

**DIAGNOSTICO DE LA COMPOSICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS EN LA VEREDA SAN JUAN DE CAROLINA MUNICIPIO
DE SALENTO QUINDIO**

MARIO SALAZAR GIRALDO

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

MAESTRIAS EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES-CALDAS 2012

**DIAGNOSTICO DE LA COMPOSICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS EN LA VEREDA SAN JUAN DE CAROLINA MUNICIPIO
DE SALENTO QUINDIO**

MARIO SALAZAR GIRALDO

**Trabajo para optar el título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio
Ambiente**

CIRO ALFONSO SERNA MENDOZA

Director del trabajo de investigación

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

MAESTRIAS EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES-CALDAS 2012

El autor *Mario Salazar Giraldo*, autoriza a la *Universidad de Manizales* la reproducción total o parcial de este documento, con la debida cita de reconocimiento de la autoría y cede a la misma universidad de los derechos patrimoniales con fines de investigación, docencia e institucionales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982 y las normas que lo constituyan o modifiquen.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Manizales, por permitirme realizar esta maestría que indudablemente me brindo amplios conocimientos sobre Desarrollo Sostenible y del Medio Ambiente; saberes que me permiten contribuir con mi grano de arena en su protección.

Al doctor CIRO ALFONSO SERNA MENDOZA, director de mi tesis de grado, ya que su apoyo y direccionamiento fue fundamental en la culminación de este trabajo.

Al doctor OSCAR MAURICIO OSORIO GUEVARA, quien con su asesoría y colaboración permanente hizo que culminara de manera satisfactoria esta investigación.

A la comunidad de la Vereda San Juan de Carolina, por su receptividad y colaboración en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios fuente suprema e inagotable de sabiduría que guía nuestros pasos por esta hermosa vida. A mi madre Q.E.P.D. ANA EVA GIRALDO DE SALAZAR, quien con su infinito e inigualable amor me animaba en cada instante a seguir adelante; a mi padre GUSTAVO SALAZAR CALDERON, quien contribuyó de manera directa en ver culminada mi formación profesional, a mis hijos MARIO ESTEBAN y LAURA MARÍA, quienes con su amor y apoyo hacen que todos los días me fortalezca más y fundamentalmente a mi amadísima esposa CARMENZA HERRERA CORREA, quien con su dedicación, animación, fe y esperanza permanente contribuyó de manera absoluta a este éxito.

CONTENIDO

RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	14
DISEÑO TEORICO.....	18
Planteamiento del Problema.....	18
Pregunta o preguntas de investigación.....	19
Descripción del área problemática	19
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	23
JUSTIFICACION.....	26
OBJETIVOS.....	31
Objetivo General.....	31
Objetivos Específicos	31
HIPOTESIS Y MATRIZ DE VARIABLES	32
Hipótesis:.....	32
Las Variables a identificar.....	32
MARCO TEORICO	33
Clasificación de residuos sólidos orgánicos.....	48
Según su fuente de generación.....	49

Según su naturaleza y/o característica física	51
Propiedades biológicas de los residuos sólidos orgánicos	52
El compostaje como alternativa al manejo de residuos sólidos orgánicos	53
Selección y acondicionamiento	54
Trituración.	56
Parámetros de operación que deben ser controlados durante el proceso de compostaje.	56
Marco Legal.	64
DISEÑO METODOLOGICO	68
Ubicación geográfica y descripción del sistema	68
POBLACION Y MUESTRA	70
TIPO DE INVESTIGACION.....	74
PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION	74
TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	74
Toma de Datos.....	75
ANALISIS Y RESULTADOS	77
5. CONCLUSIONES.....	95
6. RECOMENDACIONES	96

Trabajos citados.....97

Anexos

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa que permite visualizar el municipio de salento dentro del parque nacional de los nevados.	20
Ilustración 2 Ubicación Vereda San Juan de Carolina	22
Ilustración 3 Composición física de los residuos sólidos en Colombia	27
Ilustración 3 Ubicación Vereda San Juan de Carolina	69
Ilustración 4 Viviendas Vereda San Juan de Carolina Salento	72
Ilustración 5 Viviendas Vereda San Juan de Carolina 2 Salento	73
Ilustración 6 Caracterización de los residuos sólidos vereda San Juan de Carolina Salento Quindío 2012	87
Ilustración 7 Áreas destinadas a la cría de animales de traspatio, suplementados con residuos sólidos orgánicos vereda san Juan de Carolina Salento.	88
Ilustración 8 Evidencia fotográfica del proceso de expansión urbana en la vereda San Juan de Carolina.	90
Ilustración 9 Panorámica de la zona de San Juan de Carolina aun sin urbanizar.	90
Ilustración 10 Relleno Villa Karina municipio de Calarca.	92
Ilustración 11 Relleno Sanitario Villa Karina, municipio de Montenegro	93
Ilustración 12 Zona de descarga de residuos sólidos relleno Andalucía.....	94
Ilustración 13 Piscina de lixiviados y planta de tratamiento relleno de Andalucia Montengro Quindio.	¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 14 Bomba filtrar agua, apariencia del agua al final de la bomba y humedal artificial relleno Anda Lucia. **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Diagnostico de la situación del aprovechamiento y valorización de residuos mediante un convenio suscrito con la UNICEF, arrojando los siguientes resultados	25
Tabla 2 Composición de residuos sólidos en algunos países y regiones	34
Tabla 3 Composición de Residuos sólidos en algunos países de Latinoamérica ..	35
Tabla 4 Reservas naturales del municipio de Salento	39
Tabla 5 Tipo de residuo y color de bolsa o recipiente como se deben separar en la fuente los residuos sólidos.....	42
Tabla 6 Tratamiento y/o disposición final por clase de residuo.....	45
Tabla 7 Análisis fisicoquímico de calidad de Agua vereda San Juan de Carolina.	78
Tabla 8 Análisis Microbiológico Calidad del Agua Vereda San Juan de Carolina Salento.....	81
Tabla 9 Generación de Residuos Sólidos Inorgánicos y Orgánicos Vereda San Juan de Carolina Muestreo 1 al 6, Salento 2012	83
Tabla 10 Generación de Residuos Sólidos Inorgánicos y Orgánicos Vereda San Juan de Carolina Muestreo 7 al 12, Salento 2012	84

RESUMEN

El municipio de Salento está situado al nor-orienté del departamento del Quindío, enclavado en la Cordillera Central entre los 4° 30' N, 75° 19' W – 4° 45' N, 75° 38' W, aproximadamente. No hay evidencia de trabajos de investigación en relación a la generación de residuos sólidos en el área rural del municipio de Salento, se desconoce la producción (generación) per cápita de los habitantes de la vereda San Juan de Carolina; la vereda está ubicada en uno de los corredores estratégicos para conservar la biodiversidad de las reservas naturales que tiene en esta zona la cuenca del río la vieja. La cantidad de residuos sólidos generados en los municipios del departamento del Quindío asciende a un promedio 84.248 Ton/año en el 2008, con un promedio diario de 234 Ton/día, los cuales son depositados en el departamento del Quindío, en los dos rellenos sanitarios ubicados en los municipios de Calarcá y Montenegro. La Corporación Regional del Quindío identifica que de los residuos inorgánicos (reciclables) solo se aprovecha el 41%, el otro 59% va a parar a los rellenos sanitarios. En Colombia se generan 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1054 municipios 32 departamentos), de acuerdo a la composición de los mismos, el 65% son residuos sólidos orgánicos y el 35% restante son inorgánicos, otros estudios dicen que en Colombia se genera alrededor del 81% de residuos sólidos orgánicos y el 29% inorgánicos. Salento cuenta con una población total de 7247 habitantes para el censo realizado por el

DANE en 2005, de los cuales 3597 se ubican en la cabecera municipal y el resto, 3650 habitantes, en el área rural; si la generación promedio per cápita es de 0.5 Kg en la cabecera municipal podríamos estimar una producción de 1798 Kg diarios de residuos sólidos, para una producción mensual de 53955 kg y anual de 647 toneladas/año; entre tanto las zona rural produce 0.2 Kg/día, se podría estimar para la zona rural una generación diaria de 730 kg día, 8760 kg de residuos sólidos mensuales y una generación anual de 105 toneladas por año.

Para identificar el modelo de muestreo, se calculo el tamaño de la muestra mediante el modelo sistemático planteado por Marmolejo en 2006, inicialmente se realiza una medida de generación de residuos como prueba piloto, se trabajo con un nivel de confianza esperado del 95.5 % y un error absoluto de 5%.

ABSTRACT

The municipality of Salento is located north-east of the department of Quindío, nestled in the Cordillera Central between 4 ° 30 'N, 75 ° 19' W - 4 ° 45 'N, 75 ° 38' W, approximately. There is no research evidence in relation to the generation of solid waste in the rural area of Salento, is unknown production (generation) per capita of the inhabitants of the village of San Juan de Carolina, the village is located in one of strategic corridors for biodiversity conservation of nature reserves in the area that has the old river basin. The amount of solid waste generated in the municipalities of the department of Quindío amounts to an average 84,248 tons / year in 2008, with a daily average of 234 tons / day, which are deposited in the department of Quindío, in the two landfills located in the municipality of Calarcá and Montenegro. Regional Corporation of Quindío identifies inorganic waste (recyclable) takes only 41%, the other 59% goes to landfills. In Colombia generated 27,500 tonnes / day of solid waste (1054 municipalities 32 departments), according to their composition, 65% are organic solid waste and 35% are inorganic, other studies say that Colombia is generated about 81% of organic solid waste and 29% inorganic. Salento has a total population of 7247 inhabitants to the census conducted by DANE in 2005, of which 3597 are located in the county seat and the rest, 3650 inhabitants, in rural areas, if the average generation per capita is 0.5 Kg in the county seat could estimate a production of 1798 kg of solid waste per day, for a monthly output of 53,955 kg and 647 annual

tons / year, to both rural produce 0.2 kg / day could be estimated for rural daily generation of 730 kg day, 8760 kg of solid waste per month and an annual generation of 105 tons per year.

To identify the sampling model, we calculated the sample size using the systematic model proposed by Marmolejo in 2006, initially performing a waste generation as a pilot, is working with a confidence level of 95.5% expected and absolute error of 5%.

INTRODUCCION

El programa 21, de la cumbre de las naciones unidas sobre medio ambiente y desarrollo (CNUMAD) Celebrada en Rio de Janeiro 1992, plantea el problema del manejo de los residuos sólidos, no solo como un problema de recolección y disposición sino como un concepto integral de manejo del ciclo de vida que incluye modelos sostenibles de producción y consumo.

En este se establecen cuatro áreas principales de acción:

1. Minimización de residuos.
2. Maximización del reuso y reciclaje ambientalmente adecuado de los residuos.
3. Promoción del tratamiento y disposición ambientalmente adecuado de los residuos
4. Expansión de la cobertura del servicio.

20 años después de haberse promulgado el programa no se evidencia reducción en la generación de residuos sólidos en los países desarrollados ni en los países en vía de desarrollo, antes aumenta la generación; estas tendencia se debe al aumento del consumo de las sociedades como parte del estilo de vida y como consecuencia de las altas inversiones en publicidad que realizan a diario los diferentes mercados en especial los relacionados con los alimentos, otra

respuesta a tal situación es la marcada tendencia a la concentración de vivienda de los seres humanos en ciudades donde cada vez se hace complejo el manejo de los residuos.

La Maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente forma para que el futuro profesional identifique con claridad las situaciones problema de una comunidad en relación al manejo y gestión de los recursos naturales, el medio ambiente y la ecología humana; la problemática de la generación y manejo de los residuos sólidos urbanos y rurales reviste importancia global; ya que cada ser humano interviene de manera directa en el proceso, a diario se cuantifica el impacto de la falta de gestión pertinente en el manejo de los residuos al observar las consecuencias del cambio climático.

La sensibilización permanente, el diagnóstico oportuno y el apoyo multisectorial son herramientas fundamentales a la hora de realizar intervenciones locales, regionales, nacionales e internacionales con el objeto de minimizar el impacto ambiental y definir con claridad estrategias efectivas que minimicen la generación de residuos sólidos y mitiguen el impacto de estos sobre la sostenibilidad medio ambiental.

DISEÑO TEORICO

Planteamiento del Problema:

No hay evidencia de trabajos de investigación en relación a la generación de residuos sólidos en el área rural del municipio de Salento, se desconoce la producción (generación) per cápita de los habitantes de la vereda San Juan de Carolina, no está documentado la composición de dichos residuos, su manejo y su impacto ambiental; las áreas rurales del municipio de Salento, se afectan por la incidencia del turismo y el desarrollo de modelos de vivienda rural como es el caso de esta vereda, que dada su proximidad con el municipio de Armenia ha presentado un incremento en la venta de lotes y por tanto un incremento en su población, la vereda está ubicada en uno de los corredores estratégicos para conservar la biodiversidad de las reservas naturales que tiene en esta zona la cuenca del río la vieja. Pasar por alto este tipo de estudio, generara en el largo plazo el deterioro ambiental de los diferentes recursos naturales de la región.

Pregunta o preguntas de investigación

¿Será que la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en viviendas rurales de zonas turísticas es igual a la generación per cápita de las viviendas de las cabeceras municipales?

¿Las comunidades de viviendas rurales están lo suficientemente sensibilizadas por las empresas prestadoras de aseo en relación al manejo técnico de los residuos sólidos orgánicos?

Descripción del área problemática

El municipio de Salento está situado al nor-orienté del departamento del Quindío. Enclavado en la Cordillera Central entre los 4° 30' N, 75° 19' W – 4° 45' N, 75° 38' W, aproximadamente (IGAC, 1995). Ocupa un área aproximada de 36.210 hectáreas (CRQ, 1998), representando el 20% del área del departamento. El municipio de Salento se delimita partiendo del Nevado del Quindío hacia el sur por la Cordillera Central hasta el sitio conocido como “La Línea” sobre la carretera Armenia - Ibagué, desciende por ésta con rumbo Nor-oeste hasta el sitio El Retén de Sierra Morena, penetra por el Alto del Castillo y siguiendo la Quebrada del mismo nombre hasta la desembocadura en el río Quindío. Sigue en línea recta el

rumbo Oeste de la Quebrada El Castillo hasta la carretera Armenia-Pereira. Por ésta con rumbo Norte hasta el sitio El Roble para entrar con rumbo Nor-oriental hasta el Alto Morro Azul, a partir de allí y siguiendo la Cuchilla Morro Azul hasta la Cuchilla Media Luna (límite departamental entre Quindío y Risaralda) para finalizar en el Nevado del Quindío

Este municipio es importante porque tiene zonas que pertenecen al parque natural de los nevados (ilustración 1), hace parte de un corredor boscoso alto-andino que comunica con el parque Ucumari y parque Otún-Quimbaya del departamento de Risaralda.

Ilustración 1 Mapa que permite visualizar el municipio de Salento dentro del parque nacional de los nevados.



Fuente: <http://www.pueblos20.net/colombia/mapa1.php?id=26411>

La vereda San Juan de Carolina parte del sitio “Bienestar”, sobre la carretera Armenia - Pereira se sigue esta vía en dirección a Armenia hasta encontrar los límites con ésta en el sitio escuela “Santa Martha”, se gira a la izquierda siguiendo los límites con Armenia hasta encontrar el río Quindío, se sigue aguas arriba hasta encontrar la desembocadura de la quebrada la “Peligrosa”, límites con la Vereda La Nubia, se gira a la Izquierda en ángulo de 90° en línea recta hasta encontrar la Carretera San Juan Boquía se gira a la derecha siguiendo esta vía hasta el sitio “ Puente de Tierra ” sitio donde se cruza esta vía con la carretera que viene del puente de la Nubia se gira a la izquierda siguiendo esta vía hasta llegar al sitio “Bienestar” punto de partida. Por esta ubicación la vereda San Juan de Carolina hace parte de la cuenca del río Quindío quien a su vez es una subcuenca del río la vieja. La oficina de planeación del municipio informa que la última información oficial existente en dicho despacho es que el número de viviendas aproximadas de la vereda San Juan de Carolina es de 117.

Ilustración 2 Ubicación Vereda San Juan de Carolina



Fuente: <http://www.pueblos20.net/colombia/mapa1.php?id=26411>

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La cantidad de residuos sólidos generados en los municipios del departamento del Quindío asciende a un promedio 84.240 Ton/año en el 2008, con un promedio diario de 234 Ton/día, los cuales son depositados en el departamento del Quindío, en los dos rellenos sanitarios ubicados en los municipio de Calarcá y Montenegro, los cuales cuentan con licencia ambiental emitidas por la CRQ y están en la capacidad de recibir todos los residuos producidos en el Departamento, estos sitios de disposición final son: Relleno Sanitario Villa Karina con una vida útil de 12 años y su operador es Multipropósito de Calarcá SA ESP y el Relleno Sanitario Andalucía con vida útil de 3 años y su operador es Café aseo del Quindío SA ESP. Estos sitios, están sujetos a actividades permanentes de control y seguimiento por parte de la CRQ con el fin de verificar el cumplimiento de la Licencia Ambiental y de la normativa ambiental (CRQ 2009) la tabla 1 identifica le porcentaje de aprovechamiento de los residuos sólidos en el departamento del Quindío, la generación de residuos orgánicos para el departamento es del 66% (Unicef 2008) es bajo en relación a los promedios nacionales que generan las investigaciones de Marmolejo en la Universidad del Valle; la Corporación Regional del Quindío identifica que de los residuos inorgánicos (reciclables) solo se aprovecha el 41%, el otro 59% va a parar a los rellenos sanitarios.

El manejo integrado de residuos sólidos (MIRS) indica que se deben separar desde la fuente aquellos que sean reciclables, orgánicos y los que finalmente deben ser desechados, la separación en la fuente es un uso alternativo para disminuir el impacto ambiental negativo en la naturaleza, el reciclaje permite incorporar residuos sólidos como materia prima para procesos productivos y los residuos orgánicos se pueden transformar por medio del compostaje en biofertilizantes y acondicionadores del suelo (Restrepo, 2003)

Tabla 1 Diagnostico de la situación del aprovechamiento y valorización de residuos mediante un convenio suscrito con la UNICEF, arrojando los siguientes resultados

Municipio	% Orgánicos	% Inorgánicos	% No Aprovechables
Armenia	55	28	17
Buenavista	60,5	25	14,5
Calarcá	61	23	16
Circasia	73	21	6
Córdoba	69	23	8
Filandia	54	37	9
Génova	69	23	8
La Tebaida	66	19	15
Montenegro	59	35	6
Pijao	60,5	33,5	6
Quimbaya	71	20	9
Salento	60,5	25	14,5
TOTAL	66	23	11

Fuente: Proyecto Aprovechamiento y Valorización de Subproductos generados por los residuos sólidos en el Quindío, CRQ-UNICEF-SENA, 2006

JUSTIFICACIÓN

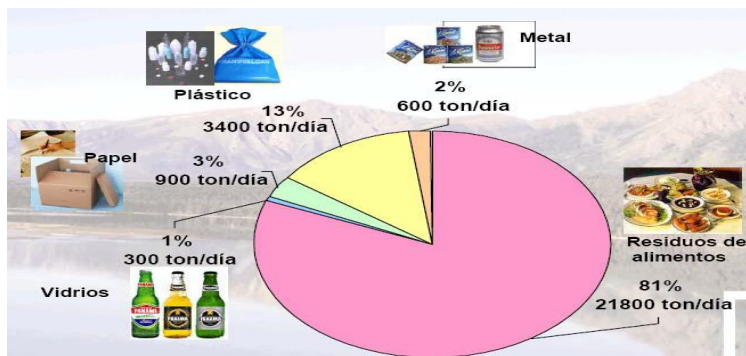
Las basuras que ahora técnicamente se denominan residuos sólidos, son el principal causante de la contaminación en el planeta tierra, su impacto ambiental negativo se debe a su disposición incorrecta y a su potencial incremento a medida que aumenta la población, al aumento de los procesos industriales y a los hábitos de consumo de las personas (Echeverry, 2009).

En las cuatro grandes ciudades del país Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla se generan 11.275 Ton/día de residuos sólidos, lo que equivale al 41% del total de residuos generados, solo Bogotá genera 6500 ton/día; En las 28 ciudades capitales se generan 5.142 Ton/día (18.7%) y en los 1054 municipios se generan 11.083 ton/ día (40.3%). (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, 2004). En resumen, en Colombia se generan 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1054 municipios 32 departamentos), de acuerdo a la composición de los mismos, el 65% son residuos sólidos orgánicos y el 35% restante son inorgánicos, otros estudios dicen que en Colombia se genera alrededor del 81% de residuos sólidos orgánicos (Ilustración 3) y el 29% inorgánicos.

En los últimos años en Colombia se ha identificado un problema serio en el manejo de los residuos sólidos, ya que en los municipios existe poco control, lo

cual genera contaminación ambiental, la generación per cápita de residuos por habitante se expresa en kilogramos por día (kilogramo / habitante /día), aproximadamente es de 0.5 Kg/ Hab /día variando desde dos Kg/hab/día en municipios muy desarrollados a 0.2 Kg/ Hab /día en áreas rurales. (Marmolejo, 2004).

Ilustración 3 Composición física de los residuos sólidos en Colombia



Fuente: Marmolejo, 2004

Salento cuenta con una población total de 7247 habitantes para el censo realizado por el DANE en 2005, de los cuales 3597 se ubican en la cabecera municipal y el resto, 3650 habitantes, en el área rural; si la generación promedio per cápita es de 0.5 Kg en la cabecera municipal podríamos estimar una producción de 1798 Kg diarios de residuos sólidos, para una producción mensual de 53955 kg y anual de 647 toneladas/año; entre tanto las zona rural produce 0.2 Kg/día según las fuentes

antes mencionadas, se podría estimar para la zona rural una generación diaria de 730 kg día, 8760 kg de residuos sólidos mensuales y una generación anual de 105 toneladas por año.

El control ambiental en las cabeceras municipales es controlado por las empresas publicas de aseo del municipio de Armenia, el control ambiental de los residuos generados en las zonas rurales es efectuado por el municipio.

