



COMPOSTAJE II

DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES DE VALORIZACIÓN DE LOS LODOS DE DEPURADORAS GENERADOS POR LA INDUSTRIA DE TRANSFORMADOS VEGETALES.

ANA BELÉN MORALES MORENO, ÁNGEL GARCÍA VICENTE Y LUIS MIGUEL AYUSO GARCÍA. ÁREA DE MEDIOAMBIENTE. CTC.
JOSÉ ANTONIO PASCUAL VALERO Y MARGARITA ROS. CEBAS-CSIC

RESULTADOS DE UN PROYECTO COORDINADO POR EL CENTRO TECNOLÓGICO NACIONAL DE LA CONSERVA Y ALIMENTACIÓN EN COLABORACIÓN CON EL CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA DEL SEGURA, SUBVENCIONADO POR EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO QUE SE ENLOBA EN EL PROGRAMA NACIONAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO EXPERIMENTAL EN EL MARCO DEL PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, 2008-2011, DENTRO DEL SUBPROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE Y ECOINNOVACIÓN Y, MÁS CONCRETAMENTE, DENTRO DE LA LÍNEA DEL SUBSECTOR DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.

En el artículo anterior se puso de manifiesto que en los últimos años se ha incrementado muy significativamente la generación de lodos de depuradora en el sector de transformados vegetales, algo que presumiblemente seguirá sucediendo en el futuro. Además, los lodos procedentes de depuradoras de empresas de transformados vegetales presentan unas características físico-químicas que los hace especialmente apropiados para su valorización agrícola, aprovechando su alto contenido en materia orgánica y la seguridad de que no van a tener metales pesados en su composición ni otros compuestos de naturaleza tóxica y que van a tener un contenido en macro y micronutrientes interesante, pero difícilmente en exceso, que puedan acarrear problemas de

contaminación. Por lo tanto, estos lodos pueden convertirse en fuentes potenciales de materia prima que, conjuntamente con otros residuos o subproductos generados en la misma actividad industrial, pueden ser valorizados como enmendantes orgánicos de uso agrícola o actividades relacionadas con la producción vegetal (semilleros, viveros, etc.), logrando un beneficio medioambiental, pero también económico por la valorización de los mismos permitiendo reducir costes y abriendo nuevos proyectos comerciales.

El compostaje está considerado como la opción de valorización más atractiva y viable para los lodos de depuradora y nuestro proyecto desarrolla ampliamente esta línea de valorización; pero no sólo se trabaja en esta línea de valorización, pues el pro-

yecto tiene entre sus objetivos el informar a técnicos interesados sobre diferentes alternativas de tratamiento y valorización de los lodos y otros residuos orgánicos generados por la industria de transformados vegetales que se pueden adoptar frente a su actual y mayoritaria gestión, que es la eliminación mediante gestor autorizado con los costes que ello conlleva y, en muchos casos, la nula o escasa valorización.

La alternativa a esta problemática es la implementación de sistemas y métodos de gestión de los lodos basados en la lógica de valorización y el reciclaje, como se propician en las diferentes estrategias y normas tanto a nivel español como comunitario. Además, muy próximamente, con la entrada en vigor de la nueva normativa nacional, que vendrá a modificar la Ley 10/1998 de Residuos según la nueva Directiva Marco de Residuos (2008/98/CE), esta práctica de gestión y eliminación del residuo tan habitual se ha de contemplar como última alternativa, ya que uno de los aspectos más importantes de la nueva normativa es el establecimiento de una jerarquía de prioridades.

Actualmente, en el área de la valorización de lodos de depuración de aguas residuales urbanas existe una amplia experiencia científico-técnica y práctica, pero es muy limitada en el caso de lodos procedentes de industrias de transformados vegetales, con unas características muy diferentes a los de origen urbano tanto en su composición, su alta biodegradabilidad, así como en la ausencia, prácticamente asegurada, de compuestos de naturaleza tóxica. (Ver artículo del número anterior de la revista CTC-Alimentación).

