de ajuste y ecuaciones en la relación peso/talla de las tres especies de almeja procedente de ambos sistemas de preengorde.

2.- Línea/actuación: Análisis de residuos gruesos del efluente: composición y valorización para usos agrarios y forestales

a). Compostaje de lodos residuales procedentes del cultivo de rodaballo: aplicación en un suelo degradado.

Se evaluó el efecto de dos dosis de lodo vermicompostado, procedente de una planta de cultivo de rodaballo, sobre un suelo degradado. Para ello se utilizaron lodos residuales procedentes de una granja de cultivo de rodaballo, que, una vez caracterizados, fueron sometidos a dos procesos correlativos: compostaje y vermicompostaje. (Publ. nº 3 en anexos).

Los resultados sugieren que la aplicación de lodo de piscifactoría vermicompostado supone un importante aporte de materia orgánica al suelo, así como de fósforo en forma disponible. El aporte de

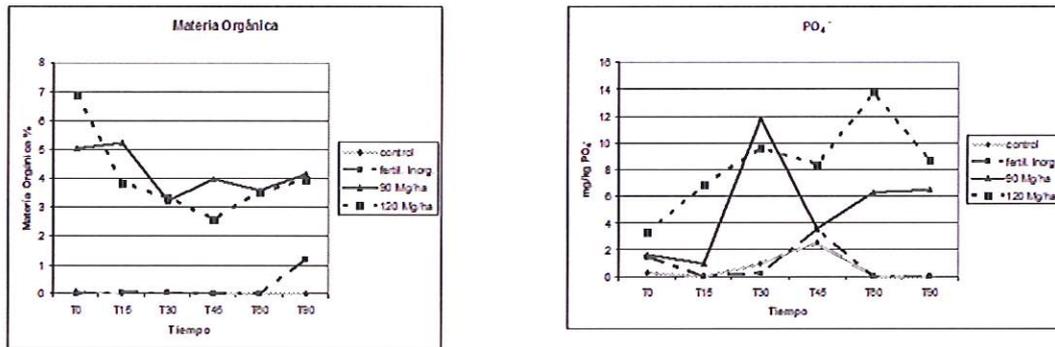
$N-NO_3^-$ y de $N-NH_4^+$ es bajo, debido a una baja tasa de mineralización, provocada principalmente por la elevada relación C/N. (Publ. nº 7; 8 en anexos).

Debido a que el lodo utilizado es un material líquido se hizo necesario recurrir al uso de un estructurante sólido, en este caso serrín de pino. Atendiendo a la analítica preliminar del lodo, se determinó la proporción necesaria para regular la relación C/N y la humedad de la mezcla, siendo 3:1 (serrín/lodo). El vermicompostaje solo fue viable después de un proceso de estabilización. Al cabo de 24 horas se realizó una revisión de supervivencia. Al cabo de dos meses todo el compost, fue digerido por las lombrices inoculadas y por lo tanto excretado en forma de vermicompost o humus de lombriz.

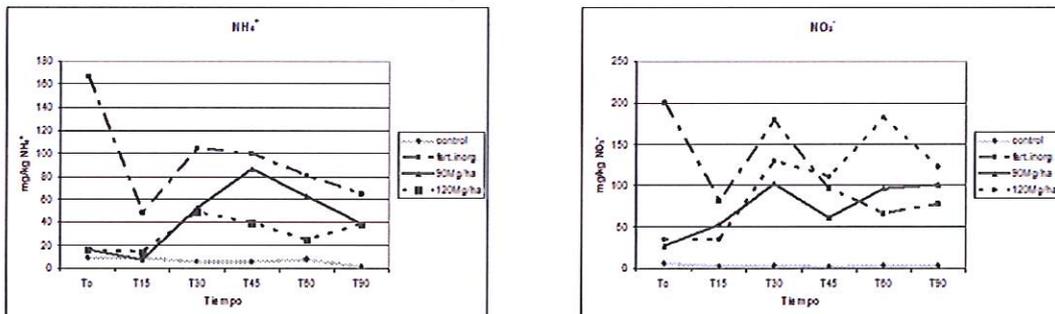


Figura 8.- Incubación aeróbica en laboratorio (a T^a constante $25^{\circ}C$), del del suelo con dos dosis de vermicompost 90 y 120 Mg/ha

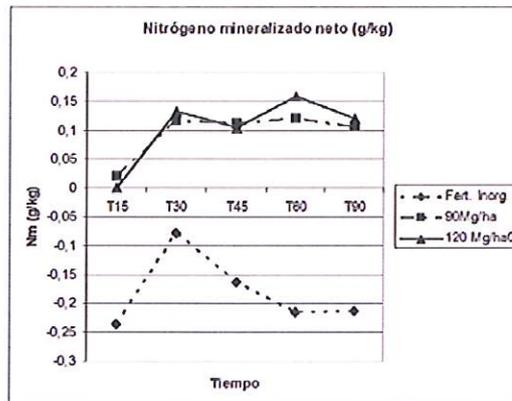
Se llevo a cabo un ensayo de aplicación del vermicompost a un suelo degradado de cantera. Se realizó una incubación en laboratorio aeróbica, a $25^{\circ}C$, en oscuridad y a capacidad de campo, durante 90 días, en macetas con tres kilos de suelo cada una, donde se aplicaron dos dosis distintas de vermicompost al suelo, 90 y 120 Mg/ha, (Fig. 8) también fueron incubados en iguales condiciones un control y el mismo suelo al que se añadió un fertilizante químico, todos los tratamientos se realizaron por triplicado. Se muestrearon tres replicas de cada ejemplo a los 0, 15, 30, 45, 60 y 90 días y se evaluó la evolución del pH, contenido de materia orgánica, nutrientes y mineralización de nitrógeno a lo largo del proceso de incubación.



Evolución del contenido de materia orgánica (%) contenido de PO₄⁻ (mg/kg) en el suelo en el período de incubación.



Evolución del contenido de NH₄⁺ (mg/kg) y de NO₃⁻ (mg/kg) en el suelo durante el período de incubación.



Evolución de la tasa de mineralización del nitrógeno en el suelo a lo largo de 90 días de incubación

Figura 9.- Evolución del contenido de materia orgánica (%) contenido de PO₄⁻ (mg/kg), de NH₄⁺ (mg/kg) y de NO₃⁻ (mg/kg) y tasa de mineralización en el suelo durante el período de incubación (90 días).

El resultado final es un vermicompost con el que se consigue corregir notablemente la elevada conductividad eléctrica del lodo fresco, también se eleva la relación C/N y se reduce la humedad del residuo, lo que facilita su aplicación en el suelo. En la Tabla III se señalan algunas de las características del lodo fresco frente a las del vermicompost.

Tabla III. Características del suelo, lodo y lodo vermicompostado.

	Conduct.	N (g/kg)	C/N	C org (g/kg)	NH ₄ ⁺ (mg/kg)	NO ₃ ⁻ (mg/kg)	PO ₄ ⁻ (mg/kg)
Suelo	16,17 μS	0,7	1.22	0.86	9.5	6.3	0.27
Vermicompost	4.78 ms	8,5	36.7	312	101.1	115.6	443.1
Lodo	50,5 mS	25,9	6.38	165,4	5.2	2.51	550

Al inicio y al final de la incubación, el N-NO₃⁻ es la forma dominante de nitrógeno inorgánico, la cual sufre un incremento a lo largo de los 90 días, lo mismo ocurre con la concentración N-NH₄⁺, aunque presente en concentraciones más bajas.

La tasa de mineralización es muy baja con las dos dosis de vermicompost añadidas, esto se traduce en una aportación ralentizada de las formas de N asimilables en el suelo y por lo tanto debería de minimizar las pérdidas de N por lixiviado.

Los resultados sugieren que la aplicación de lodo de piscifactoría vermicompostado supone un importante aporte de materia orgánica al suelo, así como de fósforo en forma disponible. El aporte de N-NO₃⁻ y de N-NH₄⁺ es bajo, debido a una baja tasa de mineralización, provocada principalmente por la elevada relación C/N.

Las características de estos lodos, una vez compostados hacen necesario realizar, estudios de mineralización controlada en diferentes suelos degradados y no degradados para evaluar la dinámica y evolución de la materia orgánica, establecer diferencias en la liberación de nitrógeno inorgánico y, en función de los resultados, proponer modos de aplicación y dosis para la regeneración de áreas degradadas.

El proceso de compostado de estos lodos se realizó en ECOCELTA, empresa dedicada a la elaboración de compost y humus de lombriz. Inicialmente se utilizaron dos tipos de materia complementaria, una experiencia con lodo y serrín de *Pinus pinaster* y otra donde el lodo se complementa con restos de fruta, serrín, y estiércol de granja de pollo. También se ha intentado el compostaje de estos lodos mediante lombriz (Fig. 2), pero fue inviable debido al elevado contenido en sales.

En relación a los resultados obtenidos del tratamiento y procesado de lodos se apunta lo siguiente:

- El proceso de compostaje y vermicompostaje de los lodos permite corregir la elevada conductividad del lodo fresco, se eleva la relación C/N y se reduce notablemente la humedad del residuo.
- La aplicación del vermicompost al suelo se traduce en:
 - Un incremento del contenido de fósforo en forma asimilable.
 - Un incremento significativo de nitrógeno amoniacal y nitratos en el suelo.
 - Valores elevados de la relación C/N, que indican inmovilización de nitrógeno en el suelo.
 - Una baja tasa de mineralización de nitrógeno en los suelos enmendados con el vermicompost de lodo a lo largo del proceso de incubación, lo que provoca una aportación ralentizada de las formas de N asimilable en el suelo y por lo tanto debería de minimizar las pérdidas de N lixiviado.

- Los resultados de las incubaciones en el laboratorio nos permiten concluir que la aportación de vermicompost de lodo a suelos degradados es una opción viable para iniciar su recuperación. A través del incremento del contenido de materia orgánica, lo que supone un primer paso en la recuperación de su calidad.

2.3. CONCLUSIONES

Se presenta como una opción eficiente y económica para el preengorde de semilla de venéridos a partir de talla T3. La semilla resultante es apta para la siembra y engorde en parques. La almeja babosa, almeja japonesa y almeja fina responden por este orden en cuanto a la eficiencia del preengorde en estos efluentes. En cuanto al cultivo y crecimiento de la semilla engordada y procedente de uno u otro sistema de preengorde no se aprecian diferencias en el momento de la cosecha a talla comercial.

Los análisis microbiológicos, patológicos y bioquímicos no indican, diferencias significativas en los individuos de talla comercial independiente mente del sistema de preengorde de que proviene la semilla (efluente, semillero tradicional, al exterior en el medio natural, etc).

El proceso de compostaje y vermicompostaje de los lodos permite corregir la elevada conductividad del lodo fresco, se eleva la relación C/N y se reduce notablemente la humedad del residuo. La aplicación del vermicompost al suelo se traduce en un incremento del contenido de materia orgánica, lo que supone un primer paso en la recuperación de su calidad.

En definitiva, los resultados de las incubaciones en el laboratorio permiten concluir que la aportación de vermicompost de lodo a suelos degradados es una opción viable para iniciar su recuperación y supone una mejora ambiental

2.4 . Problemas surgidos durante las experiencias.

La puesta a punto de sistemas y experiencias en paralelo, en diferentes emplazamientos e instalaciones y fuera del ámbito del laboratorio, supuso un esfuerzo añadido a la coordinación. También coordinar y ajustar los procesos habituales de trabajo en las piscifactorías con los de mantenimientos de las semilla de moluscos bivalvos en los efluentes. Otra cuestión compleja fue disponer de semilla, de diferentes especies pero de características biométricas similares para iniciar los ensayos simultáneamente y con muestras comparables. Por último la recogida de los lodos en el efluente para las pruebas de compostaje

En todo caso, en las instalaciones en tierra y para preengorde se debe realizar una filtración previa de los residuos gruesos que arrastra el efluente en el caso de los moluscos bivalvos, ajuste de pH en algunos momentos y que los procesos de cultivo y manejo en la piscifactoría se efectúen en concordancia con las prácticas de uso de las aguas del efluente.

Los procesos de tratamiento de lodos, son complejos debido a la salinidad y al compactado, pero su utilización mediante el compostaje y semi-compostaje se presentan como una línea de actividad para rebajar el impacto ambiental de las piscifactorías.

En la actualidad, en las piscifactorías en funcionamiento es difícil aplicar este tipo de aprovechamiento sin cambios estructurales del sistema de vertido del efluente. No obstante puede contemplarse este hecho en futuras reformas o en el diseño de nuevas piscifactorías.

2.5 DIFUSIÓN Trabajos publicados referidos a los resultados :

Publ.1.

•Guerra, A.; Nóvoa, S.; Besada, M.; Búa, I.; Lastres, M.; Fernández, J.; Asela, R. 2007. Crecimiento y composición bioquímica de semilla de almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*), obtenida en criadero y cultivada en diferentes sistemas de preengorde y en parque de cultivo. *XI Congreso Nac. Acuicult.* Tomo I: 467-470.

Publ.2.

•De Santiago, J.A.; Fernández, A.; Ruíz, M. y Guerra, A. 2008. Preengorde de almeja babosa (*Venerupis pullastra* Montagu, 1803) y almeja fina (*Ruditapes decussatus*, Linné, 1758) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Revé, 1850) en tres sistemas de preengorde. *Foro Rec. Mar. Acuic. Rías Gal.* 10: 381-387.

Publ.3.-

•Marcet, P.; Gonzalez, S.; Otero, M.; Fernández, J. y Guerra, A. 2009. Valorización de residuos de efluente de piscifactoría. *Foro Rec. Mar. Acuic. Rías Gal.* 11: 609-614.

Publ.4.

Domínguez R., Gonzalez-Henriquez N. 2010. Experiencia de tratamiento de efluentes vetidos por una empresa acuícola en Gran Canaria. *Foro Rec. Mar. Acuic. Rías Gal.* 12:

Publ.5.-

•Marcet, P.; Guerra A, O tero M, Gonzalez A. 2010. Compostaje de lodos residuales procedentes del cultivo de rodaballo: aplicación en un suelo degradado. *Foro Rec. Mar. Acuic. Rías Gal.* 12: 291-298.

Publ.6.-

•Otero M., Búa I, Guerra A. 2010. Crecimiento y producción de tres especies de almejas procedentes de diferentes sistemas de preengorde. *Foro Rec. Mar. Acuic. Rías Gal.* 12: 299-306.

Publ. 7.- A, González, S, Otero, M, Eiroa J. 2010. Effects of fish manure vermicompost on a soil affected by wildfire. *En: Claudia S.C., Marques dos Santos Cardovil, Luis Ferreira (Eds). RAMIRAN 2010. Treatment and use of organic residues in agriculture: challenges and opportunities towards sustainable management.* Lisboa. Portugal.

Publ. 8.-

Marcet, P, Guerra, A, González, S, Otero, M, Eiroa J. 2010. Composting and vermicomposting of settleable solid fish waste (manure) from commercial turbot farm. *En: Claudia S.C., Marques dos Santos Cardovil, Luis Ferreira (Eds). RAMIRAN 2010. Treatment and use of organic residues in agriculture: challenges and opportunities towards sustainable management.* Lisboa. Portugal.

Publ. 9.

Guerra, A.; Marcet, P.; Otero, M.; Fernández, J. and González, S. 2010. Use and treatments of organic matter of turbot hatcheries effluents in Galicia (NW SPAIN). *European Aquaculture Society (EAS). Abstract Book.* pp: 540-541

Publ. 10.

Guerra, A ; Marcet, P; Otero, M; Fernández, J. y González, S. 2010. Tratamiento de efluentes de granjas de rodaballo (*Pesetta maxima*), en Galicia (ESPAÑA). *III Foro de Recursos Marinos y Acuicultura.* Méjico.

- • Páginas web: JACUMAR
- • Memoria de actividad anual del CIMA (www.cimacoron.org)

4.- Anexos: Publicaciones

PUBL. 2

Crecimiento y composición bioquímica de semilla de almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*), obtenida en criadero y cultivada en diferentes sistemas de preengorde y en parque de cultivo.

Guerra, A.¹; Novoa, S.²; Besada, M.¹; Búa, I.¹; Lastres, M.³; Fernandez, J.⁴, Asela, R.⁴

¹Centro de Investigaciones Marinas (CIMA). Consellería de Pesca e Asuntos Mariños. Xunta de Galicia. C/ Pedras do Corón s/n. 36620 Vilanova de Arousa. Pontevedra. (España). guerrad@cimacoron.org

²Centro de Cultivos Marinos de Ribadeo (CIMA). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia. Muelle de Porcillán s/n, 27700. Ribadeo (Lugo). España.

³Instituto Galego de Formación en Acuicultura (I.G.A.F.A.). Consellería de Pesca e Asuntos Mariños. Xunta de Galicia. C/ Niño do Corvo s/n. 36626 Illa de Arousa. Pontevedra. (España). maria.carmen.andres.rivas@xunta.es

⁴INSUIÑA, S.L. Ardia 172. O Grove . Pontevedra.

Resumen

En el presente trabajo se analizan dos sistemas de preengorde de semilla de almeja obtenida en criadero, de dos especies: almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*). El preengorde se efectúa en tambores con flujo invertido procedente de: a) efluente de piscifactoría de granja de rodaballo y b) semillero tradicional de agua de mar enriquecida con fitoplancton. Se aportan datos de crecimiento al inicio y final del preengorde y en el parque de cultivo, también la composición bioquímica a lo largo del preengorde.

Summary

Growth and biochemical composition of Manila clam (*Tapes philippinarum*) and pullet carpet shell (*Venerupis pullastra*) seed produced in hatchery and on-grown in different systems

In the present work two nursery systems of hatchery produced clam seed of two species are analyzed: Manila clam (*Tapes philippinarum*) and pullet carpet shell (*Venerupis pullastra*). Seed are held in containers with inverted sea water flow from: a) effluent of a turbot farm and b) in traditional nursery system enriched with phytoplankton. Growth data at the beginning and end of the experiences is provided, also the biochemical composition throughout both phases of on-grown.

Introducción

La almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) es una especie originaria del Pacífico con un gran potencial de producción en Europa (Lucas 1977), su cultivo está autorizado en Galicia desde el año 1987. En la actualidad, junto con la almeja babosa (*Venerupis pullastra*) son dos especies con un fuerte atractivo para la producción a partir de semilla obtenida en criadero.

La demanda de las diferentes especies de almeja para reforzar la producción de los bancos naturales o para el cultivo controlado en parque intermareal está condicionado por disponer de sistemas de preengorde, que facilita el paso de la semilla de 1,5-3 mm (talla en la que debe salir del semillero) a 12-14 mm, talla que es ajustada para la siembra exterior sin grandes riesgos de depredación o pérdida.

Se analiza la evolución de la semilla de las dos especies, mantenidas en recipientes de cultivo similares (el agua atraviesa de abajo arriba). El agua tiene dos procedencias diferentes¹: agua de mar suplementada con microalgas de bloom natural exterior y agua de efluente de piscifactoría de rodaballo.

¹ Para este trabajo se contó con las instalaciones del criadero industrial de moluscos (REMGRO, S.A.) y las instalaciones de la granja de rodaballo (INSUIÑA, S.L.). Próximas entre si, en San Vicente de O Grove (Pontevedra).

Material y métodos

1.- La semilla

La semilla de ambas especies procede de criadero, como no se pudo disponer de semilla con talla que debe salir del criadero (2-3 mm). La experiencia se realizó con los tamaños (Lo) y pesos (Po) que se indican en la Tabla I.

2.- El cultivo

2a.- Semillero: fase de preengorde

Los sistemas para el preengorde, fueron los tradicionales de flujo invertido, en los que el agua por gravedad atraviesa los contenedores (de 0,32cm/diámetro), con flujo de 13 l/minuto y 500g/de semilla en cada unidad de cultivo. En un caso se trata de agua de mar suplementada con microalgas de bloom natural exterior (semillero de moluscos industrial), y en el segundo agua de efluente de granja de rodaballo (piscifactoría en tierra).

