

mercantes hai que resaltar a proliferación de embarcacións dedicadas ó turismo e outras como motos acuáticas ou embarcacións lixeiras, que causan graves molestias nestos animais. Na actualidade existe únicamente nas illas Canarias unha lexislación que evita o achegamento inadecuado destas embarcacións aos cetáceos (López et al. 2003).

Dentro do conxunto dos factores de risco que pesan sobre o hábitat mariño, esta contaminación constitúe unha das maiores ameazas a curto prazo, e a escala mundial, para o equilibrio dos océanos.

Dado que os cetáceos dependen do son en todos os aspectos das súas vidas, non cabe dúbida de que son especialmente vulnerables ás fontes de ruído artificial (López et al. 2003). Os mecanismos de resposta deles a este tipo de contaminación son numerosos destacando cambios de comportamento, lesións graves e alteracións reprodutivas.

Pero a contaminación acústica tamén afecta ó resto da fauna mariña: no caso dos peixes (arenques) causa alteracións do crecemento, da acumulación de graxa e redución dos índices reprodutivos. A exposicións de sons entre 40 e 50 dB provocan unha significativa diminución da viabilidade dos ovos e a redución da taxa de crecemento.

Vertidos de materia orgánica

Avaliase a través de diversos ensaios, sendo os máis comúns a determinación da Demanda Bioquímica de Osíxeno (DBO5 ou BOD5) e a Demanda Química de Osíxeno (DQO ou COD). Canto maior é a descarga de DBO5 e COD, en termos de Kg/día ou Kg/ano, maior é o risco para todos os habitantes vivos do río.

A metade destes vertidos nas rías galegas son xerados polas industrias, destacando as conserveiras e a industria de celulosa ENCE (Pontevedra) que chega ata os 8 millóns de kg de COD/ano, sendo considerada polos organismos ecoloxistas coma a responsable do maior vertido puntual de materia orgánica do litoral galego. Estes vertidos contribúen ao consumo de osíxeno da auga, xerando hipoxia e anoxia nos animais e á proliferación de microorganismos patóxenos.

As especies máis sensibles a esta contaminación son os peixes e os crustáceos; nestas ten lugar unha diminución nas súas taxas de crecemento e reprodución, estrés, migración forzada, redución do seu hábitat, aumento da vulnerabilidade á depredación, a interrupción dos seus ciclos vitais e finalmente a morte.

Residuos inorgánicos

Ás rías chegan cada día miles de residuos inorgánicos sobrantes da produción das industrias costeiras que posúen unha mala xestión dos mesmos. Coma consecuencia disto as especies mariñas véñen moi afectadas: confúndense os residuos con alimento e sofren modificación do seu hábitat. Aves e mamíferos mariños así coma peixes son os máis afectados xa que a inxesta deste tipo de residuos provócalles normalmente a morte por asfixia.

Peiraos, Recheos e Portos Deportivos

Si botamos unha ollada á costa galega veremos unha morea de peiraos, recheos e portos deportivos que nos últimos anos están sendo ampliados e que son unha gran ameaza para os animais. Sinalamos como exemplos, o peirao da ría de Foz (Lugo) (que xera cambios na hidrodinámica da ría); o macrorecheo de Bouzas en Vigo (con contaminación lumínica e soterramento de bivalvos) e o porto deportivo de Vigo (con contaminación acústica, lumínica, vertidos de hidrocarburos e doutras sustancias químicas).

Cambios na hidrodinámica das rías

Segun estudos desenvolvidos por Castellanos et al. (2003), os cambios na hidrodinámica das rías levan consigo unha perda de produtividade enorme, derivada da alteración na sedimentación das mesmas. Isto implica un cambio de hábitat para os seres acuáticos que se ven afectados. Un exemplo é a diminución de certas especies de bivalvos como o berberecho (*Cerastoderma edule*), consecuencia do incremento doutras especies (*Zoostera spp.*).