Salento es un municipio turístico de relevancia en el orden nacional, ocupa el primer lugar en turismo en el departamento del Quindío, la base del turismo de este municipio es debido a sus reservas ecológicas, valle del cócora, paisaje cafetero.

La Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), es la encargada de administrar y velar por la gestión de la cuenca del rio la vieja, de la cual el Quindío tiene un 68% (1961.83 Km^2), Risaralda un 10% (298,86 $Km.^2$) y el Valle del Cauca un 22% (619,45 $Km.^2$). En su síntesis de situaciones ambientales para la formulación del Pat 2011 identifico entre otros (CRQ, 2009):

1. Presenta una alta tasa de urbanización, ya que un 85.7% de la población se localiza en áreas urbanas, concentrando la demanda de bienes y servicios ambientales y la producción de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.

2. Está irrigada por una gran cantidad de corrientes que soportan la población y sus actividades, por tanto se ven afectadas en su oferta y su calidad.
3. La calidad del agua se ha visto afectada debido a que la mayoría de las corrientes son receptoras de descargas de aguas residuales domésticas, pecuarias, agrícolas e industriales. Esto se convierte en una limitante para su posterior utilización en actividades humanas y ecológicas.
4. Requiere que la administración de los servicios públicos sea realizada con mayor eficiencia para evitar pérdidas de agua en la captación, conducción y distribución y para contar con apropiados sistemas de manejo y tratamiento final de residuos sólidos y peligrosos, así como de aguas residuales.

La Gobernación del Departamento del Quindío mediante decreto 0912 de 1998 declara a Salento como Municipio del Agua. Considera que la subcuenca del río Quindío es una de las más importantes del departamento, no sólo por la longitud de su recorrido, sino por ser la fuente que alimenta el acueducto de la ciudad de Armenia y del sesenta por ciento (60%) de los restantes municipios.

La intervención del hombre en los diferentes ecosistemas hace que estos se fragmenten, en especial por la expansión urbana y agrícola contra las zonas

naturales, al interferir en los ecosistemas se afectan las relaciones entre los habitantes de los mismos tanto en fauna como flora, además del detrimento en los recursos, agua y suelo, todo este conjunto de hechos origina la pérdida de la biodiversidad, las instituciones y las comunidades solo están generando acciones de conservación en las famosas áreas verdes o zonas de protección desentendiéndose de las dinámicas de conectividad y la interrelación geográfica de las zonas aledañas a estas zonas privilegiadas de la normatividad y del conservacionismo solitario.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Conocer la composición y las características físicas de los residuos sólidos residenciales generados en la vereda San Juan de Carolina del municipio de Salento.

Objetivos Específicos:

Estimar la producción y composición de los residuos sólidos residenciales generados en la vereda San Juan de Carolina.

Identificar el impacto ambiental del manejo y disposición final de los residuos sólidos generados en la vereda San Juan de Carolina.

Proponer alternativas para el aprovechamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos generados en la vereda San Juan de Carolina.

HIPOTESIS Y MATRIZ DE VARIABLES

Hipótesis:

En la vereda San Juan de Carolina la comunidad dispone adecuadamente los residuos sólidos domiciliarios.

Las Variables a identificar:

Generación de residuos sólidos por habitante.

Generación de Residuos sólidos por Casa

Generación de residuos Sólidos en la vereda San Juan de Carolina en Kilogramos por día.

Generación de Residuos Sólidos Orgánicos por Casa en Kilogramos por día.

Generación de Residuos Sólidos Inorgánicos por Casa en Kilogramos por día.

MARCO TEÓRICO

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2007) define desecho como todo lo que es generado como producto de una actividad, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de reincorporar a los ciclos naturales. Aye y Widjaya (2006) clasifican los desechos sólidos en dos grandes grupos, orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos que incluyen los putrescibles (que se degradan rápidamente y producen mal olor durante la descomposición), papel, cartón, caucho y madera. Los inorgánicos comprenden plásticos, vidrio, metal y otros.

Bustos en 2009, recopiló información de varias investigaciones en el mundo, las cuales guardan relación con la generación de residuos (Tabla 2), en esta se identifica a Italia, Estados Unidos y Reino Unido como los más generadores de Cartón y Papel; Tailandia, Australia y Finlandia como los mayores generadores de residuos orgánicos. Según la OPS 2005, en Latinoamérica los países que generan mayor cantidad de papel y cartón son Caracas, México y Costa Rica (Tabla 3), Ecuador y Perú son los mayores generadores de residuos orgánicos.

Tabla 2 Composición de residuos sólidos en algunos países y regiones

Autor	País/Región	C. P.	P.	V.	M.	T.	O.	Otros
Agarwal et al. (2005)	India	6	6	1	0,25	–	38	48,75
Mongkolnc-haiarunya (2005)	Tailandia	7,25	19,9	10,8	0,4	7,25	49,3	5,1
Emery et al. (2007)	Reino Unido	25	10	7	5	4	32	17
Bao-guo et al. (2007)	China	19	3	8	4	2	45	19
El-Hamouz (2007)	Palestina	5,39	14,53	2,2	4,5	–	45	28,38
Gomes et al. (2007)	Portugal	20,3	18	6	5	3,8	27,4	19,5
Giugliano et al. (2008)	Italia	43,5	15,2	5,2	4,8	–	19,8	11,5
Sormunen et al. (2008)	Finlandia	20	13,6	4	4	4	38	16,4
Sormunen et al. (2008)	Australia	9,9	7,3	6,8	7,1	–	38,1	30,8
Sormunen et al. (2008)	Estados Unidos	26,3	15,4	6,2	7,3	5,5	16,4	22,9

C. P.: Cartón y papel; P.: Plásticos; V.: Vidrio; M.: Metal; T.: Textiles; O.: Orgánicos. Fuente: Elaboración Propia.

Fuente: Bustos 2009.

Tabla 3 Composición de Residuos sólidos en algunos países de Latinoamérica

País/ Ciudad	Cartón y papel	Plásticos	Vidrio	Metal	Textiles	Orgánicos Putrescibles	Otros e Inerte
México (DF)	20,9	8,4	7,6	3,1	4,5	44	11,5
Perú	7,5	4,3	3,4	2,3	1,5	54,5	25,9
Costa Rica	20,7	17,7	2,3	2,1	4,1	49,8	3,3
Ecuador	9,6	4,5	3,7	0,7	ND	71,4	ND
Caracas (AM)	22,3	11,7	4,5	2,9	4,1	41,3	11,2

ND: Datos no disponibles. DF: Distrito Federal. AM: Área Metropolitana Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS) 2005

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2005.

Para América latina la mayor generación per cápita, la reporta Sao Paulo (Brasil) con 1.99 Kg/hab/día seguido de Buenos Aires Argentina con 1.16kg /hab/día y en tercer lugar Caracas (Venezuela) con 1.10 (Tabla 4)

Tabla 4 Generación per cápita en algunos países de América latina

Ciudades	Población x 1000 (hab.)	Per cápita
Sao Paulo (Brasil)	18.300	1,99
Buenos Aires (Argentina)	12.544	1,16
Caracas (Venezuela)	1.836	1,10
Montevideo (Uruguay)	1.303	1,23
Quito (Ecuador)	1.841	0,72
Bogotá (Colombia)	6.558	0,72
Lima (Perú)	6.901	0,70

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005.

El Departamento del Quindío es quien más territorio presenta en la cuenca hidrográfica del río la vieja, la CRQ en 2009 identifica en esta zona la siguiente Fauna y Flora Focal:

La pava caucana (*Penélope Perspicax*); el mono aullador (*Alouatta Seniculus*); la guagua loba (*Dinomys branickii*), tucan piquinegro (*Andigena Nigrirostris*); tucan pechigris (*Andigena hypoglauca*); el perico paramuno (*Leptosittaca branickii*); cotorra montañera (*Hapalopsittaca amazonina*); *Saguinus leocopus*) y el comino crespo (*Aniba Perutilis*). La Corporación Autónoma Regional del Quindío ha venido ejecutando los planes de manejo locales de las especies de flora: molinillo (*Magnolia Hernandezii*); papelillo (*Vochysia Duquei*); Olla de mono (*Eschweilera Antioquensis*); laurel comino (*Aniba Perutilis*); molinillo (*Magnolia Gilberto*); Palma

de cera (*Ceroxylon alpinum*); cariseco (*Billia columbiana*); barcino (*Calophyllum brasiliense*); membrillo (*Gustavia superba*), cedro rosado (*Cedrela montana*); mediacaro (*Pouteria lucuma*). Y en fauna: oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*); puma (*Puma concolor*), nutria (*Lutra longicaudis*); danta de páramo (*Tapirus pinchaque*); cotorra coroniazul (*Hapalopsittaca fuertes*); rana venenosa del cauca (*Ranitomeya bombetes*).

El SIRAP eje cafetero (Planificando el Edén. 2005) identificó las siguientes especies focales para el área de la Cuenca: Aves: loro orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*), cotorra (*Hapalopsittaca fuertes*), pava caucana (*Penélope perspicax*), Tororoi (*Grallaria milleri*), sabanero grillo (*Ammodramus savannarum*); mamíferos: danta o tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), Oso de Anteojos (*Tremarctos ornatus*), Puma (*Puma concolor*), venado conejo (*Pudu mephistophiles*), venado soche (*Mazama rufina*), guagua o tinajo peñero (*Agouti taczanowskii*), guagua loba (*Dominys branickii*), zorro colorado (*Lycalopex culpaeus*), mono aullador (*Alouatta seniculus*); anfibios: Sapito arlequín de Quimbaya (*Atelopus quimbaya*), rana de lluvia manchada (*Eleutherodactylus maculosus*), rana de lluvia de los torrentes (*Eleutherodactylus torrenticola*), rana de lluvia de Ruiz (*Eleutherodactylus ruizi*), rana de lluvia ornamentada (*Eleutherodactylus tribulosus*), rana de lluvia camuflada (*Eleutherodactylus lichenoides*); Peces: boquiancha (*Genycharax tarpon*), jetudo o jetón (*Ichthyoelphas longirostris*), bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y sardina (*Carlastyanax aurocaudatus*); *Plantas: comino o comino

crespo (*Aniba perutilis*), molinillo o copachí (*Talauma Magnolia Hernandezii*, *M. gilbertoi* y *M. wolfii*), Papelillo (*Vochysia duquei*), Membrillo (*Gustavia superba*), Cabuyo (*Eschweilera antioquensis*), Palma de Cera (*Ceroxylon alpinum*), Cariseco (*Billia rosea*), Mediacaro (*Pouteria lucuma*), Barcino (*Calophyllum brasiliense*) y Cedro de Altura (*Cedrela montana*).

