

PROPUESTA DE PROCESO PRODUCTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO EN ISLA FUERTE, CARTAGENA.

SEBASTIÁN URIBE PÁEZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2012-2

PROPUESTA DE PROCESO PRODUCTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS
ORGÁNICOS A TRAVÉS DE LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO EN ISLA FUERTE, CARTAGENA.



SEBASTIÁN URIBE PÁEZ

DIRECTOR: ING. LUIS MANUEL PULIDO

CODIRECTOR: ING. MIGUEL ANGEL RUIZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C.

2012-2

Bogotá D.C., Octubre 22 de 2012

Señores

COMITÉ DE CARRERA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Señores Comité de Carrera:

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado “Propuesta de proceso productivo para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico en Isla Fuerte, Cartagena.”, elaborada por el estudiante Sebastián Uribe, C.C. 1020747411, en mi calidad de Director.

Declaro conocer y aceptar el reglamento y disposiciones de los trabajos de grado en la Carrera de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

Cordialmente,

Luis Manuel Pulido Moreno
Director del Trabajo de Grado

Bogotá D.C., Octubre 22 de 2012

Señores

COMITÉ DE CARRERA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Señores Comité de Carrera:

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado “Propuesta de proceso productivo para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico en Isla Fuerte, Cartagena.”, elaborada por el estudiante Sebastián Uribe, C.C. 1020747411, en mi calidad de Co-director.

Declaro conocer y aceptar el reglamento y disposiciones de los trabajos de grado en la Carrera de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

Cordialmente,

MIGUEL ÁNGEL RUIZ DIAZ
Co-director del Trabajo de Grado

BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO
FORMULARIO

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO			
PROPUESTA DE PROCESO PRODUCTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO EN ISLA FUERTE, CARTAGENA.			
SUBTÍTULO, SI LO TIENE			
AUTOR O AUTORES			
Apellidos Completos		Nombres Completos	
URIBE PAEZ		SEBASTIÁN	
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			
Apellidos Completos		Nombres Completos	
PULIDO MORENO		LUIS MANUEL	
RUIZ DIAZ		MIGUEL ANGEL	
FACULTAD			
INGENIERÍA			
PROGRAMA ACADÉMICO			
Tipo de programa (seleccione con "x")			
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado
X			

Nombre del programa académico						
INGENIERÍA INDUSTRIAL						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
JOSEPH ROBERT VOELKL PEÑALOZA						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
INGENIERO INDUSTRIAL						
PREMIO O DISTINCIÓN <i>(En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):</i>						
CIUDAD		AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			NÚMERO DE PÁGINAS	
BOGOTÁ		2012			125	
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
X		X		X	X	
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
<p>Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.</p>						
MATERIAL ACOMPAÑANTE						
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO			
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?	
Vídeo						

Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro Cuál?					

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS

Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. *(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co, donde se les orientará).*

ESPAÑOL	INGLÉS

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la comunidad de Isla Fuerte, corregimiento del Municipio de Cartagena, Bolívar; en éste se desarrolló un trabajo de campo de caracterización de residuos sólidos, el cual pretendió identificar calidad, cantidad y porcentaje de los distintos residuos generados por la comunidad urbana y rural. Se investigó y se encontró una alternativa productiva relacionada a la elaboración de abono orgánico aprovechando los residuos sólidos orgánicos generados por las fincas de producción agrícola, desarrollando el proceso productivo y caracterizando la cadena de abastecimiento del mismo se buscó minimizar el impacto ambiental y mejorar la productividad de los cultivos de la Isla reduciendo los costos asociados a la compra de abonos de origen químico.

This research was developed in the community of Isla Fuerte, Municipality of Cartagena, Bolivar; a field work about solid waste characterization was developed, which aimed to identify quality, quantity and percentage of different waste by urban and rural community. An investigation was developed and was found a productive alternative related to processing organic compost using the solid waste generated by agricultural production farms, developing the production process and characterizing the supply chain. Thereof is sought to minimize environmental impact and improve the crop productivity of the island, reducing the costs associated with the purchase of chemical fertilizers.

INTRODUCCIÓN

El incremento en la actividad comercial de Isla Fuerte, Cartagena, sumado a la influencia de los avances industriales de la actividad agrícola de Colombia en el continente, ha generado un incremento de la cantidad de residuos sólidos generados por esta población. Los avances en el tratamiento de los recursos son muy limitados en la población Colombiana, además por la limitante del espacio y por ser una isla las posibilidades de alternativas de disposición de residuos son aún más escasas.

El aprovechamiento de residuos a través de procesos denominados reciclaje, han ganado gran importancia a nivel mundial y en Colombia se ve reflejado en mayor medida gracias a la labor de los recicladores. Si bien estos procesos están enfocados en el aprovechamiento de residuos inorgánicos. En isla fuerte se identifica una problemática de residuos con mayor impacto en la generación de residuos orgánicos, tanto en el sistema y disposición de residuos orgánicos para la zona urbana como en las prácticas y daños generados en la disposición de los residuos orgánicos agrícolas.

El diseño y desarrollo de procesos de aprovechamiento de residuos orgánicos, ha avanzado en la producción de compost, el cual a bajos costos y gracias a la labor de microorganismos que bajo ciertas condiciones llevan a cabo procesos naturales de descomposición, se obtiene materia orgánica nutritiva para el suelo y para la población vegetal del medio.

Por más de 10 años se han realizado trabajos investigativos en Isla Fuerte con el objetivo de mitigar el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Es por esto que el presente proyecto, dando continuidad a un trabajo conjunto de investigación, busca establecer mecanismos productivos que en línea con las investigaciones realizadas, mitiguen el daño al medio ambiente, contribuya con el mejoramiento de la calidad de vida y se proporcione una alternativa de disposición adecuada de residuos generados.

TABLA DE CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2	JUSTIFICACIÓN	19
3	OBJETIVOS.....	20
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	20
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4	MARCO TEÓRICO.....	21
4.1	COMPOSTAJE.....	21
4.2	TIPOS DE COMPOSTAJE	23
4.2.1	Compostaje lento (frio).....	23
4.2.2	Compostaje rápido (Caliente).....	24
4.2.3	Compostaje de residuos alimentarios	24
4.3	RESIDUOS SÓLIDOS.....	27
4.4	HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS	28
4.4.1	Diagrama de flujo de bloques	28
4.4.2	Diagrama de flujo de operaciones	28
4.4.3	Diagrama de flujo de recorrido.....	29
5	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA ISLA	30
5.1	METODOLOGÍA PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.....	30
5.2	METODOLOGÍA PARA EL TRABAJO DE CAMPO DE CARACTERIZACIÓN EN ISLA FUERTE. 34	
5.3	METODOLOGÍA PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RURALES (AGRÍCOLAS)	36
5.4	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	40
5.5	ANÁLISIS DE DATOS.....	44
5.5.1	Validación de la varianza	44
5.5.2	Validación del tamaño de la muestra	44
5.5.3	Análisis de la composición de los residuos sólidos domiciliarios	45
5.6	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RURALES (AGRÍCOLAS).....	49
6	PROPUESTA DE PROCESO PRODUCTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE COMPOSTAJE	57

6.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	57
6.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS	62
6.3	DIAGRAMA DE BLOQUES	71
6.4	ANÁLISIS DIAGRAMA DE BLOQUES.....	72
6.5	CURSOGRAMA ANALÍTICO.....	73
6.6	ANÁLISIS CURSOGRAMA ANALÍTICO	75
7	RECURSOS NECESARIOS	77
7.1	MATERIA PRIMA, INSUMOS Y HERRAMIENTAS	77
7.1.1	Recursos de Cosecha	79
7.1.2	Agua lluvia	80
7.1.3	Hojas de plátano.....	80
7.1.4	Plástico negro calibre 5.....	81
7.1.5	Costales de capacidad 40kg	82
7.1.6	Pala, Azadón, Pica y Rastrillo	82
7.1.7	Machete	83
7.1.8	Carreta.....	83
7.1.9	Bidón capacidad 20 litros.....	84
7.2	TALENTO HUMANO	85
7.3	RECURSOS DISPONIBLES Y APROVECHABLES	86
8	CENTRO DE PRODUCCIÓN DE COMPOSTAJE EN ISLA FUERTE	88
8.1	UBICACIÓN	89
8.2	ESTRUCTURA FÍSICA REQUERIDA.....	90
8.3	CAPACITACIÓN	91
9	DISPOSICIÓN FINAL DEL COMPOST	92
9.1	CADENA DE ABASTECIMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO	92
9.2	ALMACENAMIENTO.....	93
9.3	TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN	93
10	ANÁLISIS FINANCIERO	95
10.1	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	95
10.2	COSTOS ACTUALES EN ABONOS QUÍMICOS	97
10.3	FLUJO DE EFECTIVO 12 MESES	99
10.4	BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	101
10.5	INDICADORES FINANCIEROS.....	104
	CONCLUSIONES.....	106
	RECOMENDACIONES	107

GLOSARIO.....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	109
ANEXOS.....	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Residuos tóxicos generados por año en el área rural de isla fuerte corregimiento de Cartagena DT Bolívar	18
Tabla 2. Condiciones Ideales para el desarrollo del proceso de compostaje.....	21
Tabla 3. Algunas materias primas para la compostación	22
Tabla 4. Problemas y soluciones del compost de lombrices.....	26
Tabla 5. Número de viviendas y proporción por barrios Isla Fuerte	31
Tabla 6. Número de viviendas a muestrear y proporción por barrios Isla Fuerte	33
Tabla 7. Listado de viviendas a muestrear por barrios Isla Fuerte.....	34
Tabla 8. Cantidad tipo y propietarios de predios rurales en Isla Fuerte	36
Tabla 9. Listado de propietarios de fincas visitados Isla Fuerte	39
Tabla 10. Oferta neta por grupos de productos agrícolas en Isla Fuerte año	50
Tabla 11. Calculo del peso de residuos agrícolas por unidad de producción.....	52
Tabla 12. Calendario estacional de los productos estimados en libras y unidades en Isla Fuerte	53
Tabla 13. Procedimientos de disposición final de residuos agrícolas en la actualidad	55
Tabla 14. Horas hombre requeridas por semana	75
Tabla 15. Materias Primas, Insumos y herramientas necesarios por actividad	78
Tabla 16. Materias Primas, Insumos y herramientas necesarios Proceso Productivo	79
Tabla 17. Horas hombre requeridas sin adecuación del área.....	85
Tabla 18. Recursos disponibles aprovechables en las fincas de Isla Fuerte	86
Tabla 19. Inversión inicial sin recursos aprovechables	95
Tabla 20. Inversión inicial con recursos aprovechables.....	96
Tabla 21. Inversión más costos totales proceso productivo	97
Tabla 22. Costos abono actual.....	98
Tabla 23. Costos abono aplicación mensual 50kg	99
Tabla 24. Comparación agricultura orgánica vs. Agricultura convencional	103

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Playas con madera ahogada y basura.....	15
Imagen 2. Mal uso del predio del centro de acopio	17
Imagen 3. Algunas personas preparan el compost en un montón abierto; otros prefieren usa un cubo u otro recipiente.....	23
Imagen 4. Plano Puerto Limón	31
Imagen 5. Distribución de predios en Isla Fuerte	37
Imagen 6. Ruta para la repartición y recolección de basuras en proceso de caracterización de residuos sólidos domiciliarios en Isla Fuerte, Caribe Colombiano, 2012	40
Imagen 7. Bolsas para clasificación de basura en viviendas	41
Imagen 8. Entrega de bolsas en viviendas.....	41
Imagen 9. Recolección y reposición de bolsas para clasificación en viviendas.....	42
Imagen 10. Contenido de una bolsa de residuos orgánicos	42
Imagen 11. Medición del peso de bolsa de residuos.....	43
Imagen 12. . Entrevista a propietario de finca en Isla Fuerte	49
Imagen 13. Coco seco completo y coco (producto final).....	52
Imagen 14. Área rectangular con zanjas para drenaje	59
Imagen 15. Aplicación de compost en la agricultura	61
Imagen 16. Hoja de plátano	81
Imagen 17. Rollo de plástico negro calibre 5.....	81
Imagen 18. Costales polipropileno	82
Imagen 19. Herramientas de agricultura	82
Imagen 20. Machete	83
Imagen 21. Carreta.....	83
Imagen 22. Bidón 20 litros	84
Imagen 23. Residuos de coco ubicados en base de palmas	89
Imagen 24. Trapezoide	90

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de Pareto de residuos sólidos en Isla Fuerte	16
Gráfico 2. Generación diaria de residuos sólidos por vivienda.....	45
Gráfico 3. Generación diaria de residuos sólidos por habitante zona urbana	46
Gráfico 4. Generación mensual de residuos sólidos 263 viviendas	47
Gráfico 5. Diagrama de Pareto Área ocupada por producto cultivado.....	51
Gráfico 6. Residuos agrícolas por cosecha.....	54
Gráfico 7. Promedio de residuos agrícolas mensual.....	54
Gráfico 8. Residuos sólidos generados en Isla Fuerte mensualmente.....	56
Gráfico 9. Ficha Proceso COMP.01 Establecimiento del área de compostaje	63
Gráfico 10. Ficha Proceso COMP.02 Preparación del material	64
Gráfico 11. Ficha Proceso COMP.03 Establecimiento del montón	66
Gráfico 12. Ficha Proceso COMP.04 Control de la transformación de la materia	68
Gráfico 13. Ficha Proceso COMP.05 Disposición del producto final.....	70
Gráfico 14. Diagrama de Bloques proceso de elaboración de 9 costales de 37 kg de Compost a partir de una Tonelada de Residuos.....	71
Gráfico 15. Cursograma analítico Elaboración de 9 costales de 37 kg de Compost a partir de una Tonelada de Residuos	74
Gráfico 16. Cadena de abastecimiento Elaboración de Compost a partir de residuos agrícolas	92
Gráfico 17 Diagrama de flujo de efectivo	100
Gráfico 18. Diagrama de flujo de efectivo 5 años.....	101

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Isla fuerte es un corregimiento del municipio de Cartagena D.T., si bien no es muy conocido y su población no alcanza los 2000 habitantes, ha sido por cerca de 10 años el foco de numerosos proyectos e investigaciones con objetivos ecológicos y sociales.

El gobierno nacional ha aportado en distintas ocasiones su apoyo para el beneficio de la isla, proyectos como la instalación de un generador de energía eléctrica de gas natural en 2009 y posteriormente la instalación de seguidores solares en 2010 que generan energía eléctrica para la isla, es un aporte del Ministerio de minas y energía. Este último es un proyecto amigable con el medio ambiente y de alta tecnología, reduce costos e incrementa significativamente la calidad de vida de los habitantes.

Fabio Gómez biólogo, profesor e investigador de la Pontificia Universidad Javeriana ha liderado estos proyectos en la Isla, junto con el FIBBDES (fundación para la investigación en biodiversidad y desarrollo social sostenible) se han llevado a cabo iniciativas de carácter interdisciplinario, siempre en beneficio de la comunidad y la sostenibilidad del ecosistema, siendo la isla considerada como área marina protegida.

Una de las dificultades identificadas y de mayor impacto ambiental en la isla es el manejo de los residuos sólidos. Actualmente el destino final de muchos residuos es el manglar, las playas o incluso el mar, esto afecta directamente la calidad de vida de los habitantes, la conservación de distintas especies del ecosistema y la contaminación en las playas minimiza el interés turístico de la isla, el cual es su principal fuente de ingresos económicos.



Imagen 1. Playas con madera ahogada y basura

Fuente: (AYA, 2011)

Este proyecto de grado, es la continuación de un proceso de planeación y ejecución macro, liderado por el profesor Gómez encaminado a la conservación de la isla. Previo a este documento, se realizaron entre otros, un proyecto piloto de compostaje en la isla y un trabajo de Ingeniería Industrial proponiendo un sistema de recolección, manejo, transporte y disposición de residuos sólidos.

El primero fue una iniciativa netamente ecológica la cual diseñó un sistema piloto de producción de abono orgánico a partir de los residuos orgánicos domiciliarios generados por área urbana de Puerto Limón, implementado por 5 semanas, en este estudio se logró identificar a través de una caracterización de los residuos, que se generan 2135,2 Kg de residuos sólidos en cada frecuencia de recolección (tres días), 987, 6 Kg de residuos orgánicos equivalentes al 46.25% del total de residuos sólidos¹.

