

# Estudio de Caso Sobre Microorganismo y Residuos Sólidos Orgánicos Domiciliarios en San Antonio de Prado

John Jairo Saldarriaga\*



## Calidad Ambiental: Biodegradación de los Residuos Orgánicos

Las actividades humanas producen enormes cantidades de desechos y contaminantes en el entorno natural del planeta. La liberación de estos residuos en el ambiente, algunas veces, produce problemas graves de salud e impide el aprovechamiento del suelo y los recursos acuíferos, ya que, sin darnos cuenta, se acondicionan entornos propicios para una multitud de especies microscópicas que mantienen relación. El ser humano tiene un contacto íntimo con los microorganismos, que sin saberlo se pueden ubicar sobre la piel o en el sistema digestivo. Así mismo, los humanos y algunos microorganismos viven juntos para beneficio mutuo; sin embargo, algunas personas sanas pueden convivir en armonía con organismos que pueden resultar patógenos o peligrosos para la salud humana.

El uso de los ríos y otros ecosistemas naturales como lugar de depósito de residuos debe ser prohibido de manera absoluta, debido a que los microorganismos tienen la capacidad para biodegradar los desechos producidos por el ser humano. Estos organismos terminan generando un grave deterioro en la calidad ambiental de los lugares con condiciones apropiadas para su subsistencia. También se pueden incrementar las enfermedades, pues es un hecho que el nivel de desperdicios orgánicos producidos por las grandes aglomeraciones sociales, exceden la capacidad natural de biodegradación,

dando como resultado brotes epidémicos.

Las bacterias coliformes son microorganismos inofensivos para el hombre. Residen en su intestino grueso, abundan en la materia fecal y forman parte de los desechos líquidos de los alcantarillados. No se desarrollan en el agua, de manera que un recuento de las bacterias coliformes constituye un buen indicador del grado de contaminación de las aguas y su posible impacto a la salud humana.

Cuando los desechos son depositados sin ningún tratamiento, los productos del metabolismo microbiano anaerobio producen bióxido de carbono, agua, metano, alcoholes de bajo peso molecular y ácidos, los cuales se difunden en el aire y en las fuentes de agua encontrando condiciones propicias para su subsistencia. En el proceso de descomposición se producen grandes cantidades de metano. Allí se da la descomposición de la materia orgánica, donde se encuentran las bacterias anaeróbicas haciendo su trabajo sin la necesidad del oxígeno (anerobiosis). A la descomposición anaeróbica de los carbohidratos o azúcares se le llama fermentación. Proceso que lo generan las enzimas producidas por la levadura. Por su parte, a la descomposición bacteriana anaeróbica de las proteínas se le denomina putrefacción. Miremos en detalle las reacciones que se presentan en ambos casos:

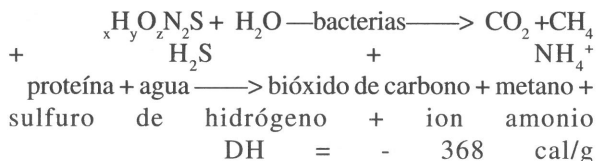
La fermentación de un azúcar por enzimas de levaduras, por ejemplo de la glucosa, se puede representar en términos generales mediante esta ecuación química:



sa

Alcohol etílico o etanol

La putrefacción de las proteínas puede representarse mediante la ecuación química no balanceada:



Se puede observar que se libera mayor cantidad de energía en la aerobiosis que en la putrefacción.

En el proceso de putrefacción, el metano, insoluble en agua, se libera en forma de gas. El sulfuro de hidrógeno es un gas incoloro, de mal olor y tóxico (en concentraciones de 5% es nocivo para la vida). Esto hace que los peces y otros animales que requieren de oxígeno no puedan vivir en aguas donde ocurra este proceso, considerado como la peor forma de contaminación bacteriana. Este es el contexto en el que los microorganismos se desarrollan, quedando disueltos en el ambiente y encontrando en los humanos una buena morada.

### San Antonio de Prado

En el marco del proyecto, "Manejo Integral de Residuos Sólidos, San Antonio de Prado 2005", se realizó una investigación diagnóstica para evaluar e identificar la biodiversidad microbiana presente en los residuos orgánicos de este corregimiento del municipio de Medellín. Con base en la observación del terreno, se apreció un alto porcentaje de residuos orgánicos en comparación a los inorgánicos. Esto obligaría al diseño e implementación de técnicas limpias que permitan aprovechar el potencial de estos residuos, disminuyendo la presión ambiental que está generando la acumulación de estos materiales en los sitios de depósito final.