2b.- Cultivo en parque.

Cuando la semilla alcanza la talla adecuada para cultivo exterior, se siembra en un parque intermareal en Carril (interior de la Ría de Arousa), a 500uds/m². El cultivo exterior duró siete meses, quedando el proceso interrumpido por las fuertes lluvias que eliminaron la mayor parte de las poblaciones en estudio.

3.- Análisis de crecimiento

En la fase de semillero se muestrean cada 15 días se toman muestras (n=30) de forma aleatoria de cada lote. Se determinan: Longitud (L) y Peso (W) unitario de cada individuo de la muestra.

4.- Composición bioquímica

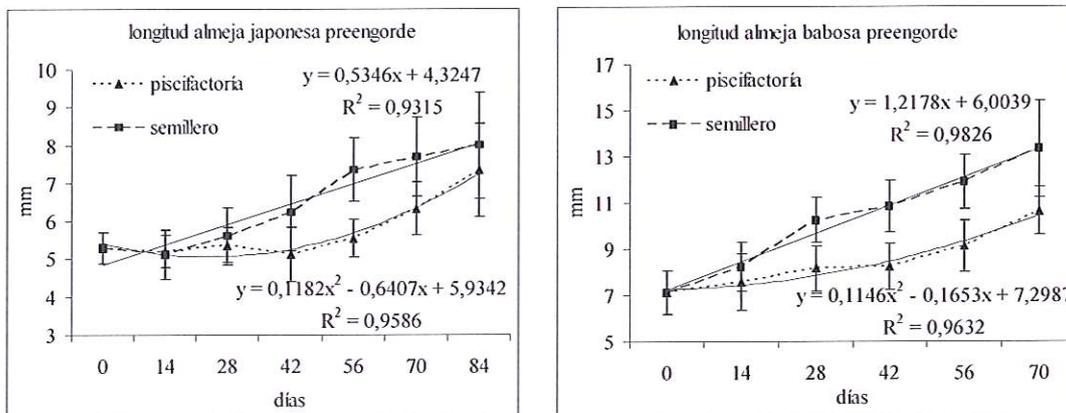
Las muestras (n=2) se toman al inicio y al final del preengorde y se analizan por triplicado. Los lípidos totales se determinan por el método de Marsh y Weinstein (1966). Para los carbohidratos se cuantifica la glucosa total por el método de Dreywood (1946) empleando el reactivo de antrona-sulfúrico. Los análisis de proteínas se realizan por el método modificado de Lowry (1951).

Resultados y discusión.

La fase de preengorde se efectuó entre febrero y mayo de 2006, sembrando la semilla en un parque intermareal en las mareas vivas de junio. Las temperaturas en los sistemas de semillero oscilaron entre 11°C al inicio y 18 °C al final de esta fase de cultivo.

En la figura 1 se indica la evolución del crecimiento en longitud, ecuaciones y líneas de ajuste respectivas, durante la fase de preengorde en ambos sistemas de cultivo. Aunque el crecimiento es mayor en el sistema en que la semilla se alimenta con agua de mar suplementada con fitoplancton, al final de esta fase de cultivo las diferencias no son significativas en el caso de la almeja japonesa (p>0,05) y si en el caso de la babosa.

Fig. 1.-Crecimiento en longitud, líneas de ajuste de las dos especies y sistemas de preengorde ensayados.



En ambos casos las poblaciones, de las dos especies y sistemas de cultivo tienden a homogeneizarse los crecimientos (Tabla I).

Tabla I. Evolución de la semilla en longitud (mm) \pm SD al inicio (Lo) y final (Lf) y peso (mg) \pm SD, al inicio (Wo) y final (Wf) en la fase de preengorde y durante el cultivo exterior en los parques de Carril (Pontevedra).

		L ₀ (mm)	L _f (mm)	W ₀ (mg)	W _f (mg)
I.- Fase preengorde					
En efluente	<i>V. pullastra</i>	7,1 \pm 0,9	10,6 \pm 1,1	58,1 \pm 22,2	185,7 \pm 56,1
	<i>T. philippinarum</i>	5,3 \pm 0,4	7,3 \pm 1,2	24,3 \pm 7,4	85,7 \pm 32,1
En semillero (agua+fito)	<i>V. pullastra</i>	7,1 \pm 0,9	13,3 \pm 2,1	58,1 \pm 22,2	315,6 \pm 154,8
	<i>T. philippinarum</i>	5,3 \pm 0,4	7,9 \pm 1,4	24,3 \pm 7,4	107,1 \pm 45,0
II.- Cultivo en parque					
De efluente	<i>V. pullastra</i>	12,4 \pm 1,2	23,3 \pm 2,1	406,4 \pm 109,4	2076,0 \pm 501,2
	<i>T. philippinarum</i>	7,6 \pm 1,2	18,4 \pm 3,1	111,7 \pm 55,5	1571,9 \pm 633,5
De semillero	<i>V. pullastra</i>	13,4 \pm 1,4	24,0 \pm 2,1	290,1 \pm 115,6	2263,7 \pm 502,3
	<i>T. philippinarum</i>	7,8 \pm 0,9	19,2 \pm 2,8	109,9 \pm 40,3	1810,4 \pm 754,1

El cultivo en la fase de preengorde abarcó tres meses frente a los siete en parque. En la primera fase (preengorde), los sistemas de semillero basados en flujo invertido de agua enriquecida con fitoplancton son más eficientes que los que tienen como base el efluente de piscifactoría, no obstante los costes operativos y de mantenimiento en el primer caso son superiores al segundo; este aspecto compensa la utilización de los efluentes para este proceso. Aunque en el período en que se efectuaron los ensayos los valores de la temperaturas eran más apropiados para el crecimiento de *V. pullastra*, se observa (Tabla I) que en la fase de preengorde el crecimiento en longitud es más elevado en *V. pullastra* (con incrementos del 50% en efluente y 90% en semillero) frente a los del 40% y 50% en *T. philippinarum*. Estos datos se revierten al considerar el peso, más elevado durante el preengorde, en *T. philippinarum* (incrementos de 250% y 750%) que en *V. pullastra* (170% y 440%); en todo caso siempre superiores en el sistema de semillero de agua+fitoplancton.

En el cultivo en parque, en todos los casos el crecimiento de la semilla de *T. philippinarum* fué superior al de *V. pullastra*, tendiendo a homogeneizarse ambas poblaciones, independientemente del sistema de preengorde. Posiblemente la diferencia de crecimiento entre ambas especies una vez sembradas en parque se deba en parte a las características de la zona de siembra, los parques en Carril, con gran influencia de agua dulce y temperaturas elevadas en el período de cultivo en substrato, aspecto que favorece a *T. philippinarum*.

Aunque las variaciones en la composición bioquímica en bivalvos están fuertemente relacionadas con el ciclo reproductivo, en este caso al tratarse de pequeña semilla el efecto reproducción no incide en los resultados de esta composición. La cantidad y el tipo de alimento es lo que más puede influir en las variaciones de los contenidos bioquímicos.

Tabla II. Comparación entre el contenido en proteínas, carbohidratos y glucógeno en semilla de ambas poblaciones: A (almeja babosa), B (almeja japonesa). Los datos se expresan en porcentajes del total de materia orgánica.

	Preengorde en semillero					
	INICIO		FINAL			
	A	B	A (<i>V. Pullastra</i>)		B (<i>T. Philippinarum</i>)	
			agua+fito	efluente	agua+fito	efluente
Proteínas (%)	48,54	30,98	39,67	43,58	34,61	32,53
Lípidos (%)	7,85	11,59	14,43	12,86	7,26	9,83
Carbohidratos (%)	1,55	1,64	5,81	2,15	4,87	6,48

Las dos especies estudiadas se comportan de diferente manera, cuando analizamos las variaciones de su composición bioquímica mayoritaria, durante su preengorde en los dos sistemas. La almeja babosa incrementa su porcentaje en lípidos y carbohidratos como también sucede en los estudios realizados por Jara (1995) con la almeja fina. La almeja japonesa, lo hace en proteínas y carbohidratos pero disminuye su composición lipídica. En los dos sistemas son los carbohidratos los que sufren una mayor variación aunque en la almeja babosa, el incremento es bastante mayor cuando la alimentación está basada en fitoplancton.

Conclusiones

- De los dos sistemas ensayados el correspondiente al semillero basado en agua de mar suplementada con fitoplancton es más eficiente que el basado en efluente de piscifactoría de peces.
- Las dos especies crecen adecuadamente en ambos sistemas, con resultados más elevados, en longitud y peso, en las poblaciones de *T. philippinarum*.
- Los resultados de estos ensayos son orientativos, debiendo contrastarse con otros a efectuar en diferentes períodos del año, semilla de menor tamaño y con características similares en cuanto a parámetros biométricos.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por el Plan Nacional de la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR), a través de los proyectos titulados: "Cultivo de almeja" y "Reutilización de aguas de vertido de la acuicultura".

Bibliografía

- Dreywood, R. 1946. Qualitative test for carbohydrate material. *Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.)*, 18: 499.
- Lucas, A. 1977. La culture de la palourde: tradition et voies nouvelles. *La Peche Maritime*, 1993:475-478..
- Lowry, OH., NJ. Rosenbrough, AL. Farr y RJ. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin Phenol reagent. *J. Biol. Chem*, 193: 265-275.
- Marsh JB. y DB. Weinstein. 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. Lipid Res*, 7: 574-576.
- Jara, RJ. 1995. *Crecimiento de semilla de Venerupis pullastra M. y de Ruditapes decussatus L. En agua residual procedente del cultivo de Rodaballo (Psetta maxima L.)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 263p.

Preengorde de almeja babosa (*Venerupis pullastra* Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes decussatus* Linné, 1758) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850) en tres sistemas de preengorde

de Santiago¹, J.A.; Fernández², A.; Ruíz³, M. & Guerra³, A.

¹Centro Tecnológico del Mar. Eduardo Cabello s/n. Bouzas 36208. Vigo.

jalberto_desantiago@hotmail.com

²Centro de Investigaciones Marinas (C.I.M.A.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia. Centro de Cultivos. Muelle de Porcillán s/n.27700 Ribadeo. Lugo. (España)

³Centro de Investigaciones Marinas (C.I.M.A.). Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos. Xunta de Galicia. C/ Pedras do Corón s/n. 36620 Vilanova de Arousa. Pontevedra. (España).

Resumen

Se presentan los resultados de los ensayos de crecimiento de almeja babosa (*Venerupis pullastra* Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes decussatus* Linné, 1758) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum* Adams & Reeve, 1850) obtenida en criadero y preengordada, en tres sistemas diferentes, basados en un flujo invertido ascendente: en pantalán del puerto deportivo de Camariñas (A Coruña) y O Vicedo (Lugo), mediante "air lift"; en instalaciones de semillero tradicional, con aporte de fitoplancton (flujo invertido por rebosamiento); aprovechando el efluente de una granja de rodaballo (flujo invertido por rebosamiento). Se analiza el crecimiento de lotes de semilla, a través de la tasa de crecimiento (G_{30}).

Material y métodos

I.- Los sistemas de preengorde

Las experiencias de preengorde de la semilla de almeja se desarrollaron en tres sistemas basados en flujo invertido ascendente, simultáneamente y contenedores similares en los tres emplazamientos.

- Preengorde en semillero tradicional con aporte de fitoplancton (en instalaciones cedidas por la empresa, Remagro S.A. en O Grove, Pontevedra).
- Preengorde con aprovechamiento del efluente de una piscifactoría de rodaballo (en instalaciones cedidas por la empresa Insuiña S.L. en O Grove, Pontevedra).
- Preengorde en pantalán, del puerto deportivo de Camariñas (A Coruña) y O Vicedo (Lugo).

Preengorde de almeja babosa (*Venerupis pullastra* Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes decussatus* Linné,...

Sistema de flujo invertido por rebosamiento.- En la Fig.1, se observa, el segundo sistema, que es un canal por el que corre el efluente de la granja de rodaballo. En este canal se disponen tubos de PCV, con malla de luz adecuada; el agua de mar enriquecida con microalgas (Fig. 1A), o con partículas de restos de pienso (Fig. 1B) entra por la base del tubo que contiene la semilla y sale por la parte superior del mismo, desaguando en una canaleta.



Figura 1.- A, semillero tradicional asociado a criadero de moluscos. B sistema de aprovechamiento de agua procedente de granja de rodaballo.

Sistema de flujo invertido forzado aire (air lift).- Se situó en un pantalán del puerto deportivo de Camariñas (A Coruña) y del puerto de O Vicedo (Lugo); consta de dos partes:

a.- Generador y distribución de aire al sistema: consta de una soplante de 0,6 cv, que suministra un caudal de 79 m³/h de aire, instalada dentro de un arcón de plástico (Fig. 2A), para protegerlo de la intemperie. El aire se distribuye por una tubería de PVC, de 63 mm de diámetro, en cuyo extremo distal hay una válvula con un tubo que se hunde 50 cm en el agua, como aliviadero del aire sobrante. A lo largo de la tubería principal, hay orificios con boquillas roscadas, que se conectan a los contenedores, que contienen la semilla de almejas.

b.- Contenedores para preengordar la semilla: consta de un contenedor de polietileno de 50 litros de capacidad, provisto de fuertes asas y con el fondo perforado, con agujeros de 2 mm (Fig. 2B). Se cierra con una tapa, en la cual, se coloca un tubo periscópico, constituido por una tubería de PVC, en cuya parte distal se pega una "T" del mismo material y diámetro. Bajo ella se inserta un flotador, que dará estabilidad al sistema. Al inyectarle el aire, se fuerza la entrada de agua por la base del contenedor, haciéndola salir por ambos ramales de la "T".

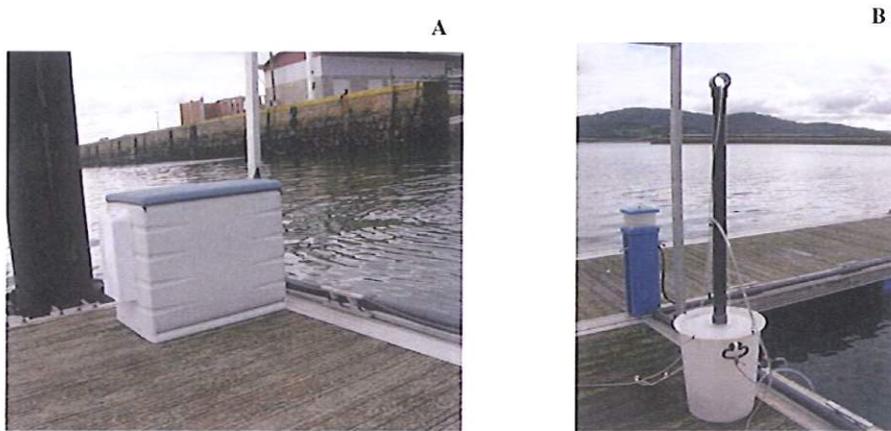


Figura 2A.- Arcón con soplante; conducción principal de aire. B.- Contenedor de semilla.

II. La semilla.

En cada emplazamiento se colocó un lote de cada una de las especies de almeja, con las características indicadas en la Tabla I. Aproximadamente, cada 30 días se tomaron muestras para conocer el crecimiento en longitud (L) y peso (W). Los datos de crecimiento, se obtuvieron mediante medición en su dimensión antero-posterior, de 50 individuos recogidos al azar en cada uno de los lotes, con un calibre Mitutoyo digital, con una precisión de $\pm 0,01$ mm. Para obtener el peso individual, se tomaron 6 muestras de 50 unidades al azar, de cada uno de los lotes y se pesaron en una balanza de 0.01 g.

A efectos de comparar crecimientos en períodos iguales de cultivo de los diferentes grupos, se determinó la tasa de crecimiento mensual (Spencer and Harper, 1981) en longitud (G_{L30}) y peso (G_{W30}).

Preengorde de almeja babosa (*Venerupis pullastra* Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes decussatus* Linné,...

Tabla I.- Tallas y pesos medios de inicio y final \pm NC; G_{30} de longitud y peso; % de incremento

Vicedo	Lo (mm)	Lf (mm)	G30L	Δ %	Wo (mg)	Wf (mg)	G30W	Δ %
Babosa	5,48 \pm 0,305	10,46 \pm 0,780	0,192	90,88	22,7 \pm 0,116	185,4 \pm 0,847	0,624	408,37
Fina	4,55 \pm 0,231	7,89 \pm 0,570	0,164	73,41	18,73 \pm 0,153	108,3 \pm 1,884	0,521	289,22
Japonesa	6,46 \pm 0,356	9,86 \pm 0,526	0,126	52,63	51,67 \pm 2,635	190,37 \pm 10,298	0,387	184,21
Insuiña								
Babosa	5,53 \pm 0,361	9,24 \pm 0,647	0,147	67,09	25,33 \pm 1,341	160,47 \pm 11,074	0,527	316,76
Fina	4,34 \pm 0,228	5,23 \pm 0,332	0,053	20,51	17,6 \pm 0,677	33 \pm 2,142	0,180	93,75
Japonesa	5,64 \pm 0,439	8,96 \pm 0,687	0,132	58,87	45 \pm 11,466	178 \pm 42,011	0,393	197,78
Remagro								
Babosa	5,53 \pm 0,361	7,88 \pm 0,655	0,101	42,5	25,33 \pm 1,341	102,37 \pm 7,282	0,399	202,07
Camariñas A								
Babosa	5,85 \pm 0,321	15,83 \pm 0,569	0,393	135,3	25 \pm 0,350	512,2 \pm 6,614	1,192	1024,4
Fina	4,65 \pm 0,183	12,31 \pm 0,506	0,384	132,36	18,53 \pm 0,013	345 \pm 5,408	1,154	930,9
Japonesa	6,68 \pm 0,301	14,47 \pm 0,662	0,305	108,31	51,23 \pm 3,472	473,47 \pm 16,547	1,779	462,1
Camariñas B								
Babosa	5,85 \pm 0,269	12,93 \pm 0,460	0,313	110,51	25 \pm 0,350	269,5 \pm 4,637	0,939	539
Fina	4,65 \pm 0,183	9,4 \pm -0,383	0,279	101,07	18,53 \pm 0,0135	137,27 \pm 3,360	0,790	370
Japonesa	6,68 \pm 0,301	15,32 \pm 0,564	0,328	114,67	51,23 \pm 3,472	585,51 \pm 28,751	0,962	571,45

Resultados y discusión

En general los lotes de semilla preengordada en el sistema de flujo invertido forzado mediante *air lift* en pantalán, han tenido mejores tasas de crecimiento que los otros dos sistemas, efecto que es más manifiesto en almeja fina.

Almeja babosa: Los lotes de los sistemas de semillero Clásico y efluente de piscifactoría, mostraron un crecimiento similar, hasta el muestreo de julio-agosto, donde el segundo mantuvo su tendencia de crecimiento, mientras que el primero, sufrió una ligera caída, recuperándose al mes siguiente. El lote de O Vicedo presentó tasas de crecimiento superiores desde el principio, manifestándose en 2.58 mm con respecto al lote de Remagro y 1.22 con el del efluente.

El lote de Camariñas desde el inicio tuvo una tasa de crecimiento superior a los demás; en el mes de junio, se tamizó y desdobló. A partir de ese momento, las tasas de crecimiento se incrementaron sensiblemente, alcanzando la talla objetivo (12-15 mm) a finales de agosto.