El segundo, en una de sus investigaciones, concluye “Reiniciar el compostaje para aprovechar el residuo orgánico que representa casi la mitad de la producción de residuos sólidos en la isla.”²

Se realizó una caracterización de los residuos sólidos generados por la Isla en general, se presentó el resultado en un diagrama de Pareto.

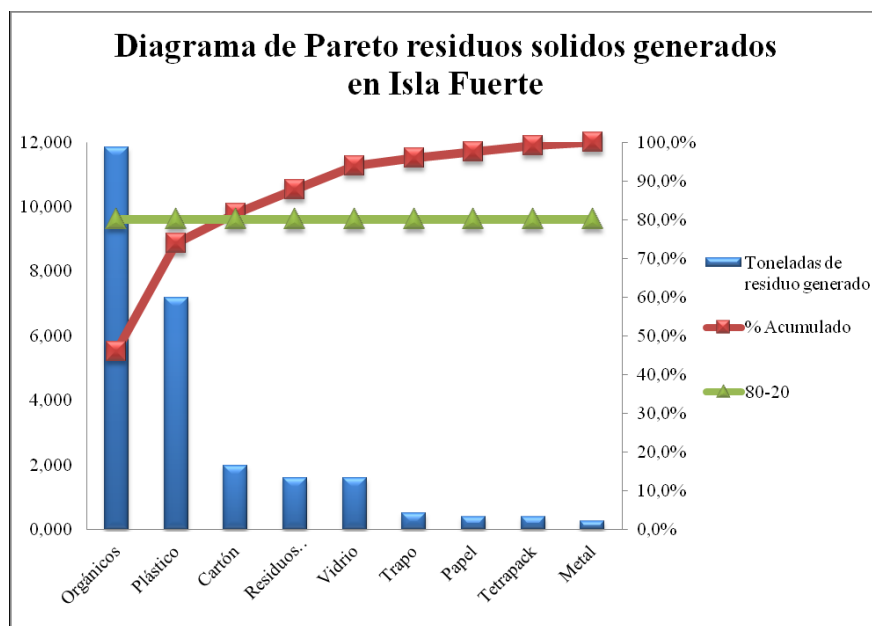


Gráfico 1. Diagrama de Pareto de residuos sólidos en Isla Fuerte

Fuente: AYA MORIBE, Kimie Carolina. Propuesta de un sistema de recolección, manejo, transporte y disposición de residuos sólidos con miras a la construcción de un arrecife artificial en Isla Fuerte, Cartagena, Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2011

¹ LOPEZ GALVAN, Ana Carolina. Proyecto piloto de producción de abono orgánico a partir de los residuos orgánicos domiciliarios de la población urbana de Isla Fuerte Corregimiento de Cartagena Bolívar. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2010, p. 3

² AYA MORIBE, Kimie Carolina. Propuesta de un sistema de recolección, manejo, transporte y disposición de residuos sólidos con miras a la construcción de un arrecife artificial en Isla Fuerte, Cartagena, Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, 2011, p. 88

Se evidencia claramente que los residuos orgánicos representan el 50% del total de los residuos sólidos generados en la Isla, consistente con la información del proyecto ecológico.

Isla fuerte cuenta con un área rural aproximada de 193 hectáreas de las cuales el 36% se encuentran cultivadas con fines de consumo de los mismos habitantes y turistas. La isla cuenta con una buena calidad de tierra y a pesar de estar rodeada por agua salada, cuenta con fuentes de agua potable desde el subsuelo, provenientes de corrientes de ríos caudalosos del continente que se conectan con el subsuelo de la isla.

Desde 1995 llegaron a los cultivos de la isla fertilizantes, herbicidas y pesticidas de origen químico. Esto ha generado un impacto ambiental de gran magnitud. En primera medida, los residuos tóxicos resultantes de los fertilizantes y herbicidas empleados a base de glifosato generan un impacto en el subsuelo que a mediano y largo plazo afectarán la estabilidad del ecosistema marino, puntualmente las especies de coral, las cuales desarrollan enfermedades producto de la contaminación química. Esto desencadena impactos subsecuentes en demás especies animales como peces, tortugas y langostas, pues quedan carentes de corales donde habitar o reproducirse, y de igual manera el contacto con estas sustancias químicas afectan la esperanza de vida de las especies animales, de igual manera en especies vegetales como las algas marinas, recurso fundamental para la reproducción natural de los corales. Esto redundará en una reducción irremplazable en la biodiversidad de la isla.

Por otro lado, los recipientes de los venenos utilizados no tienen una disposición adecuada, se encuentra entre las prácticas de disposición final, la quema, enterramiento en la isla, o en el peor de los casos son arrojados a las aguas marinas o al manglar.



Imagen 2. Mal uso del predio del centro de acopio

Fuente: AYA, Kimie, 2011

Un estudio de caracterización de los residuos peligrosos generados por las actividades agrícolas en Isla fuerte, determinó la cantidad de contaminantes sólidos generados anualmente producto de los venenos adquiridos para prácticas agrícolas.

El sistema actual de recolección de residuos no permite hacer un conteo total de los tarros de veneno generados en un periodo de tiempo significativo, de esta manera se procedió a hacer un cálculo a partir de la cantidad de tarros de veneno adquiridos anualmente por hectárea en la isla, se hizo el cálculo aproximado extrapolando los datos obtenidos con el total de hectáreas cultivadas en la isla.

Hectáreas	Tarros/año	Peso tarro des ocupado (Kg/año)
1	34	4.25
69.36	2358	294.75

Tabla 1. Residuos tóxicos generados por año en el área rural de isla fuerte corregimiento de Cartagena DT Bolívar
Fuente: LOPEZ GALVÁN, Ana Carolina, Residuos peligrosos generados por las actividades agrícolas en Isla Fuerte corregimiento de Cartagena DT. Bolívar, Pontificia Universidad Javeriana, 2010

Se tuvo en cuenta que los tarros son de características similares, capacidad de un litro y de material polietileno de alta densidad (PEAD) en la mayoría de los casos.

Desafortunadamente entre los agricultores de la isla se tiene la creencia que el glifosato (sustancia toxica nivel IV) funciona no solo como herbicida sino como abono y fertilizante, esto hace el escenario aún más crítico.

La manera como es aplicado el glifosato, no cumple con los mínimos requisitos de protección tanto para la preparación como para su aspersion. Ha habido casos de muerte por intoxicación en prácticas de manipulación de glifosato en la isla.

El sistema actual de recolección de residuos sólidos de la isla es selectivo y solo recoge los residuos inorgánicos, los cuales son llevados al continente donde se lleva a cabo su disposición final. Para el caso de los residuos orgánicos el ente generador debe disponer de estos. Como se menciona anteriormente, los habitantes de la isla carentes de solución para la disposición de estos residuos, llevan a cabo prácticas como la acumulación, quema y demás mencionadas.

Todo esto respalda la necesidad de trabajar en primera medida en el aprovechamiento de este tipo de residuos, dándole una estructura industrial de tal manera que sea un sistema efectivo, organizado y genere motivación en los habitantes de la comunidad. Quienes serán finalmente los responsables, dueños y beneficiaros del proyecto.

¿El proceso productivo de aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de abono a través de un método de compostaje, es una opción viable que mejore la calidad de vida y contribuya a la conservación del ecosistema en Isla Fuerte?

2 JUSTIFICACIÓN

La ausencia de un sistema de recolección y disposición de los residuos sólidos orgánicos en la isla, afecta directamente la estabilidad del ecosistema. La contaminación que generan los desperdicios acumulados y las malas prácticas de disposición, que llevan a cabo los generadores de los mismos en la isla, van en detrimento de la calidad de vida de los habitantes. Así mismo la contaminación que representa el uso de herbicidas y pesticidas de origen agroquímico y la mala disposición de sus recipientes es una fuente de deterioro para la biodiversidad que día a día empeora y son daños que pueden llegar a ser irreparables, de no darse un manejo adecuado y oportuno. Dar solución a todos los problemas relacionados con la contaminación y el manejo de residuos de la isla es un trabajo arduo y extenso. El planteamiento de un sistema de producción de abono orgánico, empleando el material que la misma comunidad genera, es una opción en la cual se abordan dos problemáticas actuales, la ausencia de un sistema de disposición de los residuos orgánicos y el uso de venenos (herbicidas y pesticidas) como abonos para la agricultura de la isla. Dando una disposición a los residuos orgánicos y produciendo abono orgánico para los mismos cultivos de la comunidad, se minimiza el uso de venenos y por consiguiente la cantidad de recipientes desocupados, y se da un final adecuado al mayor ítem de los residuos sólidos generados (los orgánicos).

Llevar a cabo un proyecto de tal magnitud en una comunidad tan aislada no es una labor puramente científica, si bien los estudios biológicos y ecológicos arrojan soluciones puntuales para actuar frente a la contaminación del medio ambiente, proporcionar elementos de productividad y un diseño industrial de este proyecto ambiental, enriquece la iniciativa. Es necesario analizar y trabajar el problema de la isla desde distintas disciplinas, un proyecto que busca minimizar la contaminación, mejorar la calidad de vida y contribuir a la conservación del ecosistema, merece la dedicación de las disciplinas que se requieran.

Si bien, ciertos proyectos que se han llevado a cabo en la isla e iniciativas relacionadas con producción de abono orgánico no han cumplido la totalidad de sus objetivos, una definición clara de los procesos, la estandarización de las actividades y la planeación estratégica desde el diseño hasta la implementación y evaluación, hacen de la iniciativa un proyecto con herramientas más robustas que garantizan su efectividad. Previo a tomar medidas de acción y actuar en el escenario de la isla, se deben planear las fases de proyecto para asegurar que se trabajará sobre lo planeado, definir de los recursos necesarios, establecer los tiempos de ejecución y las medidas de evaluación del proyecto, de tal manera que se dé cumplimiento de los objetivos planeados oportunamente.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un proceso productivo de compostaje en Isla Fuerte, con el fin de reducir la cantidad de residuos sólidos con destino final inadecuado, aumentando la disponibilidad de abonos naturales y reduciendo los contaminantes en la isla.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar tipos, volúmenes y calidad de los residuos orgánicos generados en Isla Fuerte, Cartagena.
- Definir los procesos, las operaciones y los recursos materiales, económicos y humanos que se requieren para un efectivo sistema de producción de compost en Isla Fuerte.
- Determinar la mejor opción para el establecimiento del centro para el proceso productivo.
- Realizar análisis financiero y determinar relación costo - beneficio del proyecto.
- Determinar la distribución, almacenamiento y conservación del producto terminado (abono orgánico).

4 MARCO TEÓRICO

4.1 COMPOSTAJE

El compostaje es el proceso biológico aeróbico de descomposición de la materia orgánica bajo condiciones controladas en ausencia de suelo, dicho de otra manera es un proceso en el que se interviene la descomposición natural de la materia orgánica, a través de microorganismos, requiere entre otras, humedad específica, temperatura, y material orgánico sólido. Al final del proceso de degradación se obtienen minerales, agua, CO₂ y una materia orgánica estabilizada llamada Compost, empleada como nutriente para el suelo en actividades de agricultura, mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión de la tierra, sin provocar fenómenos secundarios o adversos para las especies cultivadas. (Guerrero; Monsalve)

Al acelerar el proceso de descomposición y producir compost de mejor calidad se deben manipular ciertas condiciones para el establecimiento y desarrollo de los microorganismos que se encargaran de la degradación de la materia. A continuación se presenta una tabla con las condiciones apropiadas necesarias que permiten el crecimiento de estos microorganismos.

Parámetro	Rango Aceptable	Condición Óptima	Fuente
Relación C/N	20/1 - 40/1	25/1 - 30/1	[10] y [15]
Humedad	40 - 65 %	50 - 60 %	[10], [14] y [15]
Temperatura	55 - 75 %	65 - 70 %	[3] y [15]
Volteo	Cada semana	Depende de T° y Humedad	[1], [4], [13] y [14]
pH	5.5 - 9.0	6.5 - 8.0	[10] y [15]
Tamaño de la partícula	0.3 - 5 cm	0.5 - 1.0 cm	[3] y [15]
Tamaño del montón	0.8 - 1.2 m	≈ 0.8 m	[1], [2] y [13]
Tiempo	2 - 3 meses	1 - 2 meses	[1], [10] y [15]

Tabla 2. Condiciones Ideales para el desarrollo del proceso de compostaje

Fuente: GUERRERO E., Jhoniers, MONSALVE P., Jaime A., El compostaje como una estrategia de producción más limpia en los centros de beneficio animal del departamento de Risaralda, Scientia et Technica Año XII, No. 32, UTP, 2006, p.4

Para lograr un proceso rápido de compostaje, los materiales a usar deben tener buena humedad, oxigenación y materia orgánica, ésta última es el alimento de las bacterias que llevan a cabo la

descomposición. La materia prima se puede clasificar en 3 grupos, uno que provee energía, el segundo provee volumen y el tercero una combinación equilibrada de energía y volumen.

Tabla. -Algunas materias primas para la compostación.

Materiales de energía

(Mucha humedad, baja porosidad, alto nivel de nitrógeno)

Recortes de césped
Estiércol de vacas, pollos o conejos
Desperdicios de frutas y legumbres
Recortes de plantas verdes

Materiales Voluminosos

(Poca humedad, alta porosidad, bajo nivel de nitrógeno)

Astillas de madera
Aserrín
Heno de hierba
Paja
Tallos de maíz

Materiales equilibrados

(Humedad baja o mediana, porosidad mediana, nivel de nitrógeno mediano)

recortes de árboles o arbustos molidos
Estiércol de caballos con paja
Hojas deciduas
Heno de plantas leguminosas

Tabla 3. Algunas materias primas para la compostación

Fuente: COGGER, Craig G., SULLIVAN, Dan M., KROPF, James A., *Cómo hacer y usar el compost*, The Oregon – Washington Master Gardener Handbook, Oregon State University, 2001

Es importante que la materia orgánica no se encuentre contaminada al momento de realizar la mezcla del montón.

Los materiales de alta energía son ricos en nitrógeno y contienen la cantidad necesaria de carbono para permitir el crecimiento rápido de los microbios. A esta mezcla de material es necesario añadir elementos que proporcionen volumen, de no ser así la mezcla sería demasiado densa y húmeda, no permitiría la aireación y esto generaría malos olores. Estos materiales voluminosos son menos ricos en nitrógeno, son secos y porosos, lo cual permite la oxigenación del montón.

Los materiales equilibrados como la paja, estiércol de vaca, la gallinaza, conejina, estiércol de caballo, de oveja y los purines, entre otros, no requieren mezcla con ningún otro material, pues contienen la energía y volumen equilibrado para una rápida descomposición.

Como Cogger³ afirma, una mezcla apropiada y que comúnmente alcanza la descomposición rápida, es de una parte de material de energía por cada dos partes de material voluminoso.

La mezcla de los materiales debe ser preferiblemente homogénea, una vez los materiales se están a disposición se apilan en un tamaño suficientemente grande que pueda retener el calor, los montones grandes y calientes se descomponen más rápido que los fríos, un montón de 0.8 m³ es un tamaño suficiente para una descomposición rápida.

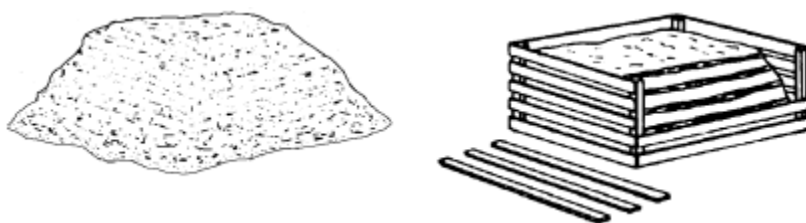


Imagen 3. Algunas personas preparan el compost en un montón abierto; otros prefieren usa un cubo u otro recipiente.

Fuente: *Ibíd.*, p. 4

4.2 TIPOS DE COMPOSTAJE

4.2.1 Compostaje lento (frio)

Es una manera sencilla y favorable de transformar los desechos de jardín en un producto beneficioso para la tierra, este método no requiere mucha atención, puede ser útil para quienes no disponen del tiempo necesario para cuidar de otro tipo de compostaje.

