

# APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA FORESTAL

**Guillermo Schaffeld**

Universidad del Bío-Bío  
Concepción, Chile

## I. Introducción

Este trabajo analiza el caso del aprovechamiento de residuos forestales mediante compostación. Para situar el problema, es conveniente establecer algunos lineamientos generales de como se pueden utilizar ciertos residuos o "desechos" provenientes de la actividad agrícola, agroindustrial y silvoforestal.

Una de las vías para aprovechar los residuos forestales primarios es la obtención de energía; de hecho en Chile hay empresas que están usando aserrín de pino para producir vapor, proceso que se denomina "energía verde". Por lo tanto, aquí se tiene una vía que no tiene relación con la biotecnología, pero es importante.

También se puede aprovechar la celulosa y la lignina, presente en los residuos vegetales, mediante ciertas transformaciones biológicas para obtener glucosa, principal-

mente, y a partir de ella elaborar una serie de productos químicos. Esta vía de obtención de productos se ha llamado "sucroquímica" para diferenciarla de la petroquímica, ya que la primera usa carbohidratos en vez de recursos fósiles para obtener energía y materiales. En este campo cabe mencionar la investigación técnico-económica para producir etanol principalmente como combustible.

Actualmente, si bien las tecnologías están relativamente desarrolladas aún falta mucho por hacer debido a dos problemas: uno es el aspecto comercial, y el otro, es el tecnológico. En relación al primer aspecto todavía es más económico producir alcohol a partir de carbohidratos tales como melaza y almidones: en este caso el costo de fabricación es 50% del costo de producción del etanol vía lignocelulósicos. Pero aun se mantiene el interés y, de hecho, en Latinoamérica se ha desarrollado un programa de desarrollo y se ha

formulado un proceso particular ya patentado para producir etanol a partir de residuos lignocelulósicos; este es un proyecto conjunto realizado por España, Argentina, Chile, Brasil, Guatemala y Uruguay, pero que actualmente no es rentable dado el actual precio del petróleo.

Otra alternativa es usar algunos residuos agrícolas, por ejemplo, la paja de trigo para obtener, a partir de un proceso hidrolítico fermentativo, ácidos orgánicos, como el ácido propiónico, que tiene bastante utilidad en la industria de los alimentos pero también en el campo agrícola, como preservante de granos. En Chile, este producto tendría un mercado de 500.000 kilos al año, incluida la industria de harina de pescado, que actualmente lo está ocupando para evitar el crecimiento de *Salmonellas* sp. en las harinas.

Otra alternativa es usar un abundante residuo de la actividad forestal, el aserrín de pino, en mezcla con los Residuos Industriales Líquidos (RIL). Al combinar estos dos materiales tan disímiles se desarrolla un proceso microbiológico aeróbico semicontrolado conocido como "compostación" que produce humus. Esta práctica genera beneficios tanto económicos como ambientales.

Como se puede apreciar, las posibilidades de aprovechar los residuos agrícolas son amplísimas.

## I. Compostación

Dado que inicialmente no se disponía de mucha información los datos recolectados sirvieron para ajustar parámetros y en función de ellos recalculan y rediseñan los procedimientos para después aplicarlos a mayores volúmenes de operación.

Usualmente, para apreciar el comportamiento de la compostación, las variables que se miden con una frecuencia adecuada para determinar la evolución de la pila son la temperatura y el pH, pero el mejor indicador es la temperatura.

En general, se ha observado que, una vez que comienza la actividad microbiana, en menos de cinco días se alcanza una temperatura bastante alta, de 60 - 70 °C, la que después baja levemente a 50 y 55 °C. A este nivel se mantiene por algún tiempo hasta que la pila se estabiliza. Normalmente, después de treinta días no es necesario mantener las pilas extendidas, procediéndose a formar unos conos en los cuales la actividad

microbiana sigue. Durante esta etapa la extensión de la superficie disminuye, por lo tanto, se reducen los costos de operación e inversión.

Durante el proceso de fermentación es muy importante la razón carbono-nitrógeno. Se recomienda que esta sea del orden de 50 a 30 y para mantenerla se puede agregar urea. También se puede ajustar el proceso agregando, de acuerdo a un cronograma, varias camionadas o lotes de RIL y así mantener una buena relación carbono-nitrógeno y conseguir que la compostación evolucione satisfactoriamente para obtener un producto de acuerdo a las características específicas para el humus.

En estos procesos es conveniente medir, en las primeras etapas de la investigación, la actividad microbiana cuantificando los microorganismos termófilos y los mesófilos. Esto sirve para conocer en forma global el comportamiento, a nivel de las especies microbianas, de la pila de compostación. Para la conducción de un proceso de producción rutinario esto no es necesario, al menos en forma frecuente.

Alternativamente, en vez de urea o RIL se puede agregar, al aserrín, pescado descompuesto y entero.

Si bien el sólido de pescado no se puede mezclar en aserrín tan fácilmente como el RIL, también se puede obtener un producto estabilizado y la evolución de la compostación es satisfactoria. Si se caracteriza el proceso de compostación en término de los diferentes tipos de microorganismos se detecta: mesófilos aerobios, termófilos aerobios, mesófilos anaerobios, termófilos anaerobios, xilanolíticos, lignolíticos y celulíticos.