Contaminación lumínica

Os efectos sinalados para a contaminación lumínica das cidades (Dolsa & Albarrán, 2003) poden ser aplicables a estas infraestruturas. Só sinalar que no caso das aves mariñas, causas deslumbramento, desorientación durante as migracións (xa que algunhas guíanse grazas as estrelas), alteracións na conducta de búsqueda de alimento, alteracións na reprodución e a morte por colisión ou quemaduras.

Vertidos de sustancias químicas

Os portos son as principais áreas onde o tributilo de estaño (TBT) alcanza os seus niveis máis altos. Este composto estannico se emprega como principio activo nas pinturas antiincrustantes aplicadas ós barcos para retrasar o desenvolvemento de organismos adheridos a súa superficie. Os efectos que provocan nas especies acuáticas, considerado como un dos máis perigosos, son moitos: así, os moluscos bivalvos (ostras, ameixas...) posúen unha baixa actividade dos sistemas enzimáticos encargados de debutilar a substancia, sendo capaces de concentrar grandes cantidades (bioacumulación), sen embargo non existen estudos claros que aseguren a posibilidade de biomagnificación.

No caso dos moluscos gasterópodos prodúcese non só bioacumulación, senón que a concentracións moi baixas, en *Nucella lapillus* (unha especie de caracol mariño) provoca a aparición dunha anomalía chamada *imposex* e que é unha alteración do sistema endócrino: ten lugar nas femias e consiste no desenvolvemento de gónadas masculinas o que lles provoca esterilidade (Barreiro et al. 2004). Finalmente, nas aves mariñas afectadas é frecuente o adelgazamento de cáscaras de ovos.

Infraestruturas aéreas

Pese ós beneficios e comodidades que aportan algunhas estruturas creadas pola man do home, posúen numerosos efectos adversos en canto á fauna se refire.

Instalacións Eléctricas de Alta Tensión

Os accidentes en tendidos eléctricos, xa sexa por electrocución ou colisión aumentaron paralelamente ó desenvolvemento das liñas de tendido eléctrico, especialmente no medio rural (Carbonell, 2010). Prodúcese cando as aves en voo non son capaces de evitar os cables e chocan contra eles. A susceptibilidade varía entre especies dependendo de características corporais (envergadura e peso); dos hábitos gregarios (medios abertos ou estepas) crepusculares ou nocturnos e da meteoroloxía. Unha gran porcentaxe das colisións prodúcese cando, en condicións de escasa visibilidade, remontan o voo para evitar os conductores e atopan o cable de terra, de grosor menor.

Atopamos dous factores que determinan o grao de risco: os técnicos (presenza de cable de terra, sección do conductor, disposición de fios en planos e amplitude dos vanos) e as áreas sensibles da trazada (zonas húmidas e cauces de río, esteparias, de paso migratorio e cortados rocosos).

Como posibles solucións, hai documentos como o publicado pola empresa IBERDROLA-REDEL no ano 2000, nos que contéplase evitar o trazado por áreas sensibles e situacións de risco; modificar o tipo de liña, como por exemplo no abastecemento de repetidores, (Tv, telefonía, pequenas instalacións agrícolas...); aínda que a opción máis óptima é emplazar unha caseta transformadora nun punto de menor altitude, e instalar un tendido en baixa tensión e cable seco trenzado ou soterrado, sinalado con balizas salvapaxaros e deseños de crucetas que diminúen o risco de electrocución para as aves.

Reforestación

A configuración física do territorio galego fai que os recursos (auga, terras de cultivo...) atópanse espallados por toda a xeografía, o que condiciona unha elevada ocupación do espazo por parte do home, incompatible en ocasións co benestar de moitas especies.

