

# LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y SU GESTIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA ABEL SANTAMARÍA.

MSc. Yania Correa Cortés, Dr. Ronaldo Santos Herrero, Ing. Leidy Gómez Moya  
Facultad de Química-Farmacia. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba  
[yania@uclv.edu.cu](mailto:yania@uclv.edu.cu), [ronaldo@uclv.edu.cu](mailto:ronaldo@uclv.edu.cu),

## RESUMEN

El propósito de este trabajo es lograr desarrollar una correcta gestión para los residuos sólidos de la ciudad universitaria Abel Santamaría, colaborando en la solución de los problemas ambientales de la comunidad y teniendo como perspectiva final dar una solución social, técnica, económica y ambientalmente correcta a los problemas que son detectados en este sentido, así como generar acciones para contribuir a la educación ambiental de la población. Para ello se realizó un diagnóstico sobre el estado actual de la gestión de los residuos sólidos en la UCLV incluyendo aspectos de generación, manipulación, recolección, transporte, tratamiento, eliminación y disposición final. Se realizó una caracterización preliminar de la producción de desechos, se localizaron los focos contaminantes constituidos por ellos y se valoraron varias alternativas para el tratamiento y/o eliminación de estos residuos sólidos tales como la incineración, pirolisis, recuperación, compostaje y relleno sanitario.

Entre los resultados mas significativos de este estudio se obtuvo la determinación de la densidad aparente de los residuos, el índice de generación per cápita, así como que el sistema de tratamiento más eficiente a utilizar para disminuir el deterioro ambiental generado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en la ciudad universitaria Abel Santamaría es la creación de un relleno sanitario manual.

### **Materiales y métodos:**

El propósito de este trabajo, consistió en realizar una evaluación de la situación actual sobre la problemática de los residuos sólidos en la UCLV, para darle una adecuada propuesta de solución a los problemas que sean detectados.

En este estudio se realizaron las siguientes tareas:

- Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos en la UCLV.
- Caracterización preliminar de los residuos sólidos:

- Localización de focos contaminantes por residuos sólidos.
- Valoración preliminar de alternativas para el tratamiento y/o eliminación de los residuos sólidos.

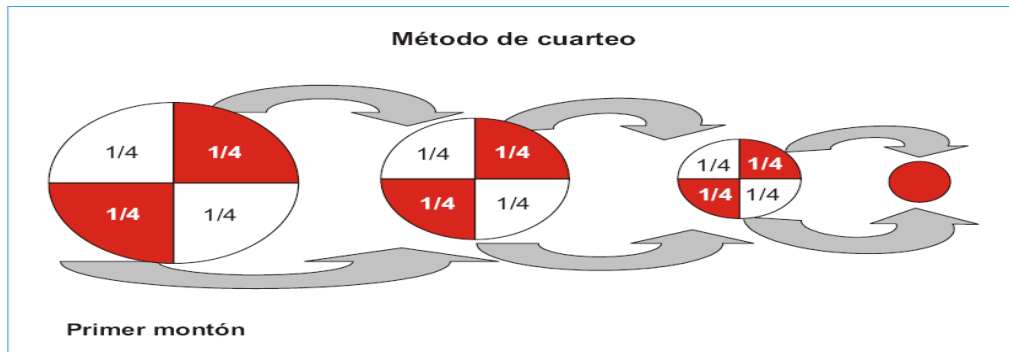
- El diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos en la UCLV se realizó tomando en consideración principalmente los criterios dados por la dirección de servicios generales, entidad encargada del manejo de los RSU en la UCLV, por criterios emitidos por miembros de la comunidad universitaria en conferencias participativas impartidas por integrantes del grupo de medio ambiente en diferentes áreas y por la aplicación de la encuesta: **La opinión pública y la situación ambiental de los residuos sólidos en la UCLV. (Gestión)**

Una vez aplicadas las encuestas fueron procesadas estadísticamente mediante el Software SPSS.

- La caracterización de los RSU en la UCLV se realizó de forma preliminar, la misma consistió en determinar la cantidad y calidad de los residuos sólidos, así como la influencia de diferentes factores en la generación de residuo, además fue calculado el índice de generación per. cápita.

