

Artigo

Paulo Augusto da Costa Pinto · Rafael Corral Bellas · Marta Illera Vives · Elvira López Mosquera

Empleo de un compost de algas y restos de pescado como sustrato para la producción de plantas hortícolas

Recibido: 17 setembro 2010 / Aceptado: 3 novembro 2010
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2010

Resumen El compostaje es una técnica viable para tratar algas y restos de pescado ya que, además de reducir su volumen, se consigue un producto rico en nutrientes interesante para la fertilización de cultivos o como medio de cultivo. Tras un proceso de compostaje de 108 días, se evaluó la viabilidad del producto obtenido con los residuos antes mencionados para ser utilizado como sustrato en semilleros de lechuga, judía y tomate. La alta conductividad eléctrica que poseía el compost (11,05 dS/m en extracto de saturación) produjo una reducción en el crecimiento de las plántulas de lechuga y judía, por la elevada sensibilidad a la salinidad de estas especies. Sin embargo, se produjo un aumento en el crecimiento de las plántulas de tomate, que son más resistentes a la salinidad. De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo concluir que el compost resultante de algas y restos de pescado es válido para ser usado como sustrato sólo para especies resistentes a la salinidad, siendo conveniente su uso mezclado con otro material o habiendo realizado un lavado previo de los materiales.

Palabras clave residuos marinos, co-compostaje, lechuga, tomate, judía.

Abstract Composting is a suitable technique to treat algae and fish waste because, while reducing the volume results in a product which is rich in nutrients the interest for agriculture. After a composting process of 108 days, has

been evaluated the viability of the product obtain to the above mentioned waste to be used as a substrate in lettuce, bean and tomato seeding. The high electrical conductivity exhibited by the compost (11.05 dS / m in saturation extract) produced a reduction in the growth of lettuce and bean seedlings, due to its high sensitivity to salinity. However, there was an improvement in the growth of tomato seedlings that are more resistant to salinity. According to the results we can conclude that the resulting compost seaweed and fish remains is valid for use as a substrate only for salt-tolerant species. For use it in sensitive species, should be mixed with another material or with a pre-wash materials.

Keywords marine wastes, co-composting, lettuce, tomato, bean.

Introducción

El mar provee de una gran cantidad de recursos, algunos de los cuales en determinadas circunstancias, pueden convertirse en residuos. En el caso de las algas, estas son consideradas un residuo en aquellas zonas donde los problemas de eutrofización originan crecimientos excesivos de las mismas (Morand & Briand 1996), así como en las zonas turísticas, donde en verano las algas son arrastradas por la marea y por el viento llegando a las costas, e interfiriendo con los usos recreativos de las mismas, lo cual hace necesaria su recogida (Eyras & Sar 2003). También las algas resultan problemáticas en las zonas de marisqueo en donde su acumulación perjudica a los cultivos de bivalvos y en acuicultura (Rodríguez et al., 1987; Niell et al., 1996).

Otra fuente de nutrientes proveniente del mar son los restos de pescado que genera la industria pesquera. En este sector se originan a diario gran cantidad de desperdicios procedentes de las lonjas de venta de pescado y de las industrias elaboradoras o transformadoras del mismo (conservas, salas de elaboración de productos de pescado fresco, etc). El principal destino de estos desperdicios es la fabricación de harinas de pescado.

Paulo Augusto da Costa Pinto
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, DTCS da
Universidade do Estado da Bahia, UNEB. Brasil.

Rafael Corral Bellas · Marta Illera Vives · Elvira López Mosquera
Escuela Politécnica Superior, Campus de Universitario, 27002
Lugo, Universidad de Santiago de Compostela, España.