El municipio de Salento cuenta aproximadamente con 2.230 hectáreas definidas en 9 reservas naturales las cuales son:

Tabla 5 Reservas naturales del municipio de Salento

Nombre reserva	Extensión Ha	Ecosistema
Aguas Claras	857,4	Páramos, bosques andinos y alto-andinos
Del Alto Quindío	52,7	Bosque andinos y alto-andinos
Acaime		
El Molino	351	Bosques sub-andinos y andinos
La Britania	388	Bosques andinos
La Cabaña - La Esperanza	569	Páramos, bosques andinos y alto-andinos
La Rosa de los Vientos	6,2	Bosques sub-andinos
El Paraíso	6,1	Bosques sub-andinos

Fuente: RESNATUR Eje cafetero 2009

Un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o

entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios presentó un estudio en el 2002 sobre la disposición final de los residuos sólidos en los 1054 municipios, siendo las formas más frecuentes: la disposición en botaderos y quemas a cielo abierto (52%), el relleno sanitario (30 %), y el uso de varias alternativas como relleno, compostaje, y/o incineración. conocer el tipo de residuo y la cantidad de los mismos permite identificar el manejo, por ejemplo la producción per cápita permite estimar la producción de residuos en una zona determinada, La densidad permite identificar el tipo de frecuencia y vaciado de recipientes, contenedores y el tipo de carro recolector y la composición física identificar las posibilidades de reciclaje.

Establecer la proporción entre la cantidad total de residuos que se recoge y la población atendida con el objeto de identificar la generación o producción per cápita se puede utilizar la siguiente formula.

$$\text{ppc} = \frac{\text{Cantidad total de residuos sólidos que se recolecta (kg/día)}}{\text{Población atendida por el servicio de recolección (habitantes/día)}}$$




Calcular la proporción entre la cantidad total de residuos que se vierte al botadero o relleno sanitario y la población total atendida.





$$\text{ppc} = \frac{\text{Cantidad total de residuos dispuestos en el relleno sanitario (kg/día)}}{\text{Población total atendida por el servicio de recolección (habitantes/día)}}$$

Un trabajo acerca de la caracterización de residuos sólidos para cualquier municipio lo que busca es generar información acerca del estado inicial, por tanto se hace necesario recopilar una información técnica, la información de infraestructura existente y evaluar el grado de conocimiento en educación ambiental que tiene la comunidad.

La segregación o separación en la fuente es el primer paso en búsqueda de una gestión integral de residuos sólidos, se separa cada residuo según su composición de acuerdo con el tipo de fuente, la separación o segregación en la fuente requiere de recipientes o bolsas con características especiales, por ejemplo la más determinante el color (Ver Tabla 3), cada color de bolsa indica un tipo de material específico, esto permite que los residuos conserven características físicas y moleculares que les permita ser integrados como materias primas de primera clase o segunda clase en procesos industriales.

Tabla 6 Tipo de residuo y color de bolsa o recipiente como se deben separar en la fuente los residuos sólidos

Clasificación del residuo	Etiqueta o Rótulo	Color Envase o Bolsa
Orgánicos	Orgánicos	Negro
Biodegradable	No peligroso biodegradable	Verde
Ordinario y/o inerte	No peligroso ordinario e inerte	Verde
Reciclable plástico	Reciclable plástico 	Gris
Reciclable vidrio	Reciclable vidrio 	Gris
Reciclable papel, cartón y similares	Reciclable cartón y papel 	Gris

Clasificación del residuo	Etiqueta o Rótulo	Color Envase o Bolsa
Infeccioso biosanitario	 <i>Riesgo biológico</i> <i>(biosanitario)</i>	<i>Rojo</i>
Infeccioso corto punzantes	 <i>Riesgo biológico</i> <i>(corto punzante)</i>	<i>Rojo</i>
Infeccioso Anatomopatológico	<i>Riesgo biológico</i>  <i>(anatomopatológico)</i>	<i>Rojo</i>
Químico		<i>Rojo</i>

Clasificación del residuo	Etiqueta o Rótulo	Color Envase o Bolsa
	<i>Inflamable</i>	
Químico	 <i>explosivo</i>	<i>Rojo</i>
Químico	 Tóxico ej. Metales pesados <i>(mercurio, plata, plomo, entre otros)</i>	Rojo
Radiactivo		Púrpura

Clasificación del residuo	Etiqueta o Rótulo	Color Envase o Bolsa
	Radiactivos	

Fuente: Guía 024 de Icontec.

Tabla 7 Tratamiento y/o disposición final por clase de residuo

TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL
NO PELIGROSO (Ordinario e inerte)	Relleno Sanitario
NO PELIGROSO (Biodegradable)	Compostaje, lombricultura o relleno sanitario
NO PELIGROSO (Reciclables: Plástico, vidrio, cartón, chatarra, etc.)	Reciclaje

TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL
<p data-bbox="370 583 792 621">PELIGROSO INFECCIOSOS</p> <p data-bbox="370 684 558 722">Biosanitarios</p> <p data-bbox="370 785 938 894">Cortopunzantes, Animales y anatomopatológicos.</p>	<p data-bbox="950 478 1398 735">Desactivación de alta eficiencia y relleno sanitario ó incineración (las cenizas van a celda de seguridad).</p> <p data-bbox="950 898 1398 1008">Incineración (las cenizas van a celda de seguridad).</p>

TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL
<p>PELIGROSOS (Químicos)</p> <p>Medicamentos parcialmente consumidos, vencidos y/o deteriorados, placas de RX.</p>	<p>Devolución a proveedores</p> <p>Incineración cuando haya lugar (las cenizas van a celda de seguridad).</p> <p>Rellenos de seguridad, encapsulamiento o cementación, y envió a relleno sanitario.</p>
<p>Revelado</p>	<p>Devolución a proveedores o Tratamiento fisicoquímico.</p>
<p>Fijador</p>	<p>Extracción de Sales de Plata</p>
<p>Mercurio</p>	<p>Rellenos de seguridad, encapsulamiento o cementación, y envió a relleno sanitario.</p>

TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL
RADIATIVOS	Confinamientos de Seguridad

Fuente. Manual de Procedimientos para GIRSH

Según Flores en 2001 Los residuos orgánicos se pueden definir y clasificar de la siguiente manera:

“Definición: Son aquellos residuos que provienen de restos de productos de origen orgánico, la mayoría de ellos son biodegradables (se descomponen naturalmente). Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, carne, huevos, etcétera, o pueden tener un tiempo de degradación más lento, como el cartón y el papel. Se exceptúa de estas propiedades al plástico, porque a pesar de tener su origen en un compuesto orgánico, posee una estructura molecular más complicada.

Clasificación de residuos sólidos orgánicos

Existen muchas formas de clasificación de los residuos sólidos orgánicos, sin embargo, las dos más conocidas están relacionadas con su fuente de generación y con su naturaleza y/o características físicas.

Según su fuente de generación:

Los residuos sólidos orgánicos según su fuente se clasifican en:

- **Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles:**

consideramos dentro de esta fuente a los residuos almacenados también en las papeleras públicas; su contenido es muy variado, pueden encontrarse

Desde restos de frutas hasta papeles y plásticos. En este caso, sus posibilidades de aprovechamiento son un poco más limitadas, por la dificultad que representa llevar adelante el proceso de separación física.

- **Residuos sólidos orgánicos institucionales:** residuos provenientes de instituciones públicas (gubernamentales) y privadas. Se caracteriza mayormente por contener papeles y cartones y también residuos de alimentos provenientes de los comedores institucionales.

- **Residuos sólidos de mercados:** son aquellos residuos provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios. Es una

buena fuente para el aprovechamiento de orgánicos y en especial para la elaboración de compost y fertilizante orgánico.

- **Residuos sólidos orgánicos de origen comercial:** son residuos provenientes de los establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes. Estos últimos son la fuente con mayor generación de residuos orgánicos debido al tipo de servicio que ofrecen como es la venta de comidas. Requieren de un trato especial por ser fuente aprovechable para la alimentación de ganado porcino (previo tratamiento).

- **Residuos sólidos orgánicos domiciliarios:** son residuos provenientes de hogares, cuya característica puede ser variada, pero que mayormente contienen restos de verduras, frutas, residuos de alimentos preparados, podas de jardín y papeles. Representa un gran potencial para su aprovechamiento en los departamentos del país.

Según su naturaleza y/o característica física

Los residuos sólidos orgánicos según su naturaleza y/o característica fuente se clasifican en:

- **Residuos de alimentos:** son restos de alimentos que provienen de diversas fuentes, entre ellas: restaurantes, comedores, hogares y otros establecimientos de expendio de alimentos.
- **Estiércol:** son residuos fecales de animales (ganado) que se aprovechan para su transformación en bio-abono o para la generación de biogás.
- **Restos vegetales:** son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.
- **Papel y cartón:** son residuos con un gran potencial para su reciclaje pero que no es materia de desarrollo en éste trabajo.
- **Cuero:** son residuos mayormente derivados de artículos de cuero en desuso.
- **Plásticos:** son considerados como residuos de origen orgánico ya que se fabrican a partir de compuestos orgánicos como el etano (componente del gas

natural), también son fabricados utilizando algunos derivados del petróleo. Sin embargo, para efectos de éste trabajo, no serán objeto de estudio”.

Propiedades biológicas de los residuos sólidos orgánicos

Excluyendo el plástico, la goma y el cuero, la fracción orgánica de la mayoría de los residuos se puede clasificar de la forma siguiente:

- Constituyentes solubles en agua, tales como azúcares, féculas, aminoácidos y diversos ácidos orgánicos.
- Hemicelulosa, un producto de condensación de azúcares con cinco y seis carbonos.
- Celulosa, un producto de condensación de glucosa de azúcar con seis carbonos.
- Grasas, aceites y ceras, que son ésteres de alcoholes y ácidos grasos de cadena larga.
- Lignina, un material polímero presente en algunos productos de papel como periódicos.
- Lignocelulosa, una combinación de lignina y celulosa.
- Proteínas, que están formadas por cadenas de aminoácidos.

La característica biológica más importante de la fracción orgánica de los residuos de las ciudades, es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos relativamente inertes. La producción de olores y la generación de moscas están relacionadas también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en este tipo de residuos (por ejemplo los residuos de comida).

El compostaje como alternativa al manejo de residuos sólidos orgánicos.

En la cartilla de criterios técnicos para el manejo de residuos orgánicos se define que el compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos. Esta técnica permite transformar los residuos orgánicos en fertilizantes destinados a mejorar las condiciones de los suelos y aumentar su capacidad agrícola productiva. En la grafica dos podemos observar la dinámica del proceso de compostaje.

El proceso de compostaje puede ser aplicado a los siguientes tipos de residuos orgánicos:

- Restos de cosechas. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc., son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc., son menos ricos en nitrógeno.
- Abonos verdes, cortes de césped, malas hierbas, etc.
- Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
- Restos urbanos. Restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, alimentos crudos o preparados.
- Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.
- Lodos de plantas de tratamiento.

Selección y acondicionamiento

Una vez en planta, los residuos orgánicos destinados al proceso de compostaje deben ser separados de los contaminantes y triturados para facilitar el proceso de descomposición.

a.) Selección de residuos.

En esta etapa se busca, como se anotó anteriormente, separar los residuos orgánicos de aquellos que no son o son muy poco biodegradables. Esta operación se puede llevar a cabo de forma manual o de forma mecánica.