#### **Muestreo y preparación de la muestra:**

El objetivo del muestreo es la obtención de una muestra representativa, o sea, la toma de una porción del residuo a ser estudiado que, cuando sea analizado, presente las mismas características y propiedades de su masa total. Para ello se seleccionó como itinerario del recorrido todos los puntos de recolección dentro del área universitaria, recogiendo el 50% de los residuos que se generan por área. Procediéndose posteriormente al cuarteo de la muestra hasta obtener 50 kg.



### **Determinación de la composición física de los residuos sólidos:**

- La composición física de los residuos sólidos se obtuvo mediante la clasificación de la muestra, separando los materiales componentes en: Caucho (goma), cuero, madera, materia orgánica, metales ferrosos, metales no-ferrosos, papel, cartón, plástico duro, plástico blando, textiles, vidrios y otros materiales (Materiales ordinarios)
- Luego de la separación, se pesa cada componente obtenido y se calculan los porcentajes individuales.

Por ejemplo:

$$\text{papel (\%)} = \frac{\text{peso de la fracción papel (Kg)}}{\text{peso total de la muestra húmeda (Kg)}} * 100$$

### **Determinación de la densidad de los residuos sólidos:**

- Se preparó un recipiente de alrededor de 30 litros para que sirva como depósito estándar a fin de definir el volumen que ocupará el residuo; así mismo, se preparó una balanza de pie.
- Se pesó el recipiente vacío ( $W_1$ ) y se determinó su volumen ( $V$ ). Los datos del depósito tomados en cuenta son la altura ( $h$ ), largo ( $L$ ) y ancho ( $A$ ). El volumen de ese recipiente es:

$$\text{Volumen (V)} = L * A * h$$

- Se depositó sin hacer presión el residuo que fue utilizado en el cuarteo en el recipiente y se movió de tal manera que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente.
- Se pesó el recipiente lleno (W2) y por diferencia se obtuvo el peso de la basura (W).
- Dividiendo el peso de la basura (W) entre el volumen del recipiente (V) se obtuvo la densidad de los residuos.

$$\text{densidad aparente (Kg/m}^3\text{)} = \frac{W}{V} = \frac{\text{peso de la muestra en (Kg)}}{\text{volumen de la muestra en ( m}^3\text{)}}$$

### **Determinación del total diario de residuos sólidos y de la generación per cápita:**

Para la determinación de la producción o generación de residuos en la UCLV se realizó un control diario de los residuos que llegan al vertedero durante dos semanas de los meses de Marzo, Abril y Mayo. Para el mismo se utilizó el total de residuos recolectados por día de muestreo. Determinándose la cantidad de residuos generados para cada día.

$$(Wv)_i = V \cdot c \cdot \rho$$

Donde:

Wv- peso de los residuos contenidos en el vehículo en cada viaje

V- volumen del vehículo

c- capacidad de llenado del vehículo

$\rho$ - densidad

Determinándose posteriormente el peso total de los residuos generados.

$$(Wt) = \sum (Wv)_i$$

Donde:

Wt- cantidad total de residuos generados por día.

Para el cálculo de la tasa de generación por habitante se divide el peso total de los residuos generados por día (Wt) entre el número total de personas (Nt) para obtener la generación per cápita diaria (kg/hab./día).

- Conjuntamente con esta tarea se realizó un recorrido de inspección donde fueron localizados los focos contaminantes por residuos sólidos. El mismo se realizó en dos

ocasiones durante cuatro meses dos años seguidos (Febrero, Marzo, Abril y Mayo del 2004 y 2005)

- Con el objetivo de dar una correcta solución al tratamiento y/o disposición final de los RSU y los problemas detectados en el diagnóstico se valoran las fortalezas y debilidades de varias alternativas, seleccionando la más factible social, técnico-económica y ambientalmente para nuestras condiciones.