Tel: 656 631 422
e-mail: marta.illera@usc.es

Una alternativa de tratamiento de estos subproductos es el compostaje. En distintas partes del mundo se han realizado experiencias de compostaje de algas (Mazé et al 1993; Cuomo et al 1995; Eyraş & Sar 2003) y subproductos de pescado (Frederick et al 1989; Logsdon 1991) como biotecnología más apropiada desde el punto de vista económico y medioambiental. De esta manera se consigue la valorización de dichos materiales obteniendo un producto de calidad, perfectamente higienizado, libre de compuestos fitotóxicos, y rico en elementos nutritivos (Eyraş et al 1998; Verkleij 1992). Este nuevo producto puede ser usado en agricultura como abono o sustrato. La utilización de compost en la elaboración de sustratos para hortalizas tiene un beneficio adicional debido a su efecto supresor sobre la aparición de determinadas enfermedades. Esto es interesante especialmente en cultivos ecológicos, en los que la utilización de productos fitosanitarios de síntesis está totalmente prohibida (Canet & Albiach 2008).

En los últimos años se ha incrementado notablemente la superficie dedicada a cultivos hortícolas y ornamentales sin suelo y con ello la demanda de sustratos de cultivo. Aún hoy el material más comúnmente utilizado como sustrato es la turba, aunque, por razones de coste y de sostenibilidad, se buscan materiales alternativos (Hernández-Apaloaza et al. 2005), generalmente de tipo residual como corteza de pino, biosólidos diversos, etc. (Stewart et al., 1998; Abad et. al 2001; Hernández-Apaloaza et al., 2005; Chen y Li, 2006), siendo el número de materiales que pueden ser utilizados como sustrato muy amplio (Abad et al., 2001).

El estudio que aquí se presenta pretende evaluar la calidad de un compost elaborado a base de algas y restos de pescado para su posible uso como sustrato en semilleros hortícolas.

Material y métodos

En Septiembre de 2007 se estableció una pila de 3 m³ de volumen utilizando restos de pescado procedentes de actividad productora de la empresa Pescados Rubén S.L. (Foz-Lugo), corteza de pino procedente de una empresa maderera de la zona (Costiña S.L.) y algas marinas de arribazón recogidas en las playas cercanas a la industria Pescados Rubén, en proporción 3:1:1. Durante 108 días se produjo el proceso de compostaje realizándose volteos manuales una vez por semana. El material obtenido presentó las características físicas y químicas que se pueden observar en las tablas 1 y 2 respectivamente.

Parámetro	Media
Dr (g/cm ³)	1,59
Da (g/cm ³)	0,20
PT (% v/v)	81,00
CA (% v/v)	36,52
AFD (% v/v)	5,99
AR (% v/v)	1,38
ADA (% v/v)	36,74
R (kPa)	2,56

Dr: Densidad real; Da: Densidad aparente; PT: Porosidad total; CA: Contenido de aire; AFD: Agua fácilmente disponible; AR: Agua de reserva; ADA: Agua difícilmente asimilable. R: succión a la que se igualan contenido de aire y de agua

Tabla 1.- Características físicas. Medias de tres muestras del Compost

Este compost presenta unas características físicas aceptables: adecuada densidad aparente y elevada porosidad. Hay que destacar que posee una alta capacidad de aireación y poca cantidad de agua fácilmente disponible, por lo que será necesario el aporte de riegos cortos y frecuentes. En cuanto a las propiedades químicas, posee cantidades recomendables de materia orgánica y es rico en nutrientes según las recomendaciones de Abad et al (1993) especialmente en K, siendo algo más pobre en Ca y Mg; posee un pH correcto, pero puede presentar problemas por salinidad debido a su alta C.E. (11,05). Los valores de metales pesados son muy bajos en comparación con los límites establecidos por la normativa europea para la concesión de la etiqueta ecológica a sustratos de cultivo (DOUE 2006).

Los ensayos fueron establecidos en un invernadero de vidrio, situado en el Campus de Lugo, coordenadas geográficas 42° 59' 40,71" N y 70° 32' 42,77" W. El 30 de mayo de 2008 fueron sembradas semillas de tres especies hortícolas: lechuga (*Lactuca sativa* L), cv. Amarilla de París, judía (*Phaseolus vulgaris* L), cv. Demeter y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), cv. Muchamiel en bandejas de plástico de alvéolos de 75 ml de capacidad cada uno. Para cada especie se rellenaron 30 alvéolos con el compost. Otros 30 alvéolos se llenaron a base de un sustrato universal comercial (Sustrato Universal Pinaster) a base de corteza de pino compostada y turba, fertilizado con 1,5 kg de un abono mineral 14-16-18 por m³, que sirvió como tratamiento Control. Este sustrato poseía un pH en pasta saturada de 4,78 y una salinidad en extracto de saturación de 1,47 dS/m. Las bandejas se distribuyeron al azar sobre la mesa de trabajo del invernadero. El riego fue realizado por aspersión, dos veces por día, según las necesidades hídricas de las plantas, manteniendo la humedad próxima a capacidad de contenedor.