Teniendo en cuenta la necesidad de poner en valor los residuos orgánicos mediante acciones que sean a la vez innovadoras, ambientalmente sostenibles y económicamente rentable, se ha recogido información sobre diferentes sistemas de valorización de



lodos que se están ejecutando ya sea a escala piloto, implantados desde hace años, a escala de investigación científica, etc.

El proyecto llevado a cabo, además de los objetivos prácticos, contempla la transferencia de información a técnicos del sector agroalimentario con el fin de poner en conocimiento de los mismos muy diversas opciones de valorización de lodos de depuradora y otros residuos orgánicos para su posible estudio y desarrollo en las empresas de la región. Para ello hemos recabado información sobre diferentes tipos de técnicas y tecnologías de valorización de lodos, tales como:

- Obtención de materiales de interés agrónomo (abonos o fertilizantes, enmiendas orgánicas, sustratos de uso en semillas...).
- Obtención de materiales orgánicos con función específica (biopesticida, descontaminante, inhibidor del desarrollo de microorganismos patógenos...).
- Restauración de canteras.
- Valorización energética en plantas cementeras en sustitución del combustible habitual empleado.
- Valorización energética en centrales térmicas de producción eléctrica en sustitución de combustible empleado habitualmente.
- Incorporación en la fabricación de materiales de construcción.
- Gasificación.
- Tratamiento químico.
- Vitricación.

Por otra parte, y considerando que en muchas ocasiones para llevar a cabo las técnicas de valorización de los lodos es necesario realizar operaciones de acondicionamiento y/o estabilización de los mismos, dado que tal como sale de la depurado-

	Lodo	Poda	Restos Alcachofa	Restos Ajo	Orujo
Nitrógeno, %	7.40	0.67	2.10	1.60	2.60
Fósforo, %	1.32	0.12	0.58	0.20	0.29
Potasio, %	0.70	0.53	2.20	1.03	0.90
Calcio, %	1.29	2.00	1.29	2.11	2.25
Magnesio, %	0.48	0.34	0.41	0.10	0.11
Hierro, %	0.17	0.03	0.30	0.06	0.04
Cobre, ppm	48.07	2.92	39.54	3.94	15.63
Manganeso, ppm	47.80	14.90	38.73	26.77	18.86
Zinc, ppm	225.10	7.44	90.19	10.38	7.76

Tabla 1. Contenido nutricional de los componentes iniciales utilizados en las experiencias.

EL COMPOSTAJE ES UNA VIA DE VALORIZACIÓN ADECUADA DE LOS LODOS DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMADOS VEGETALES, CON UNA PROYECCIÓN INTERESANTE DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO.



ra no siempre puede ser utilizado directamente, por ello también se están teniendo en cuenta técnicas de pretratamiento empleadas para el acondicionamiento de los lodos: secado solar, tratamiento térmico, tecnologías de aplicación de ozono o ultrasonidos, etc.

Esta información se encuentra disponible en la página web del Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación (CTC). Se ha puesto a disposición del público una serie de fichas de lectura sencilla que permite visualizar la idoneidad y la capacidad de la tecnología expuesta para ejecutarla en los diferentes casos, donde se incluyen apartados tales como el objeto, metodología, ventajas/inconvenientes, etc.

En todo caso, actualmente el compostaje y la digestión anaerobia son las opciones más desarrolladas para la valorización de lodos de depuradora y otros residuos orgánicos, sobre todo el compostaje, pero la opción de obtener energía utilizando plantas de biogás en digestores anaerobios permite además resolver en parte la problemática de la gran cantidad de lodo, ya que posibilita la reducción de los mismos, llegándose en algunos casos a niveles cercanos al 50-70% (IEA, 2003). La similitud de los lodos EDAR y los lodos procedentes de la industria de transformado vegetal hace pensar la posibilidad de su utilización para obtener energía como sistema alternativo, si bien este tipo de tratamiento no está implantado en la industria de transformados vegetales, quizá debido al desconocimiento de la tecnología o a la dificultad en su implantación, pero en todo caso es una posibilidad a tener en cuenta.

El compostaje como opción de valorización.