### **Resultados:**

#### **DIAGNÓSTICO SOBRE LA GESTION DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Como resultado de este diagnóstico se obtuvo una descripción detallada de todos los aspectos que abarca la gestión de desechos sólidos (almacenamiento inicial, recolección, manipulación, transporte, limpieza de vías y áreas públicas así como su disposición final y/o eliminación), identificando los tipos y la procedencia de los principales residuos sólidos que se generan, así como las fortalezas y debilidades en el sistema de gestión de residuos sólidos.

#### **PRODUCCION DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UCLV.**

Mayoritariamente se producen residuos sólidos asimilables a urbanos abarcando las siguientes actividades:

- Domiciliarios: ( casa de viviendas y residencias estudiantiles)
- Residuos comerciales y de servicio: (Facultades, Centros de investigación, Hoteles, Comedores, Vaquería, Pollera, Planta Piloto, Bibliotecas, Talleres de Soldadura y Fundición y Edificios Administrativos.)
- Residuos sanitarios: (Policlínico: Áreas de consultas, Laboratorios de análisis clínico, Servicios estomatológicos y Farmacia)
- Residuos procedentes de la limpieza de áreas urbanas, zonas verdes y recreativas.
- Residuos de construcción y demolición
- Residuos de laboratorios de uso docentes e investigativos.

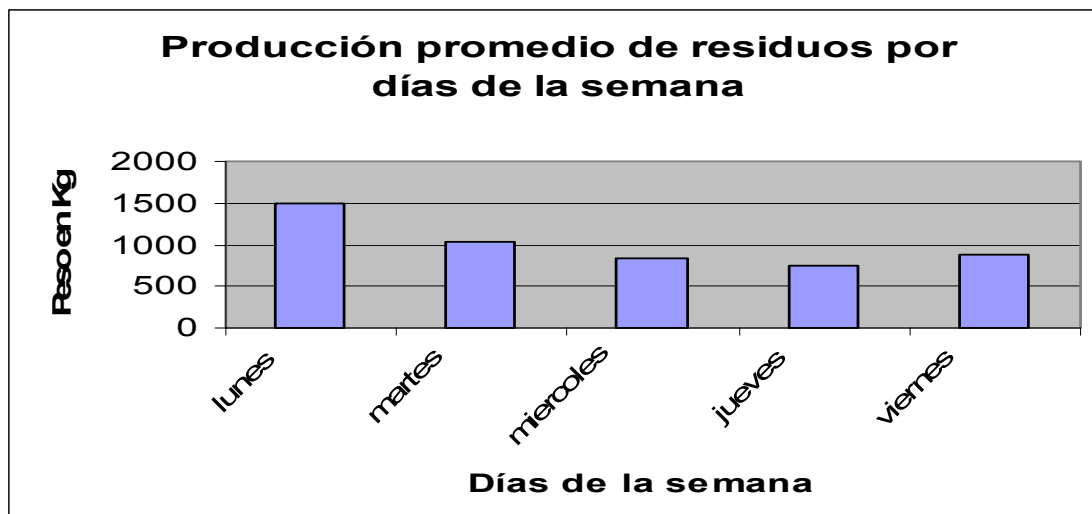
#### **PRODUCCIÓN O GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.**

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas influyendo marcadamente el nivel de vida de la población, la época del año y las características del lugar.

Los resultados obtenidos sobre la producción de residuos aparecen en la siguiente tabla y diagrama.

**Tabla 1.** Producción de residuos.

<b>Producción de residuos. (Kg.)</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
<b>Valores Promedios</b>	1495.66	1034.59	835.34	745.46	885.22



Una variable necesaria para tomar cualquier decisión relacionada con los residuos sólidos es la llamada producción per cápita (PPC), este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo, siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg./hab./día).

La producción per. cápita de residuos sólidos en la UCLV en estos momentos es aproximadamente de 0.13 Kg./hab./día y la densidad de los residuos de 130 Kg./m<sup>3</sup>.

## **PRINCIPALES DEFICIENCIAS DETECTADAS.**

### **1. Manipulación:**

- Falta de implementos de seguridad tales como guantes, tapabocas, palas, batas o delantales y falta de información acerca de cómo debe realizarse la manipulación de algunos desechos.