Se apilan los desechos no leñosos de jardín al aire libre, esto es material voluminoso, se deja reposar por mas o menos un año y las bacterias, insectos, y demás microorganismos habrán descompuesto el material.

Si durante el proceso se tiene disponibilidad de material de energía, como desperdicios de cocina, desechos de frutas y verduras, una opción es abrir el montón y enterrarlos en medio de éste y volverlo a tapar, esto permite la oxigenación y al tapar estos materiales se evita la aparición de ratas, moscas y demás plagas.

³ *Ibíd.*, p. 6

4.2.2 Compostaje rápido (Caliente)

Si se cuenta con la disposición de materiales tanto voluminosos como de fuente de energía que permitan el equilibrio de nutrientes, oxigenación y humedad y se puedan controlar las condiciones para que los microorganismos crezcan, se produce un montón caliente, el calor de esta mezcla mata organismos que causan enfermedades y no permite la germinación de semillas de malas hierbas. Si bien requiere un poco más de esfuerzo y dedicación, el compost resulta de mejor calidad y en un periodo más corto.

Una vez reunida una cantidad suficiente (0.8m³) de material orgánico, entre fuente de energía y de volumen en una relación 1-2 como se menciona anteriormente, mezclarlos con una horca y apilarlos. Una vez el montón este constituido se debe verificar la cantidad de agua contenida, esto es un procedimiento manual, en una mano estrujar un poco de material del montón si apenas se puede escurrir una gota, la mezcla esta perfecta en cuanto a humedad. Si está muy seco se debe añadir material de energía, y si está muy húmedo agregar material seco hasta lograr el equilibrio.

Una vez por semana, revolver el montón con ayuda de una horca o una herramienta similar, de esta manera se oxigena el material, y la descomposición se acelera. El centro del montón debe alcanzar una temperatura entre 48°C y 66°C, la mezcla permite a los materiales del exterior llegar al centro caliente para mejorar el proceso de descomposición. Así mismo se debe revisar el contenido de agua del montón y semanalmente agregar agua si está muy seco y cubrirlo en caso de lluvia.

Después de algunas semanas (2-4), si se ha revuelto con regularidad, el montón alcanza la temperatura adecuada y tendrá la mitad del volumen inicial. Después de este periodo, se lleva a cabo el proceso de curación, esto es, dejarlo reposar entre 4 y 8 semanas más, esto afecta la disponibilidad de nitrógeno y la actividad de los microorganismos. Un compost sin curar puede lastimar las especies vegetales si se emplea en actividad agrícola.

Una vez transcurridas 8 semanas desde la constitución del montón, el compost estará listo, tendrá una textura quebradiza y de color oscuro, sin olores y con buena humedad.

4.2.3 Compostaje de residuos alimentarios

La presencia de muchos residuos provenientes de futas y verduras en un montón de compostaje abierto, atrae muchas plagas. Existen dos métodos de compostaje para tratar estos tipos de residuos orgánicos, que minimizan la posibilidad de presencia de plagas.

El primero es a través de un cubo de lombrices rojas de california, existen dos especies de lombrices que se adaptan a estas condiciones para el proceso de descomposición: *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida*.

Las lombrices además de temperatura y humedad entre 75 a 90% requieren de oscuridad para desarrollar plenamente la actividad de descomposición.

Un recipiente llamado cubo de lombrices, este debe ser preferiblemente de madera o plástico, deben tener entre 25cm y 41cm de profundidad, debe tener agujeros de no más de 0,7cm, que

permitan la ventilación y el drenaje de agua en los laterales y en el fondo en caso de no estar construido directamente sobre el suelo, debe tener alguna tapa ajustable en la parte superior para garantizar la oscuridad y la no presencia de roedores o moscas. La experiencia afirma que el tamaño de un recipiente para los desechos de una sola persona debe ser de 60cm². Un recipiente que mida 30x60x90 cm es suficiente para la cantidad de desechos generados por una familia de entre 4 y 6 personas, aproximadamente 6 lb por semana, claro está, que esto depende de los residuos generados semanalmente.

La cantidad de lombrices a usar está directamente relacionada con la cantidad de residuos a utilizar. Una lombriz está en la capacidad de digerir el equivalente a su peso en 24 horas, un pequeño cálculo, realizado por la universidad estatal de Oregon, USA, arroja lo siguiente:

3.5lb de desechos alimentarios a la semana

÷ 7 días en una semana

= un promedio de 0.5lb de desecho al día

0.5lb de desecho al día

X 2lb de lombrices por cada lb de desechos diarios

= 1 lb de lombrices⁴

En el transcurso de 12 a 16 semanas se puede obtener compost de la totalidad del cubo, este es un proceso continuo, pues las lombrices necesitan alimento constantemente, es así que periódicamente se debe estar introduciendo material orgánico al cubo.

Se pueden generar problemas relacionados al proceso de compostaje con lombrices, a continuación se resumen los más frecuentes.

⁴ Ibíd., P. 10

Sintoma	Problema	Solución
Las lombrices se mueren	La comida y la cama han sido consumidas	Coseche el compost y añada cama y comida fresca
	Muy seco	Añada agua hasta que la pila este ligeramente húmeda, si es necesario añada cama húmeda
	Temperaturas extremas	Mueva el recipiente para conseguir temperaturas de 55° 77° F., asegúrese de que cama es adecuada.
El recipiente tiene mal olor/atrae moscas	Muy húmedo, los residuos de comida esta expuestos al ambiente	Añada una capa de 4 a 6 pulgadas de cama seca y deje de alimentar pos 2 o tres semanas.
	Materiales problema	Retire la carne, grasa, productos lácteos, etc.
Hay roedores en el recipiente	Es recipiente no es resistente a roedores; materiales problema, muchos residuos de fruta y verduras.	Use trampas y cebo y un recipiente que es resistente a roedores (sin agujeros o rajadas mayores de ¼") retire la carne, grasa, productos lácteos, etc., añada una capa de 4 a 6 pulgadas de cama y deje de alimentar por 2 o 3 semanas.
Hay cochinillas y escarabajos en el recipiente	Estos insectos son buenos para el compost	

Tabla 4. Problemas y soluciones del compost de lombrices

Fuente: Compost casero en Chicago [online], Illinois University. [Citado 03 Abr., 2012], disponible en internet: http://urbanext.illinois.edu/homecomposting_sp/basics.html

El segundo método para llevar a cabo compostaje de residuos sólidos alimentarios, es por medio de conos tapados. Este proceso se diferencia de los anteriores pues es anaerobio (ocurre sin aire).

Los conos plásticos con cesto subterráneo de acumulación de compost o sin este, se entierra un poco bajo tierra para asegurar la ausencia de roedores en el proceso.

Se introducen los residuos sólidos de origen alimentario por la parte superior del cono, se debe tapar para evitar malos olores o la presencia de moscas.

Se recomienda usar dos conos para el proceso de compostaje. Usar el primero hasta que este 85% lleno, entonces empezar a llenar el segundo y dejar reposar el primero, para que se pueda generar el proceso de descomposición. Cuando el segundo este casi lleno, el compost del primero estará listo para ser usado.

Un cono que contenga los desperdicios de 2 personas, en promedio tardara de 6 a 12 meses en producir compost oscuro y húmedo en perfectas condiciones.

4.3 RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos son aquellos materiales que no representan ningún valor para su dueño, estos se pueden clasificar según su estado (líquido, solido, gaseoso), origen (municipal, domiciliario, industrial, comercial, hospitalario, agrícola) o por su composición o tipo de manejo (inorgánico o inerte, orgánico o no peligroso y peligroso).

Los residuos según su composición se definen así: orgánico “todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc. Los inorgánicos son todo desecho de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, etc. Y los peligrosos son todo desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, etc.”⁵

Los residuos de origen domiciliario, son aquellos que provienen de hogares producto de las actividades de cotidianidad de una persona o familia, la cantidad y la calidad está directamente relacionado a sus ingresos económicos y capacidad adquisitiva, entre mayores sean los ingresos mayor será la cantidad de residuos generados. Los residuos urbanos son los generados por habitantes de una misma comunidad en espacios públicos de la misma.

Los residuos industriales están relacionados al tipo y tecnología del proceso productivo, son residuos generados a partir de la elaboración o tratamiento de algún producto. Los comerciales están relacionados a la actividad comercial en general que se dé en una comunidad específica.

Los residuos hospitalarios son los generados por las actividades afines al tratamiento de la salud, incluye hospitales, clínicas, farmacias, entre otros.

⁵Clasificación de los residuos. [online] Planetica [citado 14 mar.2011] disponible en internet: <http://www.planetica.org/basura/clasificacion> citado por AYA. Op. Cit., p. 14

4.4 HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS

Un proceso industrial se define como “un desarrollo de habilidades en las actividades que tiene por finalidad la elaboración de objetos o sustancias útiles”⁶.

Para tener un proceso estandarizado y facilidades para su control, a continuación se explican algunas herramientas de ingeniería industrial que permiten plasmar toda la información de un proceso productivo en gráficos, que facilitan el análisis y los cambios.

4.4.1 Diagrama de flujo de bloques

Se puede considerar la primera aproximación en la diagramación de un proceso. Es sencillo y rápido de elaborar, la información necesaria para su elaboración es la siguiente.

- Secuencia de las actividades u operaciones especialmente de aquellas en las que se identifica un cambio importante para la evolución del proceso.
- Relevancia de los materiales que intervienen en cada una de las operaciones y su evolución a través del transcurso del proceso.

En este gráfico las actividades se representan por bloques, los cuales se conectan entre sí mediante flechas que indican el flujo de material y el sentido del flujo, así como las características y los tipos de material en tránsito. La última salida proceso representa el producto final, listo para el consumidor.

4.4.2 Diagrama de flujo de operaciones

Este diagrama representa las operaciones, especificando si se trata de una actividad operacional o de una inspección, los primeros se representan mediante una circunferencia, y los segundos a través de un cuadrado, al igual que el diagrama de bloques las actividades se conectan mediante una flecha que indica el sentido y se hace de manera vertical, se enumeran tanto las actividades como las inspecciones con contadores distintos, el material que entra y sale del proceso se representa con una flecha horizontal que se conecta con la vertical que conecta dos operaciones. Se puede presentar el caso de un proceso alterno que alimenta el sistema principal el cual se diagrama paralelo al principal y a lado izquierdo, el producto final se conecta al principal en una de las verticales.

“la información del diagrama de flujo de proceso corresponde a un método de producción actual o propuesto- del seguimiento de hombre o de material, en un tiempo total empleado, para una distancia recorrida en la planta y para una cantidad de producto definido en la producción”⁷

⁶ PRIETO, Lena, Manual de procesos industriales. 1 ed. Bogotá, Colombia. Editorial Pontificia Universidad Javeriana 2004, p.14

⁷ Ibíd., P. 47

4.4.3 Diagrama de flujo de recorrido

Este diagrama pretende representar los flujos de un diagrama de operaciones de proceso, en un plano a escala de las instalaciones, es decir que se especifican, puertas ventanas, paredes entre otros elementos propios de cada instalación.

La información inicial que requiere un diagrama de recorrido incluye el tipo de actividad, tiempo, distancias y se puede realizar un cuadro especificando los valores actuales, propuestos y una diferencia entre ambos, información que permite realizar el análisis.

Cabe resaltar que la información de cada gráfico, se resume en un cuadro el cual contiene la información básica y totalizada. Esto permite realizar los análisis pertinentes.

5 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN LA ISLA

Estudios previos en el área del Limón⁸ arrojaron resultados, previamente analizados, acerca de los tipos y cantidades de residuos que genera la comunidad urbana de Isla Fuerte. Si bien, en la Isla se identifican distintos entes generadores de residuos sólidos, la caracterización pretende determinar la cantidad y calidad de los residuos orgánicos domiciliarios y rurales producto de la agricultura. De esta manera se buscó identificar con mayor precisión los recursos disponibles en los dos escenarios para el diseño de un proceso productivo con miras al aprovechamiento de estos residuos.

5.1 METODOLOGÍA PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Para caracterizar los residuos sólidos orgánicos domiciliarios de Isla Fuerte, se llevó a cabo la siguiente metodología.

- Análisis del área urbana por barrios.
- Determinación del número de muestras (hogares a analizar).
- Selección de los hogares en los cuales se realizará la caracterización.
- Trabajo de campo.
- Cálculo de la proporción de generación de residuos sólidos per cápita.
- Análisis de la composición de los residuos sólidos orgánicos.

Puerto Limón es el área urbana de la isla donde se encuentra concentrada la mayor parte de la población, El censo de 2004 (INSTEDIF, 2004) indicó que el número de viviendas era de 263, de las cuales 138 son construidas con cemento, 30 de madera y 94 de Bahereque (CORREA DIANA, 2007). El crecimiento poblacional no ha influido en ninguna proporción en el crecimiento de la cantidad de viviendas, a pesar de algunas invasiones sin dirección asignada. El casco urbano de la isla está compuesto por los siguientes 4 sectores:

1. Sector del Limón
2. Sector La Loma
3. Sector del 20 de julio
4. Zarabanda

Tanto el sector de La Loma como el sector del Limón son los más antiguos y en este último es donde se encuentra ubicado el principal puerto marítimo, los otros dos sectores surgieron desde la década de los 80's en procesos de invasión, hoy en día cuentan con viviendas tanto de material de cemento como madera y Bahereque.

⁸ FIBDESS, Caracterización de residuos sólidos en Isla fuerte corregimiento de Cartagena DT Bolívar Colombia. Junio de 2010

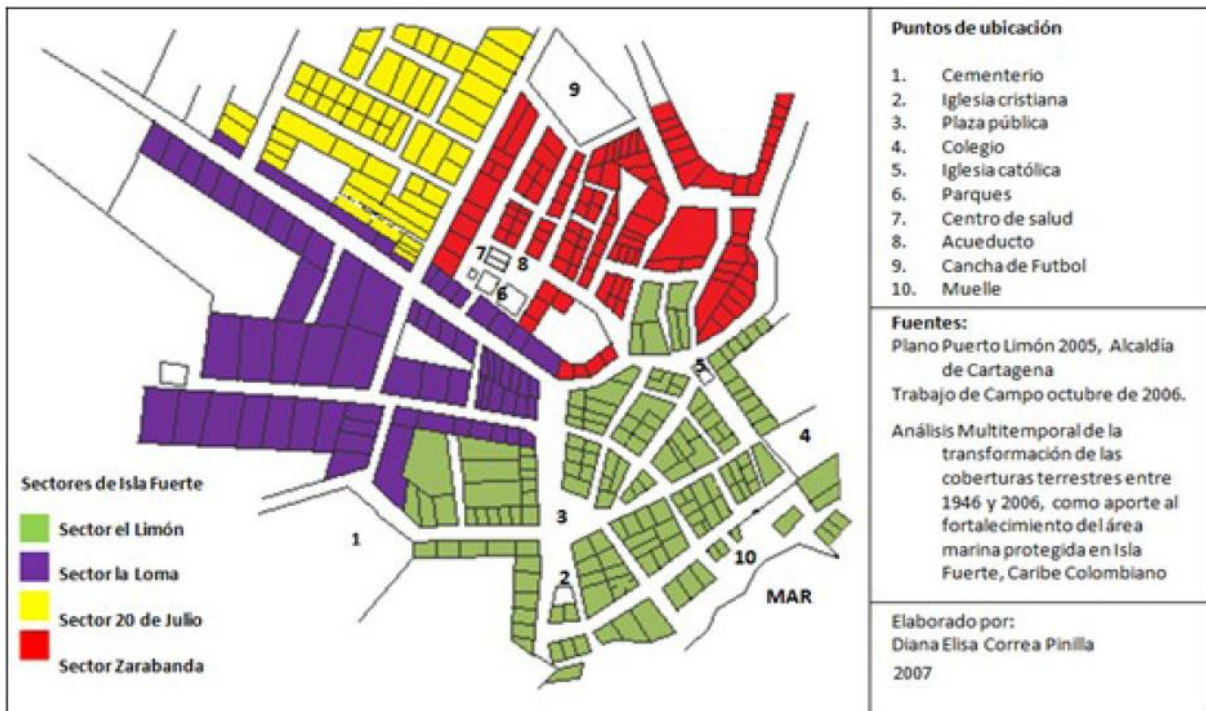


Imagen 4. Plano Puerto Limón

Fuente: Análisis multitemporal de la transformación de las coberturas terrestres entre 1946 y 2006, como aporte al fortalecimiento del área marina protegida en Isla Fuerte, Caribe Colombiano, 2007, P.62

Nunca se ha realizado un censo oficial de la población de la Isla, el máximo acercamiento fue un censo que realizó la Institución Educativa de Isla Fuerte (INSTEDIF, 2004) el cual arrojó un dato de 1205 habitantes, de los cuales el 49,5% de la población es menor de edad, 51,8% de la población es masculina y 48,2% femenina. Según el crecimiento estimado de la población (4% anual) actualmente la población alcanza los 1600 habitantes. (López, 2011)

El siguiente cuadro indica la cantidad de viviendas y la proporción por barrios en la isla.