Mentres a superficie arborada medra, as especies forestais pouco esixentes desaparecen; non é o mesmo ter un cultivo forestal de eucalipto ou piñeiro que un bosque. Pero aínda hai máis, a calidade ambiental dos bosques existentes diminúe progresivamente; cada día están máis fragmentados e illados e a súa diversidade estrutural é menor; as árbores máis grandes desaparecen, apenas hai troncos mortos no sotobosque fundamentais para o refuxio da fauna invertebrada da que se alimentan moitas especies (Teixido et ál. 2009).

De acordo ao Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, publicado polo Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y

Marino con data 12 de xullo de 2005, a poboación de pita do monte (*Tetrao urogallus*) restrínxese ós Ancares debido a deteriorización do límite entre bosque e matorral; a apertura de pistas forestais; as molestias por parte de cazadores e excursionistas e, posiblemente, ó cambio climático. Da mesma forma, especies como a arcea (*Scolapax rusticola*), o papamoscas cincento (*Muscicapa striata*) e o rabirudo de testa branca (*Phoenicurus phoenicurus*) poden desaparecer en pouco tempo, entre outras causas, por falta de bosques e de ocós nas árbores nos que aníñan. Algunhas, precisan dun bosque e áreas abertas para sobrevivir, como a águia calzada (*Hieraetus pennatus*). O pardal montés (*Passer montanus*) é difícil de atopar por causa da tala de árbores frutais, en cuxos ocós facían os niños. Finalmente, destacar a sensibilidade dos falcóns pelegríns (*Falco peregrinus*) a determinados pesticidas.

En xeral, as especies de aves con fortes requerimentos xeolóxicos están nunha situación moi desfavorable en Galiza. As únicas non ameazadas serían aquelas que non teñen esixencias específicas estritas, xeralistas capaces de sobreviviren aínda que estraguemos o entorno.

Parques Eólicos (Terrestres e Mariños) e Aeroportos

A enerxía eólica emprégase como ferramenta contra o cambio climático ó reducir a dependencia de combustibles fósiles e por tanto, diminuír as emisións nocivas de gases de efecto invernadoiro, sen embargo a súa produción non está exenta de consecuencias negativas, especialmente nas aves (Vispo, 1999).

A ausencia en España dunha Avaliación Ambiental Estratéxica de plans e programas de enerxía eólica propiciou que a rápida proliferación de parques eólicos producírase, en moitas ocasións, sen unha adecuada planificación e seguemento destes, xerándose así un incremento dos efectos negativos que provocan na fauna local

Según sinala Atienza et al. (2008), os principais impactos sobre eles pódense resumir en:

Impacto directo: Por colisións contra diversos elementos (rotores, aspas, torre, estruturas asociadas) dando lugar a lesións. A maiores, a súa presenza provócalles un desprazamento de hábitat que pode dar lugar a un desequilibrio da reprodución e, polo tanto, a unha perda de poboación. Cabe destacar o *efecto barreira*, xa que supón un impedimento para a mobilidade das aves (alimentación, invernada, cría e muda), ademáis, os rodeos que ten que facer provócanlles un maior gasto enerxético que pode chegar a mermar o seu estado físico.

Impactos indirectos: A construción e a explotación dun parque eólico conlevan a instalación doutros elementos auxiliares como accesos á Rede Eléctrica Nacional. Estes elementos, a súa vez, poden xerar unha serie de impactos negativos propios sobre o medio ambiente: alteración e destrución do hábitat, destrución de postas e camadas, molestias, electrocucións, electromagnetismo, erosión, alteración do fluxo hídrico, etc.

Impactos inducidos: Debido ao aumento da presión humana sobre os ecosistemas naturais e que pode conlevar ao aumento da presión cinexética e recoleitora, ou do risco de incendios non naturais. Tamén pode incluírse o efecto derivado da utilización dos viais de acceso por parte de motoristas, todoterreos ou paseantes.

Impactos acumulativos: Tamén pódense dar efectos acumulados con outras infraestruturas na zona (por exemplo, moitos paseriformes son susceptibles de colisionar coas aspas dos molinos, pero tamén contra os vehículos das estradas próximas).