- Selección manual: se lleva a cabo directamente sobre el suelo, para lo cual no se requieren equipos especiales sino herramientas manuales como rastrillos y palas, y carros montacargas de tracción humana o carretillas para el transporte de los materiales desde el lugar de recepción hasta las pilas de compostaje. Los materiales no aptos para compostaje deben ser enviados al relleno sanitario.

- Selección semi-mecanizada o mecanizada: se lleva a cabo mediante el uso de tolvas alimentadas por cargadores y bandas transportadoras, a lo largo de las cuales se retiran los residuos reciclables y al final sólo quedan los residuos orgánicos, los cuales se llevan al sitio de compostaje.

La selección de los residuos en el centro de acopio o en la planta se facilita y agiliza grandemente si previamente ha habido separación en la fuente.

Trituración.

La trituración busca reducir el tamaño de los materiales para que sean descompuestos más rápidamente en los procesos aerobios involucrados en el compostaje. Esta operación se lleva a cabo en molinos trituradores para residuos orgánicos. La trituradora de desperdicios debe tener la capacidad para procesar el volumen de producción de residuos sólidos orgánicos generados por día en el municipio o municipios servidos.

Parámetros de operación que deben ser controlados durante el proceso de compostaje.

El medio base a emplear es el material orgánico, que químicamente no es definido, por lo cual se considera un medio complejo útil para el cultivo de una amplia gama de microorganismos. Para el crecimiento de éstos y la obtención del compost se debe cumplir con los siguientes parámetros:

a.) Balance de nutrientes.

Dentro del proceso de la digestión o estabilización del compostaje es importante monitorear la relación Carbono / Nitrógeno ó relación C/N, ya que demasiado carbono genera una limitación del nitrógeno en la actividad microbiana. La digestión o estabilización del compost se logra cuando la temperatura baja y se estabiliza, la apariencia es de humus, la humedad es adecuada y la relación C/N es cercana a 20.

El fósforo (P) es el siguiente en importancia, seguido por el azufre (S), potasio (K), calcio (Ca) y trazas de muchos otros elementos que juegan un importante papel en el metabolismo celular.

Estos parámetros deben monitorearse semestralmente, mediante un análisis de laboratorio que se ejecuta sobre el compost.

b.) Tamaño del material y soporte estructural de la pila de compost.

El tamaño de las partículas del material a compostar debe ser tan pequeño como sea posible (dicho tamaño lo da la acción de trituración de las cuchillas rotativas de la maquina trituradora de desperdicios). No se requiere la adición de otros materiales para dar soporte estructural a la pila, ni incrementar las bolsas de aire

en la mezcla o reducir el peso específico del material, dado que los desechos municipales poseen estas propiedades.

c.) Fase de crecimiento.

Se caracteriza por un incremento inicial de la temperatura como consecuencia de la aparición de la flora mesofílica (microorganismos capaces de crecer entre los 25°C y 40°C, los cuales son responsables de la actividad metabólica dentro de la pila). Esta temperatura se da durante los primeros cinco a ocho días del proceso y debe ser monitoreada por parte de un operario debidamente entrenado.

El personal involucrado durante esta labor debe vestir su overol, guantes, peto y mascarilla contra malos olores, con el fin de prevenir que se enfermen.

d.) Fase termofílica.

Se caracteriza por una nueva subida de la temperatura (hasta 60°C); esta temperatura se da durante los días nueve a 16 del proceso y debe ser monitoreada por parte de un operario debidamente entrenado. En esta fase del proceso de compostación casi todos los organismos patógenos se eliminan. Es importante aclarar que no se conoce en la práctica casos de trabajadores que

hayan sido infectados por hongos o bacterias durante la manipulación de los desechos sólidos comportados.

Precaución: el personal involucrado durante esta labor debe vestir su overol, guantes, peto y mascarilla contra malos olores, con el fin de prevenir enfermedades ocupacionales.

e.) Control de humedad.

Un contenido óptimo de humedad en la mezcla de material a compostar es importante para facilitar la descomposición microbiana de los desechos orgánicos. Dado que el agua es esencial para la solubilización de nutrientes y el bienestar del protoplasma celular, un contenido de humedad abajo del 20% puede inhibir severamente el proceso. Un contenido demasiado alto de humedad causará un flujo de lixiviados de la pila de compost. Además, en compostaje aeróbico, demasiada agua bloquea el paso del aire, haciendo que el proceso de compostaje se torne predominantemente anaerobio. Un contenido de humedad entre 50% y 70% (en promedio 60%) es el más adecuado para el proceso de compostaje aeróbico.

Durante la operación, el contenido de humedad puede ser controlado adicionando agua a las pilas de compost una o dos veces por día (o como el operador de

compostaje crea necesario). El contenido de agua ideal es tal que al tomarlo en una mano y apretarlo, forma una masa semicompacta, es decir que está húmedo, pero que no escurre agua.

e.) pH.

El pH inicial del material compostado generalmente se sitúa entre cinco y siete. El pH

desciende hasta un valor de cinco ó menos en los primeros dos o tres días de compostación y luego empieza a aumentar de nuevo hasta alcanzar valores cercanos de ocho punto cinco ó más, manteniéndose constante mientras persistan las condiciones aeróbicas.

Si el compostado se torna anaerobio, el pH descende hasta cuatro punto cinco. El valor recomendado debe oscilar entre seis y ocho. Con la medición del pH, el operador puede conocer la tendencia del proceso de compostación y estar alerta a cualquier cambio extraño.

g.) Temperatura.

El calor biológicamente generado dentro de la pila es importante por dos razones:

- Maximiza la velocidad de descomposición.
- Produce un material microbiológicamente seguro para su uso.

Inicialmente los desechos sólidos se descomponen en fase mesofílica (temperaturas de 25°C a 40°C), pero después de sobrepasar las etapas ácidas de la descomposición la temperatura se eleva de 35°C a unos 65°C. La digestión se lleva a cabo a una temperatura promedio de 60°C a 70°C. Temperaturas entre 66°C y 71°C son alcanzadas por espacio de diez días. Es por esto que la temperatura es uno de los mejores indicadores del grado de estabilización obtenido.

La temperatura dentro de la pila puede ser regulada mediante el control de humedad y ventilación sobre la misma. Para el control de la misma se sugiere el uso de un termómetro.

h.) Control de la densidad.

Para fines de diseño del proceso debe tenerse en cuenta que la densidad de los materiales varía con la fase de compostaje. De densidades del orden de 150 Kg. /m³ durante la fase inicial, se pasa a 415 Kg. /m³ al final del compostaje, lo que implica reducciones en la masa total de cerca del 60%.

i.) Control de olores.

En una planta de compostaje bien operada no deben existir olores desagradables. Los olores debidos a productos químicos o materia en descomposición se presentan ocasionalmente. Para prevenirlos se deben cubrir las pilas de compost con una manta o cobija fabricada con fibras sintéticas como polipropileno. Igualmente se puede esparcir cal en el suelo con el mismo fin. Si los malos olores persisten, se debe voltear, triturar y agregar ó disminuir agua.

j.) Control de moscas.

Para este fin las pilas se pueden cubrir con una manta o cobija fabricada con fibras sintéticas como polietileno o polipropileno. Si los malos olores persisten se debe voltear, triturar y agregar o disminuir agua.

k.) Control de hormigas

Si la presencia de hormigas arrieras llega a amenazar la estabilidad estructural de las pilas (sacando material vegetal con el fin de llevarlo a sus colonias), el control de hormigas se hace de tres formas:

- Sembrando plantas aromáticas (limonaria) alrededor de la zona de compostaje.
- Controlando el contenido de humedad en la pila (a mayor contenido de agua, las hormigas se van).
- Cubriendo las pilas con cartones impregnados de melaza; cuando las hormigas se peguen al cartón el mismo se retira y se incinera.

No se debe emplear ningún tipo de insecticida, dado que por accidente o mal manejo se puede afectar el proceso de lombricultura ulterior.

l.) Control de roedores.

Se puede regar cal viva en las proximidades de la pila; al mismo tiempo se dejan pocetas con agua donde estos animales puedan beberla. El efecto en estos animales es una muerte por re secamiento de los órganos internos de los mismos.

m.) Cuidados con el sistema de drenaje.

Se debe revisar periódicamente, en especial después de lluvias fuertes, que el drenaje de cada terraza o era de compostaje esté en buenas condiciones de funcionamiento, sobre todo que no sea obstaculizado por hierbas, palos, tierra u otros.

Marco Legal.

- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente; se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental –SINA- y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 605 de 1995 del Ministerio de Desarrollo Económico. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del Servicio Público domiciliario de Aseo, establece en el artículo 11 dos modalidades en la prestación del servicio de aseo: Uno Servicio Ordinario y dos. Servicio Especial.
- Ley 715 de 2001, Por el cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias.
- Ley 142 de 1994, Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 1505 de 2003, Por el cual se modifica el decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1713 de 2002, Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo y el decreto 2811 de 1974 y ley 1999 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos.
- Decreto 2811 de 1974, Código nacional de los recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente.
- Decreto 4741 del 30 de diciembre del 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos y desechos peligrosos en el marco de la gestión integral.
- Decreto 2676 de 2000, emitido por el Presidente de la República de Colombia, por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
- Decreto 1669 DE 2002. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 del 22 de Diciembre de 2000.
- Decreto 2663 de 2001. Por medio del cual se modifica el Decreto 2676 de 2000 sobre manejo integral de residuos hospitalarios y similares.

- Resolución 1164/2002. Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares, del Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud.
- Decreto 1609/2002. Donde se estipulan las condiciones para el envasado, etiquetado y demás ítems concernientes a la presentación de residuos peligrosos.
- Ley 430 de 1998. Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 2570 de 2006 "Por el cual se adiciona el Decreto 1600 de 1994 y se dictan otras disposiciones".
- Decreto 838 de 2000. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 321 de 1999. Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia para atender eventos de derrame de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.
- Resolución 693 de 2007. Por la cual se establecen criterios y requisitos que deben ser considerados para los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Plaguicidas.
- Resolución 1446 del 5 de octubre de 2005. Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 415 del 13 de marzo de 1998, que establece los

casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma”.

- Resolución numero 0043 de 2007. Por la cual se establecen los estándares generales para el acopio de datos, procesamiento, transmisión y difusión de información para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos.

DISEÑO METODOLOGICO

Ubicación geográfica y descripción del sistema

La vereda San Juan de Carolina parte del sitio “Bienestar”, sobre la carretera Armenia Pereira se sigue esta vía en dirección a Armenia hasta encontrar los límites con ésta en el sitio escuela “Santa Martha”, se gira a la izquierda siguiendo los límites con Armenia hasta encontrar el río Quindío, se sigue aguas arriba hasta encontrar la desembocadura de la quebrada la “Peligrosa”, límites con la Vereda La Nubia, se gira a la izquierda en ángulo de 90° en línea recta hasta encontrar la Carretera San Juan Boquía se gira a la derecha siguiendo esta vía hasta el sitio “ Puente de Tierra ” sitio donde se cruza esta vía con la carretera que viene del puente de la Nubia se gira a la izquierda siguiendo esta vía hasta llegar al sitio “Bienestar” punto de partida. La ilustración tres permite visualizar la ubicación de la vereda.

