



Revista AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica

Volúmen 1, número 4, año 2008 ISSN 0718-378X
PP

Efecto de la utilización de dregs en aspectos físicos y químicos en el compostaje de lodos industriales provenientes de la industria de celulosa Kraft

Physical and chemical effects of using dregs on industrial composting
of sludge from Kraft pulp industry

Marcia Zambrano
Consuelo Pichún
Juanita Freer
Gladys Vidal
Jaime Baeza

ABSTRACT

The beneficial use of solid wastes could be an alternative for landfill management. However, there are few rigorous studies that have led to estimate the impact of these wastes on the environment.

The most suitable combination of these wastes was studied based on a 32 factorial design and it was found that the dregs dose should not exceed 12.5% (v/v) with an optimal ratio of dregs:bark equal to 0.25.

The results indicate that the process was successful and showed an evolution of its typical temperature. Similarly, in most of the mixtures the termophilic temperature was exceeded.

The tendency of N-NO_3^- and N-NH_4^+ contents indicated the existence of a mature compost, as well as seed germination rates.

Key words: composting, dregs, industrial sludge

III-Zambrano-Chile-001

Efecto de la utilización de dregs en aspectos físicos y químicos en el compostaje de lodos industriales provenientes de la industria de celulosa Kraft

Marcia Zambrano¹

Ingeniero Civil Industrial mención Agroindustria, Universidad de La Frontera, Chile. Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Chile. Académico, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera. Línea de Investigación: Gestión de residuos sólidos industriales.

Consuelo Pichún

Ingeniero Ambiental, Universidad de La Frontera, Chile. Licenciada en Ciencias de la Ingeniería. Trabajo de tesis: Estudio de compostaje aeróbico de residuos sólidos provenientes de la industria de celulosa Kraft.

Juanita Freer

Licenciada en Química. Doctor en Química (Ph.D.), Universidad de Detroit Mi., Estados Unidos. Profesor Titular Departamento de Físico Química. Líneas de Investigación: Química de la Madera, Análisis Químico de Material Lignocelulósico.

Gladys Vidal

Ingeniero Civil Industrial mención Agroindustrias, Universidad de la Frontera, Chile. Doctor Ciencias Químicas, Universidad de Santiago de Compostela, España. Directora del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales con mención en Sistemas Acuáticos, EULA-Chile.

Jaime Baeza

Químico-Farmacéutico, Universidad de Concepción, Chile. M.Sc. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico. Doctor, Universidad de Detroit, Estados Unidos. Profesor Titular Universidad de Concepción.

⁽¹⁾ Francisco Salazar N° 01145, Casilla 54-D, Temuco-Chile-Tel: (56) 45-325484 - Fax- (56) 45-325053- E-Mail: mzambra@ufro.cl

RESUMEN

Como alternativa al landfill, la utilización benéfica de los residuos sólidos, podría ser una alternativa para su gestión. Sin embargo, son escasos los estudios rigurosos que han llevado a estimar el impacto de estos residuos en el ambiente.

Basándose en un diseño factorial 3², se estudió la combinación más adecuada de estos residuos, encontrándose que la dosis de dregs no debe superar un 12,5% (v/v). Con una relación óptima dregs: corteza igual a 0,25.

Los resultados indican que, el proceso fue exitoso obteniéndose una evolución de la temperatura característica de este proceso. Asimismo, se logró superar la temperatura termófila en la mayoría de las mezclas.

La tendencia del contenido de N-NO_3^- y N-NH_4^+ fue indicativa de un compost maduro. Como asimismo, los índices de germinación de semillas.

Palabras Claves: compostaje, dregs, lodo industrial.

INTRODUCCIÓN

La industria de celulosa Kraft, genera una amplia variedad de residuos sólidos industriales (RISes), entre los cuales se encuentran dregs, provenientes del proceso de recuperación de químicos, corteza de la etapa de descortezado de rollizos, y lodos residuales generados en el sistema de tratamiento de residuos líquidos. Los dregs se han utilizado como aporte de nutrientes en su aplicación directa al suelo, principalmente como enmienda alcalina, elevando el pH (10-12), contiene macronutrientes tales como potasio, calcio y microelementos necesarios para el crecimiento de las plantas. No presentan características de toxicidad, reactividad, corrosividad e inflamabilidad, por lo que son considerados no tóxicos, cumpliendo la normativa que estipula la EPA (1991). Su elevado pH podría generar efectos adversos al ser utilizados en el compostaje de lodos residuales en dosis elevadas (Campbell *et al.* 1995).

Este estudio considera la utilización de dregs en el compostaje de lodos secundarios provenientes de la industria Kraft, con el propósito de evaluar los efectos en algunas propiedades químicas (pH, relación C/N, N-NO_3^- , N-NH_4^+) y físicas (contenido de humedad, capacidad de campo) durante el compostaje y su efecto en la madurez del producto final.

Los resultados indicaron que la aplicación de dregs en dosis de 6, 8 y 10% no fue impedimento para el logro de la fase termofílica, con reducción en el contenido de sólidos volátiles y contenido de humedad, obteniéndose un producto final sin características de fitotoxicidad.