Hoxe en día, en Galiza existe un Mapa Eólico Mariño aprobado no ano 2009 polos Ministerios de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, así como o de Industria, Turismo y Comercio, e que representa as zonas favorables, favorables condicionadas e desfavorables para levar a cabo a súa instalación no noso litoral. Todos os efectos da instalación dos aeroxeradores que imos relatar están baseados en parques eólicos de Dinamarca, por ser a rexión de Europa con máis parques mariños. Así, os estudos existentes ata a data demostran que os grupos faunísticos máis afectados no caso dos parques terrestres son as aves e os morcegos. No caso dos morcegos, vense máis afectados a comezo do verán e en outono, xa que son especies migradoras, aínda que as especies sedentarias tamén véñense alteradas.

No caso dos parques mariños son os cetáceos e as aves mariñas: aos cetáceos, provócalles desorientación debido ós campos electromagnéticos provocados polas conexións dos cables destas instalacións; cambios de conducta (migracións, búsqueda de alimento, apareamento...) e alteracións anatómicas (rotura de tímpano, vibracións de cavidades orgánicas...) causadas polo ruído xerado na construción, mantemento e funcionamento deles. Para as aves mariñas, os efectos son os mesmos que no caso dos eólicos terrestres.

Actualmente, non existen en España directrices para a avaliación dos impactos ecolóxicos provocados pola implantación de parques, xa sexan terrestres, costeiros ou mariños. Segundo sinala a propia Consellería de Medio Rural da Xunta de Galicia, a Avaliación de Impacto Ambiental (AIA) é a ferramenta que debe proporcionar medios para integrar factores ambientais no planeamento e toma de decisións, de forma que se reduzan as consecuencias negativas para o medio.

Conclusións

Toda a sociedade entende que as enerxías renovables son a mellor opción para a ecoloxía do planeta, pero... ¿é isto verdade, ou é, como todo, subxectivo? A falta dunha lexislación máis precisa sobre este tipo de construcións provoca que en ocasións se constrúan instalacións en zonas non aptas para elas ou tamén que non se teña en conta os seus efectos a medio-longo prazo sobre a entorno animal.

Todos somos conscientes de que o progreso e o benestar ten un prezo, pero sempre considerando os riscos que

entraña a creación de novas infraestruturas, co fin de minimizar ou polo menos controlar, devanditos riscos. Aquí, o termo sostible alcanza o seu máximo sentido. Facemos unha chamada de atención cara á observación e control de todas aquelas especies animais vinculadas estreitamente ao home a través de diversos aspectos, e que poden ver arriscada a súa supervivencia, ou o seu benestar.

Bibliografía

Ferrás, C., Macía, J.C., García, Y., Armas, F.J. (2007). La agricultura familiar sostenible en sistemas minifundistas. Estudio de caso comparados en Galicia e Irlanda. Ager: Revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural (6): 101-128.

Tolosa, F. (2003). Efectos del ruido sobre la salud. Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares. Dispoñibel en: http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html

Asociación para a defensa ecolóxica de Galiza (ADEGA). Dispoñibel en: <http://adega.info>

Barreiro, R., Quintela, M. & Ruiz, J.M. (2004). TBT e imposex en Galicia: los efectos de un disruptor endocrino en poblaciones de gasterópodos marinos. Ecosistemas 13 (3): 13-29.

Carbonell, R. (2010). Los tendidos eléctricos y los peligros sobre las aves. Dispoñibel en: <http://www.ucm.es/info/biologia/actualiz/temp/tendidos.htm>.

Castellanos, C., Hernández-Vega, S. & Junio, J. (2003). Cambios bentónicos en la ría de Foz (Lugo) (noroeste de España) tras la construcción de un espigón. Boletín del Instituto Español de Oceanografía, Vol. 19 (1-4): 205-218.

