

EFECTO DEL COMPOSTAJE EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *DIGITARIA SANGUINALIS* Y *ECHINOCHLOA CRUS-GALLI*. RESULTADOS PRELIMINARES

Gallart, M.*; López, M.; Huerta, O.; Duarte, S.; Aguilar, M.; Martínez-Farré, X.

Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
Universitat Politècnica de Catalunya. C/ Esteve Terradas, 8, 08860 Castelldefels, España

*Correo electrónico: montserrat.gallart@upc.edu

Resumen

Uno de los parámetros de calidad del compost es la ausencia de semillas u otros propágulos viables de malas hierbas. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del proceso de compostaje en la capacidad germinativa de semillas de garranchuelo (*Digitaria sanguinalis*) y mijera (*Echinochloa crus-galli*), dos especies de malas hierbas anuales ampliamente distribuidas. El experimento se llevó a cabo en compostadores de tipo doméstico de 330L. El llenado de los compostadores se realizó en 3 días con una mezcla 1:1 (v:v) de fracción orgánica y restos de poda de jardinería urbana triturados. Al finalizar el llenado, se enterraron en la zona media-central de los compostadores 14 bolsas de nylon por especie, con un mínimo de 200 semillas cada una. Se utilizaron semillas no latentes, almacenadas en seco desde su recolección, con una germinación superior al 95%. Cada día y durante dos semanas se extrajeron 2 bolsas por especie. Las semillas de cada bolsa se pusieron a germinar al régimen térmico y lumínico de 20°C (12h de oscuridad) / 30°C (12h de luz). La germinación de *Digitaria sanguinalis* fue nula en los 14 desenterramientos efectuados. Los resultados con *Echinochloa crus-galli* fueron similares, aunque en este caso se detectó cierta germinación (<3%) en las semillas desenterradas el segundo y cuarto día. La pérdida de capacidad germinativa de ambas especies se atribuye principalmente al efecto combinado de las altas temperaturas de la fase termófila (se alcanzó una temperatura superior a los 60°C en menos de 24 h) y la elevada humedad del material en proceso. Otro experimento realizado en condiciones controladas mostró que la combinación de altas temperaturas (>55°C) y elevada humedad es letal para ambas especies.

Palabras clave: compostaje, malas hierbas, germinación, garranchuelo, mijera

INTRODUCCIÓN

La ausencia de propágulos viables de malas hierbas (es decir, semillas u otras estructuras capaces de generar nuevos individuos de malas hierbas) es uno de los parámetros de calidad del compost. Sin embargo, en relación a este parámetro existe una relativa heterogeneidad en los estándares de calidad del compost y en su obligatoriedad de cumplimiento en distintos países (Hogg et al., 2002).

Los propágulos de malas hierbas pueden proceder de los propios componentes de la mezcla a compostar (p.ej. restos de poda, purines, etc.) o bien de individuos de malas hierbas cercanos a la zona donde se realiza el proceso de compostaje o el almacenamiento del compost (Grundy et al., 1998).

La aplicación de un compost que no esté libre de propágulos puede suponer en el lugar de aplicación: 1) el incremento de las poblaciones de malas hierbas, o bien 2) la introducción de nuevas especies arvenses. En el primer caso, el impacto e importancia dependerá del tamaño del banco de semillas presente en el lugar y de la contribución anual de las poblaciones existentes a este banco de semillas. En el segundo caso, es obvio que el impacto puede ser potencialmente mucho mayor.

Diferentes parámetros del proceso de compostaje (temperatura, humedad, número de volteos, duración del proceso, presencia de sustancias fitotóxicas, etc.) afectan la viabilidad de los propágulos de malas hierbas (Eghball y Lesoing, 2000; Larney y Blackshaw, 2003). De hecho, el compost es por definición un producto biológicamente estable, libre de agentes patógenos y de semillas de malas hierbas (Haug, 1993). No obstante, algunos estudios han apuntado que un cierto porcentaje de semillas de una determinada especie pueden mantener su capacidad germinativa después del proceso de compostaje, y que las condiciones letales para las semillas u otros propágulos son especie-específicas (Grundy et al., 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del compostaje en la capacidad germinativa de semillas de garranchuelo (*Digitaria sanguinalis*) y mijera (*Echinochloa crus-galli*). Ambas, son especies de malas hierbas anuales de verano ampliamente distribuidas y que se encuentran tanto en zonas cultivadas como en zonas no cultivadas. Se trata de especies muy prolíficas y con una elevada capacidad competitiva (Holm et al., 1977; Maun y Barrett, 1989).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos con semillas de las dos especies. En el primer experimento se evaluó la germinación de semillas que habían sido enterradas en compostadores de tipo doméstico. En el segundo caso, se estudió la germinación de semillas que habían sido sometidas a altas temperaturas, similares a las que se alcanzan durante el proceso de compostaje, en condiciones controladas.