Entre las alternativas de gestión y tratamiento de los lodos (vertedero, compostaje, obtención de biogás, utilización como ma-

terial de la construcción, extracción de compuestos de interés económico...), la tendencia de gestión de los lodos de depuradora es la de su valorización agrícola frente a otros destinos. Durante los últimos años se ha potenciado especialmente la reutilización de los lodos de depuradora como abono orgánico o como enmienda del suelo, pues existe el consenso general entre los expertos de que muchos de los problemas que afectan a los suelos (la erosión, la dependencia de productos químicos y las carencias orgánicas, minerales y microbianas) podrían paliarse en gran medida con el reciclado adecuado de estos residuos, siendo además un destino capaz de absorber de forma rápida y eficaz la mayor parte de los lodos de depuradora, sino todos, que sean aptos para este fin. Es de destacar que el acondicionamiento de los lodos para su valorización agrícola pasa necesariamente por un proceso de compostaje capaz de estabilizar la materia orgánica y de "sanear" el producto de microorganismos patógenos antes de su incorporación al suelo.

No obstante, en los últimos años se están contemplando otras líneas de valorización. En concreto el empleo de lodos para la descontaminación de suelos viene de la mano del desarrollo de alternativas biológicas por el coste elevado y algo ineficaz de los tratamientos físico-químicos para dicha descontaminación. En este contexto, la necesidad de descontaminar suelos conta-

		Lodo Alcachofa	Poda	Restos Alcachofa	Restos Ajo	Orujo
Microbiología						
Salmonella	/25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
E. Coli β-Glucuronidasa +	ufc/g	19E3	<10	>30E3	<10	10E1
Clostridium Perfringens	ufc/g	44E2	<10	13E2	<10	<10
Estreptococos Fecales	ufc/g	19E3	31E1	>30E3	50E2	<10
Listeria Monocytogenes	/25 g	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Metales pesados						
Cobre	mg/Kg	48.07	2.91	39.54	3.94	15.63
Cromo	mg/Kg	35.83	5.41	6.72	2.43	5.56
Cadmio	mg/Kg	0.34	0.01	0.15	0.05	0.01
Níquel	mg/Kg	29.74	2.23	4.43	1.39	2.71
Plomo	mg/Kg	10.83	0.43	30.25	0.85	0.69
Zinc	mg/Kg	225.10	15.14	90.19	10.38	7.76
Mercurio	mg/Kg	0.09	0.003	0.04	0.04	0.01
Arsénio	mg/Kg	0.55	0.21	1.20	0.22	0.18
Multiresiduos						
Plaguicidas	mg/Kg	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tabla 2. Caracterización componentes iniciales.

EL COMPOSTAJE DIRIGIDO VA ENCAMINADO HACIA LA OBTENCIÓN DE COMPOST DE EFECTO BIOPESTICIDA, BIOFERTILIZANTE Y BIOESTIMULANTE

minados ha potenciado el estudio y desarrollo de nuevas biotecnologías, así el término biorremediación se define como “uso de microorganismos naturales o introducidos para degradar los agentes contaminantes” (Pointing, 2001). Para lograr dicho efecto se trabaja en proporcionar en el medio contaminado las condiciones adecuadas para el crecimiento de dichos microorganismos y aumentar la biodisponibilidad y biodegradabilidad del contaminante. Todo ello se puede realizar con un adecuado proceso de compostaje.

En el campo del compostaje también es interesante una nueva línea de trabajo, que se conoce como compostaje dirigido, el cual va encaminado hacia la obtención de funcionalidades concretas de este tipo de materiales orgánicos como son el efecto biopesticida, biofertilizante y bioestimulante; para lo que se utilizan lodos obtenidos en el tratamiento biológico del sistema de depuración junto a agentes cocompostantes de naturaleza orgánica que puedan aportar estos efectos, o bien mediante manipulación microbiológica del proceso de compostaje.

En nuestro estudio se han realizado diversas experiencias de compostaje dirigido conjuntamente con otros residuos generados por el sector de transformados vegetales (restos de poda, restos de alcachofa, orujo, restos de cultivos de pimiento, restos de ajo, etc...) y en algunos casos se ha adicionado un fungicida con el fin de poder seleccionar aquellos microorganismos resistentes al mismo y que pueden incorporarse al suelo para su biorremediación. En este artículo se muestran los resultados obtenidos en tres experiencias de compostaje utilizando lodo procedente de la depuración de aguas residuales generadas en la elaboración de alcachofa y restos vegetales de alcachofa, ajo y orujo como agentes cocompostantes..