Consellería de Medio Rural, Xunta de Galicia (2010). Dispoñibel en: <http://mediorural.xunta.es/areas/infraestructuras/presentacion/>

Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos-Galicia (CEMMA). Dispoñibel en: <http://www.arrakis.es/~cemma>

Dolsa, A.G. & Albarrán, M.T. (2003). La problemática de la contaminación lumínica en la conservación de la biodiversidad. I Sesión de trabajo sobre la Contaminación Lumínica Departament de Medi Ambient Generalitat de Catalunya. Dispoñibel en: <http://www.um.es/eubacteria/Biodiversidad.pdf>.

EFE (2008). Ence, Sogama y Elnosa, principales focos contaminantes de Galicia según Greenpeace El Faro de Vigo, 11 de febreiro de 2008.

Galicia Ambiental (2009). La contaminación acústica aumenta en Galicia Galicia ambiental (en liña) Dispoñibel en: <http://www.galiciaambiental.net/>

GREENPEACE. Dispoñibel en: <http://www.greenpeace.org/espana/reports>.

IBERDROLA-REDEL. (2000). Anexo F (00-11) Protección de la avifauna. Manual técnico de distribución. Disponible en:

<http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos>

Atienza, J.C., Martín, I., Infante, O. & Valls, J. (2008). Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 1.0). SEO/BirdLife, Madrid.

López, A., Sagarminaga R. & Losada S. (2003). Cetáceos en un Océano Degradado: el Caso Español. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports>

Slabbekoorn, H. & den Boer-Visser, A. (2006). Cities change the songs of birds *Current Biology*, 16 (23): 2326-2331.

Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife). Disponible en: <http://www.seo.org>.

Teixido, A.L., Quintanilla, L.G., Carreño, F. (2009). Fragmentación del bosque y pérdida del hábitat de helechos amenazados en el Parque Natural Fragas do Eume (NW de España). *Ecosistemas* 18 (1): 60-73.

Vispo, D. (1999). Eólica sí, mais non así. *Revista Galega de Ecoloxía e Medio Ambiente (CERNA)*, 28.

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)		Calcio	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	
	Compost	Control	Compost	Control
Sustrato				
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

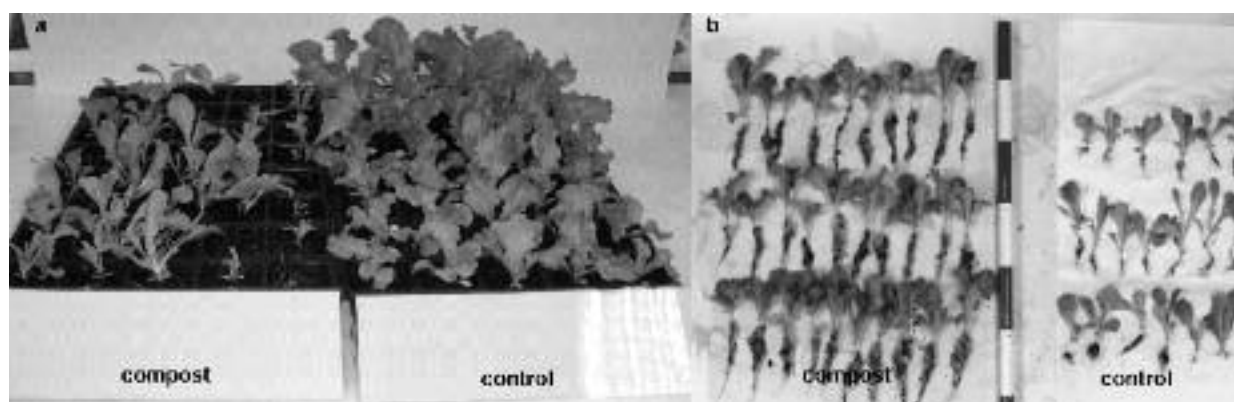


Figura 1.- Plántulas de lechuga en sustratos Compost y Control

Parte analizada	Aérea		Raíz	
	Compost	Control	Compost	Control
Sustrato				
PMF g	1,14 ± 0,74 b	2,99 ± 0,93 a	0,08 ± 0,08 b	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