Veintisiete días después de la siembra se recogió la lechuga, a los veintiséis días la judía, y a los cuarenta días el tomate. Se evaluaron los pesos frescos y secos de la parte aérea y de las raíces de cada especie. Para el tomate también fue evaluada la longitud de las raíces. Después del lavado con agua corriente, las partes aérea y raíces fueron secadas en estufa de circulación de aire a 65 °C.

Se realizó comparación de medias a través de un análisis de varianza de un solo factor, ANOVA I. Para ello se empleó el paquete estadístico SPSS V15.0 (2007-2008).

Resultados

Lechuga

Los datos de peso de la materia fresca (PMF) y peso de la materia seca (PMS) para los diferentes sustratos en el semillero de lechuga, se muestran en la Tabla 3.

El sustrato control dio lugar al mayor crecimiento, tanto en la parte aérea como en la radicular. Para la parte aérea el sustrato control presentó resultados significativamente superiores ($p \leq 0,05$) en la variables analizadas, (PMF y

Parámetro	Media	Parámetro	Media
Humedad (%)	48,05 ± 0,51	Metales pesados totales sobre materia seca (mg/kg)	
pH pasta saturada	4,94 ± 0,04	Piomo	4,83 ± 0,58
CE extr. sat. (dS/m)	11,05 ± 0,44	Cromo	0,27 ± 0,18
Carbono (%)	47,87 ± 0,15	Niquel	0,55 ± 0,38
M.O. (%)	82,79 ± 0,26	Cobre	4,20 ± 0,09
N (%)	2,13 ± 0,11	Hierro	839,17 ± 244,02
C / N	22,56 ± 1,24	Manganeso	79,33 ± 5,59
Elementos solubles en el extracto (mg/L)		Cadmio	0,80 ± 0,09
NH ₄ ⁺ Extr. 1:10 KCl	171,00 ± 4,50		
NO ₃ ⁻ Extr. 1:10 KCl	38,75 ± 1,56		
Fósforo Ext. 1:5H ₂ O	24,47 ± 1,12		
Potasio Ext. 1:5 H ₂ O	107,22 ± 1,90		
Calcio Ext. 1:5H ₂ O	2,33 ± 0,81		
Sodio Ext. 1:5H ₂ O	117,85 ± 0,03		
Magnesio Ext. 1:5H ₂ O	0,78 ± 0,02		

Tabla 2.- Características químicas del Compost. Datos medios de tres muestras y desviación típica

PMS). En cuanto a la parte subterránea, también fueron evidentes los mejores resultados obtenidos con el sustrato control para las variables PMF y PMS. Estos resultados pueden observarse de forma cualitativa en la Figura 1 (a y b).

Judía

Los resultados obtenidos para judía se asemejan mucho a los obtenidos para lechuga, observándose diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 4) para la parte aérea obteniéndose, en todos los casos, los mejores resultados con el sustrato control. De la misma manera para las variables PMF y PMS en la parte subterránea, los resultados también fueron significativamente mejores en el sustrato control que en el

sustrato de compost. La Figura 2 (a y b) muestra cualitativamente estos resultados.

Tomate

Para el cultivo de plántulas de tomate también se produjeron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los dos tratamientos aplicados (Tabla 5). En la parte aérea se observó que para el PMF el mejor resultado se obtuvo con el compost. Por otro lado en el PMS no se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos. En cuanto a la parte subterránea solo se encuentran diferencias en la longitud de las raíces, obteniéndose los mejores resultados para el sustrato control. Estos resultados pueden visualizarse en la Figura 3 (a y b).