Experiencias de compostaje. En primer lugar, se preseleccionaron los materiales a compostar por sus presumibles caracte-



terísticas y disponibilidad y seguidamente éstas se corroboraron mediante una caracterización físico-química: pH, humedad, contenido en materia orgánica, COT (carbono orgánico total) y contenido nutricional (Tabla 1), datos que se emplearon más tarde para efectuar las mezclas de las pilas de compostaje. Además se analizó su contenido o ausencia en patógenos, metales pesados y restos de plaguicidas químicos (Tabla 2). Todo ello teniendo en cuenta que en el proceso de compostaje los responsables o agentes de la transformación son los seres vivos, por lo que todos aquellos factores que puedan limi-

	Pila 1	Pila 2	Pila 3
Lodo (Kg)	55.0	54.0	60.0
Poda vid tamizada 1 cm (Kg)	27.5	22.5	30.0
Restos de alcachofa (Kg)	66.0	-	-
Restos de ajo (Kg)	-	13.5	-
Orujo (Kg)	-	-	22.8
Relación C/N	24	24	25

Tabla 3. Contenido de las pilas en peso fresco.

		Pila 1	Pila 2	Pila 3
		Mezcla inicial Compost final	Mezcla inicial Compost final	Mezcla inicial Compost final
Salmonella	/25 g	Ausencia Ausencia	Ausencia Ausencia	Ausencia Ausencia
E. Coli β-Glucuronidasa	ufc/g	>30E3 10E2	14E3 14E2	93E2 12E3
Clostridium Perfringens	ufc/g	60E2 80E1	85E2 40E1	60E2 36
Estreptococos Fecales	ufc/g	>30E3 73	25E3 71E1	25E3 71E1
Listeria Monocytogenes	/25 g	Ausencia Ausencia	Ausencia Ausencia	Presencia Ausencia

Tabla 4. Seguimiento de los patógenos en la experiencia de compostaje.



Figura 1. Contenido iniciales de las composteras 1 (a), 2 (b) y 3 (c).

EL PROYECTO CONTEMPLA LA TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN A TÉCNICOS DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

tar su vida y desarrollo, limitarán también al propio proceso.

Bien, según los análisis previos realizados a los componentes iniciales se puede decir que los compostajes con orujo y restos de alcachofa son los más interesantes desde el punto de vista nutricional. En nuestro estudio las pilas contenían una mezcla de residuos que se muestran en la Tabla 3 y su aspecto se puede observar en la Figura 1.

Las diferentes mezclas fueron monitorizadas durante el proceso de compostaje, de modo que se alcanzasen temperaturas termófilas que asegurasen la higienización de los compost, volteando para oxigenar el medio y asegurar el carácter aerobio del proceso e incorporando la cantidad de agua necesaria para que la mezcla tuviera una humedad entre 55-60%. Se tomaron muestras en cada volteo y en la fase de maduración, para estudiar los efectos del proceso de compostaje y las características de los compost finales.

Según los tres perfiles de temperatura se puede decir que la pila 1 y 3 se comportan de forma similar alcanzando rápidamente rangos termófilos, mientras que el perfil de la pila 2 muestra que no se elevó tan rápido la temperatura y esto es debido a que la ventilación estaba facilitada por los restos de ajo (como evidenciaba el mayor volumen de la pila con la misma cantidad de lodo), lo que conlleva la pérdida de calor por los poros generados.

En las imágenes de la Figura 2 se puede observar el aspecto de la experiencia con restos de alcachofa antes de algunos de sus

volteos y al pasar a maduración.

También se realizó un seguimiento de los microorganismos patógenos (*Salmonella*, *Listeria*, *E. Coli*, *Clostridium perfringens* y *Escherichia coli*) para comprobar el correcto desarrollo del compostaje según la temperatura de las pilas y los volteos. Con él se ha podido demostrar que durante el compostaje se produce un descenso importante en los niveles de estos microorganismos, llegando a niveles de higienización (Tabla 4).