Ilustración 4 Ubicación Vereda San Juan de Carolina



Fuente: <http://www.pueblos20.net/colombia/mapa1.php?id=26411>

POBLACION Y MUESTRA

El muestreo sistemático consiste en seleccionar en forma aleatoria uno de los primeros elementos de un universo, los otros elementos se toman considerando un valor representativo y así sucesivamente (Anderson, 2008), las ecuaciones a emplear serán las utilizadas en las caracterizaciones de residuos sólidos (Marmolejo, 2006) las cuales son:

Formula del muestreo aleatorio sistemático.

$$n_0 = \frac{Z^2 \times S^2}{\delta^2}$$

n_0 = numero de viviendas a muestrear

Z = nivel de confianza para distribucion normal estandar.

S^2 = varianza de la gpc en las viviendas

δ = error absoluto

Para la estimación de la varianza se empleara la siguiente ecuación:

$$S^2 = \frac{\sum(gpc_1 - gpc)}{n^* - 1}$$

n^* = numero de viviendas muestreadas en el piloto

Para la estimación del error absoluto:

$$\delta = \overline{gpc} * error$$

La vereda San Juan de Carolina forma parte de la cuenca del río Quindío quien a su vez es una sub cuenca del río la vieja.

El tamaño de la muestra por analizar se determinó en primer lugar el número total de viviendas (universo), La oficina de planeación del municipio informa que el número de viviendas aproximadas de la vereda San Juan de Carolina es de 117. Y a partir de este, empleando un método de muestreo aleatorio simple se identifica el total de residencias que serán objeto de estudio.

Para identificar el modelo de muestreo, se calculó el tamaño de la muestra mediante el modelo sistemático planteado por Marmolejo en 2006, inicialmente se realiza una medida de generación de residuos como prueba piloto a 6 casas (una sola toma de datos el mismo día ilustraciones cuatro y cinco) del universo que para este caso eran 117, a las cuales se les calculó la generación de residuos que en promedio fue de 475 gramos; se trabajó con un nivel de confianza esperado del 95.5 % y un error absoluto de cinco%, lo cual indicó que la muestra representativa de ese universo serían 15 viviendas. Esta es una metodología empleada para

modelos urbanos que se aplico a modelos de trabajos de caracterización de residuos en viviendas rurales por el mismo autor.

Ilustración 5 Viviendas Vereda San Juan de Carolina Salento



Fuente: El Autor.

Ilustración 6 Viviendas Vereda San Juan de Carolina 2 Salento



TIPO DE INVESTIGACION

Esta es una investigación Cuantitativa ya que se identifican las cantidades que se generan según el tipo de residuo.

PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION

Se hace un reconocimiento por medio de mapa digital de la ubicación de la vereda en relación al municipio de Salento y sus reservas naturales.

Se recorrió la vereda para identificar la necesidad de realizar el presente trabajo al sondear con la comunidad residente mediante encuesta, se analizo la información; Se tomaron pesos y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios a una muestra de la población para estimar la cantidad de generación en un tiempo determinado.

TECNICAS E INSTRUMENTOS

Se validaron las formulas matemáticas propuestas por Marmolejo 2006, para estimar la generación per cápita de residuos sólidos en las casas de la vereda san Juan de carolina, se empleo la metodología para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios con el fin de identificar la cantidad del tipo de residuos en un

tiempo dado y se aplicó encuesta para identificar el estado del manejo de los residuos sólidos en cada una de las viviendas.

Se realizaron pesajes de los residuos sólidos generados tres veces por semana, se pesaron y se almacenaron en base de datos en programa Excel.

Toma de Datos

Se procedió a realizar una encuesta piloto con la cual se establecieron los principales indicadores socioeconómicos de esta población, el proceso de encuesta sirvió para sensibilizar a la población objeto de estudio en relación al manejo de los residuos sólidos.

La encuesta a los pobladores de esta vereda se realizó un sábado, ya que es en este día donde hay más disponibilidad para la atención; la recolección de las muestras se realizó el día anterior a la pasada del carro recolector al finalizar la tarde, con tres frecuencias de recolección, la primera muestra lunes, la segunda muestra el miércoles y la tercera muestra el viernes. De esta manera se obtuvieron indicadores de generación de residuos por semanas completas; el muestreo se realizó durante un mes donde semana a semana se distribuyeron bolsas de color negro y gris, en las bolsas de color negro los habitantes de las residencias depositaron los residuos orgánicos y en las grises los residuos inorgánicos o

inertes; al momento de cada muestreo se pesaron las bolsas completas tanto las grises como las negras, posteriormente se procedió a realizar la caracterización de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos (RAS, 2000), separándolos por tipo de residuo y pesándolos, las categorías a evaluar serán:

1. Residuos Orgánicos: Residuos de Comida y Residuos de Jardín.
2. Residuos Inorgánicos: Productos de papel, productos de cartón, plástico en bolsas, plástico en botellas, caucho, textiles, madera, productos metálicos, vidrio, productos cerámicos y otros.

ANALISIS Y RESULTADOS

En promedio esta población esta estratificada como tres, en esta vereda no existía ningún tipo de sensibilización en relación al manejo de los residuos sólidos domiciliarios, en algunas casas objeto de estudio se realiza el separado de los residuos orgánicos ya que estos se emplean para la alimentación de traspatio de pequeñas especies animales como gansos y gallinas, tienen todos los servicios públicos, es de considerar que el agua no pertenece al sistema de acueducto del municipio de Salento, el agua que consume esta vereda pertenece a un sistema de suministro veredal por tanto se tomaron muestras para el análisis de la calidad del agua, las pruebas a esta muestra se realizaron en el laboratorio departamental de salud pública del instituto seccional de Salud del departamento, se solicito examen analítico para aguas de consumo humano; fecha de radicación 176 Acta N°3465. Como se puede apreciar en la tabla cinco.

Tabla 8 Análisis fisicoquímico de calidad de Agua vereda San Juan de Carolina.

Parámetros tomados por el técnico	pH 7.8		Cloro: 0	
Parámetros Analizados	Resultado	Valores de referencia		Técnica Utilizada
		Mínimos	Máximos	
pH (UN)	7.2	6.5	9	Potenciómetro
Dureza Total mg/l	41		300	Titulación con EDTA
Alcalinidad Total mg/l	41		200	Ti trimétrico
Cloruros mg/l	No detectable		250	Argento métrico
Cloro Residual Libre mg/l	No detectable	0.3	2	Colorimétrico del DPD
Sulfatos mg/l	9		250	Nefelométrico
Conductividad micro siemens/cm	100		1000	Método electrométrico
Calcio mg/l de Ca	12		60	Titulación con EDTA
Turbiedad UNT	60		2	Nefelométrico

Color UPC	25		15	Fotométrico
Hierro (mg/l Fe ²)	2.8		0.3	Espectrofotometría
Nitritos mg/l NO ₂	<0.005		0.1	Espectrofotometría

Fuente: Laboratorio departamental de Salud Pública del Quindío 2012. Acta 3465

El examen anterior no cumple para los parámetros de Hierro, Cloro Residual Libre, Turbiedad y Color.

El hierro puede darle sabor, olor y color indeseable al agua (McFarland & Dozier, 2004) identificaron que, el hierro ocasiona manchas rojizas cafés en la ropa, porcelana, platos, utensilios lavaplatos, accesorios de plomería y concretos; los acumulos de hierro y de magnesio se pueden dar en los tubos de las cañerías, tanques de presión, calentadores de agua; estos depósitos reducen la presión de la misma, de igual forma se presentarían problemas en el calentamiento del agua si los rodos de los calentadores están cubiertos con depósitos minerales.

En relación al cloro residual libre, este se mide en el laboratorio mediante la prueba DPD (dietil-para fenil – diamina) mediante un kit de comparación (Organización Mundial de la Salud, 2009), la cantidad de cloro residual libre es la

que garantiza que el agua ha sido tratada con cloro, el cloro que se vierte al agua se va consumiendo en la medida que va entrando en contacto con los microorganismos patógenos, por tanto el cloro libre es el que garantiza que de llegar un nuevo patógeno encontrara una medida química para contrarrestarlo. Se hace necesario que en un punto intermedio de la tubería se le agregue mas cloro con el objeto de garantizar la permanencia mínima de este elemento en toda la red y así mantener las concentraciones mínimas de 0.3 mg/l.

La turbiedad que se analiza en el agua potable guarda relación con la cantidad de partículas que se encuentran suspendidas en el agua y estos pueden proteger a los microorganismos contra los efectos de la desinfección estimulando así el crecimiento de bacterias y aumentando una demanda significativa de cloro, por tanto todos los niveles de turbiedad deben de ser bajos (Organizacion Panamericana de la Salud, 1988), se mide en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

El Color de un cuerpo lo constituye la luz no absorbida , en el caso del agua los colores van desde el azul hasta el rojo, dependiendo de las sustancias químicas disueltas, de las suspendidas o del plancton en ella existente, entre las sustancias disueltas están las proteínas, las grasas, los carbohidratos y las sustancias

derivadas de estos, como los taninos; las algas verde azules dan un matiz verdoso al agua y las diatomeas un color pardo amarillento (Roldan, 2003) en el agua potable puede deberse a la presencia de materia orgánica de color, el ideal del agua potable es que sea incoloro (OPS 2009).

Tabla 9 Análisis Microbiológico Calidad del Agua Vereda San Juan de Carolina Salento.

Parámetros Analizados	Resultado	Valores de Referencia	Técnica Utilizada
Recuento de Coliformes Totales UFC/100cm ³	80	0	Filtro por Membrana
Recuento de Coliformes Fecales UFC/100 cm ³	80	0	Filtro por Membrana

Fuente: Laboratorio departamental de Salud Publica del Quindío 2012. Acta 3465

En relación a la calidad del agua hay una relación directa entre las enfermedades que se pueden presentar relacionadas con la salud pública directamente como

son el cólera y la enfermedad diarreica aguda (EDA) con la contaminación de las aguas con heces fecales y coliformes, presentándose una alta relación en las poblaciones donde los resultados muestran colonias formadoras de coliformes y la prevalencia de la EDA (Ramirez, 2010).

El decreto 475 de 1998, expide las normas técnicas para la calidad del agua potable en el Artículo 25 identifica que al agua para consumo humano debe cumplir con valores admisibles de 0 UFC/cm³ en el método de filtro por membrana e iguales valores para *E. Coli* lo anterior indica que la muestra de análisis microbiológico del agua de la vereda San Juan de Carolina está contaminada lo cual no la hace apta para el consumo humano. (Presidencia de la Republica, 1998), el presente decreto fue derogado por el decreto 1575 de 2007 pero en este último se establece es el sistema para la protección y la calidad del agua potable para consumo humano y no dan valores de referencia, se asumen entonces que los valores de referencia son los determinados en el decreto 475.