### **2. Sistema de recogida y almacenamiento:**

- La recolección de los residuos del policlínico en la ciudad universitaria no se realiza adecuadamente pues son almacenados y recogidos mezclados con todos los restantes desechos.
- Carencias de útiles de todo tipo y además no se cuenta con el personal necesario para realizar el servicio. La recogida no se efectúa de forma uniforme, realizándose en bolsas de nylon, en cubos privados, contenedores pequeños, cajas de cartón y supiaderos.
- Falta de conocimiento acerca de las normas que se deben seguir para la recolección y carencia de los implementos necesarios para realizar las mismas como guantes, tapabocas, botas de caucho, palas y batas o delantales.

### **3. Sistema de transporte:**

- Los vehículos que se utilizan no son los más idóneos para la recogida de residuos. Siendo los mismos de caja abierta y sin las condiciones técnicas ya que no cuentan con aditamentos para la carga y el viraje de los contenedores, ni con sistema de compactación.

### **4. Sistema de tratamiento:**

- En la UCLV no existe un sistema de tratamiento adecuado para los residuales sólidos, se utiliza como sitio de disposición final un vertedero a cielo abierto carente de todos los requerimientos técnicos y ambientales para su construcción. Esta situación ha traído como consecuencia el surgimiento de vertederos incontrolados de residuos fuera de esta zona, lo cual constituye en estos momentos un foco contaminante.
- Los residuos sólidos de laboratorios docentes y de investigación no están debidamente caracterizados y en muchas ocasiones son vertidos por los

fregaderos y eliminados por el sistema común de recogida de otros tipos de residuos.

#### **5. Sistema de eliminación:**

- El sistema de eliminación es deficiente. En el lugar donde se vierten los residuos son quemados sin tener en cuenta que este procedimiento es inadecuado pues daña grandemente el suelo, el aire y la salud.

#### **ASPECTOS POSITIVOS EN LA GESTION DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

- Acondicionamiento del jardín botánico.
- Adquisición de contenedores.
- Construcción de Supiaderos.
- El estiércol producido en la vaquería y en la cochiguera es utilizado como abono orgánico en el IBP y en las plantaciones de kinggrass. También con este fin es utilizado el material con que se cubre el suelo de las naves de las aves en la pollera (cáscara de arroz y excremento del animal), cuando concluye su ciclo reproductor.
- En los Centros de Investigaciones Agropecuarias, Química Aplicada y el Instituto de Biotecnología de las Plantas, los residuos sólidos que pudieran resultar peligrosos son llevados a incinerar a Santa Clara.
- Algunos focos contaminantes detectados en el período anterior han sido eliminados.
- En Soldadura las escorias obtenidas en el proceso son reutilizadas íntegramente.
- En el Centro de Desarrollo Electrónico todos los desechos que se obtienen (cajas de computadoras y componentes electrónicos) son recogidos por Materias Primas y reutilizados posteriormente.
- Los residuos que se encuentran almacenados en el Centro de Bioactivos Químicos se encuentran en fase de caracterización y se ha valorado la posible utilización por otras empresas.
- Los residuos del IBP que se depositan en el hueco receptor son cubiertos con tierra de forma periódica.



Se debe destacar que aunque en los centros mencionados se realiza una gestión positiva, el tratamiento de los residuales es insuficiente.

Según el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos por las encuestas se pudo detectar que el 98.7 % de las personas conocen la importancia que tiene proteger el medio ambiente y de forma similar el 96 % consideran que el tema de los residuos sólidos tiene gran importancia. Coincidiendo el 88.7 % que todos los tipos de residuos (domiciliarios, industriales, patógenos) ocasionan gran daño al medio que nos rodea. Solo el 61.5% de los encuestados valora de buena la gestión de los residuos sólidos en la UCLV, lo cual corrobora las dificultades detectadas durante el diagnóstico en cuanto a este aspecto.

### **CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

La caracterización de los residuos constituye una fase en la planificación de los sistemas de gestión de residuos sólidos y en su operatividad y rendimiento comprendiendo aspectos sanitarios, ambientales, técnicos y de seguridad. Esta actividad engloba la descripción de las cantidades y de las propiedades de los residuos sólidos y de los materiales que los componen.