En ambos experimentos se utilizaron semillas no latentes que habían estado almacenadas en seco desde su recolección y que presentaban una germinación superior al 95%.

Experimento 1. Semillas enterradas en compostadores

El experimento se llevó a cabo en compostadores de tipo doméstico de 330L situados al aire libre bajo un cubierto, en las instalaciones de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona del Campus del Baix Llobregat (Castelldefels) de la Universitat Politècnica de Catalunya. Estos compostadores formaban parte de una prueba piloto de compostaje de la fracción orgánica de los residuos comerciales producidos en el bar/restaurante del Campus universitario, que se está llevando a cabo en la actualidad.

El llenado de los compostadores se realizó en 3 días con una mezcla 1:1 (v:v) de fracción orgánica de los residuos producidos en el bar/restaurante del Campus universitario y restos de poda de jardinería urbana triturados. Al finalizar el llenado, 14 bolsas de nylon por especie, que contenían como mínimo 200 semillas de cada una de las especies, se enterraron en la zona media-central de los compostadores.

Cada día y durante dos semanas se extrajeron en cada uno de los compostadores 2 bolsas de cada especie. Las semillas desenterradas se desinfectaron con una solución de hipoclorito sódico al 5% durante 5 minutos, procediendo posteriormente a 3 lavados con agua destilada. Las semillas de cada bolsa se distribuyeron en 4 placas de Petri, provistas de papel de filtro humedecido con 3 mL de agua destilada, y se incubaron en la cámara de germinación durante 30 días a 20°C (12h de oscuridad) / 30°C (12h de luz) (Gallart et al., 2008).

Durante el experimento, se monitorizó la temperatura de los compostadores a 3 alturas distintas (20, 40 y 60 cm). Además, cada dos días se extrajeron dos muestras del material en proceso para determinar la humedad.

Experimento 2. Semillas sometidas a altas temperaturas

Paralelamente, se hizo otro experimento para evaluar el efecto de la temperatura y la humedad en la capacidad germinativa de las semillas de estas especies. En este caso se pusieron a germinar semillas expuestas durante 24 horas y 48 horas a dos temperaturas (55°C y 65°C) y a dos niveles de humedad: húmedo y seco. El húmedo correspondió a mantener las semillas sumergidas en agua durante el tiempo de exposición a altas temperaturas (es decir las semillas iniciaban la imbibición a altas temperaturas). El seco eran semillas no embebidas expuestas a altas temperaturas. Experimentos previos habían constatado que el tratamiento húmedo no tenía efecto en la capacidad germinativa de las semillas cuando la prueba se realizaba a temperatura ambiente.

De manera similar al experimento 1, para cada uno de los tratamientos se realizaron 4 repeticiones de 50 semillas incubadas durante 30 días. El régimen térmico y lumínico utilizado fue 20°C (12h de oscuridad) / 30°C (12h de luz).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación de las semillas de *Digitaria sanguinalis* enterradas en los compostadores fue nula en los 14 desenterramientos efectuados. Los resultados con *Echinochloa crus-galli* fueron similares, aunque en este caso se detectó una cierta germinación (<3%) en las semillas desenterradas el segundo y cuarto día en uno de los compostadores. En el resto, la germinación también fue nula.

La **Figura 1** muestra la evolución de la temperatura en los compostadores a las 3 profundidades monitorizadas (20, 40 y 60 cm). Aunque se observan algunas diferencias, se alcanzó una temperatura máxima >70°C en todos ellos. Además, debe destacarse que en menos de 24 horas se alcanzó los 60°C.