Parte analizada	Aérea		Raíz	
Sustrato	Compost	Control	Compost	Control
PMF (g)	0,56 ± 0,28 b	1,14 ± 0,68 a	0,09 ± 0,03 b	0,34 ± 0,13 a
PMS (g)	0,02 ± 0,01 b	0,15 ± 0,07 a	0,05 ± 0,01 b	0,22 ± 0,07 a

Para cada característica de planta por sustrato, medias seguidas por una letra diferente son significativamente diferentes para $p \leq 0,05$

Tabla 3.- Valores medios y desviación típica de los pesos de materia fresca (PMF) y de materia seca (PMS) de la parte aérea y de las raíces de lechuga, cultivada en ambos sustratos

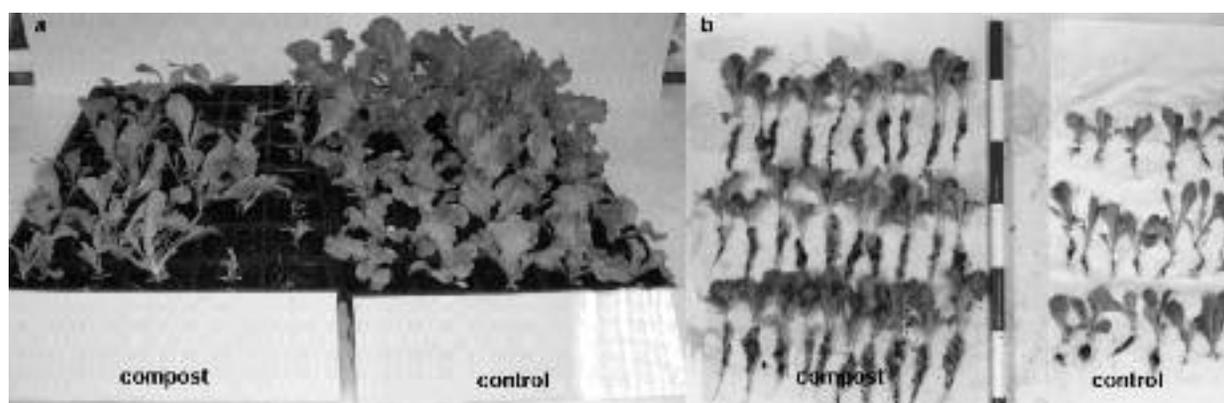


Figura 1.- Plántulas de lechuga en sustratos Compost y Control

Parte analizada	Aérea		Raíz	
	Compost	Control	Compost	Control
Sustrato				
PMF g	1,14 ± 0,74 b	2,99 ± 0,93 a	0,08 ± 0,08b	0,45 ± 0,28 a
PMS g	0,17 ± 0,09 b	0,46 ± 0,17 a	0,07 ± 0,07 b	0,24 ± 0,09 a

Para cada característica de planta por sustrato, medias seguidas por una letra diferente son, significativamente, diferentes para $p \leq 0,05$

Tabla 4.- Valores medios y desviación típica de los pesos de materia fresca (PMF) y de materia seca (PMS) de la parte aérea y de las raíces de judía, cultivada en ambos sustratos