Barrios	C ant. Viviendas	%
El limon	100	38%
La loma	51	19%
20 de julio	41	16%
Zarabanda	71	27%
TOTAL	263	100%

Tabla 5. Número de viviendas y proporción por barrios Isla Fuerte

Fuente: Autor, adaptado de López, 2011

Se estableció realizar un muestreo por estratos, en este caso los estratos fueron cada uno de los barrios de la isla.

Inicialmente se calculó el tamaño de la muestra tomando la población universo (cantidad de hogares) de la isla como una sola. Una vez determinado este tamaño, se empleó la proporción por barrios para calcular la cantidad de hogares a estudiar por barrio.

Para calcular el tamaño de muestra, teniendo en cuenta que conocemos el total de la población y que en total son 263 casas en el casco urbano de la isla, se empleó la siguiente fórmula estadística⁹.

Donde:

- = Tamaño muestra
- = Población total
- = Varianza
- = Error
- = Nivel de confianza

Para el cálculo se tomaron los siguientes datos:

- = A Calcular
- = 263 hogares
- = 0.04
- = 5%
- = 95%

- = 1.64

La cantidad de hogares a estudiar es:

⁹ CANTANHEDE, Alvaro. MONGE, Gladys. SANDOVAL, Leandro. CAYCHO, Carlos. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Revista AIDS de Ingeniería y Ciencias Ambientales, vol.1, 2006

A continuación se asignará de acuerdo con el porcentaje que representa cada barrio, la cantidad de hogares (elementos muestrales) para el estudio.

Barrios	%	Cant. Viviendas
El limon	38%	12
La loma	19%	6
20 de julio	16%	5
Zarabanda	27%	8
TOTAL	100%	31

Tabla 6. Número de viviendas a muestrear y proporción por barrios Isla Fuerte

Fuente: Autor

Para escoger los hogares a ser estudiados, se realizó un procedimiento de selección aleatoria simple. Se numeró cada manzana y cada vivienda por manzana en el mapa (ver Anexo 7) y ubicando en una columna la lista de las viviendas numeradas por manzana de cada barrio y en una columna paralela se generaron números aleatorios (ver Anexo 8), el resultado es el siguiente.

20 de Julio

Cant de habitantes

# Casa	Dirección	Propietario	Adultos	Niños
1	E 6Mz 11L2	Neli Nabas	2	2
2	E 6Mz 11L6A	Amina Barrios	4	2
3	E 6Mz 11L11	Luz Meri Maldonado	2	3
4	E 6Mz 10L3	Alejandro "P ijindi"	3	2
5	E 6Mz 11L10	"Caliman"	2	1

La Loma

6	E 4Mz 6L7	Griselda Giraldo	3	4
7	E 4Mz 6L2	Ana Iris Barrios	2	2
8	E 4Mz 8L3	Monica Martelo	2	2
9	E 4Mz 5L2	Geronimo Teran	4	2
10	E 4Mz 1L9	Katalina Bravo	3	0
11	E 4Mz 1L10	Deivis Medrano	2	3

Zarabanda				
12	E 5Mz 4L4	Cruz Mar	7	3
13	E 3Mz 4L1	Amelia	2	4
14	E 3Mz 4L10	"Mañungo"	5	2
15	E 3Mz 9L6	Apolinar Bravo	3	2
16	E 5Mz 4L7	Samira	7	2
17	E 3Mz 4L8	Visnuelita Cuadrado	4	0
18	E 3Mz 4L9	Vierca Cuadrado	3	3
19	E 3Mz 9L7	Silfredo Hernandez	4	1

Puerto Limón				
20	E 1Mz 8L5B	"Ñoñoño"	2	0
21	E 1Mz 5L3	Riquilda	2	0
22	E 1Mz 1L5	Walberto Barrios	2	2
23	E 1Mz 2L2	Estela Altamiranda	4	2
24	E 1Mz 2L3	Yomaira Blanquizet	2	1
25	E 1Mz 4L2	Ramona Barrios	1	1
26	E 1Mz 3L5	Janis Valdelamar	2	1
27	E 1Mz 3L3A	Roquelina Alvarez	2	2
28	E 1Mz 3L1	Denis Matosa	4	2
29	E 1Mz 2L10	Leris Zuñiga	5	1
30	E 1Mz 6L7	Udelis Barrios	3	1
31	E 1Mz 5L5	Sandra Moreno	2	2

Tabla 7. Listado de viviendas a muestrear por barrios Isla Fuerte

Fuente: Autor

5.2 METODOLOGÍA PARA EL TRABAJO DE CAMPO DE CARACTERIZACIÓN EN ISLA FUERTE.

Una vez seleccionados los hogares para el estudio, el siguiente es el procedimiento para llevar a cabo la caracterización de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios.

- Trazar la ruta en el mapa.
- Informar a los integrantes del equipo que colaborará en el estudio de campo, los objetivos y la metodología de trabajo.
- Durante 5 días se entrega en cada casa 3 bolsas de distintos colores. Y se explica a los habitantes de la casa el propósito del estudio y la utilización de las bolsas. Amarillo: residuos sanitarios, verde: residuos orgánicos y Azul: residuos inorgánicos y reciclables.
- El proceso de entrega de las bolsas se debe llevar a cabo en un periodo no mayor a 2 horas y finalizar no más tarde de las 10 am.
- Al día siguiente de la primera entrega de bolsas se recogen las bolsas utilizadas en cada una de las casas y se reponen las bolsas, con nuevas bolsas vacías.

- Las bolsas recogidas son etiquetadas con un número de vivienda asignado y una vez pesadas las bolsas, se anota este valor.
- Los datos son recolectados en el formato de recolección de datos por vivienda (anexo 1.)

5.3 METODOLOGÍA PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RURALES (AGRÍCOLAS)

Para caracterizar los residuos sólidos orgánicos en el área rural de la Isla, se llevó a cabo una metodología distinta. Con base en investigaciones previas y trabajos de caracterización del sector productivo agrícola de la isla como (LOPEZ, 2004), en el cual no se tomó una muestra representativa para realizar el estudio sino que se desarrolló en la totalidad de las fincas productivas. Se decidió dar continuidad de la siguiente manera.

- Análisis del área rural y establecer zonas y fincas.
- Selección de las fincas en las cuales se realizará la caracterización.
- Análisis de la composición de los residuos sólidos orgánicos.

El área rural de la Isla se ha dividido a partir del perfil de los propietarios de los predios. A continuación se enumeran las zonas rurales que componen la totalidad de la extensión de la isla.

1. Estado
2. Isleños
3. Particular

Área del Estado está compuesta por área de manglar y parte de la costa y su producción tanto agrícola como de residuos no es representativa para el estudio de caracterización de residuos.

El siguiente cuadro (ver tabla 8) indica la cantidad de parcelas (fincas), y la cantidad por zonas.

Propietario	Predios en costa	Predios en el interior	Total predios
Estado	4	0	4
Isleño	16	97	113
Particular	52	14	66
TOTAL	72	111	183

Tabla 8. Cantidad tipo y propietarios de predios rurales en Isla Fuerte

Basado en: Correa (2004) P. 64

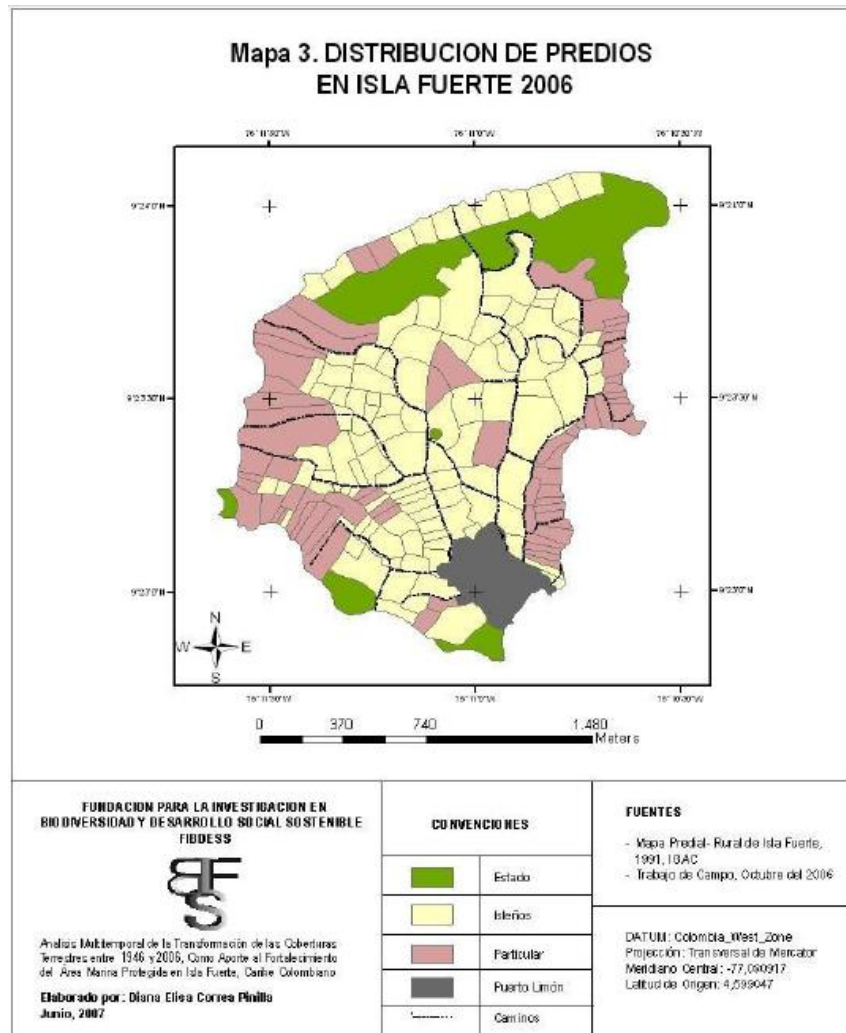


Imagen 5. Distribución de predios en Isla Fuerte

Fuente: Análisis multitemporal de la transformación de las coberturas terrestres entre 1946 y 2006, como aporte al fortalecimiento del área marina protegida en Isla Fuerte, Caribe Colombiano, 2007, P.66

De los 111 predios en el interior de la isla, no más del 40% son los más representativos en cuanto a producción agrícola, y se encuentran actualmente activos. Éstas fincas generan con una periodicidad medible residuos orgánicos y cuentan con recursos tanto espaciales como humanos y temporales para desarrollar un proceso productivo de abono orgánico que estará directamente asociado a su actividad agrícola, por otro lado serán los consumidores del producto final del proceso en sus propios cultivos, así mismo estos predios productivos son los mayores consumidores de abonos agroquímicos, pesticidas, herbicidas, entre otros productos de origen químico los cuales son los que contaminan tanto la tierra como las aguas freáticas y de esta manera una cadena de ecosistemas asociados el entorno. De esta manera estas fincas son el objetivo de la caracterización rural que se llevó a cabo.

Para el área rural no se realizó un estudio a través de una muestra aleatoria representativa. Dando continuidad a la investigación realizada en la cual se contemplaron 42 predios de producción

agrícola, se decidió realizar el estudio de caracterización de residuos orgánicos agrícolas en estos mismos predios.

Estos 42 predios representan alrededor de 587.000 m² (58 ha) y con respecto al total del área emergida 2.87 km² (287 ha) que es el 20% del área del total de predios rurales en el interior de la Isla, representan casi el 58%¹⁰.

La investigación de López (2004), determinó entre otros la cantidad, calidad y periodicidad de las producciones agrícolas de la Isla, discriminando productos, consumo, utilidades, gastos por finca, entre otros. Con base en este estudio se indagó en trabajo de campo en cada una de las fincas la proporción de residuos sólidos orgánicos que genera la producción de cada una de las cosechas de cada producto en cada finca. Así mismo a través de una entrevista a profundidad con cada uno de los propietarios y encargados de la producción agrícola de las fincas, se indagó el procedimiento actual que llevan a cabo para la disposición de los residuos sólidos orgánicos en cada una de sus fincas.

El siguiente es el listado de las fincas y propietarios que se visitaron.

No. Finca	Propietario
1	Adolfo Hernandez
2	Armando Moreno
3	Jose del Carmen Bravo
4	Romin Castro
5	Juan Torres Berrios
6	Felipe Bravo Hernandez
7	Leonardo Coa
8	Felicita Barrios
9	Epifania Flores
10	Anibal Paredes
11	Arleth Barrios
12	Neli Nabas
13	Gregorina Barrios
14	Jose Elias Blanquice
15	Juan Flores
16	Adan Barrios
17	Ana Orfenila Perez
18	Lito Fernandez
19	Katalina Bravo
20	Aida Villalovos

¹⁰ LÓPEZ GARCIA, Margarita, Estrategias participativas, uso comercial y de autoconsumo de oferta y demanda alimentaria en Isla Fuerte, Bolívar, Caribe Colombiano, Junio de 2011

No. Finca	Propietario
21	Noris Hernandez
22	Roquelina Alvarez
23	Pedro Zuñiga
24	Irene Barrios
25	Roberto Barrios
26	Dilson Barrios
27	Nolasco Hernandez
28	Leris Zuñiga
29	Manuel Felipe Villero
30	Jose Hernandez
31	Martin Barrios
32	Roberto Alvis
33	Arlidis Moreno
34	Jairo Reyes López
35	Hertor Silva
36	Hipolito Vargas
37	Neyi Zuñiga
38	Agustin Baloye Barrios
39	Lazaro Blanquice
40	Ramon Barrios
41	Marciano Bravo
	Manuel Gregorio
42	Cuadrado

Tabla 9. Listado de propietarios de fincas visitados Isla Fuerte

Fuente: Autor

5.4 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Llevando a cabo la metodología establecida previamente, el siguiente es la representación gráfica de la ruta diseñada para llevar a cabo la repartición de bolsas para la clasificación de residuos desde el origen (viviendas) y para la posterior recolección.

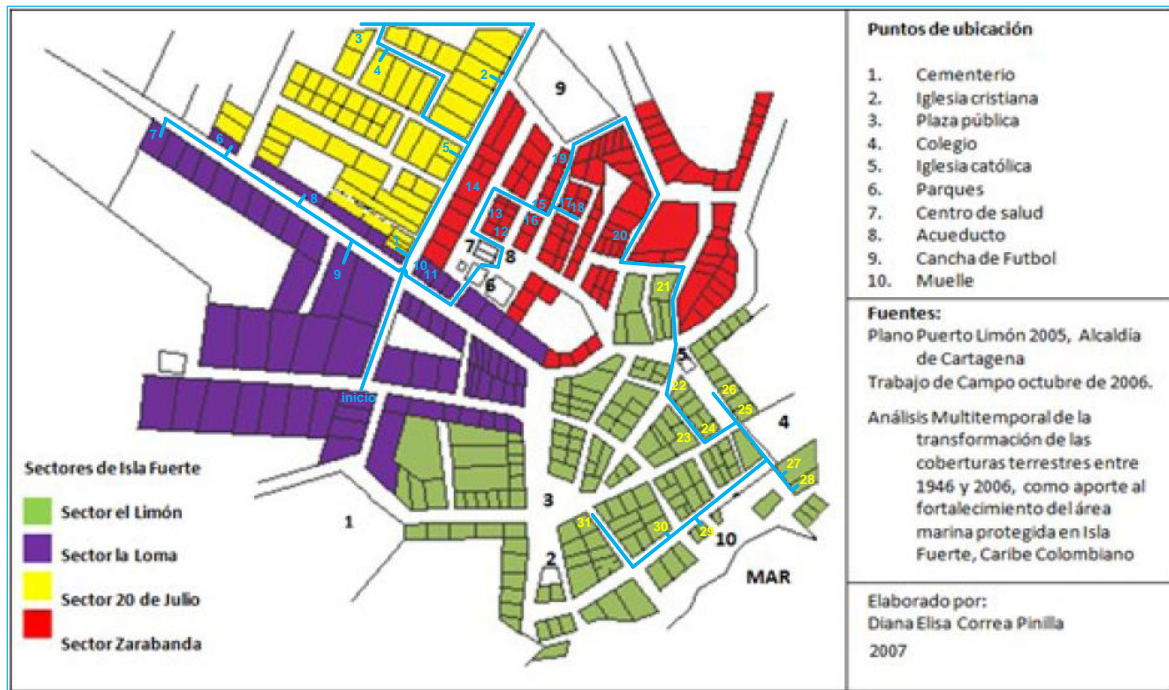


Imagen 6. Ruta para la repartición y recolección de basuras en proceso de caracterización de residuos sólidos domiciliarios en Isla Fuerte, Caribe Colombiano, 2012

Imagen modificada por: El autor

La ruta se diseñó con ayuda de dos miembros del equipo de turismo quienes fueron parte del equipo de caracterización de residuos. Se decidió diseñar la ruta con estas personas ya que son habitantes de la Isla, pues ellos conocen los caminos, trochas y por tratarse de un área irregular, ellos tienen conocimiento de las trochas más transitables para ir de un lugar a otro.