Finalmente, el compost obtenido presenta las características de la Tabla 5, donde se observa que las pilas 1 y 3 son, efectivamente, las más interesantes desde el punto de vista nutricional. Evidentemente, este hecho es importante porque permite “jugar” con diferentes mezclas para obtener compost más o menos enriquecidos con nutrientes en forma orgánica. También se está probando la incorporación de nutrientes en alguna de las fases del proceso con el fin de observar su fijación a formas orgánicas.

Además de los contenidos nutricionales, se han estudiado actividades enzimáticas de los compost. La determinación de estos parámetros biológicos y bioquímicos se puede utilizar como bioindicadores de la mejora de la calidad agronómica del compost y nos permite prever la mejora de la fertilidad del suelo con la incorporación del compost mediante la estimulación de la actividad biológica y los ciclos de nutrientes del suelo. Hemos realizado un estudio comparativo entre las diferentes pruebas de compostaje ensayadas con lodo agroalimentario de procesado de alcachofa, ya que partimos de la premisa de que los microorganismos

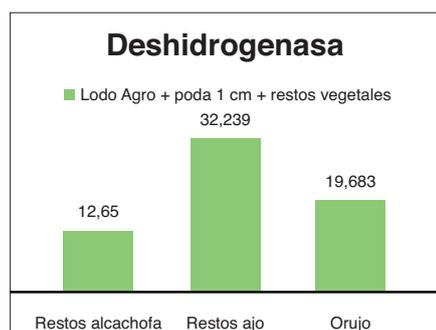


Figura 3. Actividad enzimática deshidrogenasa de los diferentes compost obtenidos.

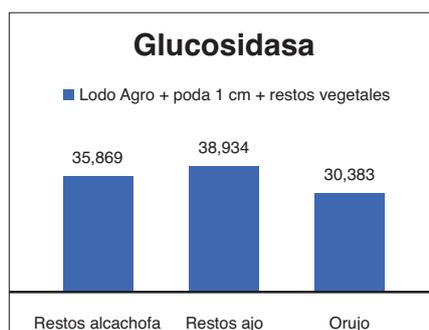


Figura 4. Actividad enzimática β -glucosidasa de los diferentes compost obtenidos.



Figura 5. Actividad enzimática ureasa de los diferentes compost obtenidos.



Figura 2. Diferentes etapas de la experiencia utilizando residuos de alcachofa.

mos ejercen una gran influencia en numerosas reacciones de oxidación, hidrólisis y degradación de materia orgánica que, a su vez, tienen un claro reflejo en los ciclos del carbono, nitrógeno, fósforo y otros elementos (Balloni y Favilli, 1987).

Según lo anterior, y para evaluar la calidad de los composts finales, se han realizado medidas de parámetros biológicos como la actividad enzimática oxidorreductasa deshidrogenasa y de parámetros bioquímicos como las actividades enzimáticas hidrolasa (del ciclo del carbono y nitrógeno, β -glucosidasa y ureasa, (Figuras 3, 4 y 5).

La deshidrogenasa es una enzima intracelular y es representativa de las células microbianas que están activas, considerándose un buen indicador de la actividad microbiana. La actividad deshidrogenasa está relacionada con un grupo de enzimas que participan en reacciones metabólicas para acabar produciendo energía en forma de ATP a través del proceso de oxidación de la materia orgánica (mediante procesos de deshidrogenación), que es el principal responsable de la degradación y estabilización del residuo. La actividad deshidrogenasa se ha demostrado especialmente eficaz como indicadora del proceso y maduración del compostaje (Tiquia, 2005). Así, en el gráfico de la Figura 3 se puede observar que la mayor actividad se corresponde con el compost que contiene restos de ajo, lo que indica que con este residuo obtenemos un compost con una materia orgánica menos estabilizada y el compost a partir de restos de alcachofa tiene un valor mucho menor, indicativo de que con este cosubstrato el compostaje se comporta mejor, alcanzando niveles de estabilidad de la materia orgánica más elevados.