La **Figura 2** corresponde a los datos de humedad obtenidos. La humedad media del material fue del 43%. La humedad de los materiales iniciales de la mezcla utilizada fue del 74% para la fracción orgánica y del 14.8% en el caso de los restos de poda.

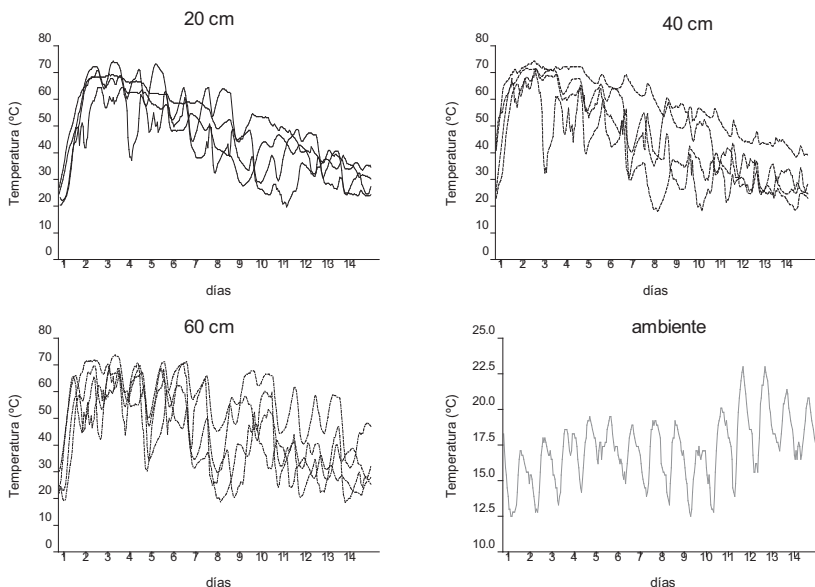


Figura 1. Temperatura de los compostadores a 20, 40 y 60 cm y temperatura ambiente.

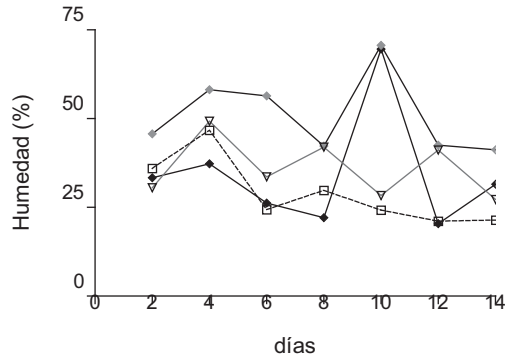


Figura 2. Humedad del material de los compostadores.

En cuanto a los resultados del experimento de semillas sometidas a altas temperaturas en condiciones controladas (Tabla 2), se observa que la capacidad germinativa de las semillas de *D. sanguinalis* y de *E. crus-galli* se vio afectada decisivamente por una combinación de altas temperaturas y alta humedad. En cambio la germinación a 55°C y 65°C en un ambiente seco fue > 95%. No obstante, debe remarcarse que este efecto es especie específico y no puede ser extrapolado al efecto en otras especies. Por ejemplo, Eghball y Lesoing (2000) evaluaron el efecto del proceso de compostaje en pilas en algunas especies de malas hierbas y encontraron que un pequeño número de semillas de *Abutilon theophrasti* y *Amaranthus retroflexus* sobrevivían al proceso, en cambio habían sido letal para otras como *Ipomea hederace*, *Adropogon sorghum*, *Setaria fabery*, *Xanthium strumarium*. Egley (1990) observó que semillas de *Sorghum halpense* y *Amaranthus retroflexus* enterradas en un suelo húmedo (17% de humedad) y sometidas a 60 y 70°C durante 7 días eran capaces de germinar en un pequeño porcentaje (1 y 5%, respectivamente).

Tabla 2. Porcentaje de germinación (media ± error estándar) de semillas sometidas durante 24 y 48 horas a altas temperaturas (55 y 65°C) y dos niveles de humedad (seco y húmedo).