La clasificación de un residuo es relativa dependiendo de los objetivos planteados al realizar la clasificación, lo cual obedece a principios de órdenes técnicos, financieros y legales o puede incluir estos tres aspectos.

Para clasificar los residuos sólidos urbanos de la ciudad Universitaria Abel Santamaría tomamos en consideración solamente su composición física.

En la tabla 2 se hace un resumen de las cantidades y tipos de residuos que son generados en la ciudad universitaria, evidenciándose que la mayor generación de residuos corresponde al papel, la materia orgánica y el cartón; los que en su mayoría son vertidos sin tratar y solamente una pequeña cantidad son recuperados y/o reutilizados.

Todos los datos que aquí se exponen se consideran de forma orientativa ya que para poder llegar a ser concluyente sobre la composición de los residuos de una determinada ciudad se hace necesario la realización de una sistemática y exhaustiva toma de muestra y correspondientes análisis. Por otra parte los residuos sólidos

urbanos varían a través del tiempo como ya se ha explicado y su composición cambia en función de este parámetro.

**Tabla 2.** Resultados de la caracterización.

<b>Componentes</b>	<b>Peso (Kg.)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Caucho (goma)	-	-
Cuero	-	-
Madera	-	-
Materia orgánica	15.90	31.81
Metales ferrosos	-	-
Metales no-ferrosos	0.45	0.9
Papel	20.92	41.85
Cartón	6.97	13.93
Plástico duro	2.32	4.65
Plástico blando	0.85	1.70
Textiles	-	-
Vidrios	-	-
Otros materiales	0.42	0.85

### **UBICACIÓN DE FOCOS CONTAMINANTES POR RESIDUOS SÓLIDOS**

En recorridos realizados por toda la universidad encontramos algunos focos contaminantes de importancia como son:

De gran magnitud:

- Policlínico
- Detrás de la nave de soldadura.
- Vertedero y áreas aledañas.
- Edificio en demolición detrás del comedor de C. Agropecuarias.

De mediana magnitud:

- Entre la Facultad de Construcciones y el terreno de fútbol (crematorio).
- Entre la carpintería y el Centro de Química Aplicada
- Frente a la carpintería (crematorio).

De baja magnitud:

- Entre el Instituto de Biotecnología de las Plantas y la facultad de Ciencias Agropecuarias.

De lo expuesto anteriormente se deduce que en la universidad se presentan algunos problemas relacionados por la disposición inapropiada de los residuos sólidos, constituyendo focos contaminantes de gran, mediana y baja magnitud. Ante la presencia de los mismos se requiere dar una solución inmediata por los peligros a que se expone la población universitaria, pues algunos de ellos podrían resultar muy peligrosos y dañar grandemente el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

Debemos tener en cuenta que a pesar de los problemas existentes las autoridades del centro, pese a la carencia de recursos de todo tipo, están haciendo todo lo posible por mejorar la situación existente. Una muestra de esto lo es que ya han sido eliminados algunos de los focos contaminantes que se encontraron en los primeros meses que se desarrolló la inspección.

### **ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

El tratamiento en el manejo de los desechos sólidos tiene como objetivos principales disminuir el riesgo de producir contaminación y proteger la salud.

Las principales alternativas de tratamiento y/o disposición final de los residuales sólidos aquí estudiados son la incineración, el compostaje, el relleno sanitario, la pirólisis y la recuperación, los que además tienen como propósito reducir su volumen.

**Tabla 3.** Análisis comparativo de las alternativas de tratamiento.

<b>Parámetros/tratamiento</b>		<b>Relleno Sanitario</b>	<b>Incineración</b>	<b>Pirólisis</b>	<b>Compost</b>	<b>Recuperación</b>
<b>Costo de inversión.</b>	<b>Proyectos construcciones, equipamiento, etc.</b>	Bajo (5)	Alta (1)	Alta (1)	Medio (2)	Alta (1)