Tabla 10 Generación de Residuos Sólidos Inorgánicos y Orgánicos Vereda San Juan de Carolina Muestreo 1 al 6, Salento 2012

Predio	Muestreo Numero Habitantes	M1		M2		M3		M4		M5		M6	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	3	457,0	457,0	800,0	454,0	454,0	1.044,2	600,0	635,6	1.112,3	800,0	750,0	0,0
2	65	0,0	5.538,8	2.587,8	3.495,8	3.632,0	21.792,0	0,0	6.083,6	2.860,2	3.087,2	3.904,4	1.906,8
3	2	100,0	0,0	454,0	0,0	635,6	0,0	380,0	0,0	1.870,5	0,0	800,0	0,0
4	2	200,0	800,0	150,0	726,4	800,0	590,2	0,0	0,0	1.089,6	0,0	0,0	0,0
5	5	950,0	908,0	454,0	908,0	2.270,0	4.086,0	1.407,4	1.452,8	0,0	4.176,8	0,0	1.089,6
6	2	0,0	4.994,0	0,0	4.086,0	0,0	1.725,2	0,0	2.360,8	300,0	908,0	0,0	3.268,8
7	2	100,0	6.083,0	1.362,0	5.584,2	2.133,8	5.720,4	1.498,2	4.449,2	454,0	4.903,2	1.271,2	5.448,0
8	2	600,0	454,0	908,0	1.634,4	700,0	726,4	998,8	817,2	250,0	454,0	800,0	544,8
9	5	3.268,8	0,0	2.996,4	0,0	2.088,4	0,0	0,0	0,0	3.677,4	0,0	0,0	0,0
10	2	1.679,8	5.584,0	454,0	1.816,0	998,8	3.405,0	2.451,6	6.900,8	953,4	1.362,0	3.995,2	2.905,6
11	3	150,0	3.087,2	454,0	1.362,0	0,0	1.271,2	0,0	4.449,2	1.362,0	1.725,2	400,0	0,0
12	5	0,0	0,0	5.175,6	0,0	1.271,2	0,0	600,0	0,0	610,0	0,0	272,4	0,0
13	2	0,0	0,0	0,0	0,0	300,0	1.362,0	998,8	0,0	550,0	0,0	600,0	0,0
14	2	0,0	0,0	590,2	0,0	454,0	998,8	1.271,2	0,0	726,4	0,0	300,0	0,0
15	3	150,0	3.087,2	454,0	1.362,0	0,0	1.271,2	0,0	4.449,2	1.362,0	1.725,2	400,0	0,0
Generación por tipo de residuo		7.655,6	30.993,2	16.840,0	21.428,8	15.737,8	43.992,6	10.206,0	31.598,4	17.177,8	19.141,6	13.493,2	15.163,6
Porcentaje generación tipo residuo		19,8	80,2	44,0	56,0	26,3	73,7	24,4	75,6	47,3	52,7	47,1	52,9
Total Generación residuos		38.648,8		38.268,8		59.730,4		41.804,4		36.319,4		28.656,8	

Fuente: El Autor

Tabla 11 Generación de Residuos Sólidos Inorgánicos y Orgánicos Vereda San Juan de Carolina Muestreo 7 al 12, Salento 2012

Predio	Muestreo Numero Habitantes	M7		M8		M9		M10		M11		M12	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	3	635,6	600,0	0,0	0,0	635,6	0,0	902,0	650,0	790,0	600,0	885,0	654,0
2	65	3.632,0	2.724,0	3.268,8	3.813,6	1.452,8	3.087,2	0,0	4.920,0	2.425,0	2.950,0	3.850,0	3.265,0
3	2	850,0	0,0	250,0	0,0	1.044,2	0,0	120,0	100,0	800,0	700,0	790,0	852,0
4	2	1.475,5	900,0	590,2	1.543,6	0,0	0,0	280,0	220,0	300,0	825,0	860,0	951,0
5	5	0,0	8.172,0	0,0	3.904,4	0,0	0,0	960,0	1.320,0	500,0	632,0	3.123,0	753,0
6	2	2.406,2	3.541,2	1.543,6	1.044,2	1.362,0	4.721,6	0,0	3.890,0	0,0	3.700,0	250,0	1.035,0
7	2	3.064,5	3.722,8	1.634,4	5.175,6	1.452,8	2.951,0	115,0	5.700,0	1.200,0	5.900,0	2.890,0	486,0
8	2	544,8	0,0	908,0	0,0	800,0	454,0	454,0	800,0	1.100,0	1.800,0	900,0	953,0
9	5	3.268,8	0,0	1.906,8	0,0	2.179,2	0,0	2.980,0	0,0	3.225,0	0,0	2.563,0	750,0
10	2	1.271,2	7.808,8	499,4	1.225,8	1.543,6	3.541,2	1.311,0	5.120,0	600,0	1.500,0	1.700,0	4.898,0
11	3	635,6	1.861,4	544,8	2.088,4	544,8	1.362,0	258,0	3.000,0	900,0	1.122,0	254,0	1.578,0
12	5	522,1	0,0	499,4	0,0	900,0	0,0	100,0	621,0	5.800,0	321,0	489,0	682,0
13	2	1.747,9	0,0	800,0	0,0	450,0	0,0	480,0	810,0	498,0	632,0	654,0	153,0
14	2	522,1	0,0	3.904,4	0,0	817,2	0,0	500,0	900,0	600,0	285,0	159,0	925,0
15	3	635,6	1.861,4	544,8	2.088,4	544,8	1.362,0	258,0	3.000,0	900,0	1.122,0	254,0	1.578,0
Generación por tipo de residuo		21.211,9	31.191,6	16.894,6	20.884,0	13.727,0	17.479,0	8.718,0	31.051,0	19.638,0	22.089,0	19.621,0	19.513,0
Porcentaje generación tipo residuo		40,5	59,5	44,7	55,3	44,0	56,0	21,9	78,1	47,1	52,9	50,1	49,9
Total Generación residuos		52.403,5		37.778,6		31.206,0		39.769,0		41.727,0		39.134,0	

Fuente: El Autor

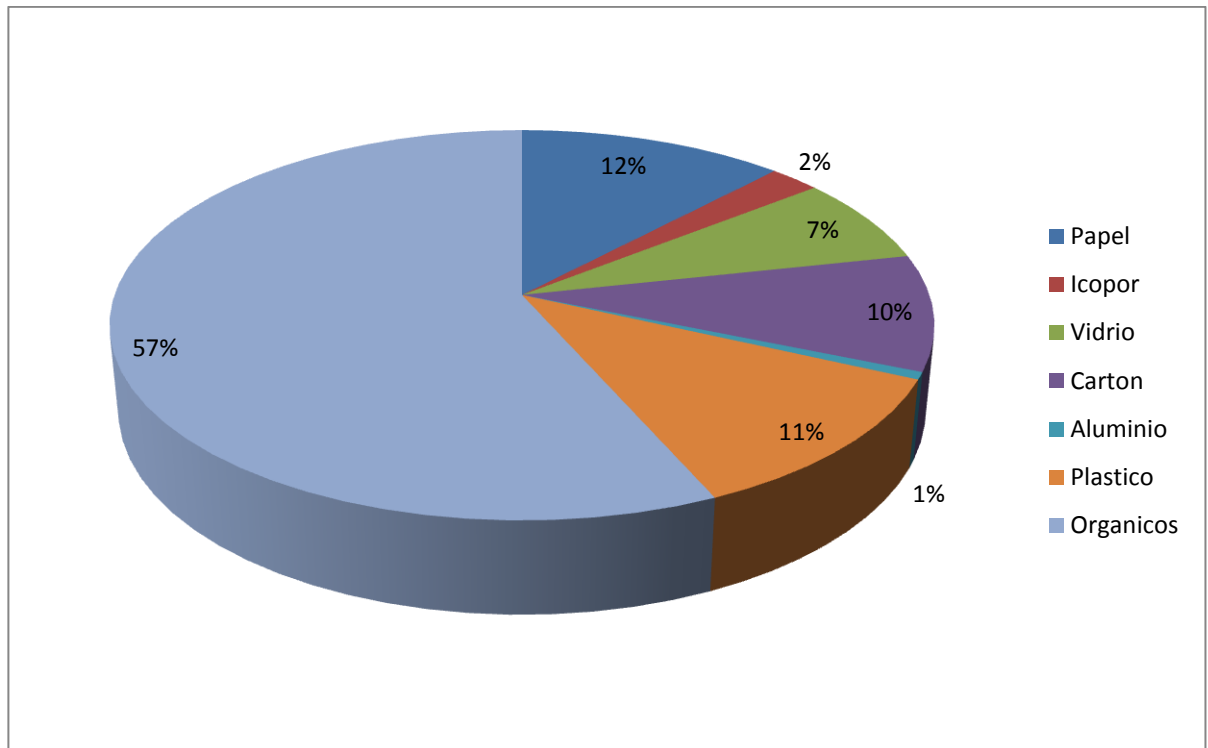
En las casas que fueron objeto de estudio (15) se generaron 485 kilogramos (kg) durante el mes observado, lo que permite establecer como indicador diario promedio de generación 16.1 kg para totalizar un año aproximadamente en 5.8 Toneladas, se realiza una proyección del total de las viviendas (117) se tiene una producción diaria de 125 Kg, una mensual de 3.7 toneladas y una anual de 45.3 toneladas de generación de residuos sólidos.

En promedio de habitantes por vivienda para la muestra fue de 7,5 considerando que uno de los lugares muestreados es un albergue para personas con problemas cognitivos con 65 habitantes, el promedio normal por vivienda es de 2.7. Al caracterizar los residuos sólidos, el 57% correspondió a residuos sólidos orgánicos, estos en su totalidad correspondían a restos de la elaboración de comidas; en la mayoría de los casos estos residuos se emplean para la alimentación de animales de traspatio, ilustración 7, sirven para compostar y fertilizar los jardines, el 43% de los residuos restantes son inorgánicos. Ver Ilustración seis.

De los residuos sólidos inorgánicos el papel es el que más se genera con un 12%, seguido del plástico con un 11% y el cartón con un 10%, el resto de residuos encontrados en el proceso de caracterización fueron vidrio, icopor y aluminio con el 7%, 2% y 1% respectivamente.

Según la información analizada y teniendo en cuenta la información general de las caracterizaciones citada al comienzo del trabajo, se deduce un aumento en la generación de residuos inorgánicos como el papel, el plástico y el cartón; aunque el papel y el cartón son biodegradables el plástico es el residuo que mas perjudica el medio ambiente, la degradación de los plásticos en si denota su destrucción e imposibilita recuperar su valor energético, material y económico que lleva asociado, el acumulo de otros materiales sobre la superficie del plástico impide que reciba la radiación luminosa necesaria para desencadenar el proceso degradativo, algunos aditivos que se le adicionan al plástico se corroen en el proceso de descomposición y son arrastrados a las capas superficiales de la tierra, esos aditivos (químicos) en especial los colorantes contienen metales pesados como el cadmio y el plomo, que son sustancias bastante toxicas al medio ambiente (Aquilafuente, 2005).

Ilustración 6 Caracterización de los residuos sólidos vereda San Juan de Carolina Salento Quindío 2012



Hay que considerar que la descomposición de los productos orgánicos tarda de tres a cuatro semanas, la de las fibras de algodón 5 meses, mientras que las del plástico aproximadamente se calcula en 500 años, la degradación o desintegración del plástico consiste en convertirse en partículas más pequeñas que se acumulan en los ecosistemas (Espin, 2007) a estas partículas pequeñas se les ha denominado micro plásticos, los cuales se difunden con facilidad, por

ejemplo en los mares los micro plásticos son los causantes de muertes de animales marinos por atragantamiento y la imposibilidad de poderlos digerir generando obstrucciones, de igual forma se ha documentado muerte de aves por las mismas razones.