OBJETIVOS

- Determinar el efecto de diferentes dosis de dregs sobre propiedades físicas y químicas en el compostaje aerobio de lodos biológicos
- Evaluar la madurez del producto final obtenido.

METODOLOGÍA

El contenido de humedad fue determinado por método de gravimétrico (105°C por 24 h), N total fue medido en una muestra molida y seca (105° C), utilizando un analizador elemental Fisons 1108 CHNS-O. El carbono orgánico total fue medido en el analizador elemental Fisons 1108 CHNS-O en una muestra molida previamente tratada con HCl (1:1), seca (80° C) bajo campana, y a 105°C por 2 h más (Jackson and Line 1997).

Sólidos volátiles totales medidos por pérdida de masa luego de su calcinación a 550° C por cuatro horas (Wang *et al.* 2004, Sundberg and Jönsson, 2005), pH fue medido en extracto de compost con dilución (1:5). El contenido de N-NO_3^- y N-NH_4^+ fue medido por el método de MgO-aleación Devarda usando extractos de KCl 2N. El test de fitotoxicidad fue realizado al final del proceso de compostaje, mediante la germinación de semillas de *Raphanus sativus* L.

Diseño experimental

El tratamiento de los datos fue realizado con un diseño experimental 3^2 que utiliza como base la metodología superficie-respuesta, la cual permite obtener una ecuación polinómica en la cual se puede apreciar la influencia de cada componente para obtener la mejor combinación de las variables independientes para obtener así la mejor respuesta. Se utilizó como variables independientes la adición de inorgánico y corteza a tres niveles de trabajo cada una y estandarizadas como -1, 0 y +1 con un total de nueve puntos de diseño para facilitar la comparación directa entre los coeficientes y visualizar los efectos individuales de las variables independientes en la variable respuesta (relación carbono:nitrógeno, contenido de humedad, pH, sólido volátil total). La variación de las variables independientes fue en los siguientes rangos: dregs (10, 15, 20: -1, 0, 1); corteza (30, 40, 50; -1,0, 1).

Se utilizó programación no lineal, con el propósito de determinar la condiciones óptimas de la variable dependiente (relación C/N), como asimismo de otras variables en el proceso de compostaje que influyen en el adecuado acondicionamiento de la alimentación: pH y contenido de humedad (Díaz, 1993)

Puesta en marcha de un sistema de compostaje bath con supervisión continua de la temperatura por computador y control del suministro de aire

Se realizó pruebas preliminares. El suministro de aire contempló un compresor de 2Hp (100 L de capacidad) y 4 válvulas on/off que fueron alimentadas desde éste a través de un tendido de cañerías. Se realizó el montaje del PLC y su conexión al computador, mediante una estrategia de control (SCADA, sistema de control y adquisición de datos) y de un software industrial que permitió el monitoreo de temperatura, captura de los datos y despliegue de los mismos en un monitor.

RESULTADOS OBTENIDOS

Para todas las dosis de dregs se observó una marcada fase termófila (Figura 1) y un descenso en el contenido de humedad y de sólidos volátiles. No se observó cambios visibles de capacidad de campo al final del proceso.

El pH inicial en todas las mezclas fue menor a 9, encontrándose dentro del rango recomendable para el compostaje. La característica alcalina de los dregs permitió compensar la disminución del pH al inicio de la fase activa. En todas las mezclas ocurrió una estabilización en el pH a partir del día 40, llegando a valores cercanos a los iniciales.

Para las distintas combinaciones de dregs se obtuvo una adecuada relación inicial C/N con el consecuente descenso al término del proceso.

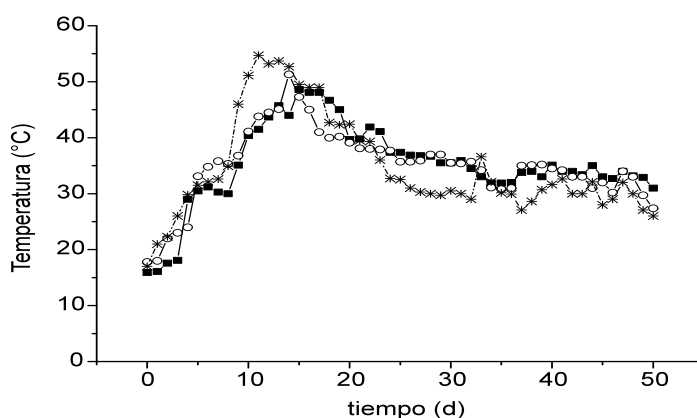


Figura 1: Evolución de la temperatura durante el proceso de compostaje para dosis de dregs de: 6% (■), 8% (○) y 10% (*).

Las Figuras 1a y 1b muestran la región comprendida para el rango ambas variables independientes dregs y corteza que satisface que la relación C/N se encuentra en un rango adecuado (25-30) de acuerdo a Haug (1993).