Históricamente, el enfoque de la gestión de los residuos sólidos se ha centrado en su disposición final, pero la presencia y producción de estos muestra un punto sensible: la probabilidad de riesgo sanitario que puede llegar a generar tanto para la población humana como para el medio ambiente en general.

La acumulación de residuos sólidos por un período determinado puede llegar a ser un foco de enfermedad para la comunidad local. Estas condiciones no se alcanzarían con una buena metodología de acopio y recolección, ya que la geografía local, asociada al diseño urbano, ha obligado a generar centros de colecta temporales para los residuos, que después son removidos por el camión recolector. Lamentablemente, estos lugares se encuentran expuestos, en su mayoría, a las condiciones ambientales (temperatura, lluvia, etc.) y los animales encuentran en ellos una alternativa de alimentación.

Este último punto desencadena una serie de procesos que pueden involucrar a la población, debido a que los residuos, primordialmente domésticos, presentan una carga orgánica muy variada. La diversidad de desechos (restos de comida, papeles higiénicos, toallas higiénicas, etc.) genera la base para los organismos bacterianos, los cuales, una vez expuestos a las condiciones naturales, encuentran vías para llegar hasta la población del sector, ya sea a través del arrastre de las aguas lluvias

hasta las microcuencas, tan comunes en el Corregimiento, o a través de vectores zoonóticos.

El propósito de este trabajo no es alarmar a la población, sino generar un primer acercamiento a un problema de salud latente. Esto nos permite evaluar los riesgos y tomar medidas preventivas, tanto a nivel de autoridades competentes como de la población en general.

### Sitio de estudio:

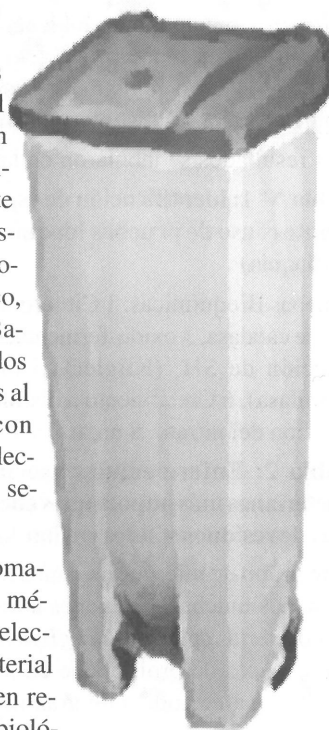
El corregimiento de San Antonio de Prado se ubica en la zona sur occidental de la ciudad de Medellín, y presenta las siguientes condiciones ambientales. Cota latitudinal de 1600 a 2800 msnm; temperatura media multianual entre 13°C y 21°C; pluviometría desde 1900 mm hasta 2500 mm; suelo con horizonte HB de características ácidas. Estas características de alta humedad ambiental se asocian con problemas de enfermedades fungosas y bacteriales que limitan algunas actividades agropecuarias e industriales. A pesar de la mencionada circunstancia, no abundan demasiado en su variedad microbiológica en relación a las bacterias descomponedoras orgánicas; ello es debido principalmente a la acidez y a la reducida capa orgánica de estos suelos.

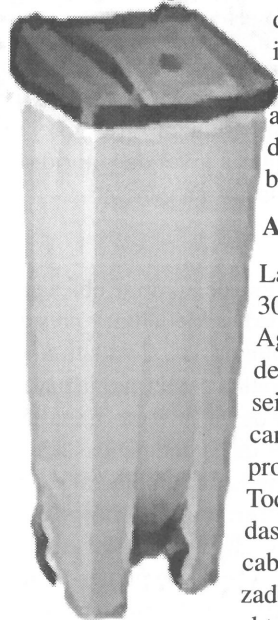
Como factor biótico es posible observar la presencia de una gran cantidad de avifauna, cuyos representantes más conspicuos son los gallinazos *Coragyps atratus*. Entre los mamíferos presentes se encontraron, principalmente, perros, ratas (*rattus sp*), zarigüeyas o chuchas (*Didelphis marsupialis*), caballos y vacas.