El contenido de β -glucosidasa está relacionado con la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el medio; parece lógico que los mayores valores se correspondan con los compost obtenidos con restos de ajo que, como hemos visto con la actividad deshidrogenada, son los que tenía la materia orgánica menos estabilizada y, por tanto, tendrá una cantidad mayor de materia orgánica biodegradable. En este caso, el compost que tendría un menor contenido en materia orgánica biodegradable sería el obtenido con orujo como agente cocompostante (Figura 4). Por su parte, el origen de la actividad ureasa es fundamentalmente microbiano, siendo su localización y actividad extracelular. Está relacionada con el ciclo de nitrógeno y, por lo tanto, con la mineralización del nitrógeno orgánico, siendo sintetizada por los microorganismos para obtener fuentes de nitrógeno asimilables. En las experiencias de compostaje se ha observado el mayor valor en el compost de orujo, mientras que en el compost obtenido a partir de restos de alcachofa, donde inicialmente había mayor contenido en nitrógeno, se observa una menor actividad porque, como es lógico, los microorganismos disponen de más nitrógeno y no necesitan sintetizar ureasa y, por lo tanto, realizar un gasto energético para obtener nitrógeno asimilable (Figura 5).

Por otro lado, también se han llevado a cabo una serie de experiencias de germinación y cálculo de los correspondientes índi-



ces de germinación con el fin de evaluar la naturaleza más o menos fitotóxica de los diferentes compost o incluso su capacidad de controlar enfermedades a nivel de semillero, con la intención de poder ratificar resultados satisfactorios obtenidos de otras experiencias a partir de compost con lodo agroalimentario y sarmiento de pimiento o poda. Los resultados de estas experiencias ponen de manifiesto que este tipo de compost, obtenidos a partir de lodos de la industria agroalimentaria y restos vegetales de la misma, están exentos de compuestos inhibidores que puedan incidir negativamente en el crecimiento vegetal. Además, estos resultados también se corroboraron en un ensayo de crecimiento vegetal con plantas de melón a nivel de semillero (ya que es en este momento donde las plantas son más sensibles a los posibles efectos fitotóxicos, como a los efectos beneficiosos de los materiales orgánicos) en el que se compararon los efectos de utilizar como sustratos los compost de origen agroalimentario respecto a los obtenidos con turba como sustrato. En concreto, se probaron mezclas de turba y compost con el 75 y 50% de compost y los resultados se muestran en la Tabla 6. Podemos observar que, en general, todas las mezclas incrementan el crecimiento en preso fresco de las plantas de melón y, sin embargo,

	Pila 1	Pila 2	Pila 3
CE ms/cm	6.69	2.94	9.52
% Materia orgánica fácilmente oxidable	50.85	43.23	46.10
% N total	3.17	2.56	3.25
% P ₂ O ₅	3.80	2.57	3.60
% K ₂ O	4.17	4.17	6.05
% CaO	10.96	7.95	10.77
% MgO	2.22	1.57	2.82
% Na	0.25	0.14	0.50
% Fe	0.13	0.08	0.12
Mn (ppm)	45.70	28.80	51.30
% Cu (ppm)	20.20	14.70	24.00
Zn (ppm)	127.00	86.60	157.90
B (ppm)	32.84	34.49	20.07

Tabla 5. Características de los composts finales obtenidos.



el peso seco de las plantas de melón en turba es ligeramente más elevado que los demás. Sin entrar en detalle del porqué de esta circunstancia podemos afirmar que la sustitución de una parte importante de turba substrato habitual de empresas hortofrutícolas, (viveros, semilleros, etc.) que tiene un coste elevado por otros substratos orgánicos como son los compost obtenidos a partir de restos vegetales y lodos de depuradoras agroalimentarias, puede suponer un beneficio claro ya que, por una parte, es mucho más económico que la turba, no supone un riesgo para el cultivo, más bien al contrario ya que puede incrementar la producción vegetal e incorpora nutrientes que, en todo caso, supondrá un ahorro en fertilizantes químicos y ofrece una salida valorada y adecuada a los biorresiduos generados en el sector de transformados vegetales.