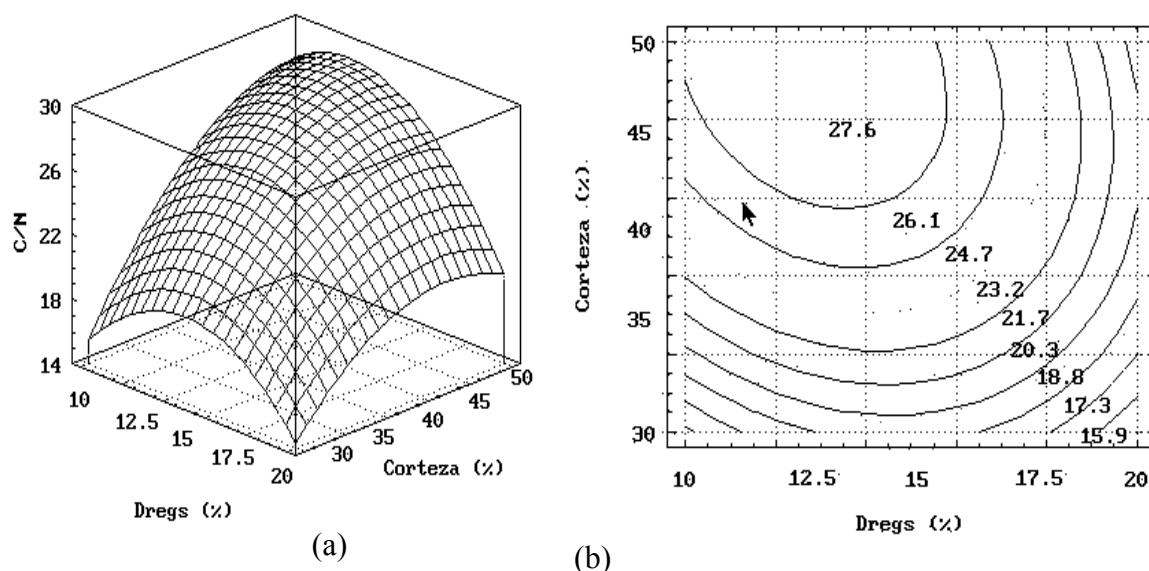


Figura 1: Variación de la relación C/N con la concentración la concentración de dregs y corteza: (a) gráfico de superficie; (b) gráfico de contorno.

Al aumentar la concentración de corteza como dregs, el contenido de humedad disminuye, todos los sustratos mostraron un contenido de humedad inicial entre 54 y 73%. Sin embargo, de acuerdo a Fang *et al.* (1998) el rango óptimo debe estar entre 60 – 70%, en tanto Hacket *et al.* (1999) establecieron que la humedad debería mantenerse mayor al 50%.

Con respecto al pH se pudo apreciar que para dosis de dregs entre 0-12,5% y de corteza entre 45-50% de corteza. Éste fue igual y menor a 8,0. Sobre este valor se favorece la pérdida de N y por tanto podría disminuir la actividad microbiana.

La variación en el contenido de N-NH_4^+ y N-NO_3^- estuvo de acuerdo a lo observado para estas formas de nitrógeno durante el compostaje aeróbico. Los valores finales fueron indicativos de un compost maduro. Todas las mezclas resultaron ser no fitotóxicas con un índice de germinación superior al 80%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evolución de la temperatura de las mezclas definió claramente las etapas mesófila y termófila en el proceso de compostaje.

La utilización de mezclas con concentración de dregs inferior al nivel central (15%) y con una concentración de corteza por sobre el nivel central (40%) permite la obtención de una relación C/N 25-30, rango adecuado para la descomposición de la materia orgánica.

REFERENCIAS

- Campbell A. G., Zhang X. & Tripepi R.R. (1995) Composting and evaluating a pulp and paper sludge for use as soil amendment/mulch. *Compost Science & Utilization* 3, 84-95.
- Díaz L. (1993). Composting and recycling municipal solid waste. Lewis Publishers: ISBN 0-87371-563-2.
- Fang M., Wong W. & Wong M. (1998) Changes in biological parameter during co-composting of sewage sludge and coal ash residues. *Bioresource Technology* 64, 55-61.
- Hackett G.A.R., Easton Ch. A. & Duff S.J.B. (1999) Composting of pulp and paper mill fly ash with wastewater treatment sludge. *Bioresource Technology* 70, 217-224.
- Haug R. T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*, pp. 35-65. Lewis publishers, New York.
- Jackson M. J. & Line M. A. (1997) Composting pulp and paper mill sludge – Effect of temperature and nutrient addition method. *Compost Science & Utilization* 5, 74-81.
- Sundberg C. & Jönsson H. (2005) Process inhibition to organic acids in fed-batch composting of food waste-influence of starting culture. *Biodegradation* 16, 205-213.
- Wang P., Changa C.M., Watson M.E., Dick W.A., Chen Y. & Hoitink H.A.J. (2004) Maturity indices for composted dairy and pig manures. *Soil Biology & Biochemistry* 36, 767-776.