

co, polifosfatos de sodio, glutamato monosódico, sal y especias en diversas cantidades. Se determinó un tiempo de secado de 4 horas en estufa a 60°C, necesario para dar consistencia y grado de humedad apropiados para proporcionar características llamativas al producto. Los cubos se empacaron primero en papel celofán y después en un papel de aluminio y se almacenaron a temperatura ambiente.

Para las pruebas organolépticas, los "caldos de camarón" se evaluaron sensorialmente en for-

ma similar a las pastas alimenticias. Estos no mostraron diferencias estadísticas significativas con el caldo de pescado Knorr, utilizado como control, en lo que respecta a apariencia y consistencia; pero sí hubo disparidades importantes en el aroma, sabor y componentes. Los "caldos experimentales" entre sí fueron bastante parecidos. No hubo ningún problema de tipo físico cuando los cubos se sometieron al proceso de "reconversión" por cocción en agua.

Se estudio también la posibilidad de obtener quitina a través de

la extracción química en medio ácido, sin resultados satisfactorios. Esto sugiere la necesidad de desarrollar líneas de procesamiento que mejoren los rendimientos de este importante producto de origen pesquero.

Finalmente, se determinó que el agua resultante de la cocción de los desechos de crustáceos posee buenas cantidades de proteínas, grasas y cenizas, condiciones favorables que permiten la utilización futura de esta agua de cola para la preparación de alimentos destinados a la nutrición animal. ■



# ¿QUE HACER CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS?

Héctor Collazos\*

**E**l hombre hizo la primera rueda, los engranajes, la máquina, las calderas, las naves, llegó a la luna y durante años ha realizado numerosos descubrimientos industriales para vivir mejor, sin caer en cuenta que la contaminación para producir ese confort está poniendo en peligro su propio bienestar.

Todas las actividades del hombre producen residuos sólidos de diferente origen: residencial, comercial, de plazas de mercado, industrial, institucional, el originado en espectáculos públicos como partidos de fútbol o el de barrido de calles, por solo citar algunos.

Sin embargo, el hombre no tiene experiencia para manejar estos residuos y dado que la basura puede ser patógena, tóxica, combustible, inflamable, explosiva, radioactiva o volatilizable, se hace necesario investigar y dar soluciones que no ofrezcan peligro para el mismo hombre, para los animales ni para el ambiente.

Concientes de los riesgos tan altos que ofrece el mal manejo de los residuos sólidos, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, Colciencias, Inderena y el Ministerio de Salud, organizaron y financiaron el Programa de Investigación sobre Residuos Sólidos (PIRS) con el propósito de estudiar

los fenómenos físicos, químicos y biológicos relacionados con la basura y buscar las soluciones a los problemas identificados, según las prioridades y los recursos disponibles.

## DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR DE RELLENOS SANITARIOS

Uno de los métodos que se plantea es el de relleno sanitario que se está utilizando hace poco en Colombia como solución al problema de la disposición final de la basu-

\* Ingeniero sanitario M.S.P. Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia.

ra. El Ministerio de Salud lo recomienda para todo el país y las grandes ciudades como Medellín y Bogotá ya lo han adoptado, la primera en operación y la segunda en fase de diseño.

Aunque los principios básicos de un relleno sanitario son conocidos, las condiciones particulares de la basura producida en nuestro medio exigen el desarrollo de investigaciones que permitan definir entre otras variables, velocidades y períodos de degradación; características y cantidad de lixiviados y composición de los gases, con el fin de obtener valores específicos para nuestro país y poder decidir si se puede recuperar energía, entre otros, para movilizar los vehículos de basura. En Colombia no se han efectuado investigaciones en este campo y no existe información detallada al respecto, porque la preocupación por el manejo y, especialmente la disposición final de los residuos sólidos, es relativamente reciente.

El manejo de un relleno sanitario vale entre \$300 y \$10.000 por tonelada. La diferencia se debe a muchos aspectos, pero entre ellos se destacan los costos del manejo de corrientes residuales y la protección del ambiente por los peligros que éstas generan. Los resultados que se obtengan pueden ser utilizados para optimizar la operación de los rellenos sanitarios y el control de los contaminantes producidos por ellos.