Otra experiencia que se está llevando a cabo es la de introducir un agente patógeno como *Fusarium oxysporum* en el substrato orgánico durante el crecimiento de las plantas de melón y observar la evolución de las mismas con los diferentes substratos ensayados (compost de origen agroalimentario y turba). Esta experiencia está poniendo de manifiesto que los compost tienen una cierta capacidad de controlar enfermedades a nivel de semillero ya que se observó que un menor número de plantas infectadas cuando se empleaba compost que cuando se empleaba turba. No obstante, se está trabajando en este tema para confirmar estos primeros resultados obtenidos.

Substrato ensayado	Peso fresco		Peso seco	
	Media	Dev. est	Media	Dev. est
Compost Ajo (75-25)	5,597	0,564	0,487	0,050
Compost Ajo (50-50)	5,377	0,742	0,491	0,042
Compost Alcachofa (75-25)	5,096	0,795	0,477	0,078
Compost Alcachofa (50-50)	5,435	0,181	0,481	0,036
Compost Orujo (75-25)	5,140	0,377	0,493	0,038
Compost Orujo (50-50)	5,495	0,307	0,499	0,044
Turba	5,184	0,320	0,523	0,032

Tabla 6. Peso seco y peso fresco de las plantas de melón plantadas en diferentes substratos. (75-25) = Mezcla de un 75% de compost y un 25% de turba. (50-50) = Mezcla de un 50% de compost y un 50% de turba.

Finalmente, desde el punto de vista de calidad agrícola y según los límites marcados por la normativa en relación con la presencia de metales pesados (Real Decreto 824/2005 sobre productos fertilizantes), los compost obtenidos pueden ser adecuados para cultivos agrícolas ecológicos ya que la cantidad de metales pesados están muy por debajo del límite establecido para la Clase A, que es la más exigente y que se relaciona con la agricultura ecológica que marca este RD (Tabla 7) y el origen de estos compost es, en todo caso, de restos vegetales utilizados en la industria alimentaria (por la tanto, exentos de compuestos de naturaleza tóxica) y lodos procedentes de la depuración de aguas residuales cuya carga contaminante también es del mismo origen vegetal y, por lo tanto, también exentos de compuestos de naturaleza tóxica.

Podemos afirmar que el compostaje es una vía de valorización adecuada de los lodos de la industria de transformados vegetales con una proyección interesante, al tiempo que puede emplear restos vegetales como agentes cocompostantes o estructurantes con la ventaja de gestionar, al mismo tiempo, los dos principales biorresiduos generados por el sector. Con ello se consigue reducir, de manera significativa, el poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de la incorporación directa al suelo de los lodos y los restos vegetales, pero además lograr beneficios económicos al reducir costes y abrir nuevos proyectos comerciales. Uno de éstos puede ser la obtención de compost con funcionalidades concretas como puede ser el efecto biopesticida, biofertilizante y bioestimulante.

En definitiva, la búsqueda de nuevas alternativas a la gestión de los biorresiduos es una línea de trabajo en el CTC con el fin de ponerlas a disposición de las empresas del sector, está desarrollando intensamente en estos últimos años. En concreto, se trabaja en su aprovechamiento en el sector agrícola como enmienda, en la obtención de biogás y en la biorremediación de suelos contaminados, teniendo en cuenta las circunstancias del momento y con la intención de facilitar el cumplimiento de los objetivos que van a marcar la nueva normativa, según la Directiva 98/2008/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008.

		Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3	RD 824/2005		
					Clase A	Clase B	Clase C
Cobre	mg/Kg	20.66	18.11	16.98	70	300	400
Cromo	mg/Kg	13.91	18.10	13.46	70	250	300
Cadmio	mg/Kg	0.08	0.09	0.08	0.7	2	3
Níquel	mg/Kg	8.36	9.21	6.39	25	90	100
Plomo	mg/Kg	5.2	20.54	6.42	45	150	200
Zinc	mg/Kg	108.6	98.58	68.46	200	500	1000
Mercurio	mg/Kg	0.04	0.047	0.03	0.4	1.5	2.5
Arsénico	mg/Kg	1.15	0.72	0.56	-	-	-

Tabla 7. Valores de metales pesados en el compost final.