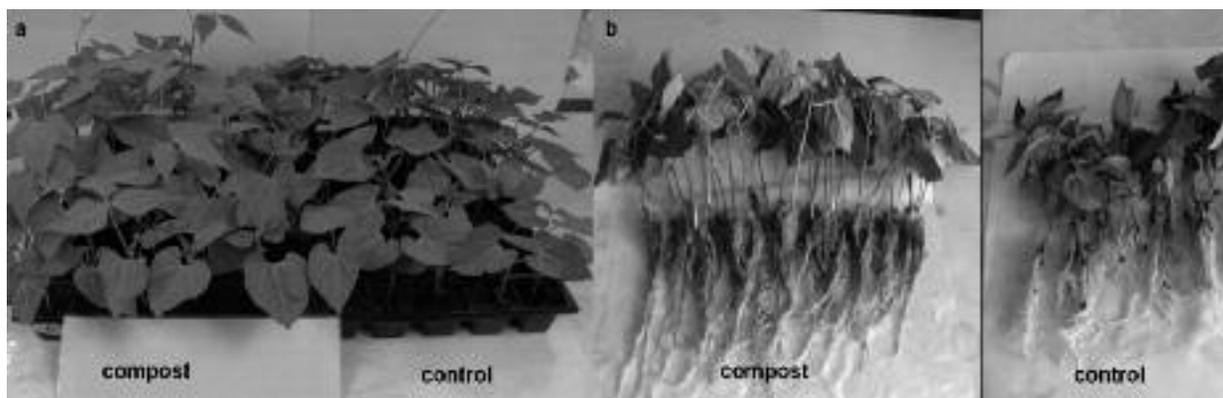


Figura 2.- Plántulas de judía en sustratos Compost y Control

Parte analizada	Aérea		Raíz	
	Compost	Control	Compost	Control
Sustrato				
PMF g	2,20 ± 1,16 a	0,56 ± 0,46 b	0,12 ± 0,09 a	0,09 ± 0,04 a
PMS g	0,29 ± 0,17 a	0,22 ± 0,14 a	0,09 ± 0,07 a	0,08 ± 0,03 a
Longitud raíz	-	-	11,56 ± 2,96 b	21,00 ± 4,55 a

Para cada característica de planta por sustrato, medias seguidas por una letra diferente son, significativamente, diferentes para $p \leq 0,05$

Tabla 5.- Valores medios y desviación típica de los pesos de materia fresca (PMF) y de materia seca (PMS) de la parte aérea y de las raíces de tomate, cultivada en ambos sustratos

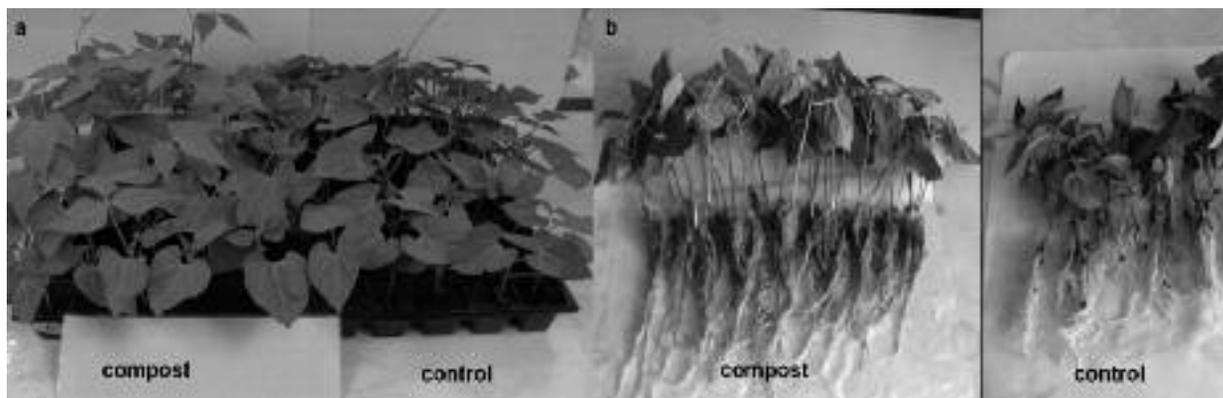


Figura 3.- Plántulas de tomate en sustratos Compost y Control

Discusión

Los datos obtenidos muestran que el compost testado no produjo buenos resultados en los cultivos de lechuga y judía, observándose, en ambos casos, una menor calidad de la plántula obtenida. Por el contrario, se observó una mejora en el cultivo del tomate, con un aumento tanto del peso fresco como del seco en la parte aérea.

En el tomate, otros autores obtuvieron igualmente buenos resultados al aplicar restos de algas o pescado por separado. Crouch & Vanstaden (1993) observaron un aumento de la radícula de las plántulas y en la longitud del tallo al aplicar un concentrado de algas al suelo en semillero de tomate. También Castaldi & Melis (2004) obtuvieron una mayor altura y peso en las plantas que se desarrollaban

sobre un compost de algas. Castro et al. (2006) obtuvieron buenos resultados en el cultivo de tomate irrigándolos con aguas residuales de pescado. Por otro lado, otros autores como Gonzalez et al. (1982), observaron una mejora en la producción al aplicar las algas directamente al suelo en dosis bajas, produciéndose un efecto negativo si la dosis superaba el 1% (V alga/V suelo), lo que se asoció a un efecto inhibitorio en la absorción de P y N.