Jainer Terán Perez y Gerardo Ramírez Terán fueron los dos miembros del equipo de guías turísticos de la Isla que hicieron parte del equipo de caracterización de residuos sólidos orgánicos, ellos prestaron acompañamiento constante durante la ruta establecida y fueron clave para lograr acceder a los hogares y obtener el apoyo de las viviendas escogidas.

Tanto a Jainer como a Gerardo se les expuso el propósito del trabajo de campo a llevar a cabo y se les mostro tanto material como información necesaria para iniciar la labor de caracterización.

El día lunes 10 de septiembre de 2012 a las 8:00 am se inicia el proceso de entrega de las primeras bolsas en las casas escogidas para la caracterización.



Imagen 7. Bolsas para clasificación de basura en viviendas

Fuente: Autor

Con ayuda de los guías se recorre el pueblo de acuerdo con la ruta trazada y se entrega a la persona cabeza de familia o encargada del hogar, 3 bolsas de distintos colores, marcadas con indicaciones para su uso y se explica el propósito de la clasificación y la importancia de depositar los residuos adecuados en cada bolsa, así como el cronograma de recogida y la duración del estudio. De igual manera se registra el nombre de la persona encargada, quien recibió las bolsas, y se pregunta la cantidad de habitantes de la vivienda para comparar con el censo realizado.



Imagen 8. Entrega de bolsas en viviendas

Fuente: Autor

La entrega de material en las viviendas finalizó a las 9:40 am dando cumplimiento a lo establecido previamente, que el proceso no debe terminar mas tarde de las 10:00 am.

La comunidad en general se presentó servicial y la totalidad de viviendas escogidas aceptaron las bolsas y se comprometieron a realizar la separación adecuada.

Una vez transcurrido el primer día, el martes se procedió a repetir la ruta establecida. Esta vez se recogieron las bolsas previamente entregadas, ahora con desechos clasificados, y se entregan nuevas bolsas de los mismos colores y con las indicaciones marcadas.



Imagen 9. Recolección y reposición de bolsas para clasificación en viviendas

Fuente: Autor

Una vez recolectadas las bolsas se hace una revisión del contenido de cada bolsa para verificar que la clasificación se hizo de manera adecuada, se toman fotografías del contenido de la bolsa de residuos orgánicos (Cocina, Frutas – verduras - desperdicios de comida) para estudio de la composición y calidad de los residuos.



Imagen 10. Contenido de una bolsa de residuos orgánicos

Fuente: Autor

Una vez revisadas las bolsas y cerradas, se pesan por separado en una bascula de gancho, como se muestra a continuación.



Imagen 11. Medición del peso de bolsa de residuos

Fuente: Autor

La revisión de cada una de las bolsas fue fundamental para garantizar que se estaban pesando los residuos correctos, en un 5% de los casos (2 viviendas) depositaron los residuos correspondientes a la bolsa verde en la bolsa azul, y los de la bolsa azul en la bolsa verde, gracias a la revisión los datos recolectados corresponden a los residuos pesados. Los residuos sanitarios fueron depositados de manera correcta el 100% de las veces, mientras que el 35% de las viviendas (11) muestreadas, habían depositado residuos correspondientes a inorgánicos en la bolsa de orgánicos. De igual manera en el proceso de revisión se corrigieron estos errores con el fin de no distorsionar la toma de datos, y minimizar el error asociado a la correcta clasificación de los residuos desde el ente generador.

El proceso se repite hasta el día sábado obteniendo 5 datos de recolección de desechos. Una vez recolectados los datos de medición del peso de las bolsas de basura de las viviendas se analizarán y validarán los datos.

5.5 ANÁLISIS DE DATOS

5.5.1 Validación de la varianza

Una vez tabulados los datos obtenidos del estudio de campo, se debe validar la varianza asumida para el cálculo del tamaño de la muestra. Se emplea la varianza de los datos de Generación per. Cápita de residuos sólidos de la muestra (Anexo 2).

Para validar la varianza asumida, esta debe ser mayor o igual a la varianza muestral¹¹. De esta manera la varianza asumida (0.04) queda validada al ser mayor que la varianza muestral (0.02).

5.5.2 Validación del tamaño de la muestra

Así como la varianza, se debe validar el tamaño de muestra calculado, con el fin de poder realizar una inferencia estadística válida. Para validar el tamaño de muestra se debe realizar el cálculo nuevamente, empleando la varianza de la muestra (0.02)

m = 17 viviendas

n = 31 viviendas (calculado al inicio)

La relación debe ser $n > m$; de tal manera que el tamaño de muestra queda validado.

¹¹ CANTANHEDE, Alvaro. MONGE, Gladys. SANDOVAL, Leandro. CAYCHO, Carlos. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Revista AIDS de Ingeniería y Ciencias Ambientales, vol.1, 2006

5.5.3 Análisis de la composición de los residuos sólidos domiciliarios

En línea con el objetivo del presente estudio, la caracterización realizada no determinó el detalle de los residuos inorgánicos ni sanitarios generados. Si bien estudios anteriores en la Isla caracterizan los residuos inorgánicos de manera detallada, en este estudio se buscó establecer más detalladamente la cantidad y calidad de residuos orgánicos que genera la comunidad.

Así pues los resultados presentados a continuación tienen como objetivo primordial establecer los recursos disponibles de material orgánico para ser empleados como materia prima del proceso productivo, los datos recolectados se encuentran en el Anexo 3.

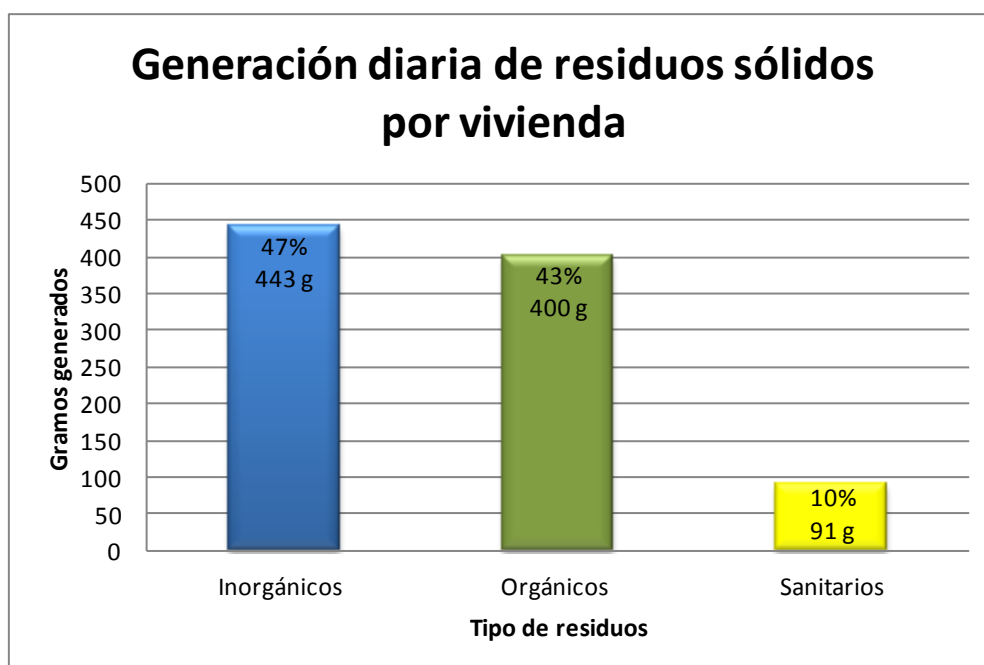


Gráfico 2. Generación diaria de residuos sólidos por vivienda

Fuente: Autor

La proporción de generación de residuos tanto orgánicos como inorgánicos sigue siendo similar, cabe resaltar que a los hogares caracterizados se les insistió en continuar con sus rutinas diarias, de esta manera no distorsionar los valores reales de generación de residuos. Como se ha mencionado anteriormente el sistema de recolección de basuras de la isla no recoge residuos orgánicos por lo que muchos de los habitantes han optado por adquirir marranos para darle un destino final a estos residuos, a pesar de estas medidas la generación de residuos orgánicos sigue siendo un factor importante (43% del total de residuos generados) entre otros, son una fuente de

epidemias, virus, en general problemas de salubridad, en cierto modo es el tipo de residuo más importante dado que los residuos inorgánicos en este estudio representan básicamente todo lo demás excepto los residuos orgánicos y sanitarios.

Para realizar un análisis por habitante, se calculó un promedio de generación de cada tipo de residuo en cada hogar en las 5 frecuencias de recolección, obteniendo 3 datos por vivienda, cada uno de estos datos se dividió en el número de habitantes por vivienda muestreada y de este total se hace el cálculo de generación diaria.

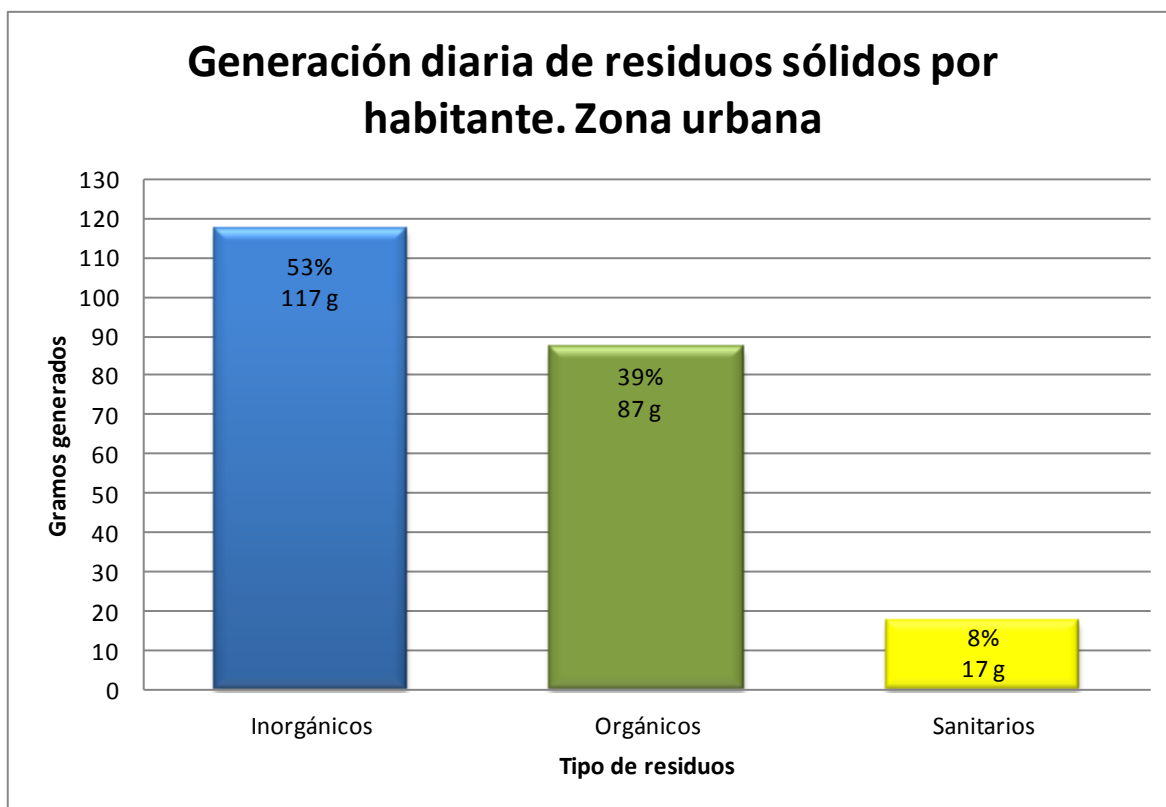


Gráfico 3. Generación diaria de residuos sólidos por habitante zona urbana

Fuente: Autor

En el Gráfico 3. Se observa que en la proporción de generación de residuos siguen siendo los residuos inorgánicos los más representativos y con solo 14 puntos porcentuales de diferencia los residuos orgánicos. Esto demuestra que el estudio representa el comportamiento de generación de residuos en una comunidad urbana. Así pues, los datos siendo analizados tanto por vivienda o per cápita y extrapolando a la población total van a proporcionar inferencias de similares características.

El estudio de caracterización se llevo a cabo en un periodo del año de normal desarrollo, es decir en una época del año donde la cotidianidad de la comunidad urbana no se ve afectada bajo ningún evento o suceso particular. La temporada de turismo catalogada como alta afecta la comunidad isleña, más de 6000 turistas visitaron la Isla durante la temporada alta de Semana Santa de 2012 (F. Gómez, Com. Pers.) Esto puede generar variación en los datos totales de generación de residuos, los visitantes implícitamente se convierten en entes generadores de la isla durante el periodo de estancia, y de igual manera los trabajadores de los distintos puntos turísticos, como hoteles, restaurantes, guías, entre otros se movilizan por un periodo determinado de su casa a lugar de trabajo, incrementando la generación per cápita en la parte turística – comercial y disminuyendo en las viviendas.

Para tener un panorama general de los recursos orgánicos que genera la isla y que necesitan de un sistema para dar tratamiento y disposición final. Los datos obtenidos en muestreo de generación de residuos sólidos por vivienda (Gráfico No. 1) se extrapolan al total de viviendas del área urbana de Isla Fuerte, que a lo largo de todo el estudio se ha asumido como de 263 viviendas. A continuación se presentan los resultados de generación total de residuos sólidos de la comunidad.

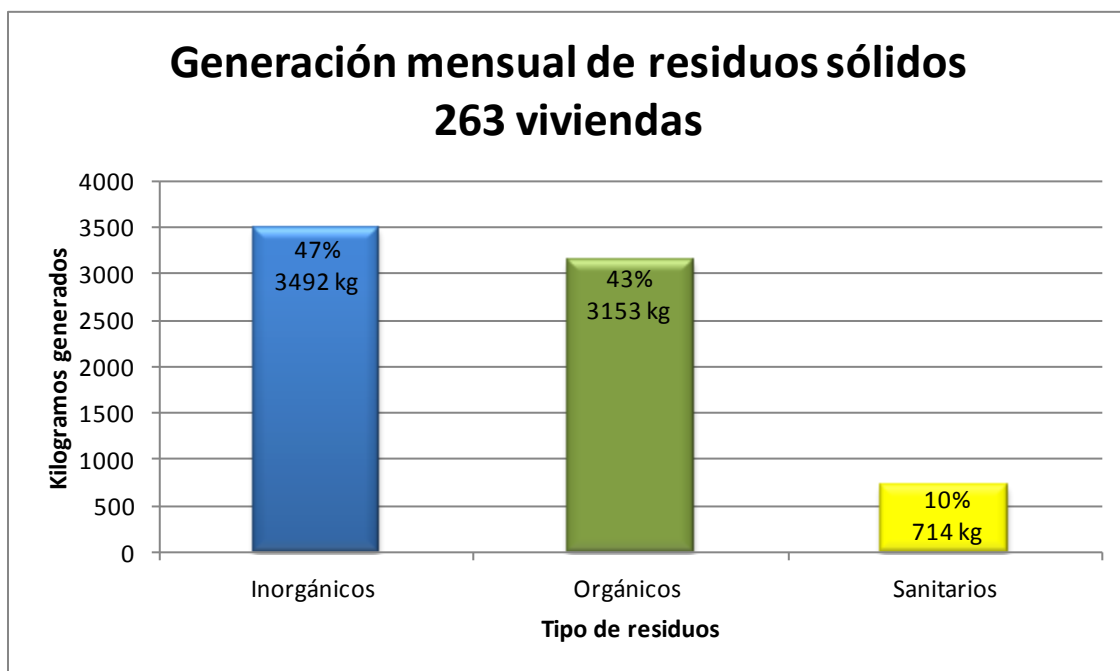


Gráfico 4. Generación mensual de residuos sólidos 263 viviendas

Fuente: Autor

La comunidad urbana con una población total calculada en 1600 habitantes genera alrededor de 3.5 toneladas de residuos orgánicos, a pesar de las medidas de disposición ya mencionadas a través de animales, estas 3.5 toneladas siguen siendo el foco de contaminación de la comunidad isleña, se aclara que los datos tomados en la caracterización excluyen los residuos que se destinan como alimento para los animales, es decir que las 3.5 toneladas de residuos orgánicos son la

generación neta. De igual manera tanto los marranos como los burros caminan a su libre albedrío en la zona urbana dejando sus excrementos por todo lado, siendo una fuente de contaminación.