<b>Costo de operación y mantenimiento</b>	<b>Combustible, salario, piezas y accesorios de repuesto, otros.</b>	Bajo (5)	Alta (1)	Alta (1)	Medio (2)	Alta (1)
<b>Demanda de área.</b>	<b>Área ocupada</b>	Alto (1)	Bajo (5)	Bajo (5)	Medio (2)	Alta (1)
	<b>Área afectada</b>	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)
<b>Complejidad tecnológica</b>	<b>Mecanización, automatización, disciplina tecnológica, fuerza de trabajo capacitada.</b>	Bajo (5)	Alto (1)	Alto (1)	Medio (2)	Alto (1)
	<b>Consumo de energía</b>	Bajo (5)	Alto (1)	Medio (2)	Bajo (5)	Alto (1)
	<b>Consumo de agua</b>	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Medio (2)	Bajo (5)
<b>Impacto ambiental</b>	<b>Para el agua</b>	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Medio (2)	Bajo (5)
	<b>Para la atmósfera</b>	Bajo (5)	Alto (1)	Alto (1)	Bajo (5)	Bajo (5)
	<b>Para la flora local</b>	Medio (2)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)
	<b>Para la fauna local</b>	Medio (2)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)
	<b>Para la población</b>	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)
<b>Riesgo higiénico – epidemiológico</b>	<b>Proliferación de vectores, afectaciones a la salud, otros</b>	Bajo (5)	Bajo (5)	Bajo (5)	Medio (2)	Bajo (5)
<b>Balances</b>		55	45	46	43	45

El análisis de las alternativas de tratamiento y/o disposición de los residuos para las condiciones de la universidad (Tabla 3.) se realiza teniendo en cuenta aspectos como el impacto ambiental, el riesgo higiénico epidemiológico, la complejidad tecnológica, el área disponible y los costos de operación e inversión. Aspectos fundamentales a tenerse en consideración a la hora de seleccionar la alternativa más adecuada.

Con la finalidad de fundamentar las conclusiones y adecuaciones necesarias para el establecimiento de las alternativas de solución sobre el manejo y eliminación de los

residuos se agruparon los diferentes componentes en putrescibles, reciclables y combustibles. (Tabla 4).

**Tabla 4.** Componentes putrescibles, reciclables y combustibles de los residuos sólidos.

<b>Componentes</b>	<b>Putrescible</b>	<b>Reciclable</b>	<b>Combustible</b>
Materia orgánica	31.81%	31.81% ( Compostaje)	-
Metales ferrosos	-	-	-
Metales no-ferrosos	-	0.90%	-
Papel	41.85%	41.85%	41.85%
Cartón	13.93%	13.93%	13.93%
Plástico duro	-	4.65%	4.65%
Plástico blando	-	1.70%	1.70%
Otros materiales	0.85%	-	-
Total	88.44%	94.84%	62.13 %

Según los resultados de las tablas anteriores se puede apreciar que el relleno sanitario es la alternativa mas adecuada pues presenta un bajo costo de inversión, de operación y de mantenimiento, el área afectada es baja, así como la complejidad tecnológica y el impacto ambiental en casi todos los aspectos, siendo además de un sistema de tratamiento, un sistema de disposición final y presentando como único inconveniente la gran demanda de área a ocupar, frente a la incineración, la pirolisis, la recuperación y el compostado.

Dadas las cantidades de papel y cartón que se generan en la ciudad universitaria, la opción de su recuperación es una posible alternativa a utilizar, realizándose con anterioridad un detenido análisis valorando las cantidades de residuos sólidos con propiedades recuperables y garantizándose de antemano un mercado para los productos recuperados. De igual manera ocurre con la materia orgánica, cuya solución más factible es su recuperación a través de la elaboración de compost.