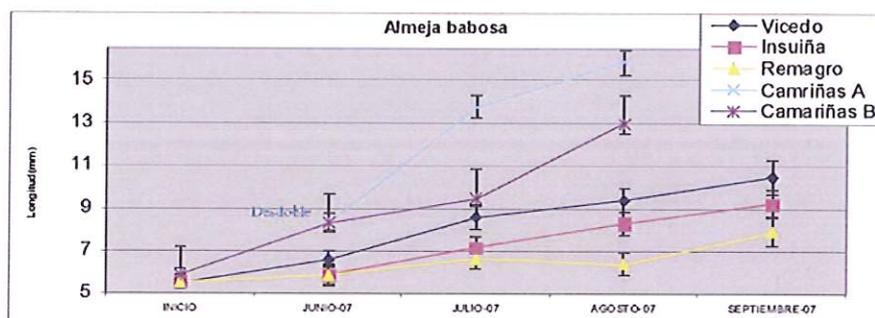


Figura 3.- Crecimiento en longitud de los lotes de almeja babosa.

Almeja fina: Esta especie mostró tasas de crecimiento muy superiores en Camariñas y O Vicedo, en comparación con el Sistema de Efluente. En Camariñas debió hacerse un tamizado y desdoble; a partir de ese momento, la retenida en T7, mantuvo una tasa de crecimiento elevada, mientras que la retenida en T5 presentó una tasa de crecimiento sostenida.

En el lote de O Vicedo, no se realizó desdoble alguno y las tasas de crecimiento se mantuvieron constantes, hasta el final de la experiencia y superior al lote ubicado en el sistema de aprovechamiento de efluente de piscifactoría.

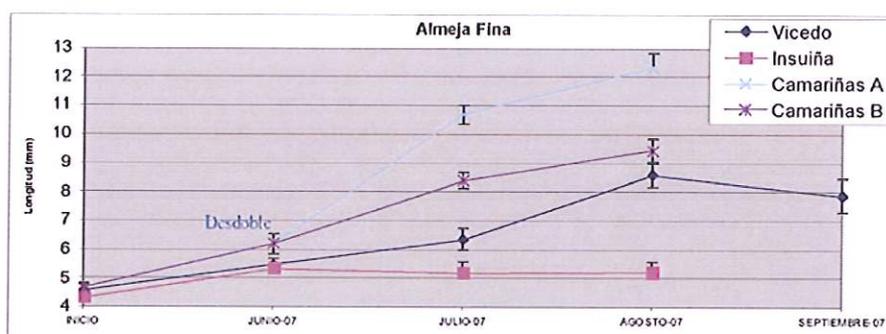


Figura 4.- Crecimiento en longitud de los lotes de almeja fina.

Almeja japonesa: La semilla de O Vicedo y la del Efluente, tuvieron un comportamiento similar, en cuanto a crecimiento, aunque con una dispersión en peso superior en el segundo caso que en el primero (Tabla I). El lote de Camariñas, antes del desdoble, presentó tasas de crecimiento superiores a todos los demás. A partir del desdoble, se incrementó tanto

Preengorde de almeja babosa (*Venerupis pullastra* Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes decussatus* Linné,...

la retenida en T7, como en T5. Llegando a superar esta última a la retenida en T7, con densidades similares (T7:27,79 uds/cm²; T5:26,19 uds/cm²).

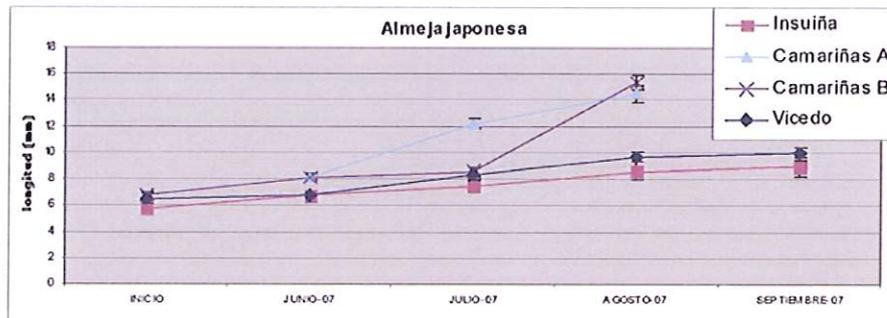


Figura 5.- Crecimiento en longitud de los lotes de almeja japonesa.

Conclusiones:

- El sistema de preengorde en pantalán, se muestra más eficiente que los otros sistemas, en particular con la almeja fina.
- El desdoble realizado en Camariñas, mejoró las tasas de crecimiento, tanto en las cabezas como en las colas del lote.
- El correcto manejo del semillero, es esencial para la obtención de buenos resultados en todas las especies.

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE PESCA E ASUNTOS MARÍTIMOS
Dirección Xeral de Innovación e Desenvolvemento Pesqueiro

CIMA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN MARÍTIMA

Preengorde de almeja babosa (*Venerupis pullastra* (Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes decussatus*, Linné, 1758) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeve, 1850) en tres sistemas de preengorde

J.A. de Santiago¹, A. Fernández², M. Ruiz³ y A. G. Díaz²

¹Centro Tecnológico del Mar, Eduardo Cabello s/n, Bourzas 36208, Vigo. (alcaberto_desantiago@hotmail.com)
²Centro de Investigaciones Marinas (C.I.M.A.), Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos, Xunta de Galicia, Centro de Culleros - Muelle de Porcelos s/n 27700 (Ribeira, Lugo) (España)
³Centro de Investigaciones Marinas (C.I.M.A.), Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos, Xunta de Galicia, C/ Pedras do Corón s/n 36620 Vilanova de Arousa, Pontevedra. (España)

Resumen:
Se presentan los resultados de los ensayos de crecimiento de almeja babosa, *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes decussatus*, Linné, 1758) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeve, 1850) procedente de criadero que se ha preengordado, en tres sistemas diferentes: en pantalán del puerto deportivo de Camariñas y O Vicedo, en instalaciones de criadero tradicional, con aporte de fitoplancton; aprovechando el efluente de una granja de rodaballo. Se analiza el crecimiento de lotes de semillas, a través de las tasas de crecimiento (G%) fueron más altas en longitud y peso.

Material y Métodos:
1.- Preengorde en semillero tradicional con aporte de fitoplancton.
2.- Preengorde con aprovechamiento del efluente de una planta de rodaballo.
3.- Preengorde en pantalán, del puerto deportivo de Camariñas (A Coruña) y O Vicedo (Lugo).

Resultados y discusión:

Vicedo	La (mm)	L.F (mm)	G (%)	Δ %	W (mm)	W (mg)	G (%)	Δ %
Inicial	5,48±0,305	10,46±0,780	0,192	190,88	22,7±0,116	185,4±0,847	0,624	816,74
Fina	4,55±0,231	7,89±0,570	0,164	173,41	18,73±0,153	108,3±1,884	0,521	578,22
Signific.	6,46±0,356	9,86±0,526	0,126	152,63	51,67±2,635	190,37±10,298	0,387	368,43
Inicial	5,53±0,351	9,24±0,647	0,147	167,09	25,33±1,341	160,47±11,074	0,527	633,52
Fina	4,34±0,228	5,23±0,332	0,663	120,51	17,6±0,677	33±2,142	0,180	187,5
Signific.	5,64±0,439	8,96±0,687	0,132	158,87	45±11,466	178±42,011	0,393	395,56
Preengorde Baboso	5,53±0,351	7,88±0,655	0,181	142,5	25,33±1,341	102,37±7,282	0,399	404,15
Camariñas A	5,55±0,321	15,83±0,569	0,393	270,6	25±0,350	512,2±6,614	1,192	2048,8
Fina	4,65±0,183	12,31±0,506	0,384	264,73	18,53±0,013	345±5,408	1,154	1861,8
Signific.	6,68±0,301	14,47±0,662	0,305	216,62	51,23±3,472	473,47±16,547	1,779	905,3
Camariñas B	5,55±0,269	12,93±0,460	0,313	221,03	25±0,350	269,51±4,637	0,939	1078
Fina	4,65±0,183	9,4±0,383	0,279	202,8	18,53±0,0135	137,27±3,360	0,700	740
Signific.	6,68±0,301	11,53±0,564	0,328	229,34	51,23±3,472	585,51±28,751	0,962	1142,9

Almeja Fina

Almeja Babosa

Almeja japonesa

Conclusiones:

- La semilla preengordada en el pantalán, se ha mostrado más eficiente que los otros sistemas probados, lo que se ha hecho más palpable con la almeja fina.
- El desdoble realizado en Camariñas, mejoró las tasas de crecimiento, tanto en las cabezas como en las colas del lote.
- El correcto manejo del semillero, es un elemento esencial para la obtención de buenos resultados en todas las especies.

Este trabajo está financiado por la acción de investigación "Seguimiento y validación de los minicriaderos de moluscos", a través de la Dirección Xeral de Innovación e Desenvolvemento Pesqueiro da Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos de la Xunta de Galicia.

PUBL. 3

Valorización de residuos de efluente de piscifactoría.

Marcet, P.¹; González, S.¹; Otero, M.²; Ruiz³, A.; Fernández, J.³ y Guerra, A.²

¹Área de Edafología. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Campus de Pontevedra.

Universidad de Vigo.

²Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA). Pedras de Corón, s/n. Apdo 13. 36620 Vilanova de Arousa. Pontevedra.

³Insuiña SL. Ardía 172. 36980 O Grove (Pontevedra)

Introducción

La recuperación de suelos degradados suele exigir, entre otros tratamientos, la incorporación en superficie de algún material que realice una función correctora de las principales deficiencias de los suelos a recuperar. Estos materiales pueden ser residuos procedentes de diversas actividades, como por ejemplo los lodos de depuración (Calvo de Anta *et al.*, 1999; Larcheveque *et al.*, 2006).

La reutilización de los lodos ofrece una serie de ventajas como son mejoras en las propiedades del suelo, incremento de la capacidad de retención de aguas y fuente de nutrientes, asumiendo su papel fertilizante en función de su composición, así como de las carencias de los suelos a tratar. Al mismo tiempo estos lodos presentan algunos aspectos negativos derivados de su composición como puede ser el exceso de nitratos, presencia de microorganismos patógenos y carga de metales pesados.

El proceso productivo en las explotaciones piscícolas genera considerables cantidades de lodos que quedan mayoritariamente depositados en las balsas de decantación, y cuya composición viene determinada por varios parámetros como los restos no consumidos de piensos y aditivos suministrados para la alimentación y por las deyecciones y otros restos orgánicos procedentes de los peces (Mazzarino *et al.*, 1998; Teuber, N. *et al.*, 2005).

La búsqueda de materiales aptos para ser utilizados en las tareas de recuperación de áreas degradadas, junto a la necesidad de buscar una salida a los lodos residuales generados en las plantas de acuicultura, ha llevado a considerar la posibilidad de conjugar ambos procesos. El objetivo de este trabajo es evaluar la idoneidad de la reutilización de los lodos procedentes de una planta de cultivo de rodaballo en la restauración de suelos forestales degradados.

Materiales y métodos

Se llevaron a cabo tres muestreos desde abril a septiembre del 2008. En ellos se realizaron los siguientes análisis: pH en H₂O (1:2,5), conductividad eléctrica (1:5), análisis elemental (carbono y nitrógeno totales) (Leco CN-2000), contenido total de metales pesados mediante digestión y determinación con ICP-OES (Perkin Elmer Optima 4300 DV) para el Cd, Cr, Ni, Pb y Zn y mediante AAS-CV (Varian SpectrAA-250 Plus) para el Hg. Las técnicas microbiológicas utilizadas fueron filtración de membrana (PNT/001) en el análisis de *Echerichia coli* y ensayo inmunoenzimático (PNT/007) para determinar la presencia de *Salmonella sp.* Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Resultados y discusión

La caracterización del lodo pone de manifiesto que se trata de un residuo con un contenido de materia seca muy bajo, presenta un contenido de humedad medio entorno al 85%, esto condicionará las técnicas de aplicación, así como su transporte. En cuanto a sus propiedades químicas presentan un pH moderadamente alcalino. El contenido medio de materia orgánica es elevado, en torno al 33,8%, este resultado coincide con los datos aportados por la bibliografía (Teuler N. *et al.*, 2007). La fracción orgánica de estos lodos, dada su procedencia, está constituida por residuos orgánicos poco lignificados, esto implica que su velocidad de mineralización, una vez incorporados en el suelo será superior, a la que se da en residuos de origen vegetal (MAPA, 1999).

El contenido de nitrógeno total es también elevado, en su mayor parte se encuentra en forma orgánica, sin embargo las concentraciones de nitrógeno en sus formas asimilables, amonio y nitratos son muy bajas, esto es debido al continuo lavado de los lodos, que provoca la eliminación de los compuestos de mayor solubilidad. La relación C/N, ligeramente baja, indica que la mineralización de la materia orgánica aportada por los lodos, puede ser relativamente rápida, como cabría esperar por el origen del carbono orgánico. El nivel de fósforo asimilable es significativo, frente a los niveles de suelos degradados o empobrecidos. La conductividad eléctrica es lógicamente muy elevada, esto supone un exceso de sales (valor medio de 3,25%), pudiendo resultar un factor limitante a la hora de aplicar al suelo, ya que su disolución con el agua de lluvia o de riego conducirá a un incremento de la concentración salina del suelo, pudiendo derivar en una pérdida de fertilidad.

Presenta cantidades muy bajas de metales potencialmente tóxicos, valores muy alejados de los límites máximos permitidos por la legislación europea para la aplicación de lodos residuales al suelo. La concentración de metales pesados tiene un carácter traza, lo que no supone riesgo alguno, sino que desempeña su importante papel como aporte de micronutriente.

La presencia de *Salmonella* y *E. coli* es nula, como cabría esperar, dada la poca probabilidad de estar presente organismos patógenos en este tipo de lodo, si se realiza un buen mantenimiento y control de las instalaciones.

Con el fin de posibilitar su uso en tareas de restauración de suelos, este lodo debe ser tratado para reducir su humedad, aumentar la relación C/N y reducir su contenido en sales, todo ello posible a través del proceso de compostado con materia complementaria (Laos *et al.*, 2002, Kowaljow *et al.*, 2007).

Las características de estos lodos, una vez compostados, hacen necesario realizar estudios de mineralización controlada en diferentes suelos degradados y no degradados para evaluar la dinámica y evolución de la materia orgánica, establecer diferencias en la liberación de nitrógeno inorgánico y, en función de los resultados, proponer modos de aplicación y dosis para la regeneración de áreas degradadas.

El proceso de compostado de estos lodos se está realizando en Ecocelta, empresa dedicada a la elaboración de compost y humus de lombriz. Inicialmente se están utilizando dos tipos de materia complementaria, una experiencia con lodo y serrín de *Pinus pinaster* y otra donde el lodo se complementa con restos de fruta, serrín, y estiércol de granja de pollo. También se ha intentado el compostaje de estos lodos mediante lombriz, pero fue inviable debido al elevado contenido en sales.

Conclusiones

A pesar del carácter salino de este lodo, en conjunto ha sido considerado como material válido para ser utilizado en tareas de recuperación de suelos degradados. Con el fin de posibilitar este destino, el lodo debe ser tratado para reducir su humedad, aumentar la relación C/N y reducir su contenido en sales, todo ello posible a través del proceso de compostado con materia complementaria.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) dentro del Plan Nacional “Reutilización de las aguas de vertidos de los establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en zona terrestre”.

Bibliografía

- Calvo de Anta, R.; Quintas Mosteiro, Y. y Macías Vázquez F. 1999. Caracterización de materiales para la recuperación de suelos degradados. I. Sedimentos biogénicos de las Rías de Galicia. *Edafología*. vol.6: 47-58.
- Kowaljow, E. & Mazzarino, M.J. 2007. Soil restoration in semiarid Patagonia: Chemical and biological response to different compost quality. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 1580-1588.
- Laos, F.; Mazzarino, M.J.; Walter, I.; Roselli, L.; Satti, P. y Moyano, S. 2007. *Biosresource Technology*. 81: 179-186.
- Larcheveque, M.; Balde, V.; Montes, N.; Fernández, C.; Bonin, G. y Ballini, C. 2006. Short-term effects of sewage-sludge compost on degraded Mediterranean soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 1178-1188.
- Mazzarino, M.J.; Laos, F.; Satti, P. y Moyano S. 1998. Agronomic and environmental aspects of utilization of organic residues in soils of the Andean-Patagonian Region. *Soil Science and Plant Nutrition*. 44:105-113.
- Teuber, N.; Alfaro, M.A.; Salazar, F.J. y Bustos C. 2005. Sea salmon as fertilizer: effects on a volcanic soil an annual ryegrass yield and quality. *Soil Use and Management*. 21 (4): 432-434.
- Teuber, N.; Salazar, F.; Alfaro, M. y Valdebenito, A. 2007. Efecto de diferentes dosis de lodo de la crianza de salmones en el cultivo de papa y su efecto residual en ballica anual. *Agricultura Técnica*. 67(4): 393-400.

Valorización de residuos de efluente de piscifactoría

Marceit, P.¹, Otero, M.², Asela,¹ Fernández, J.³ Et Guerra, A.²

¹Área de Edafología. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Campus de Pontevedra. Universidade de Vigo.
²Centro de Investigacións Mariñas (CIMAR). Pedras de Corón, s/n. Apdo. 13. 36620 Vilanova de Arousa. Pontevedra.
³Insuaña, S.L. Ardia 172. 36980 O Grove (Pontevedra)

Resumen

Los efluentes que llegan al mar, procedentes de establecimientos de cultivo en tierra, poseen una alta concentración de nutrientes; su reutilización en los ciclos de cultivo de otras especies animales o vegetales es una alternativa a valorar en piscifactorías marinas en tierra. En sistemas intensivos los residuos proceden del pienso no utilizado por los peces, del pienso digerido y eliminado como heces (compuestos solubles excretados como nitrógeno, fósforo,...). El tratamiento de los vertidos y sus posibilidades de reutilización promueven el desarrollo de sistemas de aprovechamiento del particulado fino del efluente (preengorde de especies de moluscos), así como del grueso para compostaje y uso agrícola-forestal, mediante su valorización (regeneración de áreas degradadas). En este trabajo se caracteriza el lodo con vistas a sus posibilidades para uso agrícola-forestal.

Material métodos

- Toma de muestras de lodos decantados, filtrado y preparación para análisis
- Caracterización físico-química y microbiológica de los lodos
- Pruebas de compostaje de lodos con materia complementaria

Caracterización de los lodos

Preengorde de semilla de almeja en efluente de granja de rodaballo

Tabla. Caracterización particulado orgánico grueso

P A R A M E T R O S					
Humedad %	85,7 ± 0,7	NH4 (mg/kg)	5,28 ± 0,7	Hg	0,093 ± 0,01
pH	7,56 ± 0,04	NO3 (mg/kg)	2,61 ± 0,3	Cd	1,21 ± 0,1
% C	16,94 ± 0,5	Cl (g/Kg)	173,5 ± 14,8	Cr	53,26 ± 10
% N	2,59 ± 0,08	Conductividad mS/cm	50,55 ± 1,6	Ni	29,67 ± 0,6
% Mat. Orgánica	33,8 ± 1	% sales	3,25 ± 0,03	Pb	34,95 ± 0,8
C/N	9,38 ± 1	Salmonella (ufc/100 ml)	Ausencia	Zn	718,8 ± 42,3
PO4 (mg/kg)	550,0 ± 27,4 (0,05%)	Patógenos E.coli (ufc/100 ml)	0	Cu	68,67 ± 3,24

Métodos pesados (mg/kg) materia seca
Valor límite (mg/kg)

Conclusiones

A pesar del carácter salino de este lodo, en conjunto se considera un material válido para ser utilizado en tareas de recuperación de suelos degradados, tratando de reducir su humedad, aumentar relación C/N reducir su contenido en sales, todo ello posible a través del proceso de compostado con materia complementaria.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) dentro del Plan Nacional "Reutilización de las aguas de vertidos de los establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en zona terrestre".