A través del trabajo de campo se puede inferir que la comunidad dentro de su bajo nivel de educación, tiene conciencia de la importancia de tener mecanismos de cuidado ambiental. Yomaira Blanquizet, ama de casa e integrante del grupo aseo de la isla al ser informada del estudio de caracterización a realizar dijo “ya hacía falta que alguien tuviera la iniciativa para clasificar la basura”, no se asume ésta como la concepción general de la comunidad, pero se observa la necesidad de una metodología que permita dar disposición a los residuos generados, así inferir que la comunidad puede llegar a colaborar en un sistema definido y con beneficios específicos, dando solución a su necesidad.

5.6 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS RURALES (AGRÍCOLAS)

Se visitaron las fincas y se entrevistó a cada propietario. Con la tabla de producción agrícola, frecuencia de cosecha y utilización de los productos, de cada finca¹² como apoyo, se realizó la entrevista a los propietarios indagando principalmente acerca del tipo y cantidad de residuos que genera cada cosecha de cada uno de los productos que cultiva, por unidad de venta o consumo. No todos los propietarios o encargados de las fincas permanecen en el área rural todo el tiempo, por lo que fue necesario contar con la ayuda de un guía de la Isla para buscar a los propietarios en sus hogares en el pueblo.

Cada entrevista tuvo una duración promedio de 15 minutos, con los datos de producción agrícola recolectados previamente a la mano se inicio la entrevista verificando algunos datos como extensión de la finca, y productos que se cultivan con el fin de validar la información y que la finca efectivamente coincidiera con la información, posteriormente se pregunta acerca de la generación de residuos y finalmente se pregunta al entrevistado cual es la disposición final de estos residuos en la actualidad.



Imagen 12. . Entrevista a propietario de finca en Isla Fuerte

Fuente: Autor

En la isla existen dos principales actividades económicas, la pesca y la agricultura, de este modo son éstas, dos principales fuentes de oferta alimentaria para la comunidad y de exportación al continente. En Isla fuerte se producen 52 productos típicos de la región Caribe, para efectos de estudio estos productos se han estudiado en dos grupos distintos, el primero contiene los productos que se comercializan en unidades, y el segundo aquellos que se comercializan de unidades de peso; así mismo cada producto pertenece únicamente a uno de los dos grupos, de este modo cada grupo ha sido clasificado en 3 subgrupos de acuerdo con la participación de los productos en la oferta alimentaria total de la isla.

¹² LOPEZ GARCIA, Margarita. Estrategias participativas, uso comercial y de autoconsumo de oferta y demanda alimentaria en Isla Fuerte, Bolivar, Caribe Colombiano, 2011

En las siguientes tablas se muestran los subgrupos 1 de los dos grupos de productos agrícolas, la tabla completa de productos agrícolas agrupados de acuerdo con la cantidad de producto ofrecido se encuentra en el Anexo 4.

Tabla 1. Oferta Neta por grupos de productos agrícolas en Isla Fuerte al año, 2011.

Productos que se cultivan en la Isla	Fincas N=42	%	Oferta Bruta al año			Consumo al año			Venta interna al año			Venta Externa al año			Oferta Neta
			Unid	%	\bar{X} /Finca	Unid	%	\bar{X} /Finca	Unid	%	\bar{X} /Finca	Unid	%	\bar{X} /Finca	
Grupo 1															
Coco	40	95	309900	34,06	7748	39240	4,31	981	184980	20,33	4625	85680	9,42	2142	270660
Plátano	39	93	189850	20,86	4868	92325	10,15	2367	84025	9,23	2154	13500	1,48	346	97525
Mango	32	76	292260	32,12	9133	88620	9,74	2769	26130	2,87	817	177510	19,51	5547	203640
Naranja	29	69	25720	2,83	887	11872	1,30	409	13397	1,47	462	450	0,05	16	13847
Ciruela	22	52	10353	1,14	471	8093	0,89	368	1260	0,14	57	1000	0,11	45	2260
Mandarina	24	57	8205	0,90	342	4855	0,53	202	1950	0,21	81	1400	0,15	58	3350
Anón	21	50	3405	0,37	162	2970	0,33	141	410	0,05	20	25	0,00	1	435
Papaya	24	57	1978	0,22	82	1424	0,16	59	474	0,05	20	80	0,01	3	554
Guanábana	23	55	1834	0,20	80	1034	0,11	45	700	0,08	30	100	0,01	4	800
			843505	93		250433	27,52		313326	34,43		279745	30,74		593071

Productos que se cultivan en la Isla	Fincas N=42	%	Oferta Bruta al año			Consumo al año			Venta interna al año			Venta externa al año			Oferta Neta
			Libras	%	\bar{X} /Finca	Libras	%	\bar{X} /Finca	Libras	%	\bar{X} /Finca	Libras	%	\bar{X} /Finca	
Grupo 1															
Guayaba	35	83	3940	1,1	246	3114	0,9	175	796	0,2	63	30	0,0	15	826
Limón	30	71	7934	2,2	396,7	3814	1,1	130,5	1520	0,4	50,7	2600	0,7	866,7	4120
Ñame	28	67	236100	66,5	10265,2	100600	28,3	4167,9	42400	11,9	2089,3	93100	26,2	36400	135500
Maíz	23	55	47300	13,3	2057	10340	2,9	686	13300	3,7	815	23660	6,7	9700	36960
Yuca	23	55	31215	8,8	1419	14698	4,1	639	16517	4,7	718	0	0,0	0	16517
			326489	92		132566	37		74533	21		119390	34		193923

Tabla 10. Oferta neta por grupos de productos agrícolas en Isla Fuerte año

Fuente: LOPEZ, 2011

En el anterior listado se puede identificar que los productos representan el 93% y 92% respectivamente de la oferta alimentaria de la isla y se encuentran presentes en más del 50% de las fincas.

Se realizó un análisis del área sembrada por producto en el total de las fincas para identificar qué productos son más representativos en el área total sembrada y de igual manera para validar la relación entre área sembrada y porcentaje de oferta de alimentos.

El siguiente Diagrama de Pareto (Gráfico 5) muestra los datos obtenidos.

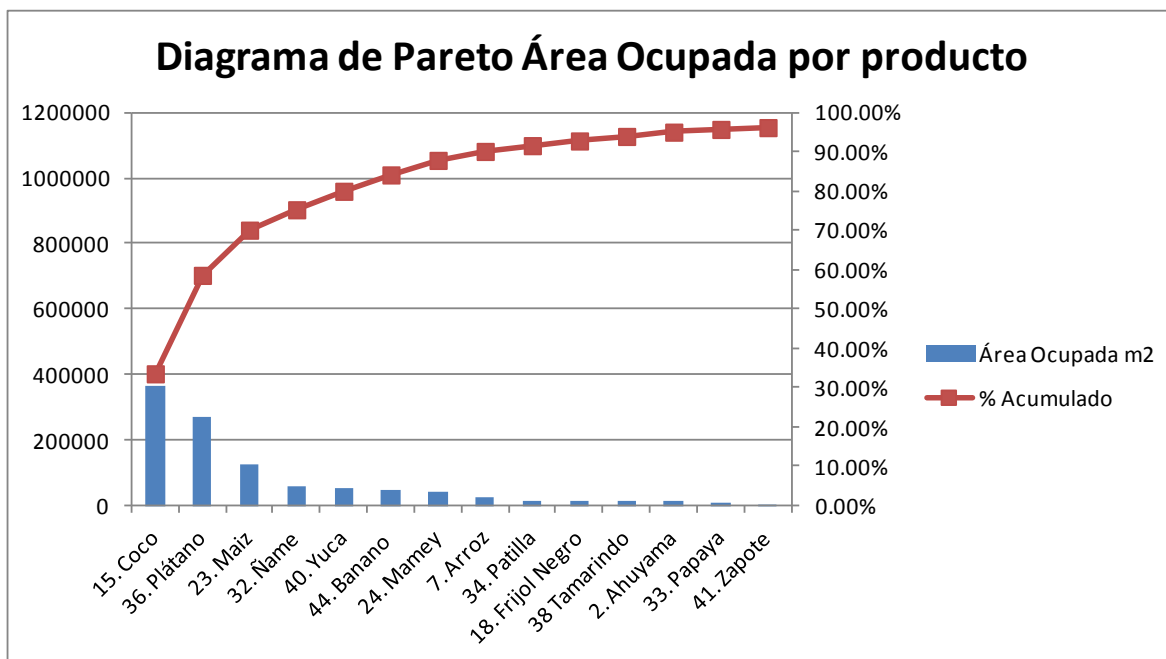


Gráfico 5. Diagrama de Pareto Área ocupada por producto cultivado

Basado en: Oferta neta por grupos de productos agrícolas Isla Fuerte (López, 2011)

Efectivamente el Coco, Plátano, Maíz, Ñame y la Yuca representan el 80% (90 Hectáreas) del área sembrada del total del área destinada para producción agrícola de la Isla (110 hectáreas) sembradas, de igual manera se puede identificar que estos 5 productos hacen parte de los Subgrupos No.1 en cuanto a oferta alimentaria. Si bien la entrevista a profundidad con los propietarios de las fincas no estuvo enfocada directamente en estos 5 productos, los resultados arrojaron información principalmente de estos.

Se debe aclarar que la mayoría de los productos frutales se producen a través de arboles, la cosecha se recoge y el árbol sigue igual hasta la siguiente cosecha, caso distinto de productos como el maíz, el ñame o la yuca los cuales no son producto de arboles sino que son un individuo único sembrado, y cada planta genera cierta cantidad de productos pero esta no tiene ningún beneficio productivo en cuanto a frutos después de la cosecha.

Durante el trabajo de campo se realizó un análisis de la cantidad y características de los residuos que generan los productos más representativos. Se realizaron mediciones del peso de los productos brutos, productos finales y de los residuos, como se puede ver en la Imagen 13. Para el caso del coco. Estos datos se comprobaron con bibliografía relacionada Aello (2003), Mazzeo (2010), Chedly (FAO), La siguiente tabla muestra el tipo y proporción de residuo que genera cada uno de los anteriores productos agrícolas por unidad de comercialización.

PRODUCTO	UNIDAD DE COMERCIALIZACIÓN	% PRODUCTO	% RESIDUO	TIPO DE RESIDUO
COCO	UNIDAD	52%	48%	Cascarón
MAIZ	LIBRA	50%	50%	Cascarón capacho. Mata seca. Rastrojo.
YUCA	LIBRA	75%	25%	Hojas, Tallos y Rabos
PLATANO	UNIDAD	10%	90%	Hojas. Vástagos. Cepa o Pseudotallo
ÑAME	LIBRA	42%	58%	Raices. Tallos. Recortes. Hojas.

Tabla 11. Calculo del peso de residuos agrícolas por unidad de producción

Fuente: Autor



Imagen 13. Coco seco completo y coco (producto final)

Fuente: Autor

Como se puede evidenciar en la Tabla No.11 la proporción de residuos que genera cada unidad de producto es muy importante como el caso del plátano que el 90 % se desperdicia, si bien del individuo vegetal cultivado solo se ha sacado provecho al porcentaje comestible, existe un porcentaje de material que siendo rico en nutrientes no tiene un destino final establecido.

Cada uno de los productos cultivados en la Isla tiene una frecuencia de cosecha, cada cosecha es el momento cuando se recoge el producto para su consumo o comercialización, así mismo como el momento cuando se generan los residuos agrícolas. Con base en el calendario de cosechas de los 5 productos Pareto, y de la cantidad de residuos que se genera en cada cosecha se puede calcular el material disponible mensual para ser usado como materia prima del proceso productivo de abono orgánico.

Productos	Mes												
	E	F	Mz	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Ñame					S						C	C	C
Maíz	C				S				S	C			
Yuca	C				S	S							C

Productos	Mes												
	E	F	Mz	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Coco	C	C	C	C	S	C	C	C	C	C	C	C	C
Plátano	C				S		C	C	C				C

- E y A** : Temporada alta en epoca seca
- F y Mz** : Epoca seca
- M, A, S, O y N** : Epoca lluviosa
- J, J y D** : Temporada alta en epoca lluviosa
- C** : Cosecha del cultivo
- S** : Siembra

Tabla 12. Calendario estacional de los productos estimados en libras y unidades en Isla Fuerte

Fuente: LOPEZ, 2011.

Del calendario estacional se puede inferir que los productos frutales tienen una frecuencia de cosecha constante, mientras que el ñame, maíz y la yuca requieren de un ciclo para dar cosecha, de esta manera tanto el plátano como el coco son los productos que están en constante producción de residuos orgánicos, así mismo son producidos en el 95% de las fincas agrícolas (Anexo 4) de la isla por lo que un proceso productivo de aprovechamiento es aplicable en la totalidad de las fincas. Los demás productos que representan entre el 7 y el 10 % (Anexo 4) de la oferta alimentaria no generan residuos agrícolas en sus cosechas, puesto que son productos frutales, en donde un 10% son productos que se pudren durante la cosecha y son la única fuente de residuo de dichas cosechas.

La siguiente es la información de la cantidad de residuos que resultan de cada cosecha por producto. Se calculó de acuerdo con la cantidad, tanto en libras como en unidades, que cada finca produce en una frecuencia de recolección y la Tabla No.2 donde se encuentra el porcentaje de producto y residuo por unidad de producto.

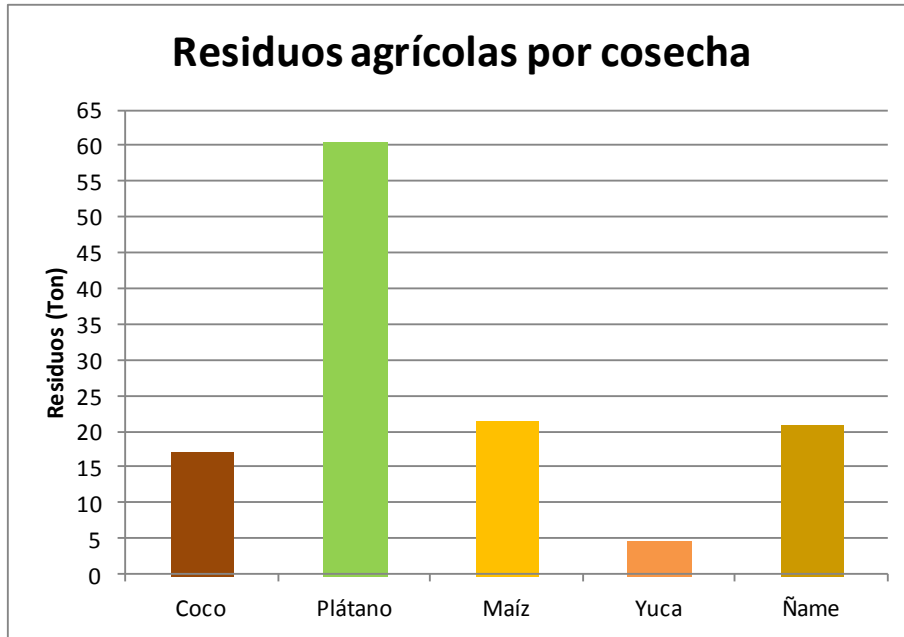


Gráfico 6. Residuos agrícolas por cosecha

Fuente: Autor

Cada cosecha recolectada en el total de las fincas arroja 17 toneladas de cascarones de coco, no es el ítem más representativo pero si se tiene en cuenta que es el producto que más frecuencia de recolección tiene durante el año, se convierte en un aspecto bastante relevante, para lo cual se analizaron los datos de acuerdo con la cantidad de cosechas en el año, generando la información de promedio de desechos mensuales en el siguiente gráfico.