## CONCLUSIONES:

1. La gestión de los residuos sólidos en la ciudad universitaria presenta varias dificultades, siendo las principales:

- Insuficientes medios de protección e higiene del trabajo y de instrumentos.
- Falta de información acerca de cómo debe realizarse la manipulación de algunos desechos (tóxicos, infecciosos etc.).
- La recogida y disposición final de los residuos especiales (infecciosos) procedentes del policlínico se realiza inadecuadamente al mezclarlos con todos los restantes desechos.
- Los vehículos que se utilizan para la recogida de residuos son insuficientes quedando desechos sin recoger y ocasionando la aparición de microvertederos. Estos vehículos no son los más idóneos al ser de caja abierta y sin las condiciones técnicas necesarias.
- El número de contenedores por áreas para la recolección es aun reducido.
- En la UCLV no existe un sistema de tratamiento adecuado para residuales sólidos.
- No existen estudios de impacto ambiental del vertedero.
- En el área del vertedero y fuera de la misma los residuos son vertidos e incinerados sin tener en cuenta que este procedimiento es inadecuado dañando grandemente el suelo, la atmósfera y la salud de los pobladores.
- Los residuales sólidos de los principales centros de investigación y laboratorios no están debidamente caracterizados.

2. Aunque se conoce la importancia de proteger el medio ambiente, no está totalmente clara entre la población universitaria la importancia de una gestión adecuada de los residuos sólidos.

3. La producción de residuos en la ciudad universitaria oscila entre 662.83 y 2213.82 Kg./día, variable que se ve afectada por la época del año y el día de la semana, siendo el lunes y el mes de mayo los de mayor producción.

4. El índice de generación per cápita de residuos de la ciudad universitaria Abel Santamaría fue estimado de 0.13 Kg./hab./día, valor inferior al reportado por la literatura para ciudades pequeñas.

5. En la ciudad universitaria existen múltiples focos contaminantes por residuos sólidos que deben ser reducidos o eliminados.
6. Teniendo en cuenta los resultados de la caracterización podemos plantear que la mayor cantidad de residuos que se producen en la UCLV corresponden a papel y cartón (41,65 y 13,93%) respectivamente, así como de materia orgánica (31,8 %).
7. Dadas las altas generaciones de papel y cartón de forma diaria se hace necesario la separación en el origen con vistas a su posible recuperación, así como la introducción del código de colores en los contenedores.
8. El plástico (6,35 %) y los metales no ferrosos (0,9%) se generan en muy bajas proporciones, lo cual prácticamente no justifican su recuperación.
9. Según los resultados obtenidos de producción de residuos y su composición física es factible la recuperación de papel y cartón así como la utilización de la materia orgánica en la elaboración de compost.
10. Como solución para la disposición final correcta de los residuos sólidos en la UCLV se propone la utilización de un relleno sanitario manual valorándose también la posibilidad de su utilización de forma combinada con la recuperación de papel, cartón y la materia orgánica.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

1. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Cuba. Serie Análisis Sectoriales No. 13 OPS/OMS, 1997.
2. Catanhide, A. Procedimiento estadístico para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente, 2005.
3. Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos urbanos en América latina y el caribe. Perú 2003
4. <http://www.monografias.com/trabajos15/tratamiento-RS/tratamiento-shtml>. Residuos sólidos. Ingeniería Ambiental. 2000
5. <http://www.sidsnet.org/docshare/other/>.El análisis sectorial de residuos. 2003

6. Izquierdo, J C. "Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola". Tesis doctoral, 1990.
7. Jaramillo, J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washintong. 1991.
8. Marín Restrepo M. Manejo integral de residuos sólidos comunidad colegio Jesús Maria. Medellín, 2002.
9. Merisaldes, J C. Manual para el manejo integral de los residuos sólidos (MIRS) en instituciones educativas. Comité ambiental internacional. Escuela de ingeniería de Antioquia. Ingeniería ambiental, 2003.
10. Morea, Lucas. Caracterización de los residuos domiciliarios del distrito de Santa Anita. Perú, 1997.
11. Proyecto de Gestión de RSU de Galicia. Junta de Galicia. Ordenación y obras públicas. España. 1992.
12. Sakurai, K. Disposición final de residuos sólidos. CEPIS. Lima, Perú. 1980.
13. Suárez R A. "Estudio del manejo de los Desechos sólidos en diez localidades de la provincia Las Villas. Cuba. 1974.
14. Suárez, R A. "Estudio de la recogida, disposición final de desechos sólidos y limpiezas de calles en la ciudad de Santa Clara" Cuba. 1973.
15. Treto, M. Manejo de Los Residuales Sólidos Urbanos de la Ciudad de Santa Clara. Trabajo de Diploma. 1998.