XI FORO DOS RECURSOS MARIÑOS E DA ACUICULTURA DAS RÍAS GALEGAS



Publ. 5

Compostaje de lodos residuales procedentes del cultivo de rodaballo: aplicación en un suelo degradado

Marcel¹ P., Guerra² A., Otero² M. y González¹ S.

¹ Área de Edafología. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Campus de Pontevedra. Universidad de Vigo.

² Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA). Pedras de Corón, s/n. Apdo 13. 36620 Vilanova de Arousa. Pontevedra.

Resumen

La producción de rodaballo en plantas de acuicultura genera residuos orgánicos que una vez compostados tienen un uso potencial en los suelos. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de dos dosis de lodo vermicompostado, procedente de una planta de cultivo de rodaballo, sobre un suelo degradado.

Los resultados sugieren que la aplicación de lodo de piscifactoría vermicompostado supone un importante aporte de materia orgánica al suelo, así como de fósforo en forma disponible. El aporte de N-NO_3^- y de N-NH_4^+ es bajo, debido a una baja tasa de mineralización, provocada principalmente por la elevada relación C/N.

Introducción

El proceso productivo en las explotaciones piscícolas genera considerables cantidades de lodos que quedan mayoritariamente depositados en las balsas de decantación, y cuya composición viene determinada por varios parámetros como los restos no consumidos de piensos y aditivos suministrados para la alimentación y por las deyecciones y otros restos orgánicos procedentes de los peces (Nailor *et al.*, 1999; Teuber, N. *et al.*, 2005).

Por otra parte la aplicación de abonos orgánicos tiene una importancia capital para





Compostaje de lodos residuales procedentes del cultivo de rodaballo: aplicación en un suelo degradado

salvaguardar los suelos y prevenir su degradación. La materia orgánica y particularmente el humus constituyen el sostén básico para la vida del suelo y define en última instancia su potencial productivo. La disponibilidad de materia orgánica transformada y estable se ha convertido en una alternativa concreta e importante para mantener y recuperar la calidad de un suelo (Kowaljow E. *et al.*, 2007).

La búsqueda de soluciones que permitan la recuperación y el reciclaje racional de los desechos y subproductos orgánicos, como lodos residuales procedentes de las explotaciones piscícolas, constituye una imperiosa necesidad para un adecuado desarrollo sostenible. Estas razones, entre otras, determinaron en la última década un auge significativo en la implementación de técnicas compostaje y vermicompostaje, que permiten la conversión de los residuos orgánicos en productos de alto valor ecológico y económico (Reinés M. *et al.*, 2006).

El compostado y vermicompostado de estos lodos residuales se convierte en una de las mejores opciones frente a la eliminación de los mismos; de este modo los lodos dejarían de ser un problema económico y sanitario cuando se les atribuye un valor y un destino.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos dosis de lodo vermicompostado, procedente de una planta de cultivo de rodaballo, sobre un suelo degradado.



Materiales y métodos

En este trabajo se utilizaron lodos residuales procedentes de una granja de cultivo de rodaballo situada en O Grove (Pontevedra), una vez caracterizados, fueron sometidos a dos procesos correlativos: compostaje y vermicompostaje.

A continuación se llevo a cabo un ensayo de aplicación del vermicompost a un suelo degradado de cantera. Se realizó una incubación en laboratorio aeróbica, a 25°C, en oscuridad y a capacidad de campo, durante 90 días, en macetas con tres kilos de suelo cada una, donde se aplicaron dos dosis distintas de vermicompost al suelo, 90 y 120 Mg/ha, también fueron incubados en iguales condiciones un control y el mismo suelo al que se añadió un fertilizante químico, todos los tratamientos se realizaron por triplicado. Se muestrearon tres replicas de cada ejemplo a los 0, 15, 30, 45, 60 y 90 días y se evaluó la evolución del pH, contenido de materia orgánica, nutrientes y mineralización de nitrógeno a lo largo del proceso de incubación. Para ello se realizaron las siguientes determinaciones: pH en H₂O (1:2,5), conductividad eléctrica (1:5), análisis elemental (carbono y nitrógeno totales) (Leco CN-2000), análisis de nutrientes (Bran+Luebbe-AA3).



La tasa de mineralización del nitrógeno se calculo según Sims (1990):

$$N_m = (Na)_t - (Na)_{t=0}; Na = (N_I)_{SL} - (N_I)_C; N_I = N-NH_4^+ + N-NO_2^- + N-NO_3^-$$

N_m= nitrógeno mineralizado; Na= nitrógeno aportado; N_I= nitrógeno inorgánico;
SL=suelo tratado con lodo; C= control

Resultados

Proceso de compostaje

Debido a que el lodo utilizado es un material líquido se hizo necesario recurrir al uso de un estructurante sólido, en este caso serrín de pino. Atendiendo a la analítica preliminar del lodo, se determinó la proporción necesaria para regular la relación C/N y la humedad de la mezcla, siendo 3:1 (serrín-lodo). En este primer proceso inicial de compostaje se alcanzaron temperaturas de termofilia (45-70°C) durante al menos 7 días (Fig. 1).

El vermicompostaje directo del lodo mezclado con el estructurante resultó letal para las lombrices debido a la elevada salinidad.



Figura 1.- Proceso de compostaje del lodo con serrín de *Pinus pinaster* y vermicompostaje

El vermicompostaje solo fue viable después de un proceso de estabilización. Una vez obtenido el compost, este fue inoculado con lombrices (*Eisenia fetida* y *Eisenia andrei*). Al cabo de 24 horas se realizó una revisión de supervivencia. Al cabo de dos meses todo el compost, fue digerido por las lombrices inoculadas y por lo tanto excretado en forma de vermicompost o humus de lombriz.

El resultado final es un vermicompost con el que se consigue corregir notablemente la elevada conductividad eléctrica del lodo fresco, también se eleva la relación C/N y se reduce la humedad del residuo, lo que facilita su aplicación en el suelo. En la Tabla I se reflejan algunas de las características del lodo fresco frente a las del vermicompost.

Tabla I.- Características del suelo, lodo y lodo vermicompostado.

	Conduct.	N (g/kg)	C/N	C org (g/kg)	NH ₄ ⁺ (mg/kg)	NO ₃ ⁻ (mg/kg)	PO ₄ ⁻ (mg/kg)
Suelo	16,17 µS	0,7	1,22	0,86	9,5	6,3	0,27
Vermicompost	4,78 ms	8,5	36,7	312	101,1	115,6	443,1
Lodo	50,5 mS	25,9	6,38	165,4	5,2	2,51	550

Experiencia de incubación

El pH del suelo no sufrió variaciones importantes a lo largo de la incubación, solamente un ligero descenso en algunos casos debido a la mineralización de la materia orgánica. Destaca un aumento importante del contenido de materia orgánica una vez incorporado el vermicompost al suelo (Fig. 2), este desciende a lo largo de la incubación debido al proceso de mineralización. Al cabo de los 90 días el nivel de materia orgánica, aunque disminuye desde T₀, es muy superior al del control.

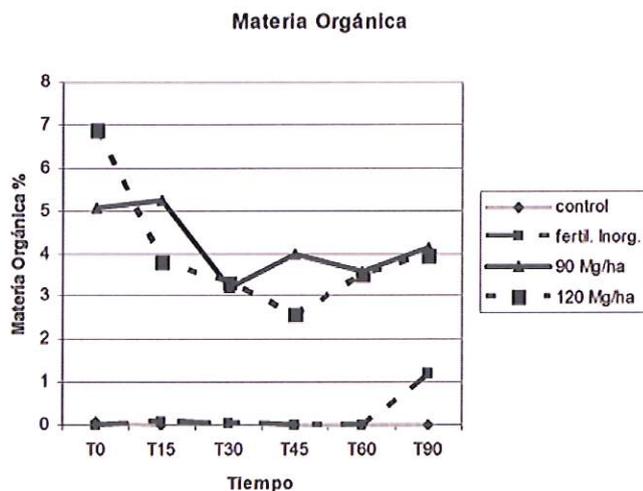


Figura 2.- Evolución de contenido de materia orgánica durante el proceso de incubación.

El contenido de fósforo asimilable sufre un incremento importante, sobre todo al final de la incubación con el tratamiento de 120 Mg.ha⁻¹.

La relación C/N es elevada con los dos tratamientos de vermicompost, lo que provoca una ralentización del proceso de mineralización y por lo tanto una elevada inmovilización neta de nitrógeno.

Tanto en el inicio como al final de la incubación, el $N-NO_3^-$ es la forma dominante de nitrógeno inorgánico, la cual sufre un incremento a lo largo de los 90 días, lo mismo ocurre con la concentración $N-NH_4^+$, aunque presente en concentraciones mas bajas (Fig. 2).

La tasa de mineralización es muy baja con las dos dosis de vermicompost añadidas (Fig. 3), esto se traduce en una aportación ralentizada de las formas de N asimilables en el suelo y por lo tanto debería de minimizar las pérdidas de N por lixiviado.

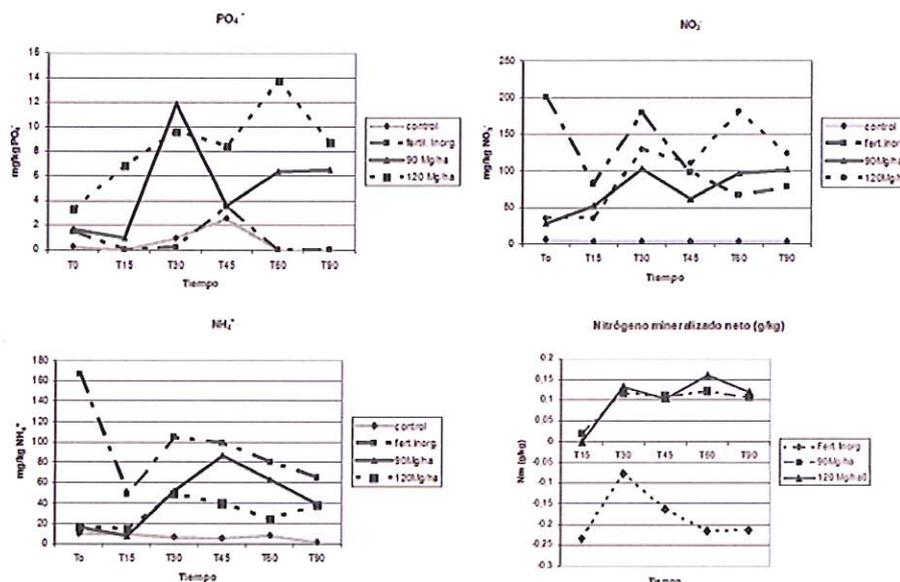


Figura 3.- Evolución del contenido de PO_4^3- , NO_3^- , NH_4^+ y del nitrógeno mineralizado neto durante el proceso de incubación.

Conclusiones

Los resultados sugieren que la aplicación de lodo de piscifactoría vermicompostado supone un importante aporte de materia orgánica al suelo, así como de fósforo en forma disponible. El aporte de $N-NO_3^-$ y de $N-NH_4^+$ es bajo, debido a una baja tasa de mineralización, provocada principalmente por la elevada relación C/N.



Agradecimientos

A la empresa ECOCELTA S.L. Este trabajo ha sido financiado por la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) dentro del Plan Nacional "Reutilización de las aguas de vertidos en los establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en la zona terrestre".

Bibliografía

- Kowaljow E., Mazzarino M.J. 2007. Soil restoration in semiarid Patagonia: Chemical and biological response to different compost quality. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 1580-1588.
- Nailor S.; Moccia R., Durant G. 1999. The chemical composition of settable solid fish waste from commercial rainbow trout farms in Notario, Canada. *North American Journal of Aquaculture* 61:21-26.
- Reinés M, Rodríguez C. 2006. Impacto de la introducción de los resultados de investigación – docencia - producción en la lombricultura en Cuba al reclamo de las necesidades del país. Editorial Universitaria.
- Sims J.T. 1990. Nitrogen mineralization and elemental availability in soils amended with cocomposted sewage sludge. *Environ. Qual.* 19: 669-675.
- Teuber N., Alfaro M.A., Salazar F.J., Bustos C. 2005. Sea salmon as fertilizer: effects on a volcanic soil on annual ryegrass yield and quality. *Soil Use and Management* 21 (4): 432-434.





XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DO MAR



CIMAR



JACUMAR

Compostaje de lodos residuales procedentes del cultivo de rodaballo: Aplicación en un suelo degradado

Marcet, P^a, Guerra, A^a, Otero, M^a & González, S^a

1.- Área de Edafología, Escuela de Ingeniería Técnica Forestal, Campus de Pontevedra, Universidad de Vigo.
2.- Centro de Investigaciones Marinas (CIMAR), Pedras de Corón, s/n, Apdo 13, 36620 Vilanova de Arousa, Pontevedra.

RESUMEN

El compostado de lodos procedentes de explotaciones piscícolas se convierte en la mejor opción frente a la eliminación de los mismos, de este modo los lodos dejarían de ser un problema económico y sanitario cuando se les atribuye un valor y un destino. El objetivo de este trabajo es evaluar la idoneidad de los lodos de piscifactoría compostados como sustituto de todo o en parte de la fertilización inorgánica y sus efectos sobre el suelo. Para ello se estudia la evolución de las propiedades químicas del suelo en función de los distintos tratamientos y dosis de compost. También se lleva a cabo una evaluación de la tasa de mineralización del nitrógeno con los diferentes tratamientos aplicados.

MATERIAL Y MÉTODOS

- Lodos procedentes de efluente de la granja de rodaballo Insuñza S.L. (O Grove, Pontevedra).
- Determinación de un estructurante sólido (serrín de pino) debido al carácter líquido del lodo para la obtención del compost. Una vez obtenido, inoculado de lombrices (vermicompost).
- Ensayo de aplicación del vermicompost a un suelo procedente de una cantera.






RESULTADOS

	Conductividad	%N	C/N	% Materia	NH ₄ ⁺ (mg/kg)	NO ₃ ⁻ (mg/kg)	PO ₄ ⁻ (mg/kg)
Suelo	16,17 µS	0,07	0,071	0,086	9,5	6,3	0,27
Compost	4,78 ms	0,08	37,5	62	101,1	115,6	443,1
Lodo	50,5 mS	2,59	6,38	33,8	5,2	2,51	550

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) dentro del Plan "Reutilización de las aguas de los vertidos en los establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en la zona terrestre".

XII FORO DOS RECURSOS MARIÑOS E DA ACUI CULTURA DAS RÍAS GALEGAS, 2009



PUBL. 6

Crecimiento y producción de tres especies de almejas procedentes de diferentes sistemas de preengorde

Otero M., Bua I. y Guerra. A.

Centro de Investigacións Mariñas (CIMA), Consellería do Mar, Xunta de Galicia. Pedras de Corón, s/n. Apdo. 13. 36620 Vilanova de Arousa. Pontevedra

Resumen

Se comparan los crecimientos y evolución en parque y de cohortes de semilla de tres especies de almejas comerciales: almeja fina (*Ruditapes decussatus*), almeja babosa (*Venerupis pullastra*) y almeja japonesa (*Ruditapes semidecussatus*), obtenidas en criadero y cuya fase de preengorde hasta T7 (>8mm) se efectuó en aguas de vertido de efluente de piscifactoría y en sistema tradicional de preengorde (flujo forzado invertido en recinto portuario). La siembra y cultivo de la semilla se efectuó simultáneamente en recintos de 1m² ubicados en parque intermareal. Se concluye que la evolución del crecimiento en sustrato en las tres especies es similar independientemente del sistema del preengorde.

Introducción

En la zona litoral de la Comunidad Autónoma de Galicia más de 4.600 personas ejercen la actividad del marisqueo (recolectores de mariscos), de las cuales 4.100 son mujeres –mariscadoras-, con una producción anual alrededor de 10.000 t. La semilla procedente de semilleros se siembra en parques de cultivo o bancos naturales para complementar y reforzar la producción natural y recuperar nuevas zonas de producción. El objetivo de este trabajo es doble, por una parte analizar el crecimiento y producción de semilla de tres especies de almeja sembradas en sustrato de parque de fondo y por otra parte determinar si el sistema de preengorde usado introduce algún factor en la evolución posterior de la semilla sembrada.





Crecimiento y producción de tres especies de almejas procedentes de diferentes sistemas de preengorde

Las curvas talla-peso de las almejas cultivadas en parque y procedentes dos sistemas de preengorde permiten verificar si las almejas procedentes de ambos sistemas siguen una evolución similar a lo largo del cultivo en parque.

Materiales y métodos

Se utiliza semilla de tres especies, almeja babosa (*Venerupis pullastra*), almeja fina (*Ruditapes decussatus*) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*) preengordada en dos sistemas diferentes de cultivo: en efluente de piscifactoría de granja de cultivo de rodaballo y en pantalán de recinto portuario de muelle deportivo (De Santiago *et al.*, 2007a; b). La siembra se efectuó en zona intermareal ubicada en las inmediaciones del CIMA en 6 parcelas de 1m², playa da Aduana (Corón, en Vilaxoan, Vilagarcía de Arousa)

En la figura 1 la semilla procedente de sistema tradicional fue sembrada en Septiembre del 2008 y la procedente del sistema de efluente de piscifactoría en Abril del 2009. Se realizan muestreos iniciales y finales de 50 uds. de cada población para biometrías.

En la tabla II se indican Las tallas L_i (mm) \pm std y pesos P_i (g) \pm std de la semilla al inicio y final del ensayo. La densidad inicial fue 500 ud/m² para cada uno de las parcelas.



Figura 1.- Parcelas experimentales de cultivo en zona intermareal en marea baja. El control, la limpieza y mantenimiento de los recintos es periódica, coincidiendo con la bajamar.



Resultados

En las figuras 2 y 3 y 4 se recogen las relaciones biométricas y líneas de ajuste de los puntos en el momento de la siembra en el parque y al año del cultivo en parque.

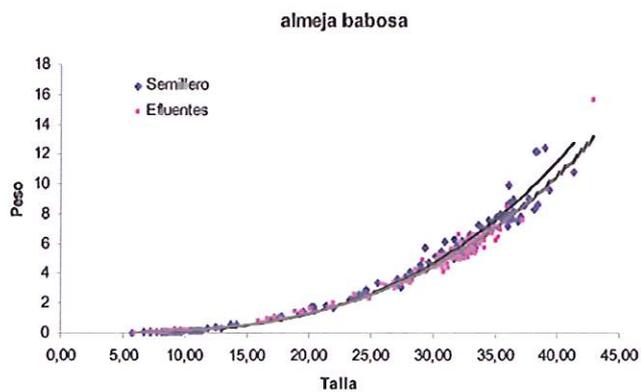


Figura 2.- Relación talla/peso en almeja babosa.

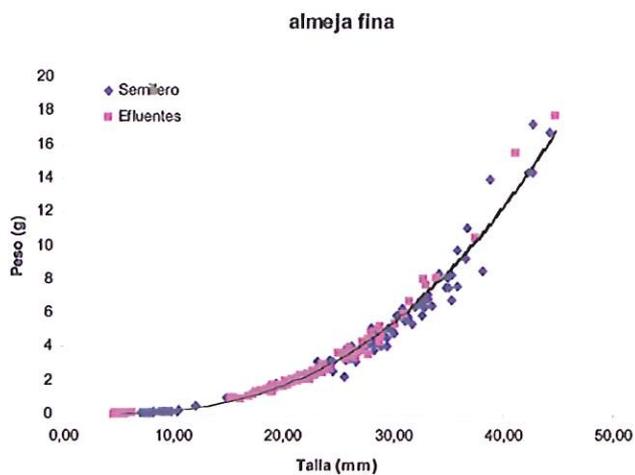


Figura 3.- Relación talla/peso en almeja fina

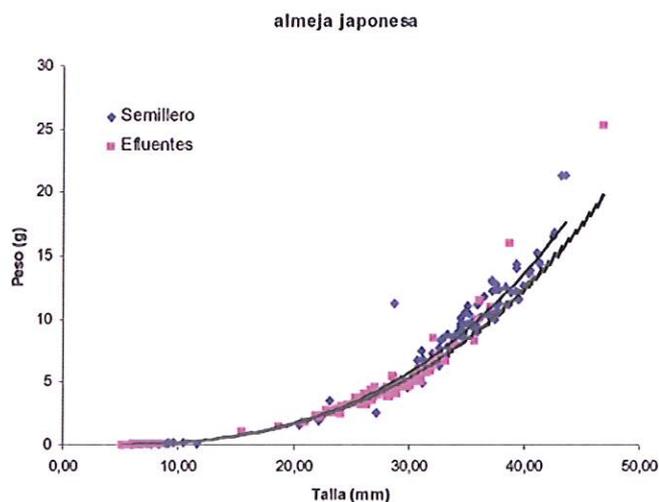


Figura 4.- Relación talla/peso en almeja japonesa.