Temperatura (°C)	Nivel de humedad	Tiempo de exposición (h)	Especie	
			<i>D. sanguinalis</i>	<i>E. crus-galli</i>
55	seco	24	99.0 ± 0.6	94.6 ± 1.5
		48	99.5 ± 0.5	96.4 ± 1.0
	húmedo	24	0 ± 0	0 ± 0
		48	0 ± 0	0 ± 0
65	seco	24	99.0 ± 1.0	95.0 ± 1.3
		48	99.0 ± 0.6	93.5 ± 1.0
	húmedo	24	0 ± 0	0 ± 0
		48	0 ± 0	0 ± 0

El mantenimiento de la capacidad germinativa observada en algunas semillas de *E. crus-galli* puede explicarse por 1) una resistencia de un pequeño porcentaje de la población de semillas de esta especie a las condiciones sometidas o bien 2) a la falta de imbibición de algunas de las semillas contenidas en las bolsas por ausencia de intercambio de agua con la matriz compostable. De acuerdo con los resultados del experimento 2 parece razonable pensar que probablemente está relacionada con la segunda causa. Sin embargo, deberían plantearse nuevos trabajos para discernir entorno a esta cuestión y para evaluar el efecto del proceso de compostaje en semillas en estado de dormición, pues el efecto combinado temperatura y humedad podría ser distinto (Baskin y Baskin, 2001). De hecho, las altas temperaturas estimulan la germinación tanto de *D. sanguinalis* (Taylorson y Brown, 1977) como de *E. crus-galli* (Maun y Barrett, 1989). En general, debe tenerse en cuenta que la sensibilidad/resistencia de las semillas a las altas temperaturas es función de las especie y puede depender del estado de dormición, la estructura de la cubierta, la composición del endosperma, la presencia de estructuras que la envuelven en la dispersión, etc. (Baskin y Baskin, 2001). Por otro lado también deberían plantearse trabajo futuros para evaluar la viabilidad de las semillas después del proceso de compostaje mediante un test químico (p. ej. test del tetrazolum), pues no se puede descartar *a priori* que las condiciones presentes durante el proceso no afecten la dormición de las semillas, es decir que las semillas entren en un estado de dormición secundaria.

En el caso de las dos especies estudiadas se ha observado que exposiciones breves (1 día) a condiciones de altas temperaturas y humedad son suficientes para afectar decisivamente en la capacidad germinativa de las semillas. No obstante, en otras especies se ha constatado una interacción importante entre la exposición a altas temperaturas y el tiempo de exposición (Thompson et al., 1997).

En conclusión, las semillas de garranchuelo (*Digitaria sanguinalis*) y mijera (*Echinochloa crus-galli*) pierden su capacidad germinativa en un tiempo muy breve en las condiciones de compostaje doméstico establecidas. Teniendo en cuenta los resultados de ambos experimentos permiten indicar que esta pérdida de capacidad germinativa puede ser atribuida principalmente al efecto combinado de las altas temperaturas de la fase termófila y la elevada humedad del material en proceso.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Institut de Sostenibilitat de la Universitat Politècnica de Catalunya mediante el proyecto "Projecte Llavor. Convocatoria 2010. Valorització en origen de residus orgànics en el Parc Mediterrani de la Tecnologia (Campus UPC del Baix Llobregat)" y por la Diputació de Barcelona con el proyecto "Campanya de sensibilització per a la separació en origen dels residus orgànics municipals i de la resta de fraccions valoritzables dins la comunitat del Parc Mediterrani de la Tecnologia (PMT)".

REFERENCIAS

- Baskin C.C., Baskin J.M. 2001. Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego.
- Eghball, B., Lesoing, G.W. 2000. Viability of weed seeds following manure windrow composting. Compost Sci. Util. 8: 46-53.
- Egley, G.H. 1990. High-temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. Weed Sci. 38: 429-435.