Es interesante apreciar que en el RIL de pescado también aparecen todas estas especies, esto debido a que donde se obtuvo el RIL, en la Bahía de San Vicente, existen algunas industrias que tienen que ver con la actividad forestal que contaminan el agua de mar, que es la que se usa para arrastrar el pescado desde la yoma del barco hasta la planta.

## II. Desarrollo de la investigación

A continuación se describe el proyecto ejecutado en colaboración con la Corporación para el Desarrollo Industrial de la Región del Bío-Bío (CIDERE BIO-BIO). El objetivo de este proyecto es aprovechar el aserrín de pino que es un abundante desecho de la actividad forestal en la Octava Región y RIL de la industria de harina de pes-

cado. De hecho, estas dos actividades económicas son las que generan la mayor cantidad de divisas para el país fuera del cobre.

Se comenzó haciendo un análisis y caracterización de ambos residuos, para continuar con el proceso de "compostación", que se puede realizar en forma muy simple con pilas, asegurando la aireación y la homogenización de los componentes y microorganismos que participan en el proceso.

Hay que tomar en cuenta que uno de los principales componentes del aserrín es el carbono, y por otro lado que del RIL de la industria de harina de pescado es posible preparar una mezcla que sustente un crecimiento microbiano adecuado para conseguir un producto final, tipo humus, que pueda servir como enriquecedor del suelo en diferentes lugares de la Octava Región.

Como RIL se escogió uno de los residuos más contaminante y voluminoso, residuo que se obtiene después de descargar el pescado y pasarlo por una batería de filtros y que es bastante concentrado en nitrógeno (0,5%) y posee un volumen de agua adecuado para suplementar la humedad necesaria para el "compost". Durante el proceso de fermentación o de transformación biológica el porcentaje

de humedad debe fluctuar entre 50 y 60% para obtener un producto de buena calidad.

Para poder tener un estándar y algunas cuantificaciones es conveniente poseer métodos para diseñar las mezclas y poder reproducir los experimentos tanto a nivel piloto como a escala comercial o industrial.

Luego es necesario monitorear ciertas variables relevantes para conocer y controlar el proceso de compostación. Las variables más importantes para un buen desarrollo de las poblaciones microbianas son: la temperatura, humedad, pH y la razón carbono-nitrógeno. También es necesario tener una caracterización que permita determinar cuántos microorganismos termófilos y mesófilos hay tanto en la materia prima como en el "compost" resultante del proceso de fermentación.

La metodología utilizada para desarrollar la experiencia piloto consiste en armar pilas de unos 45 metros cúbicos (20 m de fondo; 1,5 m de frente y 1,5 m de altura) de aserrín a los cuales se les añade el RIL que proviene de la industria pesquera. También se estudió el efecto de la aplicación de la urea en el proceso de compostación como una forma de aumentar la

velocidad de fermentación.

### III. Resultados y proyecciones

El "compost" obtenido posee buenas características como humus. Las pruebas de terreno en ciertos predios agrícolas de suelos pobres indicaron que se han obtenido resultados agrobiológicos aceptables con este "compost".

Otro punto interesante es que al agregar el RIL al aserrín, generalmente, en menos de una hora desaparecía el olor tan desagradable que tienen estos residuos. Por lo tanto, este proceso, además, sirve como eliminador del olor del RIL.

A partir de los experimentos piloto se ha establecido un protocolo de producción de "compost" a escala comercial. Se dispone de un proceso estandarizado para llevar esta actividad a los diferentes predios en que se ha estado aplicando. Este proceso está todavía en etapa experimental o exploratoria. Justamente, en la etapa de difusión de la tecnología se ha logrado trabajar con industrias pesqueras por un lado y con algunas empresas del sector forestal-maderero por otro. En estos momentos hay empresas que operan con pilas de 300 m<sup>3</sup> y 1.000 m<sup>3</sup>.

En ciertos casos se ha tenido que

trasladar aserrín a los sitios de la industria pesquera, y en otros casos se ha tenido que trasladar el RIL mediante camiones cisterna, a las empresas forestales. Generalmente, las que tienen más terreno disponible para hacer las canchas de las pilas "compost" son las empresas que tienen que ver con el sector forestal, pero afortunadamente también, incluso en Talcahuano, hay plantas pesqueras que tienen predios a la orilla del mar, que les permite manejar volúmenes importantes de aserrín.

En estos momentos se están evaluando tecnologías de composición más automatizadas y mecanizadas; pero ellas tienen el inconveniente que eleva los costos de operación.

Actualmente se está intentando trabajar con "purines", una mezcla de orinas y excretas de ganado semiconfinado, residuos que también se producen en grandes cantidades y a veces causan serios problemas de manejo y contaminación en el predio agrícola.

### Agradecimientos

Este proyecto fue posible gracias al patrocinio, financiamiento y apoyo logístico de CIDERE BIO-BIO, VIII Región.

## Referencias

- Baker, K.H. and Herson D.S. Bioremediation. New York, N.Y. Mc Graw- Hill 1994.
- Savage, G.M. Composting of Industrial Wastes In: Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal (Freeman Ed.) Mc. Graw-Hill New York, 1989.
- Toth, S.J. 1973. Composting Agricultural and Industrial Organic Wastes. In: Symposium: Processing Agricultural and Municipal Wastes (Inglett Ed.) AVI Publishing Company. Westport, Conn.