En la Tabla I se indican las ecuaciones de las líneas de ajuste y nivel de correlación de los valores medios de talla y peso de las tres especies en los dos sistemas de cultivo. En la Tabla II se recogen datos biométricos y de crecimiento al inicio y final de la experiencia.

Tabla I.- Ecuaciones de las línea de ajuste de las relaciones peso/talla.

Relación Talla/Peso	Especie	Ecuación	R ²
Efluente	A. Babos	$y = 0,0002x^{3,008}$	0,9969
	A. Fina	$y = 0,0004x^{2,8348}$	0,9972
	A. Japonesa	$y = 0,0003x^{2,9043}$	0,9974
Semillero	A. Babosa	$y = 0,0001x^{3,1296}$	0,9955
	A. Fina	$y = 0,0002x^{2,9369}$	0,9946
	A. Japonesa	$y = 0,0002x^{2,9763}$	0,9942

Tabla II.- Datos biométricos y de crecimiento (G30) en peso y talla. Los resultados están expresados como la media \pm desviación estándar.

		Días de cultivo	G30		G30 (L)	P _r (g)	P _r (g)	G30 (P)
			L _r (mm)	L _r (mm)				
Semillero	Babosa	364	9,25 \pm 1,39	31,60 \pm 5,85	0,101	0,120 \pm 0,052	6,024 \pm 2,522	0,323
	Fina		8,53 \pm 0,99	28,73 \pm 3,66	0,1	0,130 \pm 0,038	4,781 \pm 1,685	0,297
	Japonesa		7,88 \pm 1,27	33,95 \pm 2,78	0,12	0,111 \pm 0,039	8,797 \pm 2,373	0,36
Efluente	Babosa	144	8,492 \pm 1,026	30,369 \pm 3,718	0,265	0,101 \pm 0,033	4,791 \pm 1,450	0,804
	Fina		5,496 \pm 0,459	22,800 \pm 3,806	0,296	0,044 \pm 0,008	2,674 \pm 1,477	0,856
	Japonesa		6,913 \pm 0,805	27,654 \pm 3,153	0,289	0,077 \pm 0,023	4,336 \pm 1,368	0,84

Discusión y conclusiones

Galicia es el primer productor de rodaballo cultivado en instalaciones en tierra, esto supone el manejo de grandes caudales de agua que se vierten al mar, acompañadas de residuos orgánicos (principalmente restos de piensos), cuyas partículas más finas son susceptibles de ser filtradas y metabolizadas por moluscos bivalvos filtradores. Esto abre la posibilidad de aprovechar estos efluentes de piscifactorías para el preengorde de semilla de almeja de criadero al tiempo que se disminuye la carga de materia orgánica del vertido. Estudios previos (Jara, 1995; Guerra *et al.*, 2007) valoran esta posibilidad para el preengorde de la semilla de almeja babosa y japonesa; aspecto en el que se incide en el presente trabajo con las tres especies que se producen en criadero y cultivan en Galicia. En el presente trabajo se determina que la evolución del crecimiento en las tres especies es similar independientemente del origen del sistema del preengorde. El preengorde en aguas de efluente no introduce, en cuanto a posibles distorsiones en el crecimiento, ningún efecto que se manifieste posteriormente en el cultivo de la almeja en substrato.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) a través del Plan Nacional "Reutilización de las aguas de los vertidos en los establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en las zonas terrestres".



Crecimiento y producción de tres especies de almejas procedentes de diferentes sistemas de preengorde

Bibliografía

- De Santiago J.A., Andrés M.C. y Guerra A. 2007a. Preengorde de almeja babosa *Venerupis pullastra*, mediante un sistema de flujo invertido forzado por "air lift", en la Ría de Camariñas (A Coruña). *XI Congreso Nac. Acuicult.* T.I: 423-425.
- De Santiago J.A., Fernández A., Ruiz M. y Guerra A. 2007b. Preengorde de almeja babosa (*Venerupis pullastra*, Montagu, 1803), almeja fina (*Ruditapes desussatus*, Linné 1758) y almeja japonesa (*Ruditapes philipinarum*, Adams & Reeve, 1850) en tres sistemas de preengorde. *X Foro Rec. Mar. Acuic. Rías Galegas y I Foro Iberoam. de Rec. Mar. y Acuicultura.* 10:81-387.
- Guerra A., Novoa S., Besada M., Búa I., Lastres M., Fernández J. y Asela R. 2007. Crecimiento y composición bioquímica de semilla de almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*), obtenida en criadero y cultivada en diferentes sistemas de preengorde y en parque de cultivo. *XI Congreso Nac. Acuicult.* T.I: 467-470.





XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DO MAR



CIMA
CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS



JACUMAR

Crecimiento y producción de tres especies de almejas procedentes de diferentes sistemas de preengorde

Otero, M., Bua, I. & Guerra, A.
Centro de Investigacións Mariñas (CIMA), Pedras de Corón, s/n. Apdo 13. 36620 Vilanova de Arousa, Pontevedra.

RESUMEN

En la zona litoral de la Comunidad Autónoma de Galicia más de 4.600 personas ejercen la actividad del marisqueo (recolectores de mariscos), de las cuales 4.100 son mujeres -mariscadoras-, con una producción anual alrededor de 10.000 t. De instalaciones de preengorde procede la semilla que se siembra (repuebla) en parques de cultivo o bancos naturales para complementar y reforzar la producción natural y recuperar nuevas zonas de producción. El objetivo es doble, el crecimiento y producción de semilla de tres especies de almeja sembradas en sustrato de parque de fondo y por otra parte determinar si el sistema de preengorde previo usado introduce algún factor en el rendimiento posterior de la siembra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Semilla de tres especies, almeja babosa (*Venerupis pullastra*), almeja fina (*Ruditapes decussatus*) y almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*) preengordada en dos sistemas diferentes de cultivo, con talla inicial T₀ (7-9 mm). Zona intermareal ubicada en las inmediaciones del CIMA en 6 parcelas de 1m², playa da Aduana (Corón). Muestreos iniciales (septiembre 2008) y finales (octubre 2009) para longitud (mm), peso (g) y tasa de crecimiento.

RESULTADOS

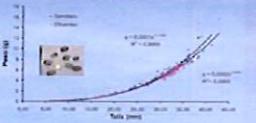


Fig 1- Relación talla/peso A. babosa

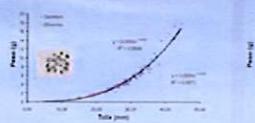


Fig 2- Relación talla/peso A. fina

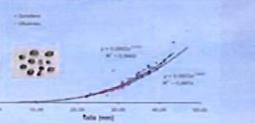


Fig 3- Relación talla/peso A. japonesa

		Días de cultivo	L ₀ (mm) std	L ₁ (mm) std	G ₀ (g)	P ₀ (g) std	P ₁ (g) std	G ₁ (g)
Semillero	Babosa	364	8,25 1,39	31,65 3,85	5,101	0,126 0,052	6,324 2,322	0,323
	Fina		8,53 0,39	28,73 1,64	0,100	0,138 0,038	4,791 1,635	0,237
	Japonesa		7,88 1,27	33,95 2,78	0,120	0,114 0,029	6,797 2,373	0,260
Efluente	Babosa	144	8,402 1,024	30,369 3,719	3,265	0,161 0,033	4,791 1,402	0,854
	Fina		6,400 0,409	22,850 1,899	0,206	0,264 0,038	2,874 1,477	0,816
	Japonesa		6,812 0,805	27,854 3,153	0,209	0,307 0,022	4,326 1,308	0,840

CONCLUSIÓN

La evolución del crecimiento en las tres especies es similar independientemente del origen del sistema de preengorde.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) dentro del Plan "Reutilización de las aguas de los vertidos en los establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en la zona terrestre".



Playa da Aduana - Corón (Vilanova de Arousa)

XII FORO DOS RECURSOS MARIÑOS E DA ACUICULTURA DAS RÍAS GALEGAS, 2009

EFFECTS OF FISH MANURE VERMICOMPOST ON A SOIL AFFECTED BY WILDFIRE

Marcet P.^{1*}, Guerra A.², González S.¹, Otero M.², Eiroa J.¹

¹Área de Edafología. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad de Vigo. Campus A Xunqueira s/n, Pontevedra, España. *marcet@uvigo.es.

²Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA).

1 INTRODUCTION

Sustainable growth of aquaculture industry requires profitability, economic development, and waste management. Aquaculture waste consists primarily of soluble metabolic products as well as solids present in the form of faeces and uneaten feed.

Vermicomposting is essentially organic composting through earthworms and an ecobiotechnological process that transforms energy rich and complex organic substances into a stabilized vermicomposts (Bentize et al. 2000). The use of earthworm in sludge management has been termed as 'vermistabilization'. Vermistabilization represents a technology that is environmentally sound and relatively new technology that can be classified as an innovative and alternative technology (Surindra, 2009, Singh et al. 2010). Vermicompost made from fish manure or sludge from biofilter could provide an effective source of nutrient-rich organic matter. Instead of creating a disposal problem, composting these organic materials with a suitable carbon source creates a useful and potentially marketable product. It is commonly reported that composted organic residues release lower plant-available N and P than untreated biomasses due to higher organic matter stabilization and N losses during composting (e.g. Zucconi and de Bertoldi 1987; Golucke 1989; Eghball et al. 1997; Kithome et al. 1999). Considerable information is available about composting of biosolids, animal manures, and municipal solid wastes, but it is limited in the case of highly decomposable materials such as fish wastes (FW) (Jellum et al. 1995). Our main objectives were to: (1) assess the agronomic value of vermicomposted fish manure, and (2) determine whether aerobic incubations provide an adequate index of nutrient availability to estimate agronomically and environmentally acceptable rates of vermicompost application.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Material

Burn soil was sampling from Pontevedra (Spain), a site which was completely burned by a wildfire in August 2006. Burn soil sample was collected from the top 30 cm. Fish manure sampling was carried from commercial turbot farm in O Grove (Pontevedra). Composting experiments are conducted at Pontearreas (Pontevedra) during 2008-2009.

Composting requires bulking agents in order to facilitate aeration and provide carbon sources for microorganisms. Selected waste mixtures – pine sawdust + fish manure (C1, compost 1), pine sawdust + fruit waste + fish manure

(C2, compost 2) were composted during four months. At the end of this process *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida*, were added to C1 and C2 and the aerobic treated compost were vermicomposted for two month.

2.2 Methods

Laboratory incubations

Soil samples were collected under field-moist conditions, sieved to 2 mm, and thoroughly mixed with the vermicompost, which were previously ground to pass a 2-mm sieve. Vermicomposted fish manure were applied at a rate of 90 and 120 Mg.ha⁻¹. Samples of the mixtures were placed in 3kg plastic pots and incubated aerobically at 25°C, 20% soil moisture (equivalent to the water content at 0.01 MPa) for 90 days. At each sampling date (0, 15, 30, 45, 60, 90 days), three replicates of control and amended soils were randomly selected for organic matter, inorganic N and P analysis. The net N mineralized was calculated according to Sims (1990):

$$N_m = (N_a)_t - (N_a)_{t=0}; N_a = (N)_{SL} - (N)_{C}; N_f = N-NH_4^+ + N-NO_2^- + N-NO_3^-$$

N_m=mineral nitrogen; N_a= contributed nitrogen; N_f= inorganic nitrogen; SL= soil + vermicompost; C= control

Chemical analyses

Total organic carbon and nitrogen were determined by elemental analysis (Leco CN-2000). The NH_4^+ , NO_3^- and PO_4^{3-} were extracted using acidified calcium chloride solution (0.1 M), according to the method developed by Houba et al. (2000), and analyzing with a segmented-flow auto analyzer (Bran Luebbe-AA3). Statistical analyses were carried on the software SPSS.

3 RESULTS AND DISCUSSION

In the laboratory incubation assay with similar rates of vermicompost, values of Nm were $>100 \text{ mg.kg}^{-1}$ in the case of C1 vermicompost (pine sawdust + fish manure). For C2 vermicompost (pine sawdust + fruit waste + fish manure) with 120 Mg.ha^{-1} rate, the Nm values were very low ($<45 \text{ mg.kg}^{-1}$), and low ($<53 \text{ mg.kg}^{-1}$) with 90 Mg.ha^{-1} rate (Figure 1), probably this low values were due to the fruit waste is a source of C that immobilise N.

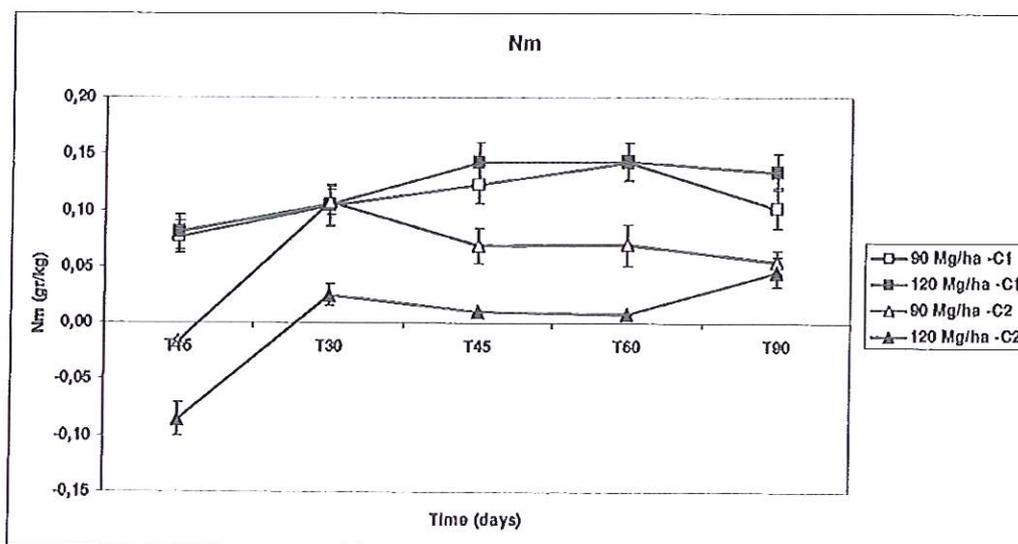


FIGURE1 Net mineralized N (g.kg^{-1}), (C1-vermicompost 1- pine sawdust + fish manure; C2-vermicompost 2- pine sawdust + fruit waste + fish manure).

NH_4^+ -N was the predominant form of inorganic N at the incubation start (T0). Nitrification increased gradually and at the end of the incubation (T90), NO_3^- -N represented the predominant form. Samples with 90 and 120 Mg.ha^{-1} rate of C2 vermicompost showed a slight N immobilization during the incubation period (Figure 2).

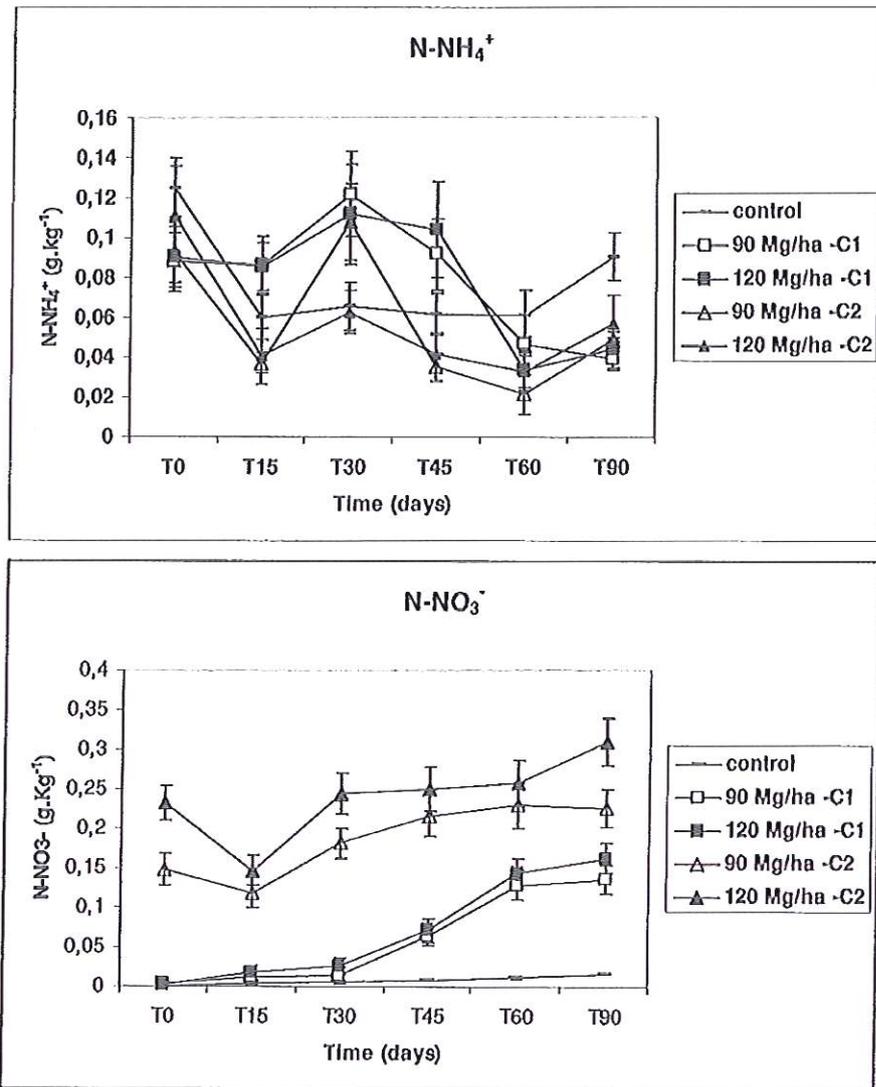


FIGURE2 N-NH₄⁺ and N-NO₃⁻ content variation. (C1-vermicompost 1- pine sawdust + fish manure; C2-vermicompost 2- pine sawdust + fruit waste + fish manure).

P added with the vermicompost was retained in the soil; the retention was high in the C1 treatment, coincided with a higher N min, probably indicating an increase in P consumption by the microorganisms (Figure 3).