- Gallart, M., Verdú, A.M.C., Mas, M. 2008. Dormancy breaking in *Digitaria sanguinalis* seeds: the role of the caryopsis covering structures. *Seed Sci. & Technol.* 36: 259-270.
- Grundy, A.C., Green, J.M., Lennartsson, M. 1998. The effect of temperature on the viability of weed seeds in compost. *Compost Sci. Util.* 6: 26-33.
- Haug, R.T. 1993. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Hogg, D., Barth, J., Favoino, E., Centemero, M., Caimi, V., Amlinger, F., Devliegher, W., Brinton, W., Antler, S. 2002. Comparison of compost standards within the EU, North America and Australasia. The Waste and Resources Action Programme, Oxon, Reino Unido.
- Holm L.G., Plucknett D.L., Pancho J.V., Herberger J.P. 1977. *The world's worst weeds: Distribution and biology*. University of Hawaii Press, Honolulu.
- Larney, F.J., Blackshaw, R.E. 2003. Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.* 32: 1105-1113.
- Maun, M.A., Barrett, S.C.H. 1986. The biology of canadian weeds: 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Can. J. Plant. Sci.* 66: 739-759.
- Taylorson, R.B., Brown, M.M. 1977. Accelerated after-ripening for overcoming seed dormancy. *Weed Sci.* 25: 473-475.
- Thompson, A.J., Jones, N.E., Blair, A.M. 1997. The effect of temperature on viability of imbibed weed seeds. *Ann. Appl. Biol.* 130:123-134.

OPTIMIZACIÓN DEL FRACCIONAMIENTO DE SUSTANCIAS HÚMICAS EN MUESTRAS PROCEDENTES DEL COMPOSTAJE DE RESTOS AGRÍCOLAS

Moreno, J.*; Suárez-Estrella, F.; Vargas-García, M.C.; López, M.J.; López-González, J.A.; Jurado, M.M.; Cervera, O.

Dpto. Biología Aplicada, Área de Microbiología, Universidad de Almería, ceiA3. La Cañada de San Urbano s/n, Almería, España

**Correo electrónico: jcasco@ual.es*

Resumen

Algunos de los criterios que se establecen a la hora de evaluar la calidad de la materia orgánica de suelos, fertilizantes, lodos o compost presentan inconvenientes, y generan resultados confusos. Desde hace décadas se ha considerado erróneamente que la extracción alcalina de las sustancias tipo "humus" da lugar a un extracto húmico total. Sin embargo, se conoce que dicho extracto consta de sustancias tanto humificadas como no humificadas, entre las que se incluyen grasas, proteínas o carbohidratos.

En este trabajo, gracias a la optimización de un proceso de extracción y fraccionamiento de compuestos humificados, ha sido posible cuantificar por separado las fracciones de ácidos húmicos y fúlvicos, y separarlas a su vez de otros compuestos no humificados. Las muestras analizadas procedieron de un proceso de compostaje llevado a cabo exclusivamente con restos hortícolas. La duración total del proceso fue de aproximadamente 6 meses, de modo que se pudo observar un incremento significativo de las fracciones humificadas transcurridos 4 meses desde el inicio del proceso. Mientras que la fracción de ácidos fúlvicos no varió considerablemente, la fracción de ácidos húmicos estuvo cercana al 5%, lo que supuso un buen resultado para este tipo de residuos. Consecuentemente, algunos de los indicadores de maduración utilizados, como es el caso del Índice de Humificación (IH) o la Proporción de Humificación (HR) duplicaron su valor durante los dos últimos meses del proceso. No obstante, la utilidad de este tipo de parámetros indicadores depende, en gran parte, del tipo de materias primas que componen la mezcla original, de la calidad y características del propio proceso de compostaje así como del proceso de extracción y separación de los materiales considerados como humificados.

Palabras clave: compostaje, sustancias húmicas, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, indicadores de maduración

INTRODUCCIÓN

La presencia de sustancias húmicas a nivel mundial juega un papel fundamental en ecosistemas tanto acuáticos como terrestres. Hayes et al. (1988), consideran que tales sustancias se encuentran implicadas en, (1) la formación y mantenimiento de una buena estructura del suelo; (2) la retención de nutrientes vegetales en formas disponibles gracias a procesos de intercambio catiónico; (3) la liberación lenta de nitrógeno, azufre, fósforo y algunos elementos traza; (5) el transporte de metales hacia las raíces vegetales; (6) el efecto estimulante sobre el crecimiento vegetal; (7) la inmovilización de algunas sustancias antropogénicas (pesticidas) presentes en el suelo o (8) el aumento de la temperatura del suelo debido al incremento en la absorción de la radiación solar.