La hipótesis que se plantea como parte del proyecto es que se pueden efectuar experimentos a escala de laboratorio, en donde se simulen las condiciones existentes en un relleno sanitario, que permitan obtener intervalos de valores de gases y lixiviados entre los cuales puedan encontrarse los correspondientes a rellenos sanitarios a escala real. Además, las experiencias a pequeña escala pueden utilizarse para el análisis de la influencia de las diferentes variables involucradas en un relleno, sobre las corrientes contaminantes producidas y sobre los tiempos de degradación.

## **IMPERMEABILIZACION DE RELLENOS SANITARIOS**

Los estudios de aguas subterráneas que se han efectuado en el país muestran que las basuras están contaminándolas en una gran proporción. Sin embargo, no se conoce cuál es el comportamiento del suelo-cemento en Colombia con relación a su resistencia a los lixiviados y su capacidad de impermeabilizante. Por lo tanto, sería un valioso aporte científico y técnico el conocimiento de estos aspectos y su relación con los tipos de suelos más característicos del país y los lixiviados de nuestra basura que por sus características, es diferente a la de otras naciones con cultura y desarrollo diversos.

Si esta investigación logra demostrar que puede impermeabilizarse con suelo-cemento, se solucionarían el problema de los altos costos de la protección de las aguas subterráneas y superficiales por la contaminación con los lixiviados. La hipótesis del proyecto sostiene que se puede construir una capa de suelo-cemento tal que permita una permeabilidad mayor de 0,0001 cm/s. El estudio determinará los criterios de construcción en cuanto a espesor, pendientes, cantidades de cemento, agregados, humedad y manejo con diferentes tipos de suelo; medirá la resistencia al impacto, peso y ataque de los lixiviados de basuras domésticas, comerciales, institucionales, de barrido de calles y tipos específicos de residuos industriales. El resultado final serán las especificaciones técnicas de construcción en rellenos sanitarios. Finalmente, se calcularán los costos de su ejecución y se compararán con los de impermeabilización tradicional con geomembrana o arcilla.

## **ESTUDIO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES**

El estudio de la disposición final de las basuras de Bogotá concluyó que se desconoce la cantidad y la calidad de los residuos sólidos industriales que se producen en la

capital colombiana. Algunas estimaciones los cuantificaron como del orden de 54 toneladas diarias para el año de 1986.

Los residuos sólidos clasificados como peligrosos son, por lo general, producidos en el sector industrial y más específicamente en las industrias no alimenticias. Debido al desconocimiento de las cantidades y la composición exacta de los desperdicios peligrosos, en el estudio de la disposición final de los residuos sólidos de Bogotá y de los municipios de Funza, Madrid, Mosquera y Soacha, fue necesario "inferir" sobre las características y producción de estos desechos. Calcular los daños hechos al ambiente por la inadecuada disposición de los residuos sólidos peligrosos es una tarea difícil y compleja. Además, determinar su precio es en la práctica imposible, al menos con la tecnología actual.

Si se identifica el problema, es posible crear un sistema que los recoja y los combine, para minimizar los riesgos, o que se diseñen métodos especiales para su disposición final. En este sentido, la hipótesis de la investigación es que se puede identificar el problema de los residuos sólidos peligrosos y estimar el intervalo de aproximación de los cálculos referentes a su cantidad.

Como parte de la misma se identificarán por intermedio de ANDI, Proexpo, el Ministerio de Desarrollo y entidades similares, los principales tipos o clases de industrias en Colombia y su ubicación geográfica, la materia prima utilizada, los productos intermedios y los finales. Con la información anterior, se efectuará una investigación bibliográfica y se revisarán los conceptos teóricos sobre el proceso industrial y con base en esto se seleccionarán algunos de los residuos catalogados como peligrosos. Finalmente, se recomendarán las acciones y planes necesarios para controlar, minimizar o erradicar los riesgos, según sea el caso, así como las acciones inmediatas y a largo plazo que deban tomarse. ■