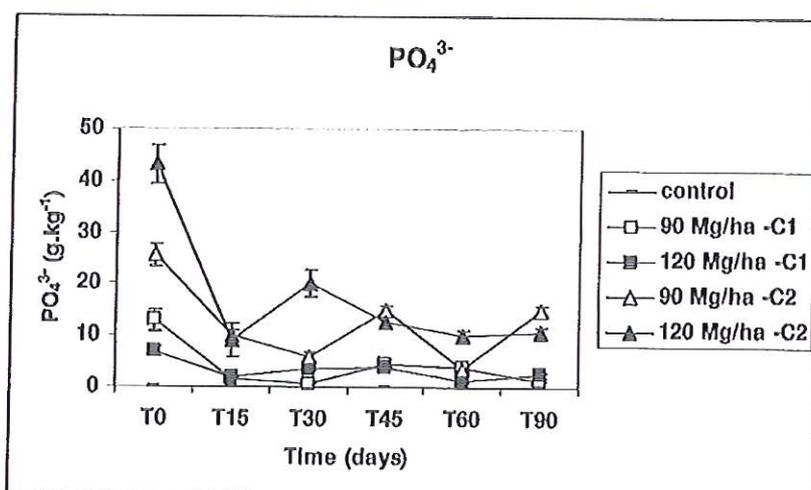


FIGURE3 Bioavailable P content variation, (C1-vermicompost 1- pine sawdust + fish manure; C2- vermicompost 2- pine sawdust + fruit waste + fish manure).

4 CONCLUSIONS

Fish manure vermicompost application increase the organic matter content and inorganic-N of burn soils. Rates of N mineralization depended on bulking agents. Net mineralized N was about twice as high with C1 as with C2 vermicompost, at similar rates of application. Bioavailable P content was higher than control in all case. The results suggest that fish manure vermicompost have a potential use as fertilizers in soils, which could reduce the direct risks of water pollution from the fish farming industry.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by National Advisory Board for Marine Farming (JACUMAR). National Plan (2007-2010).

REFERENCES

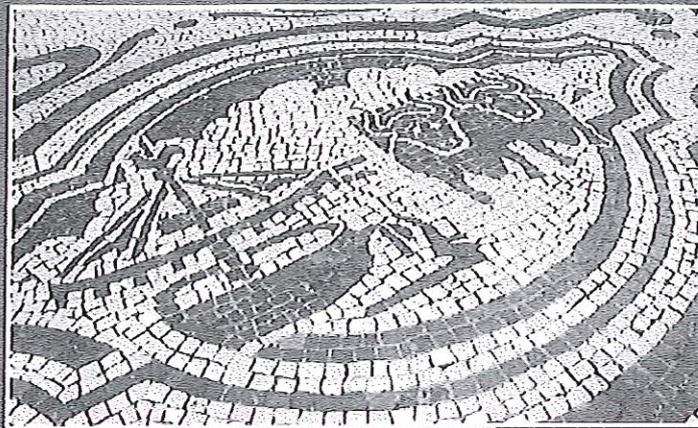
- Bentize E, Nogales R, Masciandro G, Ceccanthy B 2000. Isolation by isoelectric focusing of humic urease complex from earthworm *Eisenia foetida* processed sewage sludge. *Biol. Fert. Soil.* 31: 489-493.
- Eghball B, Power J, Gilley J, Doran J 1997. Nutrient, carbon, and mass loss of beef cattle feedlot manure during composting. *J. Environ. Qual.* ;26:189-193
- Goluek G, Dfáz L 1989. Biological treatment for hazardous wastes. *BioCycle: journal of waste recycling*; 30(12):58-63.
- Houba V, Temminghoff B, Gaikhorst, G., Van Vark W 2000. Soil analysis procedures using 0,01M calcium chloride as extraction reagent. *Soil Sci. Anal.* 31(9/10): 1299-1396
- Jellum E, Kuo S, Sainju U 1995. Mineralization and plant availability of nitrogen in sea food waste composts in soil. *Soil Sci.* 160: 125-135.
- Kithome M, Bomke A 1999. Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments. *J. Environ. Qual.* 28:194-201.
- Sims J. 1990. Nitrogen Mineralization and Elemental Availability in Soils Amended with Cocomposted Sewage Sludge. *J Environ Qual.* 1990; 19: 669-675
- Singh J, Kaur A, Rup V. 2010. Role of *Eisenia fetida* in rapid recycling of nutrients from bio sludge of beverage industry. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 73: 430-435.
- Surindra S. 2009. Potential of *Allolobophora parva* (Oligochaeta) in vermicomposting. *Bioresour. Technol.*, 100: 6422-6427.
- Zucconi F, De Bertoldo M 1987. Specifications for solid waste compost. *Biocycle*: May-June, 56-61.



FAO European Cooperative
Research Network
on the Recycling of Agricultural,
Municipal and Industrial
Residues in Agriculture



**TREATMENT AND USE OF ORGANIC
RESIDUES IN AGRICULTURE:
CHALLENGES AND OPPORTUNITIES
TOWARDS SUSTAINABLE MANAGEMENT**



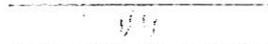
Proceedings of the 14th Ramiran International Conference,
of the FAO ESCORENA Network on the Recycling of Agricultural,
Municipal and Industrial Residues in Agriculture.

RAMIRAN 2010

Lisboa, Portugal, 12-15 September 2010

Edited by: Cláudia S. C. Marques dos Santos Cordovil and Luís Ferreira

 ISA Press


Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa

The publication of the 14th Ramiran book in electronic edition avoided the cutting of 31 trees. This process represents a reduction on CO2 emission of 1.291 tons, 50598 L on the consumption of water, 2059 KWh of energy and 0.26 barrels of oil. By avoiding the transportation of the books by plane, the 14th Ramiran contributed to the reduction of approximately 380 kg of CO2, thus reducing the world carbon footprint. We are proud to contribute to a cleaner environment.

Network Coordinators

Tom Misselbrook - North Wyke Research, Devon, UK
Harald Menzi - Swiss Coll. Agric., Zollikofen, Switzerland

Scientific Commission

Ailton Kunz - Embrapa Swine and Poultry, Concórdia, Brazil
Barbara Amon - BOKU, Vienna, Austria
Björn Vinneras - SVA, Uppsala, Sweden
Cláudia M.d.S. Cordovil - UTL-ISA, Lisboa, Portugal
Colin Burton - Cemagref, Rennes, France
Elizabeth d'Almeida Duarte - UTL-ISA, Lisboa, Portugal
Fiona Nicholson - ADAS, Mansfield, UK
Giorgio Provolo, Univ. Milano, Milano, Italy
Harald Menzi - Swiss Coll. Agric., Zollikofen, Switzerland
Ina Körner - TUHH, Hamburg, Germany
Jan Venglovský - Univ. Košice, Košice, Slovak Republic
Jim Webb - AEA, Didcot, UK
Joachim Clemens - Gewilra, Bonn, Germany
José Martínez - Cemagref, Rennes, France
Ken Smith - ADAS, Wolverhampton, UK
Luís Ferreira - UTL-ISA, Lisboa, Portugal
Mallas Vanolli - ARS-USDA, Florence, USA
Paolo Balsani - University of Torino, Torino, Italy
Pierre Gerber - FAO, Rome, Italy
Pilar Bernal - CEBAS-CSIC, Murcia, Spain
Sven Sommer - Syd Dansk University and University Southern Denmark, Odense, Denmark
Thomas Kupper - Swiss Coll. Agric., Zollikofen, Switzerland
Tom Misselbrook - North Wyke Research, Devon, UK

Preface

This book contains the Proceedings of the 14th Ramiran International Conference: 'Treatment and Use of organic residues in agriculture: Challenges and opportunities towards sustainable management'.

The conference was held in Lisboa, Portugal, from 13 to 15th September 2010. It was organized by the Instituto Superior de Agronomia, of the Technical University of Lisbon.

The conference started with a plenary lecture by Filipe Duarte-Santos, with a general overview about the challenges and opportunities arising from the organic residues issues. This plenary lecture focused the conference subject. This conference had 64 oral presentations and, for the first time, two parallel sessions were held during a Ramiran Conference. During the conference a meeting of the task groups, formed by regular members of the Ramiran network, was held to discuss and present the results obtained during the last two years of activity. The conference ended with a round table discussion with the session chairs summarizing the main issues, achievements and conclusions of the event.

More than 200 posters were displayed in large poster sessions, to allow the participants to exchange ideas and information. It is worth highlighting the strong participation of students, ensuring that research continues to thrive within Ramiran. For the first time in the history of Ramiran conferences, there was a global participation of scientists and technicians, from more than 40 different countries. This is a clear sign of the importance of these conferences and highlights the leading position of Ramiran in the field of organic residues management. The doors are open to the growth of the network.

This book contains information on the latest technologies and techniques applicable to a sustainable management of organic residues in agriculture. The oral sessions were organized in large themes which included all the 14 subjects proposed for this meeting of Ramiran. The 14th Ramiran conference aimed to cover all the subjects related and influencing the problem of the organic residues. This started with the management of livestock diets, water and production technologies which determine the quality and amounts of residues produced. The different technologies and treatments used to transform organic residues in order to allow their use as soil amendments in agriculture, but also as sources of bioenergy, were widely discussed during the sessions. The application of organic residues to agricultural and degraded soils, as well as the associated losses and the observation of sanitary aspects related to the practice were also widely discussed themes. Finally, new discussions about the global management of organic residues as well as the economic and legislative aspects of this practice were introduced as subjects to close the cycle of knowledge. Across all of these topics, there will be peculiarities to individual countries, depending on climates and soil conditions etc., so a session where the main aspects which have to be taken into consideration in non-European countries was held with presentations by representatives of the other continents.

The designations employed and the statements in this publication, do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of the frontiers and boundaries.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior permission of the FAO and the ISA Press. If quotations are made of this publication, they must be acknowledged.

© FAO and ISA, UTL 2010

I.S.B.N.: 978-972-8669-47-8

Edited by:
Cláudia S.C. Marques dos Santos Cordovil
Luís Ferreira

Design and composition:
Gonçalo Cordovil
Cláudia S.C. Marques dos Santos Cordovil
Rute Fernandes
Photo of "Portuguese Pavement", Av. Aliados, Porto (2005),
courtesy of Ernesto Matos

COMPOSTING AND VERMICOMPOSTING OF SETTLEABLE SOLID FISH WASTE (MANURE) FROM COMMERCIAL TURBOT FARM

Marcet P.^{1*}, Guerra A.², González S.¹, Otero M.², Eiroa J.¹

¹Área de Edafología. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad de Vigo. Campus A Xunqueira s/n, Pontevedra, España. *marcet@uvigo.es. ²Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA).

1 INTRODUCTION

In Spain, the region of Galicia is the number one producer in turbot production because of its quality and quantity. It produces practically 95 per cent of the almost 8,000 tonnes that comprise the total national production. Galician producers contribute 85 per cent of the European production.

Fish farms produce large quantities of organic waste. This material can accumulate on the pool, as well as be suspended in the water column. Its composition is determined according to several parameters, such as the non-consumed scraps of feeding stuffs and excrements, or other organic droppings from fish. Waste management strategy must consider several issues, including requirements for the storage and disposal of wastes in an environmentally safe manner.

It is well known that the fish wastes have been used as organic fertilizer and nutrients for both agricultural purposes and for rehabilitation of degraded areas (Alfaro et al 2004, Mazzarino et al 1998). Fish sludge contains macro and micro nutrients, especially high levels of nitrogen and phosphorus. Sewage sludge mixed with different organic waste materials is now usual in composting experiments (Li et al., 2001; Mupondi et al., 2006, Roca-Pérez et al 2009). Composting is a generally accepted as a beneficial method of stabilizing the organic matter contained in these wastes. The composting process kills the pathogens due to the heat generated during the thermophilic phase; the organic compositions in waste will be converted into stabilized humic substances through mineralization and humification with a significant reduction in volume. An odourless innocuous and stable organic amendment can be obtained by composting, and its use for improving soil structure and soil organic matter has been reported worldwide (Laos et al.2002).

Vermicomposting is essentially organic composting through earthworms and an ecobiotechnological process that transforms energy rich and complex organic substances into a stabilized vermicomposts (Bentize et al. 2000). The use of earthworm in sludge management has been termed as 'vermistabilization'. Vermistabilization represents a technology that is environmentally sound and relatively new technology that can be classified as an innovative and alternative technology (Surindra, 2009, Singh et al. 2010)

The aim of this work was to evaluate the feasibility of composting and vermicomposting solid fish waste (sludge) from commercial turbot farm with pine sawdust, wood shavings, algae and poultry litter as bulking agents.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Materials

Sludge sampling was carried from commercial turbot farm located in O Grove, Ria of Arousa (Insuiña S.L.), which is the oldest one that produces this specie in Galicia. It generates 150t per year and a effluent volume between 1,000 and 1,500 m³/h, of which around 60 m³/h are prefiltered (with a rotary filter <200 microns). Sampling was carried out with the sludge which was sown in the pool and others were collected from the rotary filter. Six samples of sludge were taken during 2008-2009. The samples were stored in plastic containers and refrigerated until they reached the laboratory (<4°C) Sludge was analyzer for pH, OM, macronutrients, micronutrients, heavy metals, pathogens, and electrical conductivity.

Outside composting experiments were conducted at Ponteareas (Pontevedra) during 2008-2009. The local climate is humid oceanic type, mean annual maximum temperature is 19,7°C and minimum 9,1°C, precipitation concentrated mainly in winter, with dry summers. Two different processes were employed composting and vermicomposting. The turning pile system was used for the composting process, using piles of 1m³ and were placed

in an open site to facilitate turnings. Temperatures were measured twice a day, at 0.50 m depth with a compost thermometer. The plastic box systems (30L) were used for vermicomposting. The boxes were placed in an open site.

Composting requires bulking agents in order to facilitate aeration and provide carbon sources for microorganisms. Pine sawdust, wood shavings, algae and poultry manure were used as bulking.

Selected waste mixtures – pine sawdust + sludge (3:1) (C1, compost 1), pine sawdust + fruit waste + sludge (1:2:1) (C2, compost 2), poultry litter+ sludge (1:3) (C3, compost 3), and wood shaving + sea algae + sludge (2.5: 1.5: 1)(C4, compost 4)- were composted during four months. The temperature variations during this process followed the typical three-phase pattern.

At the end of this process, worms of type, *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida*, were added to C1 and C2 to initiate vermicomposting during a further two months (VC1 and VC2)

Compost and vermicompost samples was passed through a 2mm sieve and analyzed in triplicate for: pH, electrical conductivity (EC), ammonium (NH_4^+), nitrate (NO_3^-), phosphate (PO_4^{3-}), total organic carbon (TOC), total N (TN).

2.2 Methods

Compost pH and EC was measured in water extract, TOC and TN by elemental analysis (Leco CN-2000), heavy metal total content by acid digestion and analyzing with ICP-OES (Perkin Elmer Optima 4300 DV) for Cd, Cr, Ni, Pb y Zn and with AAS-CV (Varian SpectrAA-250 Plus) for Hg. The NH_4^+ , NO_3^- and PO_4^{3-} were extracted using acidified calcium chloride solution (0.1 M), according to the method developed by Houba et al. (2000), and analyzing with a segmented-flow auto analyzer (Bran Luebbe-AA3). *Echerichia Coli* was determined by membrane filtration (PNT/001) and immunoenzimático test (PNT/007) for determined *Salmonella sp.* Statistical analyses were carried on the software SPSS.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Sludge from turbot farm was analyzer for pH, OM, macronutrients, micronutrients, heavy metals, pathogens, and electrical conductivity. Characteristics of fish manure are given en Table 1.

TABLE 1 Characteristics of fish manure (dry weight basin).

Parameters		Heavy metals (mg.kg^{-1})		Limit (mg.kg^{-1})
water content (%)	85.7 \pm 0.7	Hg	0.093 \pm 0.01	16
pH (H ₂ O)	7.56 \pm 0.04	Cd	1.21 \pm 0.1	20
% C	16.94 \pm 0.5	Cr	53.26 \pm 10	1000
% TN	2.59 \pm 0.08	Ni	29.67 \pm 0.6	300
% TOM	33.8 \pm 1	Pb	34.95 \pm 0.8	750
C/N	6.38 \pm 1	Zn	718.8 \pm 43,3	2500
PO_4^{3-} (mg.kg^{-1})	550.0 \pm 27,4	Cu	68.67 \pm 3,24	1000
NH_4^+ (mg.kg^{-1})	5.28 \pm 0.7			
NO_3^- (mg.kg^{-1})	2.51 \pm 0.3			
EC (ms/cm)	50.55 \pm 1.6			
% salts	3.25 \pm 0.03			
Pathogens	Salmonella	absence		
(ufc/100ml)	E. coll	absence		

Results showed a very high water content in fresh fish manure (86%), an organic matter content around 33.8 %, and a neutral pH (7.5), total N content with values around 3% of which >90% was in the organic form. Heavy metal content was much lower than the upper pollutant limits set by the European legislation. Electrical conductivity was very high (50.55 mS/cm), the salt concentration being about 3.25%. The C:N ratio was very low (6.3).

Two processes were used: composting and vermicomposting. The turning pile system was used to composting process and vertical system in plastic box for vermicomposting.

The direct vermicomposting (without previous traditional aerobic composting), was with selected waste mixtures (pine sawdust + fish manure and pine sawdust + fruit waste + fish manure). In initial trails, *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida* were added but after 24 hours, the mortality was 100% due to high salt content. Therefore, an

initial composting process was developed, with selected waste mixtures (C1, C2, C3 and C4) during four months. Then, after composting process, a vermicomposting process was conducted in C1 and C2, were inoculated with *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida* for two months (VC1, VC2).

During preliminary composting process, physical changes were observed; volume, weight, odour and water content. The thermophilic composting period lasted for approximately 20d in all cases; the time which passed with temperatures over 55°C was 48-54 h., time enough to satisfy requirements for processes to further reduce pathogens. Characteristics of vermicompost (VC1, VC2) and compost (C3, C4) are given in Table 2.

The results showed a important electrical conductivity decrease after composting and the vermicomposting process, VC1 and VC2 showed the lowest EC values (4,5 and 5,6 mS/cm), and C3 presents a slightly high value (8,06 mS/cm).

At the end of the compost and vermicompost processes, VC2 and C4 had a similar neutral pH (7.13 and 7.27). However, VC1 presents a pH value slightly lower (6.62), it could be caused by nitrogen mineralization process; VC1 had the highest NO₃⁻ content.

VC1 had C/N slightly high (34,4), however C3 and C4 showed a C/N ratio of about 13-14.

The virtual absence of ammonium nitrogen in the final compost is a good indicator of their maturity (Roca-Pérez et al 2009). In this study the NH₄⁺ content, in the final vermicompost and compost, was around 101, 186, 703 and 285 mg.kg⁻¹ in VC1, VC2, C3 and C4, respectively. These facts were consistent with other reports; thus, Zucconi and De Bertoldi (1987) established that an ammonium nitrogen value below 400 mg.kg⁻¹ indicates mature compost; this may indicate that the composting process of C3 was slower.

The concentration of NH₄⁺ was greater in the compost in comparison with fish sludge. With respect to nitrate, VC1 and C4 are the vermicompost and compost which has a higher concentration.

TABLE 2 Chemical characteristics of vermicompost (VC1 and VC2) and compost (C3 and C4) (dry weight basis). Mean (standard deviation).

	VC1	VC2	C3	C4
pH	6.62 (0.03)	7.13 (0)	8.065(0.07)	7.27(0.05)
EC (mS.cm ⁻¹)	4.78 (0.02)	5.06 (0.03)	12 (0.05)	7.04 (0.04)
N (%)	0.87(0.03)	1.54(0.06)	1.90(0.01)	1.04(0.32)
C (%)	29.9 (2.4)	37.22(0.2)	27.76 (0.25)	13.88(2.9)
OM (%)	59.8 (4.9)	74.4(0.4)	55.52 (0.5)	27.76 (5.8)
C/N	34.4 (2.6)	24.17(1.16)	14.61 (0.06)	13.58 (1.22)
NH ₄ ⁺ (mg.kg ⁻¹)	342.6(38.89)	644.24(40.65)	703.04(19.7)	244.44(2.46)
NO ₃ ⁻ (mg.kg ⁻¹)	562.13(139.95)	212.07 (2.5)	21.12(3.37)	519.81(52.22)
NO ₂ ⁻ (mg.kg ⁻¹)	n.d.	n.d.	15.17(1.64)	n.d.
PO ₄ ³⁻ (mg.kg ⁻¹)	110.42(1.23)	108.41 (3.63)	46.2(3.37)	109.98(2.74)

EC: electrical conductivity; n.d.: not detected

4 CONCLUSIONS

The substrate evaluated in this study (fish farming sludge) was adequate for composting. The produced compost had a good nutrient value, low heavy metal content, low soluble salts and high stability. The results obtained suggest that these organic residues (composting and vermicomposting) have a potential use as fertilizers in agricultural and forest soils, which could reduce the direct risks of water pollution for the fish farming industry. Sludge composting and vermicomposting is a sustainable option.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by National Advisory Board for Marine Farming (JACUMAR), National Plan (2007-2010).