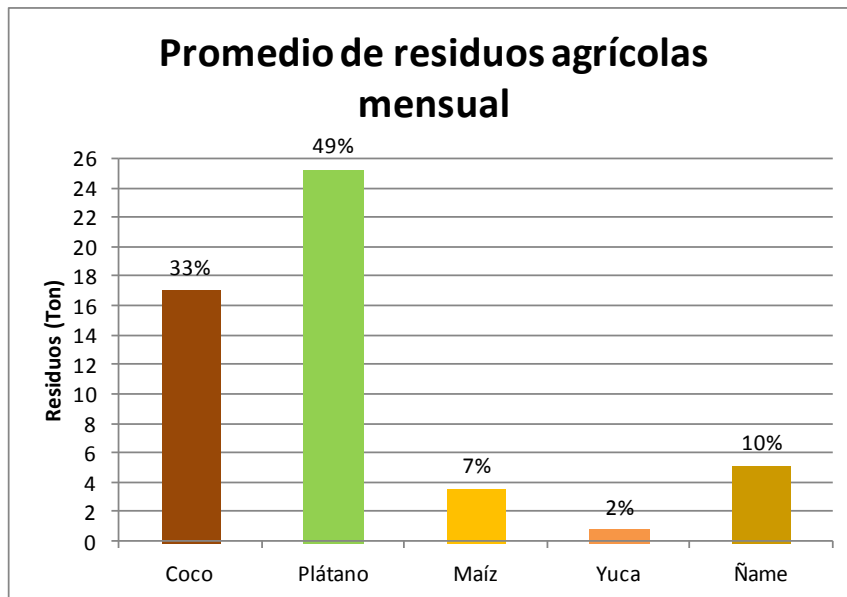


Gráfico 7. Promedio de residuos agrícolas mensual

Fuente: Autor

De esta manera se puede inferir que en cada una de las 42 fincas de producción agrícola se generan mensualmente un promedio de 1.2 toneladas de residuos orgánicos producto de la actividad agrícola. Estos residuos deben tener un fin determinado, el cual cada finquero determinará. Los procedimientos de disposición de estos residuos se indagaron en la entrevista con cada uno de los propietarios de las fincas.

La siguiente tabla indica la cantidad y proporción de fincas que emplean las distintas actividades de disposición final, para cada uno de los productos.

	Quema	%	Descomposición	%	Animales	%	Relleno	%	Leña	%
Coco	25	61%	12	29%	0	0%	1	2%	3	7%
Platano	2	7%	21	75%	4	14%	1	4%	0	0%
Maiz	0	0%	7	64%	4	36%	0	0%	0	0%
Yuca	0	0%	10	91%	1	9%	0	0%	0	0%
Frutas	0	0%	2	100%	0	0%	0	0%	0	0%
Ñame	0	0%	7	100%	0	0%	0	0%	0	0%

Tabla 13. Procedimientos de disposición final de residuos agrícolas en la actualidad

Fuente: Autor

En la tabla anterior se mencionan 5 procedimientos que los propietarios de las fincas mencionaron durante la entrevista. La quema hace referencia a acumular todos los residuos de una cosecha en particular y generar una hoguera con el fin único de desaparecer los residuos. Descomposición significa que los residuos se dejan en el mismo lugar donde se recogió la cosecha, para el caso de los cocos y los plátanos se mencionaron dos procedimientos, el primero consiste en agrupar los residuos en una pila y dejarlos en ese lugar hasta que se descompongan, y el segundo en agrupar los residuos en pequeños grupos y apilarlos alrededor de las palmas y árboles frutales. En una menor proporción se menciona disponer los residuos como alimento para los burros, propiedad de cada finquero. Una finca en particular posee un espacio donde explota piedra para construcción y dispone de los residuos agrícolas, específicamente de los cultivos de coco y plátano para rellenar los huecos producto de la explotación. Finalmente se emplean los cascarones secos de los cocos como leña para cocinar.

Existe una cultura de abonar la tierra con productos naturales y de emplear los residuos agrícolas para abonar la tierra a través de la descomposición natural en el suelo, sin embargo estos residuos no ayudan a la nutrición del suelo, sino que por el contrario impactan negativamente el medioambiente. Según el PhD en Química y docente de la Universidad Nacional en Manizales Carlos Ariel Cardona Alzate: “Al generar el crecimiento de diversos microorganismos en zonas donde no deberían crecer, se pueden afectar otros cultivos, obstruir cañadas, acumular agua y formar hongos en lugares inadecuados”¹³.

¹³ BETANCURT JARAMILLO, Ángela María. Residuos del plátano, renta para productores, UN periódico, Universidad Nacional de Colombia, Febrero 12 de 2011 (consultado el 26/09/2012 a las 16:00)

Así mismo lo menciona la FAO “La contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más importantes en casi todos los países desarrollados y, cada vez más, en muchos países en desarrollo.”¹⁴

Así pues se dispone de material orgánico que requiere un proceso productivo que permita la descomposición natural de los residuos generados por las fincas agrícolas y que a su vez sirva como abono orgánico libre de químicos que contaminen el suelo y toda la cadena de los ecosistemas asociados.

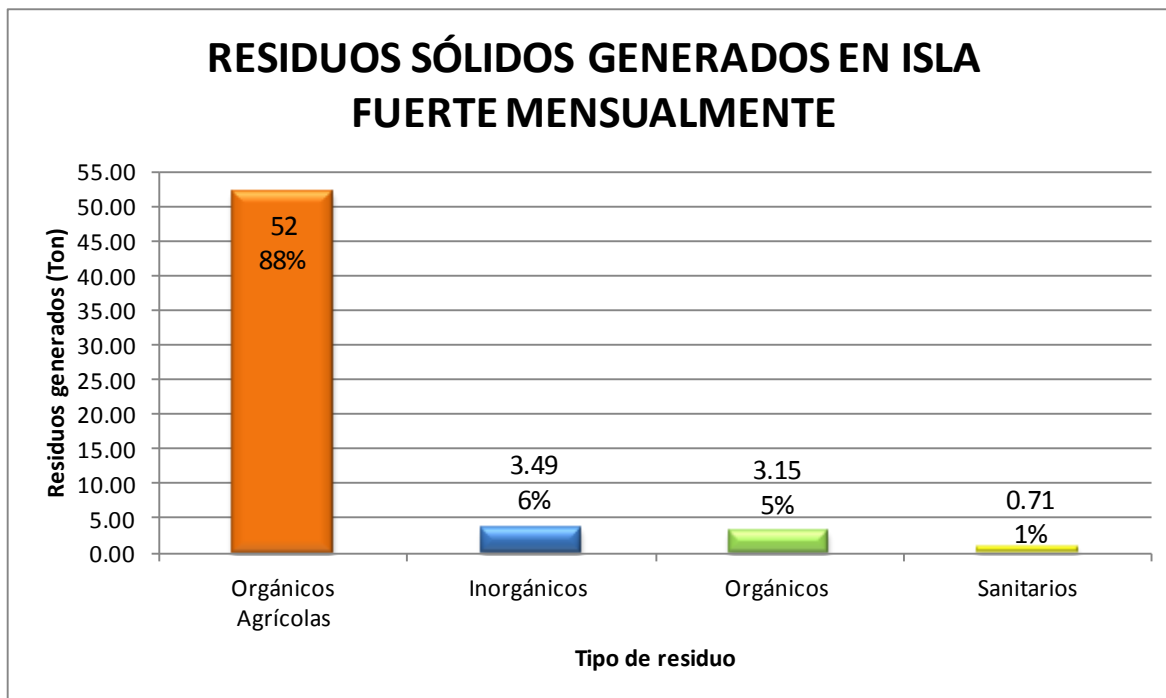


Gráfico 8. Residuos sólidos generados en Isla Fuerte mensualmente

Fuente: Autor

Realizando un análisis el panorama general de generación de residuos sólidos, tanto la zona rural como la urbana han expresado, de acuerdo con los sucesos ya analizados, la necesidad de un sistema de disposición de residuos orgánicos. Como se observa en el Gráfico 8. La proporción de generación de residuos sólidos Orgánicos Agrícolas representa el 88% del total de residuos generados, esto sugiere dedicar los esfuerzos en dar tratamiento a las 52 toneladas que en la actualidad carecen de un proceso de disposición adecuado y que contribuya con la conservación del suelo, aire, agua y en general la biodiversidad asociada a este medio ambiente.

¹⁴ FAO, Departamento Económico y social, Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030, 2002 (Consultado el 27/09/2012 a las 13:00)

6 PROPUESTA DE PROCESO PRODUCTIVO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE COMPOSTAJE

De acuerdo con la información recolectada en la caracterización, relacionada con los tipos, calidad y cantidad de residuos orgánicos generados en Isla Fuerte se encontró la necesidad de diseñar un sistema que permita definir la disposición final de los residuos orgánicos generados. Como bien se menciona anteriormente la proporción de residuos orgánicos generados en el sector agrícola (88%) es muy superior a los generados en el área urbana (5%). Así pues se diseñó un sistema productivo de aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas a través de la transformación natural de los residuos en abono orgánico (Compost) con el fin de su reutilización en las mismas fincas de producción agrícola.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

“El compostaje es un método de tratamiento de los residuos sólidos urbanos, agrícolas e industriales, basado en la degradación bioquímica de la fracción orgánica biodegradable de los mismos, que permite convertirla en una sustancia similar al humus, de características totalmente estables y totalmente inofensivo desde el punto de vista higiénico y sanitario”.¹⁵

La degradación de la materia orgánica (compostaje) generalmente se lleva a cabo a través de un proceso de fermentación aerobia, es decir que requiere la presencia de aire y se desarrolla gracias a la acción natural de las bacterias, hongos y actinomicetos que se encuentran presentes en el ambiente. El proceso consta de dos fases mesófilas (15º- 45ºC) y una termofílica (45º-70º C), por acción de la temperatura de esta última fase y en general del proceso de fermentación la materia orgánica se transforma en un producto estable, libre de gérmenes patógenos, malas hierbas, parásitos, así mismo se destruyen larvas, esporas, huevos, y crisálidas, y se esterilizan todas las semillas que puedan estar presentes en el material de residuo orgánico agrícola.

El proceso de descomposición, libera energía y esta es capturada y usada para la síntesis de nueva materia celular. Cuando los microorganismos mueren y son consumidos por otros microorganismos hay una nueva transformación de dióxido de carbono, agua y nueva materia celular. Este proceso se repite consecutivamente hasta que los compuestos más fácilmente degradables van oxidándose y remplazándose por materiales húmicos cada vez menos degradables.

La importancia del compost generado a partir de residuos orgánicos en la producción agrícola no es precisamente el contenido de nutrientes minerales que de hecho es bajo. “Un compost típico, en efecto, contiene aproximadamente un 0.65 de nitrógeno, 0,3% de fósforo (en P₂O₅) y 0,25% de potasio (en K₂O) sobre materia húmeda (50% de humedad).”¹⁶

De este modo el Compost no es un fertilizante, pero es apreciado en las tierras de producción agrícola gracias a su rico contenido orgánico activo (28%) y su concentración de oligoelementos

¹⁵ LÓPEZ MACÍAS, Piedad. Compostaje de residuos orgánicos.1 ed. Colombia.: Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, 2002. P.7

¹⁶ *Ibíd.*, P 8

“cobalto, cobre, manganeso, zinc, boro, molibdeno, cuya influencia en el desarrollo de los cultivos se pone cada vez más de manifiesto, ya que son componentes indispensables de la mayoría de las enzimas”.¹⁷

El suelo es un recurso no renovable, esto quiere decir que a medida que se explota va perdiendo sus características y propiedades “con el abuso en el empleo de insumos de síntesis química, las tierras se han puesto más duras y difíciles de arar. Por otra parte, la aplicación excesiva de fertilizantes ha producido desequilibrios en los sistemas biológicos naturales del suelo”¹⁸.

De esta manera los abonos de origen químico proporcionan al suelo de cultivo la fertilidad química y el compost la estructura biológica y física necesaria para el desarrollo y la germinación de las plantas así como los componentes requeridos por las enzimas de dichos individuos vegetales.

Con el fin de desarrollar un proceso con medidas y características estándar se tomo como unidad de producción 1 tonelada de residuos orgánicos. Así pues el proceso se puede replicar en cada una de las fincas extrapolando las características del proceso de acuerdo con el volumen de residuos generados. El proceso de producción de Compost a partir del aprovechamiento de 1 tonelada de material orgánico agrícola generado en una finca de Isla Fuerte, Caribe Colombiano se describe a continuación.

Se debe destinar un área de 9 m² para la producción del compost, teniendo en cuenta que el proceso dura no menos de 12 semanas y las pilas de material orgánico tienen un tamaño máximo definido (1,2 m), esta debe ser dentro de la finca pero no dentro de los cultivos, hay que tener en cuenta que cada bulto de compost seco pesa aproximadamente 37 kg.¹⁹, y se deben manipular en la fase de transporte y almacenamiento al final del proceso.

Se debe realizar una limpieza del lugar, es decir eliminar todo tipo material vegetal, pastos y plantas y dejar solo tierra, la superficie debe ser en lo posible levemente inclinada (entre 3° y 9°) a lo largo para facilitar el drenaje de lixiviados y evitar encharcamientos. En caso de disponer de recursos materiales y económicos para elaborar una compostera, éste debe cumplir con los siguientes requisitos: Sistema de ventilación para permitir la oxigenación del material orgánico en descomposición, es decir que el recipiente no debe ser 100% cerrado, sistema de cierre lateral para controlar las condiciones de temperatura y una tapa superior para evitar la sobrecarga de agua y controlar la humedad, facilidad de apertura del compartimiento y manejo del material depositado, ya que se deben realizar trabajos sobre éste periódicamente durante la consecución del proceso, no debe tener base de material, los residuos orgánicos deben estar sobre la tierra, ya que del suelo provienen gran parte de microorganismos necesarios para la descomposición. Para el caso de residuos agrícolas se recomienda realizar una pila trapezoidal dado la variabilidad de volumen y cantidad de residuos. Para el caso de una pila trapezoidal se deben elaborar drenajes alrededor del espacio limpio; es decir, demarcar un área rectangular con zanjas de 15cm de profundidad por 20 cm de ancho (ver Imagen 14.) para facilitar el drenaje.

¹⁷ *Ibíd.*, P 8

¹⁸ MARTINEZ S., Maria Mercedes, Importancia de la materia orgánica en la agricultura. Colombia.: Federación internacional de universidades católicas, 2009. P.4

¹⁹ MEJÍA F., Luis A. PALENCIA C., Gildardo E. Abono orgánico manejo y uso en el cultivo del cacao. 1 ed. Colombia.: Corpoica, 2003. P.6



Imagen 14. Área rectangular con zanjas para drenaje

Fuente: <http://elsexagenario.blogspot.com/2011/07/los-primeros-frutos.html> (Oct. 4 de 2012)

Una vez recogido el producto de la cosecha y se haya llevado a cabo el proceso de limpieza del producto final, todos los residuos de la cosecha se deben recoger y transportar al área de compostaje definida en la finca.

En un área de 4 m² Los materiales deben ser preparados antes de ser parte del Montón. Los componentes residuales voluminosos deben ser triturados en trozos de aproximadamente 2 cm de diámetro²⁰ esto con el fin de lograr una descomposición más acelerada. Para el caso de los cascarones de coco, se recomienda separar las fibras internas y dejar el cascaron sin las fibras como parte del Montón. Para el caso de las matas de maíz, yuca y ñame se recomienda desprender del tallo la mayor cantidad de ramificaciones posibles de tal manera que el tallo este más expuesto dentro del Montón.