Ilustración 7 Áreas destinadas a la cría de animales de traspatio, suplementados con residuos sólidos orgánicos vereda san Juan de Carolina Salento.



Es importante analizar cómo a pesar de las campañas que anuncian el Icopor (polietileno) como un gran contaminante no solo del medio ambiente sino generador de intoxicaciones por migración a los alimentos, aun sigue siendo empleado por los habitantes, Guisti, (s.f) documenta como el icopor al ser calentado hace que sus aditivos tóxicos migren a los alimentos, el principal efecto de los tóxicos que genera el Icopor es su acople con las hormonas humanas produciendo alteraciones en los ciclos vitales de los seres humanos y convirtiéndose en agentes cancerígenos, se facilita la migración de sustancias cuando los alimentos se empacan calientes o cuando son calentados en el microondas.

El mayor impacto ambiental que se está generando en la vereda es el crecimiento en la construcción, aproximadamente los predios tiene 30 metros de ancho por 80 de largo, es decir 2.400m^2 , si existen 117 predios se puede calcular que hay construidos 280.800m^2 (28 hectáreas) que generan la expansión urbana a la zona rural. La ilustración ocho demarca la frontera que existe entre el proceso expansivo urbano al rural, ya que esta zona se convierte en interés para la inversión ya que tiene un costo menor que las tierras que hacen parte del municipio de Armenia, su proximidad y la presencia de sistema de trasportes de Armenia hacen atractiva esta zona a los armenios y constructores de la región, la ilustración nueve da evidencia de la zona de la vereda que aun no ha sido intervenida para planes de vivienda.

Ilustración 8 Evidencia fotográfica del proceso de expansión urbana en la vereda San Juan de Carolina.



Fuente: El Autor.

Ilustración 9 Panorámica de la zona de San Juan de Carolina aun sin urbanizar.



Fuente: El Autor.

En la ilustración nueve la flecha indica la zona en donde se está dando un nuevo proceso de construcción.

La indebida disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos, más el manejo y tratamiento inadecuado de aguas residuales, puede significar desde un 10 hasta un 14 % de las emisiones totales anuales, esto es, de 70 hasta 100 millones de toneladas anuales de CO₂ equivalente es decir un mal manejo de residuos sólidos conlleva a un aumento del efecto invernadero (Flores A. , 2012), todos los predios objeto de estudio tiene poso séptico y cumplen con las normas en relación al

manejo de aguas residuales ya que las CRQ pasa constantemente verificando el adecuado manejo de los mismos.

Los residuos sólidos de esta vereda eran transportados por la empresa Servigenerales S.A. en la actualidad es la empresa de servicios públicos de Armenia EPA quien está realizando la disposición final de los residuos mediante la recolección en carros recolectores.

En el Departamento del Quindío existen dos rellenos sanitarios, el primero denominado villa Karina ubicado en el municipio de Calarca, ilustración 10.

Ilustración 10 Relleno Villa Karina municipio de Calarca.



Fuente: El Autor.

De igual forma presta sus servicios al departamento el relleno de Anda Lucía ubicado en el municipio de Montenegro, Ilustración 11, el cual fue creado en 1999, cuenta con un área total de 12 hectáreas, de las cuales 9 hectáreas son de trabajo y tres hectáreas son destinadas a la compensación ambiental, en este se procesan 200 toneladas de residuos sólidos por día, tiene una capacidad máxima de 400 toneladas y opera mediante 24 compactadores, cuenta con sistema de bascula digital, controlan el peso a la entrada y salida de los compactadores, la información se maneja mediante el Sistema SISCONDA (registro único de ingreso de vehículos).

Ilustración 11 Relleno Sanitario Villa Karina, municipio de Montenegro



Fuente: El Autor.

Los residuos son recubiertos con lona verde impermeable; en la ilustración 12 Se puede observar como en la plataforma de descarga los vehículos recolectores desocupan el contenido de los recipientes de transporte, allí se aplica cal para el control de olores y moscas, se puede notar en la fotografía como las orugas del buldócer son prominentes éstas tienen por función romper las bolsas plásticas para evitar el acumulo de gases.

Ilustración 12 Zona de descarga de residuos sólidos relleno Andalucía.



5. CONCLUSIONES

1. La generación per cápita de residuos sólidos para la vereda es aparentemente baja 220 gr/día, pero pese a lo nueva que esta la vereda y al proceso de expansión es necesario el adoptar estrategias de reciclaje, lo cual se puede hacer de forma asociativa por la junta de acción comunal.
2. El manejo a los residuos sólidos en la vereda San Juan de Carolina se realiza de forma artesanal, no hay separación en la fuente salvo para residuos orgánicos que en muchos casos se vierten al suelo sin ningún proceso de compostaje pudiendo generar malos olores y presencia de insectos indeseados como moscas y cucarachas.
3. Para los habitantes que se interesan por realizar la separación en la fuente, hace falta el acompañamiento de la empresa prestadora del servicio de aseo para lograr el avance de la comunidad en estrategias de conservación ambiental.
4. Existe evidencia del empleo generalizado del icopor como material para empacar comidas, desconociendo el impacto desfavorable del mismo en relación a la salud humana, se sugiere sensibilizar a la comunidad para que no emplee este tipo de material.

6. RECOMENDACIONES

1. Dar a conocer la información del presente trabajo a la empresa prestadora de servicios de aseo tanto de Armenia como de Salento para que se diseñen mejores estrategias de recolección que permitan la separación en la fuente y mejor disposición de los recursos.
2. Gestionar con quien sea pertinente la potabilización del agua para consumo humano, ya que la que actualmente se dispone no reúne las características básicas ideales para tal fin, lo cual hace que la población este en riesgo de contraer enfermedades de carácter infeccioso.
3. Promover la asociatividad de la vereda para establecer el proceso de reciclaje, mediante el cual la junta de acción comunal puede generar ingresos adicionales, promover el empleo y contribuir al desarrollo de políticas medioambientales efectivas.
4. Ubicar canecas en puntos estratégicos de la vereda que permitan coleccionar adecuadamente los residuos sólidos reciclables como complemento a la práctica de la separación en la fuente, lo cual optimizara el manejo de los residuos y hará efectiva la implementación de rutas selectivas.

TRABAJOS CITADOS

Anderson, R. (2008). *Estadística para administración y economía*. Mexico:

Cengage learning.

Aquilafuente. (2005). *Gestión del Medio Ambiente*. Salamanca: Universidad de

Salamanca.

Aye, L. y Widjaya, E. (2007). "Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia." *Waste Management*, 26 (2006), pp. 1180-1191. Available online at www.sciencedirect.com, 2007.

Bustos, C (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía XXXIV*

Universidad Universidad de los Andes.

CRQ, C. A. (2009). *Ajuste Plan de Acción 2007-2011*. Armenia: CRQ.

Echeverry, S. (2009). *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelo* (Vol. 1). Bogotá D.C.: Universidad de la Salle.

Espin, G. (24 de Septiembre de 2007). Plásticos y contaminación ambiental.

Academia de Ciencias de Morelos, pág. 1.

Flores, A. (2012). *Cambio climático, cambio de actitud*. Mexico: Sitio Oficial y blog.

Flores, D. (2001). *Guía Práctica N°2 para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos*. Quito.

- Marmolejo, R. (2004). *Presentación Sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios en Colombia*. Cali: Procuraduría delegada para asuntos agrarios.
- Marmolejo, R. (2006). *Caracterización de los Residuos Sólidos generados en el municipio de Cali*. Cali: Secretaría de Planeación Municipal- Alcaldía de Cali.
- McFarland, M., & Dozier, M. (2004). *Problemas del agua potable: Hierro y Magnesio*. Sistema Universitario Texas A&M.
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial. (2004). *Seminario sobre el aprovechamiento y manejo de los residuos sólidos*. Manizales: Dirección de Agua potable y saneamiento ambiental.
- Organización Mundial de la Salud. (2009). *Medición de Cloro Residual en Agua*. Ginebra, Suiza: OPS OMS.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), (2007). "Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos." En: http://193.138.105.50/filestorage/download/?file_id=72852, 2008.
- Organización Panamericana de la Salud. (1988). *Guías para la Calidad de Agua Potable Vol 3 Control de la Calidad de Agua Potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades*. Ginebra Suiza: OPS.
- Presidencia de la República. (1998). *Decreto 475 Normas Técnicas Calidad de Agua Potable*. Bogotá.

- Ramirez, C. C. (2010). *Estimacion de costos inducidos derivados de la calidad de agua potable en Risaralda*. Pereira: Universidad Tecnologica de Pereira.
- RAS. (2000). *Reglamento Tecnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Basico*. Bogota: Ministerio de desarrollo economico.
- Restrepo, F. (2003). *Manejo de residuos solidos en el suroeste antioqueño*. Medellin: Universidad Nacional de Colombia sede Medellin.
- Roldan, G. (2003). *Bioindicacion de la Calidad del Agua en Colombia*. Medellin: Universidad de Antioquia.

ANEXOS

1. Herramienta para la toma de la información.

Fecha:

Dirección de la Vivienda: _____

1. Hace cuanto tiempo vive en esta vereda? _____Meses
2. Que estrato socioeconómico es la vereda? _____ (del 1 al 5)
3. Cuenta con todos los servicios públicos? _____si _____no Cual
no_____
4. Cuantas personas viven en la casa? _____
5. Considera que genera mucha basura _____ poca basura_____
6. Cuanto paga en su factura en relación al aseo? _____
7. En qué tipo de recipiente almacena sus basuras? Bolsas_____ Caneca
plástica_____ Otro_____ Cual_____
8. Que tamaño es el recipiente en que almacena sus basuras? caneca 100
litros _____, 50 litros _____, -50 litros_____
9. Cuando pasa el carro de la basura su caneca esta al 100% _____
75%_____ 25%_____

10. Cuál es el tipo de basura que más le molesta? Por ejemplo plástico _____
residuos orgánicos_____ frascos de gaseosa_____
11. Separa usted sus basuras inorgánicas de las orgánicas? Si _____
No_____
12. Ha recibido usted o su familia capacitación en el manejo de basuras
domiciliarias? Si_____ No_____
13. Conoce usted los colores de las bolsas para el manejo de las basuras?

14. Cada cuanto pasa el carro recolector de basura por este sector?
_____ veces a la semana
15. A que horas pasa el carro recolector de basuras por este sector? _____
am _____ pm
16. Que es lo que más le incomoda cuando pasa el carro recolector de
basura? _____

17. Considera usted que por vivir en un sector rural, el manejo que le da a sus
basuras debe ser diferente?
18. Le gustaría participar de un proceso de investigación para determinar la
cantidad de basura que se genera en casa? Si_____ No_____

19. Le gustaría participar de un proceso de capacitación en relación al manejo de las basuras?

Si_____ No_____

20.Cuál es el nombre de la empresa que recoge las basuras?