REFERENCES

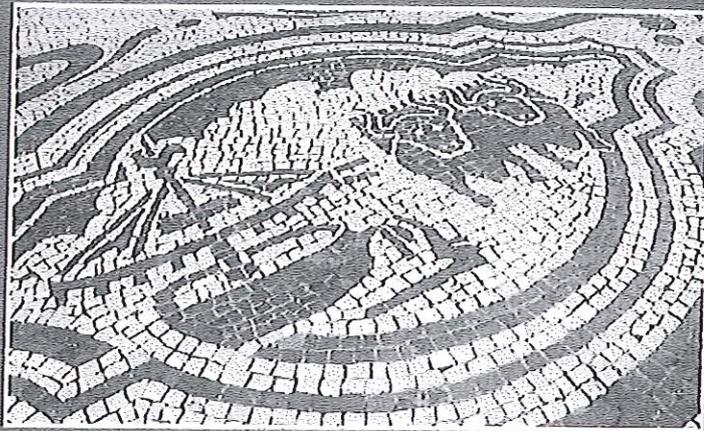
- Alfaro M, Salazar F, Valdebenito A 2004. In: Hatch, D., Chadwick, D.R., Jarvis, S., Roker, A. (Edts), Proceedings 12th Nitrogen Workshop: Controlling N flows and losses. UK 136-137.
- Bentize E, Nogales R, Masciandro G, Ceccanhi B 2000. Isolation by isoelectric focusing of humic urease complex from earthworm *Eisenia foetida* processed sewage sludge. *Biol. Fert. Soil.* 31: 489-493.
- Houba V, Temminghoff E, Gaikhorst G, Van Vark W 2000. Soil analysis procedures using 0,01M calcium chloride as extraction reagent. *Soil Sci. Anal.* 31(9/10): 1299-1396
- Laos F, Mazzarino M, Walter I, Roselli L, Satti P, Moyano S 2002. Composting of fish and biosolids in northwestern Patagonia. *Bioresource Technology* 81: 179-186.
- Li G, Zhang F, Sun Y, Wong J, Fang M 2001. Chemical evaluation of sewage sludge composting as a mature indicator for composting process. *Water Air Soil Poll.* 132: 333-345.
- Mazzarino M, Laos F, Satti P, Moyano S 1998. Agronomic and environmental aspects of utilisation of organic residues in soils of the Andean-Patagonian region. *Soil Science and Plant Nutrition* 44: 105-113.
- Mupondi L, Mkeni P, Brusch M 2006. The effects of goat manure, sewage sludge and EM on the composting of pine bark. *Compost Sci. Utilization* 14: 201 – 210
- Roca-Pérez L, Martínez C, Marcilla P, Boluda R 2009. Composting rice straw sewage sludge and compost effects on the soil-plant system. *Chemosphere* 75: 781-787.
- Singh J, Kaur A, Rup V 2010. Role of *Eisenia fetida* in rapid recycling of nutrients from bio sludge of beverage industry. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 73: 430-435.
- Surindra S 2009. Potential of *Allolobophora parva* (Oligochaeta) in vermicomposting. *Bioresour. Technol.*, 100: 6422-6427.
- Zucconi F, De Bertoldo M 1987. Specifications for solid waste compost. *BioCycle*: May-June, 56-61.



FAO European Cooperative
Research Network
on the Recycling of Agricultural,
Municipal and Industrial
Residues in Agriculture



**TREATMENT AND USE OF ORGANIC
RESIDUES IN AGRICULTURE:
CHALLENGES AND OPPORTUNITIES
TOWARDS SUSTAINABLE MANAGEMENT**



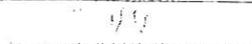
Proceedings of the 14th Ramiran International Conference,
of the FAO ESCORENA Network on the Recycling of Agricultural,
Municipal and Industrial Residues in Agriculture.

RAMIRAN 2010

Lisboa, Portugal, 12-16 September 2010

Edited by: Cláudia S. C. Marques dos Santos Cordovil and Luís Ferreira

 ISA Press


Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa

The publication of the 14th Ramiran book in electronic edition avoided the cutting of 31 trees. This process represents a reduction on CO2 emission of 1,291 tons, 50598 L on the consumption of water, 2059 kWh of energy and 0.26 barrels of oil. By avoiding the transportation of the books by plane, the 14th Ramiran contributed to the reduction of approximately 380 kg of CO2, thus reducing the world carbon footprint.

We are proud to contribute to a cleaner environment.

Network Coordinators

Tom Misselbrook - North Wyke Research, Devon, UK
Harald Menzi - Swiss Coll. Agric., Zollikofen, Switzerland

Scientific Commission

Ailton Kunz - Embrapa Swine and Poultry, Concórdia, Brazil
Barbara Amon - BOKU, Vienna, Austria
Björn Vinnerås - SVA, Uppsala, Sweden
Cláudia M.d.S. Cordovil - UTL-ISA, Lisboa, Portugal
Collin Burton - Cemagref, Rennes, France
Elizabeth d'Almeida Duarte - UTL-ISA, Lisboa, Portugal
Fiona Nicholson - ADAS, Mansfield, UK
Giorgio Provolo, Univ. Milano, Milano, Italy
Harald Menzi - Swiss Coll. Agric., Zollikofen, Switzerland
Ina Körner - TUHH, Hamburg, Germany
Jan Venglovský - Univ. Košice, Košice, Slovak Republic
Jim Webb - AEA, Didcot, UK
Joachim Clamens - Gewilra, Bonn, Germany
José Martínez - Cemagref, Rennes, France
Ken Smith - ADAS, Wolverhampton, UK
Luís Ferreira - UTL-ISA, Lisboa, Portugal
Matias Vanotti - ARS-USDA, Florence, USA
Paolo Balsari - University of Torino, Torino, Italy
Pierre Gerber - FAO, Rome, Italy
Pilar Bernal - CEBAS-CSIC, Murcia, Spain
Sven Sommer - Syd. Dansk University and University Southern Denmark, Odense, Denmark
Thomas Kupper - Swiss Coll. Agric., Zollikofen, Switzerland
Tom Misselbrook - North Wyke Research, Devon, UK

Preface

This book contains the Proceedings of the 14th Ramiran International Conference: "Treatment and Use of organic residues in agriculture: Challenges and opportunities towards sustainable management".

The conference was held in Lisboa, Portugal, from 13 to 15th September 2010. It was organized by the Instituto Superior de Agronomia, of the Technical University of Lisbon.

The conference started with a plenary lecture by Filipe Duarte-Santos, with a general overview about the challenges and opportunities arising from the organic residues issues. This plenary lecture focused the conference subject. This conference had 64 oral presentations and, for the first time, two parallel sessions were held during a Ramiran Conference. During the conference a meeting of the task groups, formed by regular members of the Ramiran network, was held to discuss and present the results obtained during the last two years of activity. The conference ended with a round table discussion with the session chairs summarizing the main issues, achievements and conclusions of the event.

More than 200 posters were displayed in large poster sessions, to allow the participants to exchange ideas and information. It is worth highlighting the strong participation of students, ensuring that research continues to thrive within Ramiran. For the first time in the history of Ramiran conferences, there was a global participation of scientists and technicians, from more than 40 different countries. This is a clear sign of the importance of these conferences and highlights the leading position of Ramiran in the field of organic residues management. The doors are open to the growth of the network.

This book contains information on the latest technologies and techniques applicable to a sustainable management of organic residues in agriculture. The oral sessions were organized in large themes which included all the 14 subjects proposed for this meeting of Ramiran. The 14th Ramiran conference aimed to cover all the subjects related and influencing the problem of the organic residues. This started with the management of livestock diets, water and production technologies which determine the quality and amounts of residues produced. The different technologies and treatments used to transform organic residues in order to allow their use as soil amendments in agriculture, but also as sources of bioenergy, were widely discussed during the sessions. The application of organic residues to agricultural and degraded soils, as well as the associated losses and the observation of sanitary aspects related to the practice were also widely discussed themes. Finally, new discussions about the global management of organic residues as well as the economic and legislative aspects of this practice were introduced as subjects to close the cycle of knowledge. Across all of these topics, there will be peculiarities to individual countries, depending on climates and soil conditions etc., so a session where the main aspects which have to be taken into consideration in non-European countries was held with presentations by representatives of the other continents.

The designations employed and the statements in this publication, do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of the frontiers and boundaries.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior permission of the FAO and the ISA Press. If quotations are made of this publication, they must be acknowledged.

© FAO and ISA, UTL 2010

I.S.B.N.: 978-972-8669-47-8

Edited by:
Cláudia S.C. Marques dos Santos Cordovil
Luís Ferreira

Design and composition:
Gonçalo Cordovil
Cláudia S.C. Marques dos Santos Cordovil
Rute Fernandes
Photo of "Portuguese Pavement", Av. Aliados, Porto (2005),
courtesy of Ernesto Matos

540 USE AND TREATMENTS OF ORGANIC MATTER OF TURBOT HATCHERIES EFFLUENTS IN GALICIA (NW SPAIN)

Guerra, A* ; Marcet, P** ; Otero, M* ; Fernández, J***. & González, S**

*Centro de Investigacións Mariñas. Consellería do Mar. Pedras de Corón s/n. Apdo. 13, Vilanova de Arousa. 36620 Pontevedra.

e-mail: guerrad@cimacoron.org

** Area de Edafología. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Campus de Pontevedra. Universidad de Vigo.

*** Insuiña SL. Ardia 172. O Grove 36980. Pontevedra.

Summary

The use of the organic matter of turbot hatcheries effluent in land is analyzed as a system for the growing out of three different species of clam seeds, which act as biofiltering and turn small organic particles (<20 microns) into biomass that the hatchery effluent sweeps along. Together with the mud that makes up the main part of the waste, its use is being studied in order to replace, in whole or in part, the inorganic fertilisation and its effects on the soil. Compost and worm compost processes were used. Worm compost was only possible after a stabilization process. Later, tests with worm compost doses of 90 and 120 Mg.ha⁻¹ were carried out with quarry soil.

Introduction

The productive process in fish farming creates great amounts of mud. Most of it remains settled in settling basins. Its composition is determined according to several parameters, such as the non-consumed scraps of feeding stuffs and excrements, or other organic droppings from fish. In Galicia, these land hatcheries produce around 7,000t of turbot, which produces a stable stock of 5,000t of fish biomass. Most hatcheries with opened-circuits pour out around 75,000m³/h, with an amount of particulate organic matter, which ranges between 2 and 3 ppm and is mainly made up of fodder scraps and fish excrements, which are protein-based.

Initiatives of integrated culture fish-bivalve mollusc, put into practice in the grow out of clam seeds obtained in hatchery, are an alternative in order to achieve the fact that seed farms can work together with fish producers. This would make possible the reduction of organic dose of effluent and its change, when they act as biofilters in clam biomass. Previous tests (Guerra *et al.*, 2007) show the suitability of clam seeds for the sowing obtained with this practice. After its analysis (Marcet *et al.*, 2009), residuary mud that comes from the turbot hatchery underwent two correlative processes: compost and worm compost. Therefore, this mud compost is a suitable option against its disposal, and it won't be an economic and health problem anymore if we give them a role and a destination.

Materials & methods

Tests are carried out in a turbot farm located in O Grove, Ria of Arousa (Insuiña S.L.), which is the oldest one that produces this specie in Galicia. It generates 150t per year and a effluent volume between 1,000 and 1,500 m³/h, of which around 60 m³/h are prefiltered (with a rotary filter <200 microns) and diverted to longitudinal pools (7x1x0,5m) adapted for this purpose. In these pools, clam seeds are kept with an inverted flow system in containers of 0.3m diameter.

Seed grow-out tests were carried out with seeds obtained in hatchery. The starting size range between 2 and 4 mm of the following species: grooved carpet shell clam (*Ruditapes decussates*), pullet carpet shell clam (*Venerupis pullastra*) and short necked clam (*Tapes phillipinarum*).

Compost tests were carried out with the organic matter of the mud, which was sown in the pool and others were collected from the rotary filter. After being set apart, mud underwent two correlative processes: compost and worm compost. Owing to the fact that this mud is liquid matter, it was necessary to resort to the use of a solid matter, in this case, pine sawdust. The effect of two dose of worm composty mud was evaluated on a degraded soil by means of an incubation in lab during 90 days at 25°C.

*Continued on next page*541

Results and Discusión

I) Fine particles of organic matter for the growout of clam seeds.

Several densities were tested, defining the standard density in 6.6kg/m². The growing of these three species in winter was different (temperature between 7 and 15°C). The best was the pullet carpet shell clam, but all of them grow, though grooved carpet shell clam and short necked clam grow from 13-15°C. Recapture rates range between 60 and 70 per cent in pullet carpet shell clam and short necked clam, and 40-50 per cent in grooved carpet shell clam. Growout period ranges between 60 and 90 days in spring and the beginning of summer, and 120-150 the rest of the year.

II) Thick particles. Mud for compost and farming uses.

According to the previous mud analysis, the necessary proportion in order to regulate C/N elements and the mixture humidity, which was 3:1 (sawdust-mud). The worm compost was only possible after a previous process of compost during four months, in which the electrical conductivity was reduced. Then, it was inoculated with *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida* during two months. The final result is a worm compost, with which is possible to correct the high electrical conductivity of fresh mud. C/N elements also increase, and the waste humidity is reduced, which makes easier its application on the soil.

Results obtained from the incubation of soil with different doses of worm compost reveal an increase of the N-NO₃⁻ concentration throughout 90 days that the process lasted, as well as N-NH₄⁺. Mineralisation rate is very low with those two doses of worm compost, therefore this could be translated as a slow down intake of N forms assimilated on the floor, so it should minimize the lost of N by leaching.

Results suggest that the application of worm compost mud in fish farms is an important intake of organic matter to the soil, as well as phosphorus. The amount of N-NO₃⁻ and N-NH₄⁺ is low because the mineralisation rate is also low, which is caused mainly by the high C/N elements.

References

- Guerra, A.; Novoa, S.; Besada, M.; Búa, I.; Lastres, M.; Fernandez, J., Asela, R. 2007. Crecimiento y composición bioquímica de semilla de almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*), obtenida en criadero y cultivada en diferentes sistemas de Preengorde y en parque de cultivo. XI Congreso Nac. Acuicult. T.I: 467-470.
- Marcet, P.; Gonzalez, S.; Otero, M. Fernandez, J. & Guerra, A. 2009. Valorización de residuos de efluentes de piscifactoría. XI Foro Ac. Rec. Mar. Rías Gal. 11: 609-614.

Acknowledgements

This project has been financed by JACUMAR (Adviser National Committee of Marine Cultures) through the National Plan (2007-2010): "Reuse of wastewater of marine and auxiliary culture establishments located in terrestrial area

USE AND TREATMENTS OF ORGANIC MATTER OF TURBOT HATCHERIES EFFLUENTS IN GALICIA (NW SPAIN)

Guerra, A^{*}; Marce, P^{**}; Otero, M^{**}; Fernández, J^{***}; & González, S^{**}

^{*}Centro de Investigacións Marítimas, Pedras de Corón s/n. Apdo. 13, Vilanova de Arousa, 36620 Pontevedra. e-mail: geurra@cimacoron.org

^{**}Area de Edafología, Escuela de Ingeniería Técnica Forestal, Campus de Pontevedra, Universidad de Vigo.

^{***}Insua S.L Arda, 172, 36980 O Grove, Pontevedra.

Introduction

Initiatives of integrated culture fish-bivalve mollusc, put into practice in the grow out of clam seeds obtained in hatchery, are an alternative in order to achieve the fact that seed farms can work together with fish producers. This would make possible the reduction of organic dose of effluent and its charge, when they act as brooders in clam biomass. Previous tests show the suitability of clam seeds for the sowing obtained with this practice. Residuary mud that comes from the turbot hatchery underwent two correlative processes: compost and worm compost. Therefore, this mud compost is a suitable option against its disposal, and it won't be an economic and health problem anymore if we give them a role and a destination.

Materials and methods

A) Tests were carried out in a turbot farm located in O Grove, Ria of Arousa (Insua S.L), which is the oldest one that produces this specie in Galicia. It generates 150t per year and a effluent volume between 1,000 and 1,500 m³/h, of which around 60 m³/h are prefilter (with a rotary filter <200 microns) and diverted to longitudinal pools (7x1x0.5m).

Seed grow-out test were carried out with seeds obtained in hatchery. The starting size range between 2 and 4 mm of the following species: flat oyster (*Ostrea edulis*), japanese oyster (*Crassostrea gigas*), pullet carpet shell (*Venerupis pullastra*) and manila clam (*Ruditapes philippinarum*).

B) The phytotoxic effects of compost were determined using germination bioassay with *Lolium perenne*, in which were introduced 10 gr of C1, C2, C3, C4 and C5 (commercial vermicompost) in Petri plates and fifteen seeds of *Lolium perenne* were placed on filter paper on each plate (five replicates).

Selected waste residues - pine sawdust sludge (3:1) (C1, compost 1), pine sawdust fruit waste sludge (1:2:1) (C2, compost 2), poultry litter sludge (1:3) (C3, compost 3), and wood shaving sea algae sludge (2.5: 1.5: 1) (C4, compost 4) - were composted during four months. At the end of this process, worms of type, *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida*, were added to C1 and C2 to initiate vermicomposting during a further two months (VC1 and VC2). Compost and vermicompost samples was passed through a 2mm sieve and analyzed.

Results

A) Fine particles of organic matter for the growout of clams and oysters seeds.

Table 1. The growth of juvenile oysters and clams on different nurseries systems.

Bivalve mollusc species	INITIAL		FINAL (54 days nursery cycle)					
			TREATMENT (nurseries)					
			Turbot hatchery effluent		Outdoor nursery (outdoor microalgal cultures)		Exterior (floating structures)	
Length (mm)	Weight (mg)	Length (mm)	Weight (g)	Length (mm)	Weight (g)	Length (mm)	Weight (g)	
<i>Crassostrea gigas</i>	5.2 ± 0.7	25.6 ± 9.3	6.7 ± 2.0	77.1 ± 60.8	8.5 ± 2.4	208.9 ± 142.7	14.5 ± 2.570	757.6 ± 371.8
<i>Ostrea edulis</i>	5.2 ± 0.8	30.7 ± 13.7	5.5 ± 1.5	28.0 ± 15.2	8.1 ± 2.2	127.4 ± 91.4	11.5 ± 3.0	196.3 ± 123.2
<i>Tapes philippinarum</i>	6.6 ± 0.6	46.7 ± 15.7	9.8 ± 1.3	235.0 ± 78.5	12.2 ± 2.0	450.7 ± 208.6	13.1 ± 1.8	494.7 ± 183.8
<i>Venerupis pullastra</i>	5.2 ± 0.5	15.9 ± 5.0	9.4 ± 0.8	153.3 ± 38.6	9.9 ± 0.9	187.6 ± 51.5	13.6 ± 1.6	450.8 ± 163.2

B) Thick particles: Mud for compost and farming uses.