Eyras et al. (1998) observaron que uno de los factores más limitantes en el compostaje de algas era la elevada salinidad. Burés (1997) clasificó como sustratos de salinidad elevada para la mayoría de las especies, aquellos cuya C.E. superaba los 3,5 dS/m en extracto de saturación. En este caso se considera que este fue el aspecto más limitante, ya que en el sustrato Compost la C.E. alcanzaba valores de 11,05 dS/m. La alta salinidad en el compost de algas y pescado está asociada a la naturaleza de los materiales utilizados en su preparación: 40 % residuos de pescado y algas marinas. Esta elevada salinidad redujo significativamente el desarrollo en las plántulas de judía y lechuga, que son especies con elevada sensibilidad a la salinidad. Las especies que han sido objeto de este estudio muestran tolerancias distintas a la salinidad, siendo la lechuga moderadamente sensible a la salinidad, desaconsejándose su cultivo en medios que tengan más de 1,5 dS/m en extracto de saturación. La judía se considera igualmente sensible a la salinidad, pero en este caso, se producen pérdidas cuando la C.E. ex.s. alcanza 1 dS/m y, en el caso del tomate, este límite asciende a 2,5 dS/m (Ayers & Westcot 1987). El principal factor que limitó el desarrollo de las plántulas en el sustrato de compost fue la salinidad ya que en las especies más sensibles, judía y lechuga, se produjo una mayor reducción en el crecimiento (en torno al 75% en PMS), siendo el tomate menos afectado por ser más tolerante. Eyras et al. (2008) también obtuvieron una mejoría en el crecimiento de plántulas de tomate al añadir al sustrato compost de algas, a pesar de su alta salinidad (15 dS/m).

Debido a que el compost testado posee unas buenas características físicas, merece la pena buscar alternativas al inconveniente que supone su alta salinidad para la mayoría de los cultivos. Una práctica para reducir la salinidad consiste en realizar un lavado previo de los materiales que componen el compost. Así, Castaldi & Melis (2004) obtuvieron buenos resultados en plantas de tomate utilizando un compost compuesto únicamente por *Poseidonía oceánica* que previamente había sido lavada con agua corriente, obteniendo un material final con una conductividad de 1,27 dS/m. Otra solución al problema de la salinidad es utilizar este compost mezclado con otros materiales menos salinos a fin de diluir este efecto en la mezcla final.

Conclusiones

Sobre el compost ensayado en los cultivos de judía y lechuga, que presentan una mayor sensibilidad a la salinidad que el tomate, el crecimiento se vio perjudicado produciéndose una reducción de hasta el 87% en el peso de

materia seca en el caso de la lechuga. Sin embargo en el tomate, se produjo un aumento del 75% del peso fresco con respecto a las plantas que crecían en el sustrato control.

Para evitar estos problemas de salinidad y ampliar las posibilidades de uso de este material como sustrato en otras plantas, deben realizarse nuevos ensayos usando el Compost en mezclas con otros materiales para diluir su efecto salino.

Bibliografía

- Abad, M., Martínez, P. F., Martínez, M. D., & Martínez, J. (1993). Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. *Actas De Horticultura*, 11: 141-154.
- Abad, M., Noguera, P. & Burés, S.. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain, *Bioresource Technolgy* 77: 197-200.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1987). La calidad del agua en la agricultura. FAO. Roma
- Burés, S. (1997). Sustratos. Ediciones agrotécnicas. Madrid.
- Canet, R. & Albiach, M.R. (2008). Aplicación del compost en agricultura ecológica. En: Moreno C. & Moral R. (Eds.) *Compostaje*. Mundiprensa libros. Madrid.
- astaldi, P., & Melis, P. (2004). Growth and yield characteristics and heavy metal content on tomatoes grown in different growing media. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 35,1-2: 85-98.
- Castro, R. S., Azevedo, C. M. S. B., & Bezerra-Neto, F. (2006). Increasing cherry tomato yield using fish effluent as irrigation water in northeast Brazil. *Scientia Horticulturae*, 110, 1: 44-50.
- Chen, J. & Li, Y. (2006). Amendment of fly ash to container Substrates for ornamental plant production. En: Sajwan, K. S., Twardowska, I., Punshon, T. & Ashok, K. (Eds.) *Coal combustion by products and environmental issues*. Alva. Springer. New York.
- Cuomo, V., Perretti, A., Palomba, I., Verde, A. Cuomo, A. (1995). Utilisation of *Ulva rigida* biomass in the Venice Lagoon (Italy): biotransformation in compost. *Journal of Applied Phycology*, 7: 479-485.
- Crouch, I. J., & Vanstaden, J. (1993). Effect of seaweed concentrate from *Ecklonia-maxima* (osbeck) papenfuss on meloidogyne-incognita infestation on tomato. *Journal of Applied Phycology*, 5,1: 37-43.
- DOUE. (2006). Decisión de la comisión por la que se establecen criterios ecológicos revisados y los requisitos correspondientes de evaluación y comprobación para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a sustratos de cultivo. DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea), L32 6/2/2007.