### Materiales y Métodos

Fueron seleccionadas al azar cuatro zonas del corregimiento de San Antonio de Prado, conservando una gradiente latitudinal. Estos corresponden a: Vereda la Florida, Barrio Paloblanco, Barrio Horizontes y Barrio El Limonar 2. Todos con lugares destinados al depósito abierto y con una frecuencia de recolección de dos veces por semana.

Las muestras fueron tomadas en cada sector. El método utilizado fue la selección y colecta de material orgánico con énfasis en residuos alimenticios y bioló-





empacadas en papel aluminio y transportadas al laboratorio de forma inmediata. Una vez almacenadas, se conservaron 24 horas a temperatura ambiente antes de ser analizadas microbiológicamente.

#### Análisis microbiológico.

Las muestras se sembraron en 30 placas de Petri con sustrato Agar agar, en el siguiente orden: seis placas por sector y seis muestras de lixiviado, indicando, en cada una de ellas, la procedencia y fecha de colecta. Todas las placas fueron incubadas a 37 grados por 72 horas, al cabo de las cuales fueron analizadas. En el caso del lixiviado obtenido del carro recolector, se

procedió a la realización de cuatro diluciones consecutivas. Posteriormente, las colonias encontradas en estas placas fueron clasificadas por cantidad (unidades formadoras de colonias), tamaño, color y forma, para luego realizar tinciones Gram de cada tipo de colonia descrita. Las muestras fueron enviadas a la Universidad de Antioquia para un análisis bioquímico más detallado, donde se desarrollaron las nueve pruebas bioquímicas cuyos resultados se presentan en la Tabla No. 1.

#### Resultados:

Los datos obtenidos de los análisis de las siembras y sus reacciones bioquímicas fueron tabulados para la obtención de un registro de biodiversidad bacteriana (tipos de colonias distintas por placa).

Los resultados se tabularon en las siguientes tablas:

#### Tabla N° 1: identificación de especies bacterianas mediante el uso de pruebas bioquímicas (Universidad de Antioquia)

Pruebas Bioquímicas: 1 Citocromo C oxidasa, 2 presencia de catalasa, 3 oxido-fermentación de azúcares, 4 producción de SH<sub>2</sub> (Kligler), 5 hidrólisis del almidón (Amilasa), 6 Crecimiento a distintas temperaturas, 7 reducción del nitrato, 8 ureasa, y 9 reducción de indol.

#### Tabla 2: Enfermedades asociadas de las especies bacterianas más importantes encontradas en las muestras de residuos sólidos en San Antonio de Prado.

Este grupo de microorganismos les producen a los seres humanos muchas afecciones a través de la respiración. Las bacterias del género *Legionella* han demostrado que son capaces de proliferarse en los residuos dejados al aire libre, afectando a un gran número de personas por

Especie	Pruebas Bioquímicas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Salmonellas spp S.typhi, S.paratyphi.</i>	+	O	+	+	-	+		-	-
<i>Escherichia coli.</i>	+	O	+	-	+	+		+	-
<i>Proteus vulgaris, P mirabilis</i>	-	+	-	+	-	-		+	+
<i>Shigella dysenteriae</i>	-	-	-	-	+	O		-	+
<i>Enterobacter</i>	-	-	-	-	-	-		-	-
<i>Serratia, Sarcina.</i>	-	-	-	O	-	-		-	-
<i>Vibrio parahemolyticus, V cholerae</i>	-	-	+	-	-	-		-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	O	+	-	+	+		+	-
<i>Clostridium botulinum, C.perfringens.</i>	-	-	+	-	-	+		-	-
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-	+	-	-	+	+		-	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	-	-	-	-	-		+	-
<i>Bacillus subtilis, B cereus, Lactobacillus</i>	-	-	+	+	-	+		-	+
<i>Streptococcus faecalis, S. Vaecium</i>	-	+	-	-	+	+		+	-