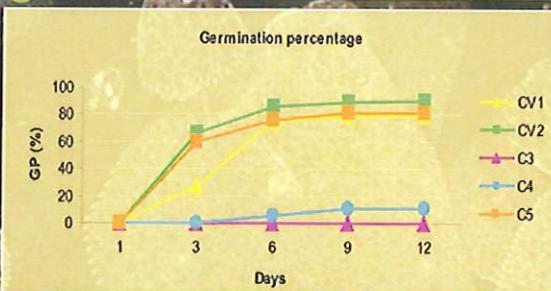


Figure 2. *Lolium perenne*, germination percentage in compost (C) and vermicompost (CV).



Figure 1. Seed trays in turbot hatchery effluent



Fotografía cedida por Economía Galicia S.A.S. - Xubín Sainz Etxea

Acknowledgements

- This project has been financed by JACUMAR (Adviser National Committee of Marine Cultures) through the National Plan (2007-2010);
- Reuse of wastewater of marine and auxiliary culture establishments located in terrestrial area.

aquaculture
europe 10



October 5-8, 2010
Porto, Portugal



© 2010, European Aquaculture Society

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photo print, microfilm, or any other means without permission from European Aquaculture Society

TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE GRANJAS DE RODABALLO (*Pesetta maxima*). EN GALICIA (ESPAÑA).

Guerra, A* ; Marcet, P**; Otero, M*; Fernández, J***. y González, S**

*Centro de Investigacións Mariñas, Consellería do Mar. Pedras de Corón s/n. Apdo. 13, Vilanova de Arousa. 36620 Pontevedra.

e-mail: guerrad@cimacoron.org

** Area de Edafología. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Campus de Pontevedra. Universidad de Vigo.

*** Insuiña SL. Ardiá 172. O Grove 36980. Pontevedra.

Resumen:

Se analiza la utilización de la materia orgánica de los efluentes de piscifactoría en tierra de cultivo de rodaballo, de una parte a través del preengorde de semilla de tres especies de moluscos bivalvos comerciales, que filtran las partículas más finas (< 20micras) que arrastra el efluente, y también, de los lodos que constituyen el residuo grueso se evalúa su utilidad y valorización mediante procesos de compostaje y vermicompostaje.

Introducción

El proceso productivo en las explotaciones piscícolas, se generan considerables cantidades de lodos que quedan en gran parte depositados en las balsas de decantación, y cuya composición viene determinada por varios parámetros como los restos no consumidos de piensos y por las deyecciones y otros restos orgánicos procedentes de los peces. En Galicia (N.O. de España), en estas granjas en tierra se producen unas 7000TM de rodaballo, que suponen un stock estable de unos 5.000 TM de biomasa de peces. La mayor parte de las granjas, con sistemas de circuitos abiertos, vierten al exterior un caudal estimado de 75.000m³/h con un aporte aproximado de 150 TM/h de materia orgánica particulada, constituida principalmente por restos de pienso y heces de los peces cuya base principal son las proteínas.

La iniciativa de integrar cultivo de peces y cultivo de bivalvos, se una alternativa en orden a obtener biomasa de moluscos a partir de los efluentes de estas granjas de peces, al tiempo que se disminuye, mediante la filtración de las partículas más finas, el impacto causado por la emisión de materia orgánica al medio marino. Ensayos previos (Guerra *et al.*, 2007) señalan la posibilidad del Preengorde de semilla de almeja con estas prácticas. Por otra parte, con relación a los residuos gruesos del efluente, el compostado de estos lodos se convierte en la mejor opción frente a la eliminación de los mismos; de este modo los lodos dejarían de ser un problema económico y sanitario cuando se les atribuye un valor y un destino. En trabajos en este sentido (Marcet *et al.*, 2009), evalúan las posibilidades de utilización de estos lodos mediante dos procesos correlativos de tratamiento: compost y vermicompost.

En este trabajo se analizan ambas vías de tratamiento del material orgánico que arrastran los efluentes: de partículas finas por filtración de semilla de moluscos y de tratamiento del residuo grueso para utilización en actividades forestales.

Materials y métodos

A) Particulado fino: ensayos de preengorde de semilla de moluscos .

Las experiencias se realizaron simultáneamente en tres sistemas de preengorde (Figura 1) , siguiendo métodos similares: en efluente de piscifactoría (piscifactoría de Insuiña, SL), en semillero con aporte de fitoplancton de “bloom” exterior (semillero asociado al criadero de REMAGRO, SA) y pantalán en recinto marino ubicado en área portuaria en Camariñas (Costa da Morte, Galicia).

La piscifactoría de Insuiña, es la más antigua en la producción de esta especie, tiene una producción aproximada es de 150 TM/año precisando para ello entre 1000 and 1500 m³/h que se vierten al efluente. De estos, alrededor de 60 m³/h son prefiltrados (con filtro rotativo <200 micras) y derivados a piscinas longitudinales (7x1x0,5m) adaptadas para el preengorde de semilla de moluscos en sistema de flujo invertido, en contenedores de 0.3m de diámetro.

La semilla, que procede de criadero (REMAGRO SA), es de tres especies comerciales: ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*). Las tallas iniciales se indican en la Tabla I. Las experiencias se realizan en paralelo y de forma simultánea en un semillero tradicional suplementado con fitoplancton de bloom natural y en un semillero ubicado en recinto portuario. La experiencia se desarrolló durante dos meses hasta que la semilla alcanza la talla adecuada para su cultivo normalizado, en batea (ostra) o en sustrato en parque de cultivo (almejas).

Las tasas de crecimiento, en longitud (L) y peso (W), se calculan mediante la formula $G_{30(L,W)} = 30/días \times \ln Lf/\ln Li$. Al final del proceso de preengorde de la semilla se realizan análisis para determinar el nivel y tipo de microbiota asociada al tipo de cultivo. Se utilizan pruebas estándar de bacteriología en tubo y placa. Como método de

identificación complementario se llevó a cabo la secuenciación del gen 16S rRNA de los aislados, utilizando cebadores universales para el mencionado gen.



Fig 1 Sistemas de preengorde de semilla. De izda a dercha, en efluente de piscifactoría (Insuiña SL), en semillero con aporte de fitoplacton (REMAGRO SA) y en pantalán en recinto portuario (Camariñas, A Coruña).

B) Lodos con residuos gruesos

El lodo utilizado es un material líquido, se hizo necesario recurrir al uso de un estructurante sólido. Los residuos gruesos compactados, procedentes de los lodos del efluente, se analizan y se realizan pruebas de compostaje, en la empresa ECOCELTA, con dos tipos de materia complementaria compactante: con serrín de pino, y de lodos con restos de fruta, serrín y estiércol de granja de pollo. Se estudia la evolución de las propiedades químicas del suelo en función de los distintos tratamientos y dosis de compost. También se evalúa la tasa de mineralización del nitrógeno con los diferentes tratamientos.

Resultados y discussion.

A) De preengorde de semilla de moluscos bivalvos.

Se ensayan diferentes densidades de semilla, determinando la de 6kg de semilla/m² para el inicio de las pruebas de preengorde. El crecimiento de las tres especies en invierno (con temperaturas entre 7 y 13°C) disminuye, en menor medida de la almeja babosa con crecimiento apreciable a partir de 13-15°C. Al final del período de semillero las tasas de recaptura varían entre el 50% en el sistema de efluente y 70% en el de recinto portuario. Los períodos de preengorde varían entre 60 y 90 días en primavera e inicio de verano, y 120 a 150 días el resto del año.

El preengorde de moluscos en efluente de piscifactoría es una alternativa válida por los bajos costes operativos al tiempo que disminuye el aporte de materia orgánica al medio marino. Es una buena opción para la almeja babosa y japonesa, aunque deben coordinarse y corregirse aspectos derivados de los descensos de acidez en el efluente (que provocan descalcificaciones en las valvas), en períodos de fuertes lluvias o elevada biomasa de peces en determinadas épocas del año.

En la Tabla I se recogen los resultados del preengorde en los tres sistemas.

Especie	INICIO		FINAL								
	L (mm)	P(mg)	TRATAMIENTO								
			efluente piscifactoria			semillero con aporte fitoplancton			semillero exterior en recinto portuario		
		Lf(mm)	G _{30L}	G _{30W}	Lf(mm)	G _{30L}	G _{30W}	Lf(mm)	G _{30L}	G _{30W}	
Ostra japonesa	5,2 ± 0,8	25,6 ± 9,4	6,7 ± 2,0	0,14	0,61	8,5 ± 2,5	0,27	1,17	14,6 ± 2,9	0,57	1,88
Almeja japonesa	6,6 ± 0,7	46,7 ± 15,7	9,8 ± 1,4	0,22	0,90	12,2 ± 2,1	0,34	1,26	13,1 ± 1,8	0,38	1,31
Almeja babosa	5,2 ± 0,6	15,96 ± 5,04	9,4 ± 0,9	0,33	1,26	9,0 ± 0,9	0,36	1,37	13,6 ± 1,7	0,53	1,86

Los resultados de los análisis bacteriológicos indican la presencia en las semilla preengordada en efluente, de microbiota asociada a los cultivos de peces (*Vibrio splendidus*, *V. gigantis*, *V. ponticus*, *V. agarivorans*...), apareciendo también alguna especie con potencial patogénico para peces y moluscos (*V. harvey*, *V. corallilyticus*, *V. tubiashi*, entre otros).

B) Particulado grueso

El vermicompostaje directo del lodo mezclado con los estructurantes resultó letal para las lombrices debido a la elevada salinidad. Por ello se sometieron las mezclas a un previo proceso de compostaje. Una vez obtenido el compost, este fue inoculado con lombrices. Al cabo de 24 horas se realizó una revisión de supervivencia. Al cabo de dos meses todo el compost, fue digerido por las lombrices inoculadas y por lo tanto excretado en forma de vermicompost o humus de lombriz. Con el vermicompostado se consigue corregir notablemente la elevada conductividad eléctrica del lodo fresco, también se eleva la relación C/N y se reduce la humedad del residuo, lo que facilita su aplicación en el suelo

Marcet *et al.*, 2010a, analizan las características de los lodos y de estos mezclados con diferentes estructurantes, concluyen que el material evaluado es adecuado para compostaje, los resultados indican que la adición de los lodos de granjas de rodaballo puede considerarse una buena estrategia para fertilizar suelos forestales degradados. Estos lodos dan lugar a compost con elevado nivel de nutrientes, bajo contenido en metales pesados, contenido bajo en sales solubles y elevada estabilidad.

El efecto fitotóxico de estos lodos se determinó realizando bioensayos de germinación con *Lolium perenne* (Guerra *et al.*, 2010), a partir de los resultados obtenidos se seleccionaron dos tipos de vermicompost (lodo + serrín y lodo + restos de frutas) para realizar incubaciones de laboratorio con suelos procedentes de cantera y de áreas forestales quemadas (Marcet *et al.*, 2010b).

Los resultados sugieren que la aplicación de lodo de piscifactoría vermicompostado supone un importante aporte de materia orgánica al suelo, así como de fósforo en forma disponible. El aporte de $N-NO_3^-$ y de $N-NH_4^+$ es bajo, debido a una baja tasa de mineralización, provocada principalmente por la elevada relación C/N.

La aplicación del vermicompost al suelo se traduce en:

- a) El incremento del contenido de materia orgánica, lo que supone un primer paso en la recuperación de su calidad.
- b) Un incremento del contenido de fósforo en forma asimilable.
- c) El incremento significativo de nitrógeno amoniacal y nitratos en el suelo.
- d) Valores elevados de la relación C/N, que indican inmovilización de nitrógeno en el suelo.
- e) Una baja tasa de mineralización de nitrógeno en los suelos enmendados con el vermicompost de lodo a lo largo del proceso de incubación, lo que provoca una aportación relentizada de las formas de N asimilable en el suelo y por lo tanto debería de minimizar las pérdidas de N lixiviado.

Los resultados de las incubaciones en el laboratorio permiten concluir que la aportación de vermicompost de lodo a suelos degradados es una opción viable para iniciar su recuperación.

Agradecimientos:

Este trabajo está financiado por los proyectos: “semillero de moluscos bivalvos en efluente de granja de rodaballo” (Codigo: 09MMA009E) del programa sectorial de Investigación Aplicada I+D SUMA, de Tecnología Sectorial: Medio Mariño. (INCITE); y el Plan Nacional JACUMAR, “reutilización de las aguas de vertidos de los establecimientos de cultivos marinos y auxiliares ubicados en zona terrestre”.

Bibliografía

Guerra, A.; Novoa, S.; Besada, M.; Búa, I.; Lastres, M.; Fernández, J., Asela, R. 2007. Crecimiento y composición bioquímica de semilla de almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*), obtenida en criadero y cultivada en diferentes sistemas de Preengorde y en parque de cultivo. *XI Congreso Nac. Acuicult.* T.I: 467-470.

Guerra, A.; Marcet, P.; Otero, M.; Fernández, J. & González, S. 2010. Use and treatments of organic matter of turbot hatcheries effluents in Galicia (NW Spain). *En: European Aquaculture Society (Ed.). European Aquaculture 10, Abstract Book:540-541.* Porto. Portugal

Marcet, P.; Gonzalez, S.; Otero, M. Fernandez, J. & Guerra, A. 2009. Valorización de residuos de efluentes de piscifactoría. *Foro Ac. Rec. Mar. Rías Gal.* 11: 609-614.

Marcet, P, Guerra, A, González, S ,Otero, M , Eiroa J .2010a .Composing and vermicomposting of settleable solid fish waste (manure) from commercial turbot farm. *En: Claudia S.C., Marques dos Santos Cardovil, Luis Ferreira (Eds).RAMIRAN 2010.Treatment and use of organic residues in agriculture: challenges and opportunities towards sustainable management.* Lisboa. Portugal.

Marcet, P, Guerra, A , González, S ,Otero, M , Eiroa J.2010b. Effects of fish manure vermicompost on a soilk affected by wildfire. *En: Claudia S.C., Marques dos Santos Cardovil, Luis Ferreira (Eds).RAMIRAN 2010.Treatment and use of organic residues in agriculture: challenges and opportunities towards sustainable management.* Lisboa. Portugal..



TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE GRANJAS DE RODABALLO (*Psetta maxima*), EN GALICIA (ESPAÑA)

Guerra, A¹, Marcet, P², Otero, M³, Fernández, J¹, & González, S^{1*}
¹Centro de Investigacións Mariñas, Pedras de Córion s/n, Apdo. 13, Vianoya de Arousa, 36620 Pontevedra. e-mail: gaurrad@comarcoron.org
²Area de Edafología, Escuela de Ingeniería Técnica Forestal, Campus de Pontevedra, Universidad de Vgo.
³Instituto S.L. Ardiá, 172, 36950 O Grove, Pontevedra.

Introducción

En Galicia (N.O. de España) se producen unas 5000 TM/año de rodaballo en piscifactorías en tierra. El 90% de estas granjas en zonas de aguas exteriores y en su mayoría no poseen sistemas de decantación. Se estima un stock establecido permanente de 3800 TM, y cada kg de pez precisa 15l/hora. El agua de mar entra con aprox. 3 ppm de sólidos en suspensión y sale de la piscifactoría con 5 ppm, lo que supone que el 50% de esta materia orgánica procede del mar y el resto lo aportan los restos de pienso. De este pienso el 50% lo forman proteínas. Los residuos de particulado fino (< 100 micras) que salen por el efluente son mayoría frente a los de particulado grueso.

Con esta proyección se promueven: a) el tratamiento y reconversión de las partículas más finas del residuo en material biológico aprovechable para la integración con otros sistemas de producción animal (en el presente caso en moluscos bivalvos, a través del preengorde de semilla de ostra y almeja); b) Valorar el tratamiento y conversión de los sólidos más gruesos del efluente como materia orgánica aprovechable para compostaje y uso en cultivos agrícolas y forestales. c) Disminuir el impacto medio-ambiental de estos efluentes en el entorno marino.

Materiales y métodos

A Preengorde de semilla en semillero (nursery).

Las experiencias de preengorde de la semilla se realizan en la granja de rodaballo de INSIISA, S.L. en la Ría de Arousa. Las semillas proceden del criadero (IREMAGRO SA) de tres especies comerciales: ostra japonesa (*Crassostrea gigas*), almeja japonesa (*Tapes philippinarum*) y almeja babosa (*Venerupis pullastra*). Las tallas iniciales se indican en la Tabla 1. Las experiencias se realizan en paralelo y de forma simultánea con un semillero tradicional, suplementado con fitoplancton de bloom natural y en un semillero ubicado en recinto portuario. La experiencia se desarrolló durante dos meses hasta que la semilla alcanza la talla adecuada para su cultivo normalizado en batea (ostra) o en substrato enriquecido (almejas).

Las tasas de crecimiento, en longitud (L) y peso (W), se calculan mediante la fórmula: $G_{L,W} = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1}$ o $G_{L,W} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$

B Lodos con residuos gruesos

Los residuos gruesos compactados, procedentes de los lodos del efluente se analizan y se realizan pruebas de compostaje, en la empresa de compostaje ECOCELTA, con dos tipos de materia complementaria compostable: con serrín de *Pinus pinaster* y de lodos con restos de feno, heno y estiércol de granja de ponedo. Se estudia la evolución de las propiedades químicas del suelo en función de los distintos tratamientos y dosis de compost. También se evalúa la tasa de mineralización del nitrógeno con los diferentes tratamientos aplicados.

Resultados y conclusiones

A De ensayos de preengorde de semilla de bivalvos.

En la Tabla se indican los resultados del preengorde de semilla de las tres especies y en los tres sistemas de semillero.

Especies	INICIO		FINAL								
	L (mm)	P (mg)	Efluente piscifactoría			semillero con aporte fitoplancton			semillero exterior en recinto portuario		
			Lf (mm)	G30L	G30W	Lf (mm)	G30L	G30W	Lf (mm)	G30L	G30W
Ostra japonesa	25.5 ± 9.4		6.7 ± 2.0	0.14	0.61	8.5 ± 2.5	0.27	1.17	14.6 ± 2.9	0.57	1.88
Almeja japonesa	6.6 ± 0.7	46.7 ± 15.7	8.8 ± 1.4	0.22	0.50	12.2 ± 2.1	0.34	1.20	13.1 ± 1.8	0.30	1.31
Almeja babosa	5.2 ± 0.8	15.96 ± 5.04	3.4 ± 0.9	0.33	1.20	5.0 ± 0.5	0.30	1.37	13.6 ± 1.7	0.53	1.90

La almeja babosa y en menor medida la ostra japonesa se muestran como especies con opciones rentables para el cultivo en los efluentes, frente a los sistemas tradicionales de semillero.

B De tratamiento de lodos para usos agrícolas y forestales.

El proceso de compostaje y vermicompostaje de los lodos permite corregir la elevada conductividad del lodo fresco, se eleva la relación C/N y se reduce notablemente la humedad del residuo. La aplicación del vermicompost al suelo se traduce en:

- Un incremento del contenido de materia orgánica, lo que supone un primer paso en la recuperación de su calidad.
- Un incremento del contenido de fósforo en forma asimilable.
- Un incremento significativo de nitrógeno amoniacal y nitratos en el suelo.
- Valores elevados de la relación C/N, que indican inmovilización de nitrógeno en el suelo.
- Una baja tasa de mineralización de nitrógeno en los suelos enmendados con el vermicompost de lodo a lo largo del proceso de incubación, lo que provoca una aportación ralentizada de las formas de N asimilable en el suelo y por lo tanto deberá de minimizar las pérdidas de N oxidado.

Los resultados de las incubaciones en el laboratorio permiten concluir que la aportación de vermicompost de lodo a suelos degradados es una opción viable para iniciar su recuperación.

Agradecimientos

Este proyecto está financiado por el programa sectorial de Investigación aplicada, Peima (ID a (ID Suma del Plan Galego de Investigación, Desenvolvemento e Innovación Tecnolóxicas (INOTE).