- Eyras, M. C., Defosse, G. E., & Dellatorre, F. (2008). Seaweed compost as an amendment for horticultural soils in Patagonia, Argentina. *Compost Science & Utilization*, 16, 2: 119-124.
- Eyras, M. C., Rostagno, C. M., & Defosse, G. E. (1998). Biological evaluation of seaweed composting. *Compost Science & Utilization*, 6, 4: 74-81.
- Eyras, M.C., Sar, E.A. (2003). Arribazones Estivales en Puerto Madryn, Argentina, como Materiales para la Obtención de Compost. *Bol. Soc. Bot.* 38, 1-2: 105-111.
- Niell, F. X., C. Fernández, F. L. Figueroa, F. G. Figueiras, J.M. Fuentes, J. L. Pérez-Llorens, M. J. García-Sánchez, I.Hernández, J. A. Fernández, M. Espejo, J. Buela, M. C.García Jiménez, V. Clavero and C. Jiménez. (1996). Spanish Atlantic Coasts. En: W. Schramm and P. H. Nienhuis (Eds.) *Marine Benthic Vegetation. Recent Changes and the Effects of Eutrophication (Ecological Studies)*: 123: 263-281. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Frederick, L.; Harris, R.; Peterson, L.; Kehrmeyer, S. (1989). The composting solution to dockside fish wastes. *WIS-SG*-89-434.
- Gonzalez, C., Arines, J., & Fabregas, R. (1982). Effect of a mixture of seaweeds on the production of dry-matter and nutrition of tomato plants. *Agrochimica*, 26, 5-6: 509-518.
- Hernández-Apaloaza, L., Gascó, A.M., Gascó, J.M., Guerrero, F. (2005). Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. *Bioresource Technol.* 96, 1: 125-131
- Longsdon, G. (1991). Composting fish wastes along the Great Lakes. *BioCycle* 32, 5.
- Mazé, J., Morand, P, Potoky, P. (1993). Stabilisation of "Green tides" *Ulva* by a method of composting with a view to pollution limitation. *Journal of Applied Phycology*. 5: 183-190.
- Morand, P., Charlier, R.H., & Mazé J. (1990). European bioconversion projects and realizations for macroalgal biomass: Saint-Cast-Le-Guildo (France) experiment. S.C. Lindstrom and P.W. Gabrielson (Eds.), *Thirteen International Seaweed Symposium. Hydrobiologia* 204/205: 301-308.
- Rodríguez, E., F. Fernández, X. M. Romaris and J. P. Pazo. (1987). Valoración de una técnica de semicultivo: limpieza de algas clorofíceas en la Ensenada de San Simón. In: *Actas del II Congreso Nacional de Acuicultura*. A. Landín and A. Cerviño (Eds.) 12: 359-364. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, Spain.
- Stewart, D.P.C., Cameron, K.C., Cornforth, I.S. & Sedcole, J.R. (1998). Effects of spent mushroom substrate on soil physical conditions and plant growth in an intensive horticultural system. *Australian Journal of Soil Research*., 36: 899-912.
- Verkleij, F. N. (1992). Seaweed extracts in agriculture and horticulture: A review. *Biological Agriculture and Horticulture*. 8: 309-324.