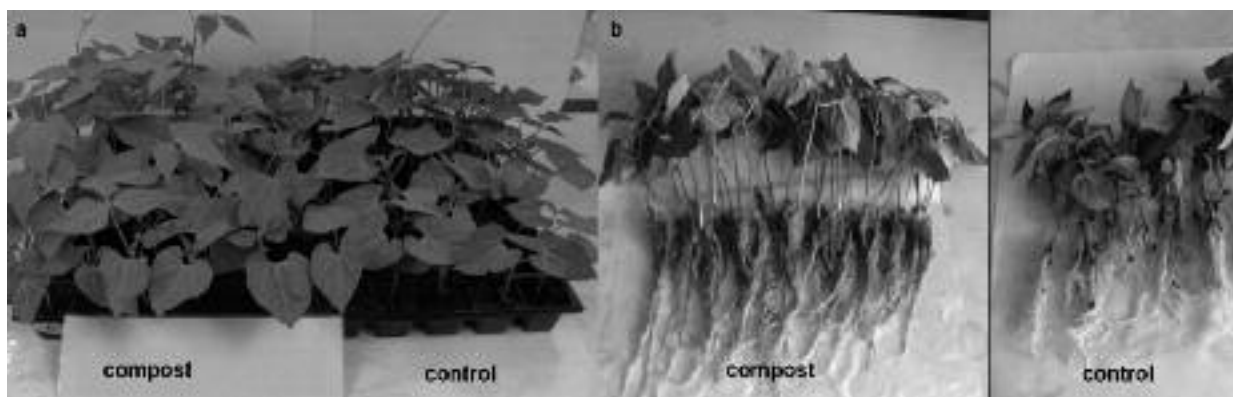


Figura 2.- Plántulas de judía en sustratos Compost y Control

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

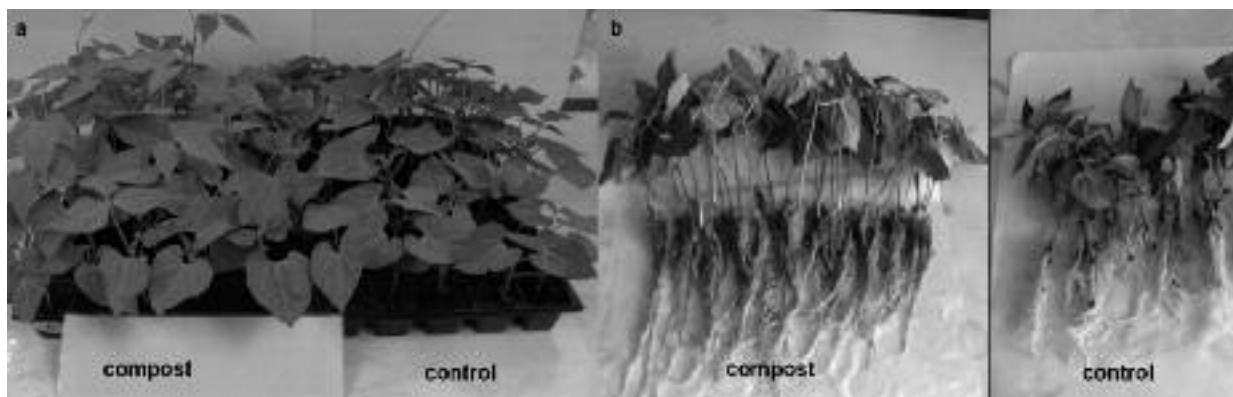


Figura 3.- Plántulas de tomate en sustratos Compost y Control

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 mejoría 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