Tipo	Especie	Enfermedad Asociada
Bacilo	<i>Bacillus sp</i>	Contaminación alimentaria - diarrea
	<i>Bacillus campylobacter</i>	
	<i>Bacillus subtilis</i>	Alergias (ambiental)
	<i>Clostridium botulinum</i>	Botulismo
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	Enfermedades respiratorias
	<i>Enterococcus sp</i>	Enfermedades entéricas diarrea
	<i>Escherichia coli</i>	Diareta
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Bronconeumonía
	<i>Lactobacillus</i>	Ambiental descomponedor de materia orgánica
		Ambiental descomponedor de materia orgánica
	<i>Proteus vulgaris</i>	Fiebre tifoidea
	<i>Salmonella Typha</i>	Ambiental
	<i>Serratia sp</i>	Disenteria
	<i>Shigella dysenteriae</i>	Neumonía
Coco	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Gangrenosis
	<i>Sarcina sp</i>	Ambiental
	<i>Streptococcus pyogenes</i>	infecciones de garganta, fiebre reumática
	<i>Streptococcus fecales</i>	Diareta
	<i>Yersinia enterolitica</i>	Gastroenteritis
Vibrio	<i>Vibrio parahemolyticus</i>	Gastroenteritis

las vías respiratorias. El agua también puede convertirse en transmisora de enfermedades, debido a la ingestión de líquido contaminado por microorganismos patógenos; principalmente, a través del lixiviado de los residuos. La ingestión puede ser directa, por agua potable; indirecta, con alimentos o bebidas que han sido preparados con agua contaminada; y accidental, durante la natación u otras actividades recreativas. Estas enfermedades no se transmiten exclusivamente por agua contaminada, sino también por la ruta fecal-oral, prácticas higiénicas deficientes y contaminación de los alimentos u objetos. El agua se puede contaminar en la fuente, durante su distribución, en los tanques o depósitos empleados para almacenarla. Se ha comprobado que la contaminación de los tanques de almacenamiento de los hogares es un factor importante en estas enfermedades.

En América Latina y el Caribe, el *rotavirus*, *Escherichia coli enterotoxigénica* (ECET), *Shigella*, *Campylobacter jejuni* y *Cryptosporidium parvum*, se encuentran entre los agentes causales más importantes de las enfermedades diarreicas, y en algunas áreas la *Salmonella* y



*Escherichia coli enteropatógena* (ECEP) son también importantes. En otros países el virus Norwalk, el *Adenovirus entérico*, las bacterias *Aeromonas hydrophila*, *Plesiomonas shigelloides*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Yersinia enterocolítica* y el Protozooario *Iso spora belli*, tienen una función mínima en la diarrea o no están bien definidos.

Muchas enfermedades entéricas son asintomáticas, por lo cual aumentan en los niños de más de dos años de edad como consecuencia del desarrollo de una inmunidad activa que suprime las manifestaciones clínicas. Se pueden identificar agentes patógenos entéricos en aproximadamente el 30% de los niños sin diarrea, lo que hace difícil determinar si un agente patógeno identificado en un niño con diarrea es realmente la causa de la enfermedad. Esto tiene especial validez con *Giardia lamblia*, cuyos quistes se identifican con la misma frecuencia en niños sanos y en niños con diarrea y con los aislamientos de ECEP o *Campylobacter jejuni* en niños de más de un año de edad. Rara vez son aislados *Shigella* y *Rotavirus* en niños sanos, su frecuencia es una prueba válida de que son la causa de la enfermedad. Desde su introducción en las Américas, en enero de 1991, el *Vibrio cholerae* 01 ha sido la causa principal de diarrea

Taxa	Especie	Enfermedad asociada
Aschelminthes	<i>Ascaris lumbricoide</i>	Ascariasis
Insecta	<i>Musca domestica</i> (larva)	Infecciones varias

aguda en los adultos y los niños mayores, y se ha calculado que más del 90% de las personas infestadas por el vibrión colérico El Tor son asintomáticos.

Tabla 3: Otros organismos encontrados en las muestras de residuos sólidos

Con el propósito de ilustrar lo antes expuesto sobre la presencia microbiana y las afectaciones en la salud hu-

mana, se presenta en la Tabla 4, a continuación, información sobre el número de atenciones y los tipos de consultas relacionados directamente con patologías bacterianas y realizadas en la Unidad Hospitalaria San Antonio de Prado durante el 2004.

Tabla N° 4: Tipo y número de consultas relacionadas a patologías bacterianas, virales o parasitismos, realizadas en la Unidad Hospitalaria San Antonio de Prado durante el 2004.

Atenciones	Tipo de Consulta
101	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores
105	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores
103	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores
1	Enfermedades infecciosas intestinales
17	Helmintiasis
121	Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo
102	Influenza (gripe) y neumonía
104	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores
15	Micosis
18	Pediculosis, ascariasis y otras infestaciones
14	Otras enfermedades virales
115	Enteritis y colitis no infecciosas
4	Otras enfermedades bacterianas
20	Bacterias virus y otros agentes infecciosos
12	Hepatitis viral
2	Tuberculosis
6	Otras enfermedades debidas a espiroquetas
16	Enfermedades debidas a protozoarios
19	Secuelas de enfermedades infecciosas y parasitarias
219	Personas con riesgos potenciales para su salud
222	Personas con riesgos potenciales para su salud

### Conclusiones:

Con base en los datos analizados podemos concluir que:

Las condiciones ambientales del corregimiento San Antonio de Prado no privilegian la existencia de una gran biodiversidad de bacterias descomponedoras ambientales, lo que hasta cierto punto favorecería la presencia de otro tipo de bacterias patógenas.

Existe un importante grupo de bacterias patógenas asociadas a la presencia de residuos sólidos.

Hay diferencias en la cantidad de unidades formadoras de las colonias encontradas en cada sitio, factor que probablemente está asociado a las diferencias ambientales (altitudinales y de temperatura), siendo los sectores más bajos (Limonar 2 y Horizontes) los que presentarían un mayor riesgo de contaminación bacteriana asociada a los residuos sólidos.

Existe fauna local (gallinazos, ratas, zarigüeyas, caballos y perros), que eventualmente pueden generar vías zoonóticas de alta peligrosidad hacia la población humana (helmintiasis, ascariasis, etc).

Los resultados obtenidos son claramente comparables al tipo de consulta realizada en el hospital local, lo que

no significa que estas últimas estén relacionadas en un 100% con la presencia microbiana de los residuos sólidos.

Los principales tipos de bacterias patógenas encontradas corresponden a organismos entéricos, productos originados directamente por la población humana.

Existe un alto riesgo de contagio de enfermedades parasitarias asociadas a la presencia de residuos sólidos, específicamente de helmintos (*Oxiuros*, *Ascaris*)

#### **Recomendaciones.**

Basado en las conclusiones anteriores y el trabajo efectuado en terreno, se recomienda:

Que los sitios de acopio estén adecuadamente cerrados, impidiendo el ingreso de animales (gallinazos, ratas, perros) que puedan abrir y desperdigar los residuos.

Que debido a que se encuentra una baja población de organismos descomponedores naturales y que las condiciones de temperatura presentes en los lugares de acopio de residuos favorecen el desarrollo de bacterias patógenas, es importante que estos sean recogidos en

periodos más frecuentes (3 veces a la semana) y mediante rutas selectivas que favorezca una cultura de la separación en la fuente.

De otro lado, a causa de la alta presencia de organismos patógenos encontrados en las muestras es recomendable el uso de guantes y calzado para las personas que tengan contacto con estos residuos.

Y además, debido a la gran cantidad de residuos orgánicos producidos por la población, se recomienda el uso de técnicas limpias (biodigestor, compostaje, lombricultivos, entre otras), que permitan el aprovechamiento de la energía presente en este tipo de residuos, ayudando a la disminución de estos productos y a los problemas asociados a los sitios de disposición final (malos olores, acumulación de metano, ácido sulfhídrico, etc.) Este tipo de procesos ayudan a minimizar el riesgo sanitario por acumulación de este tipo de material.

*\* Ingeniero Químico Universidad Nacional, Seccional Medellín; Gefrey Valencia Moreno, Antropólogo U de A y Miguel Vergara C. Profesor de Biología y Licenciado en educación en Biología. U de la Serena, Chile.*



## **COOMULSAP**

Diecisiete años comprometidos con la conservación del ambiente, la educación integral y la experiencia de construir tejido social solidario con las comunidades de Medellín.

Calle 10 N° 3 - 01  
Corregimiento  
San Antonio de Prado  
Medellín = Colombia

Telefonos: 376 42 48 / 51/52  
[www.coomulsap.com](http://www.coomulsap.com)  
email: [coomulsap@epm.net.co](mailto:coomulsap@epm.net.co)