Una vez realizada esta labor, se coloca la primera capa de material orgánico aproximadamente de 20 cm de espesor sobre el terreno rectangular de 4,5 m² de tierra negra previamente adecuado. Ésta capa se humedece con aspersión de agua en forma de lluvia, se requiere de agua lluvia o agua 100% dulce. Para el total del montón se requiere un total de 42 lit. Para humedecer, encima de ésta se coloca la siguiente capa y se humedece de la misma manera. Éste procedimiento se repite tantas veces sea necesario para obtener una pila o montón en forma de trapecio de las siguientes dimensiones aproximadas: ancho en la base 1,2 metros, ancho en la parte superior 0,8 metros, una altura de 1 metro, y largo de 1 metro.

Posteriormente se debe cubrir el montón para proteger la materia orgánica de la lluvia, vientos y animales carroñeros, controlar de manera adecuada la temperatura, la aireación, los olores y evitar la pérdida de nutrientes. Este procedimiento de recubrimiento se debe llevar a cabo inicialmente con una buena cantidad de hojas de plátano, Sin embargo por tratarse las hojas de material orgánico éstas iniciaran proceso de descomposición junto con el montón y su permeabilidad se verá afectada; por lo que se debe recubrir el montón con un plástico negro Calibre 5.

Una vez establecido el montón este debe ser volteado o mezclado cada 10 – 15 días con el propósito de no dejar subir mucho la temperatura del montón y afectar los nutrientes del abono

²⁰ COGGER, Craig G., SULLIVAN, Dan M., KROPF, James A., Cómo hacer y usar el compost, The Oregon – Washington Master Gardener Handbook, Oregon State University, 2001, p. 4

que se va a obtener. Mejía²¹ recomienda en su documento realizar el proceso de volteo cada 15 días, siendo este un periodo óptimo para la consecución de la fermentación de la materia orgánica. De igual manera se debe controlar los factores Temperatura y Humedad, el primero se puede medir empleando un machete o un trozo de hierro, éste se introduce en el montón durante 5 minutos y con la palma de la mano se verifica la temperatura, esta debe ser muy caliente (no se puede dejar los dedos sobre el metal). Para calcular la humedad se lleva a cabo la prueba de puño, se debe agarrar una cantidad del sustrato que alcanza con el puño de una mano y posteriormente se le aplica fuerza. Si escurren no más de 2 gotas, el montón es óptimo en cuanto a humedad, si no escurren gotas el montón se encuentra muy seco. Al abrir el puño, si el material se queda pegado en forma de un "albóndiga" se encuentra demasiado seco, cuando se abre el puño, el material se desmorona el montón está demasiado mojado. Si el material se encuentra seco se debe aplicar 42 litros de agua nuevamente a medida que se revuelve el montón, si por el contrario se encuentra muy mojado, se debe revolver y aplicar material seco, como hojarasca, hojas secas y residuos vegetales secos.

Al cabo de tres meses o un poco más dependiendo del tamaño del montón y de los residuos depositados, el proceso de descomposición ha terminado, para determinar que el compost se encuentra en su punto óptimo, se observará que el tamaño del montón habrá disminuido casi el 50% del tamaño inicial. Durante la fermentación y proceso de descomposición natural, se pierden entre el 10% y 15 % del material debido a evaporación, generación e líquidos lixiviados, entre otros. Luego de este material resultante se pierden entre el 10% y 15 % de material nuevamente en el proceso de refinado del compost (López. 2002). Se puede calcular que de cada tonelada de residuos orgánicos se obtiene un tercio de tonelada de Compost.

Un compost óptimo "tiene un aspecto homogéneo, un color oscuro, una estructura fina y granulosa y un olor agradable similar al mantillo de bosque"²². Lo expresa Mejía²³ en su texto, el compost elaborado en la finca es menos contaminado y en relación con su beneficio y el costo de fabricación es mucho más económico que la amplia gama de abonos que circulan en el comercio. Más aún en la Isla donde el precio de los abonos incluye un valor extra por concepto de fletes marítimos.

Una vez el compost se encuentra en su estructura óptima, éste se puede empacar en costales (sacos) y almacenar hasta por dos meses o simplemente aplicarlo directamente sobre los cultivos, de este proceso se obtendrá un total de 9 costales cada uno de 37 kg peso.

Para aplicar el compost sobre los cultivos se debe proceder de la siguiente manera, ya que el compost tiene una carga muy alta de nutrientes "si usted aplica un Kg de compost le está aportando a la planta 19 gramos de Nitrógeno, 0.8 de fósforo, 5.7 de potasio, 6.0 de calcio, 1.4 de magnesio, y elementos menores entre los cuales merece especial atención el aporte de manganeso 0.038 gramos y 0.02 de zinc"²⁴.

La aplicación de abonos orgánicos se debe realizar previamente al proceso de siembra, con el fin de evitar toxicidad o problemas de inocuidad. Por la razón de la carga nutricional alta de su contenido de 2.2g de azufre por kilogramo, no se debe aplicar compost a una distancia menor de 3

²¹ MEJÍA, PALENCIA. Op. Cit., p. 8

²² MEJÍA, PALENCIA. Op. Cit., p. 7

²³ *Ibíd.*, p. 7

²⁴ *Ibíd.*, p. 8

metros. Evitar en lo posible aplicar compost sobre la tierra en días lluviosos evitando que este pierda su consistencia y por lo tanto sus propiedades físico – químicas.

En los semilleros se puede mezclar tierra y el compost en una relación 60% - 90% de tierra y 10% - 40% de compost dependiendo de la plántula.

Aplicación directa en el hoyo de siembra. Aplique el compost en la base hoyo luego cubra con un poco de tierra de tal manera que las raíces de la planta no tengan contacto directo con el compost, como se muestra en la imagen 15., evitando así que se quemen las raíces y la planta no tenga un crecimiento óptimo. Esto aplica para los cultivos no frutales, es decir aquellos que requieren de adecuación del terreno y siembra de nuevos individuos vegetales cada cosecha como el caso del ñame, yuca, hortalizas, entre otros. Ver dosis sugeridas en Anexo

Para abonar plantas o árboles frutales ya constituidos se emplea el método de corona, en el cual se determina un radio de acuerdo con la cobertura del individuo y se ubica el compost. “En frutales adultos puede aplicarse según la edad y la forma del sistema radicular de dos a cinco kilos por árbol anualmente”²⁵

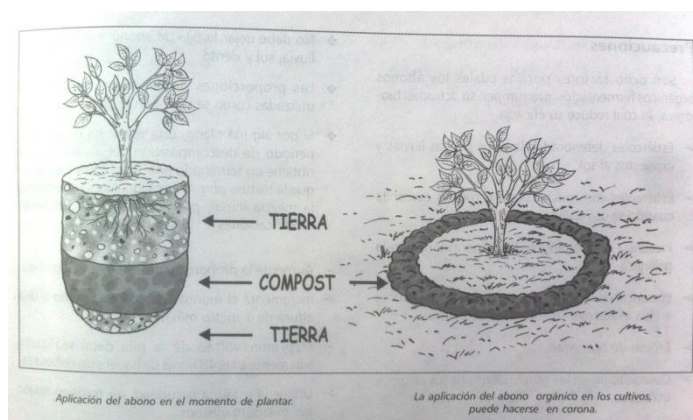


Imagen 15. Aplicación de compost en la agricultura

Fuente: Bongcam (2003) P. 19

²⁵ BONGCAM V. Elkin, Guía para compostaje y manejo de suelos. Bogotá. Colombia.: Convenio Andrés Bello, 2003. P.18

6.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS

El proceso productivo descrito anteriormente consta de subprocesos y estos de procedimientos que serán descritos en la siguiente caracterización. Cabe resaltar que este proceso no se rige bajo ninguna normatividad ya que es un proceso de iniciativa voluntaria. De esta manera se busca establecer la documentación y a estandarización para lograr un producto final de buena calidad y útil para los propósitos de los usuarios en la producción agrícola. Si bien el tipo de compostaje que se ha descrito es uno de los más exigentes en términos de dedicación y mano de obra, todo el proceso lo puede llevar a cabo un solo operario, por lo que los recursos con lo que dispone una finca productora pueden ser aprovechados y optimizados para llevar a cabo el compostaje sin sobrecarga de trabajo ni inversión adicional.

Los subprocesos que se describen a continuación son los siguientes.

- COMP.01: Establecimiento del área de compostaje.
- COMP.02: Preparación del material.
- COMP.03: Establecimiento del Montón.
- COMP.04: Control de la transformación de la materia.
- COMP.05: Disposición del producto final.


Nombre del proceso		Código:	COMP.01
Establecimiento del área de compostaje		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	1 de 1
Objetivo del proceso			
Escoger y adecuar el espacio destinado para el compostaje			
Proveedores	Subprocesos / Actividades	Clientes	
Finca	COMP.01.01 Limpieza del área para compostaje COMP.01.02 Adecuación sistema de drenaje	COMP.03	
Materiales / Insumos		Producto	
Área de 9 m ² Pala, Pica, Rastrillo Azadón		Área 5 m ² inclinado con drenaje Área 4 m ² limpio	
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.01.01	 <pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A1[1. Retirar todo el material vegetal del área rectangular 9 m²] A1 --> A2[2. Establecer inclinación entre 3° y 9° aproximadamente del área de 5 m²] A2 --> A3[3. Elaborar zanjas de 15cm de profundidad x 20cm de ancho alrededor del área inclinada] A3 --> FIN([FIN]) </pre>	Operario finca 1	
COMP.01.02		Operario finca 1	
Actividad	Indicador	Valor requerido	
COMP.01.01	Largo del área (%) = $\frac{\text{largo(m)}}{\text{ancho(m)} + \text{largo(m)}} * 100$	73% - 78%	
COMP.01.01	Ancho del área (%) = $\frac{\text{ancho(m)}}{\text{ancho(m)} + \text{largo(m)}} * 100$	22% - 27%	

Gráfico 9. Ficha Proceso COMP.01 Establecimiento del área de compostaje

Fuente: Autor

Nombre del proceso		Código:	COMP.02
Preparación del material		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	1 de 1
Objetivo del proceso			
Obtener material orgánico en optimas condiciones			
Proveedores	Subprocesos / Actividades	Clientes	
Finca	COMP.02.01 Recolección de residuos de cosechas COMP.02.02 Trasladar al área de compostaje COMP.02.03 Preparación del material	COMP.03	
Materiales / Insumos		Producto	
Residuos agrícolas de las cosechas. Machete, Pala y Carreta		Trozos de material orgánico en tamaño óptimo	
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.02.01	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[1. Recoger los residuos de las cosechas recolectadas] A --> B[2. Trasladar al área de compostaje] B --> C[3. Partir materiales voluminosos en pequeñas partes] C --> D[4. Separar fibras de cascarones] D --> FIN([FIN]) </pre>	Operario finca 1	
COMP.02.02		Operario finca 1	
COMP.02.03		Operario finca 1	
Actividad	Indicador	Valor requerido	

Gráfico 10. Ficha Proceso COMP.02 Preparación del material

Fuente: Autor

Nombre del proceso		Código:	COMP.03
Establecimiento del Montón		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	2 de 2
Objetivo del proceso			
Porporcionar las condiciones adecuadas para que se desarrolle el proceso de descomposición			
Proveedores	Subprocesos / Actividades	Cientes	
COMP.01 COMP.02 Finca	COMP.03.01 Colocar primera capa de residuos COMP.03.02 Humedecer primera capa de residuos COMP.03.03 Colocar siguientes capas COMP.03.04 Humedecer cada capa como la primera COMP.03.05 Cubrir el monton con Hojas de platano COMP.03.06 Cubrir el monton con plástico	COMP.04	
Materiales / Insumos			Producto
Área 5 m ² inclinado con drenaje. Área 4 m ² limpio Trozos de material orgánico en tamaño óptimo. Pala. Hojas de platano, Plástico Negro calibre No.5, 42 lt de agua dulce		Montón de 1000 kg de residuos orgánicos agrícolas, cubierto	
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.03.01	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A1[1. Colocar primera capa de residuos (20cm) sobre el área inclinada] </pre>	Operario finca 1	
COMP.03.02	<pre> graph TD A1 --> A2[2. Humedecer primera capa con 8 lt de agua] </pre>	Operario finca 1	
COMP.03.03	<pre> graph TD A2 --> A3[3. Colocar siguientes capas, una sobre la otra] </pre>	Operario finca 1	

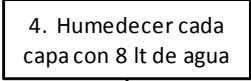
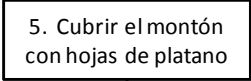
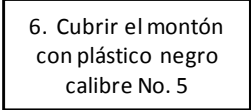

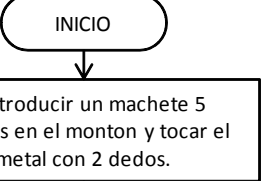
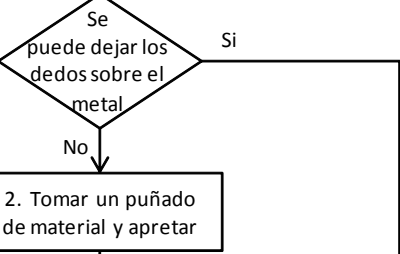
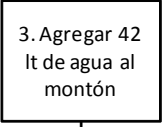
Nombre del proceso		Código:	COMP.03
Establecimiento del Montón		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	2 de 2
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.03.04	 <pre> graph TD Start(()) --> Step4[4. Humedecer cada capa con 8 lt de agua] Step4 --> Step5[5. Cubrir el montón con hojas de platano] Step5 --> Step6[6. Cubrir el montón con plástico negro calibre No. 5] Step6 --> End([FIN]) </pre>	Operario finca 1	
COMP.03.05		Operario finca 1	
COMP.03.06	 	Operario finca 1	
Actividad	Indicador	Valor requerido	

Gráfico 11. Ficha Proceso COMP.03 Establecimiento del montón

Fuente: Autor

Nombre del proceso		Código:	COMP.04
Control de la transformación de la materia		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	1 de 2
Objetivo del proceso			
Asegurar las condiciones apropiadas para el desarrollo de la descomposición natural			
Proveedores	Subprocesos / Actividades		Clientes
COMP.03 Finca	COMP.04.01 Medición de la temperatura del montón COMP.04.02 Medición de la humedad del montón COMP.04.03 Aplicar agua al montón COMP.04.04 Agregar material seco al montón COMP.04.05 Volteo del montón COMP.04.06 Cubrir el montón con hojas de platano COMP.04.07 Cubrir el montón con Plástico Negro calibre 5		COMP.05
Materiales / Insumos		Producto	
Montón de 1000 kg de residuos orgánicos agrícolas, cubierto. Pala, Machete, 42lt agua dulce y material orgánico seco		Montón de 333 kg de compóst	
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.04.01	 <pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> S1[1. Introducir un machete 5 minutos en el monton y tocar el metal con 2 dedos.] </pre>	Operario finca 1	
COMP.04.02	 <pre> graph TD D1{Se puede dejar los dedos sobre el metal} S2[2. Tomar un puñado de material y apretar] D2{escurren dós gotas} S3[3. Agregar 42 lt de agua al montón] D1 -- Si --> S2 D1 -- No --> S3 D2 -- No. Más de 2 --> S2 D2 -- Si --> S3 D2 -- No. Menos de 2 --> S3 </pre>	Operario finca 1	
COMP.04.03	 <pre> graph TD S3[3. Agregar 42 lt de agua al montón] </pre>	Operario finca 1	

Nombre del proceso		Código:	COMP.04
Control de la transformación de la materia		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	2 de 2
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.04.04	<pre> graph TD Start(()) --> Step4[4. Agregar material seco voluminoso al montón] Step4 --> Step5[5. Mezclar el montón con una pala] Step5 --> Step6[6. Cubrir el montón con hojas de platano] Step6 --> Step7[7. Cubrir el monton con plástico negro calibre No. 5] Step7 --> End([FIN]) </pre>	Operario finca 1	
COMP.04.05		Operario finca 1	
COMP.04.06		Operario finca 1	
COMP.04.07		Operario finca 1	
Actividad	Indicador	Valor requerido	

Gráfico 12. Ficha Proceso COMP.04 Control de la transformación de la materia

Fuente: Autor

Nombre del proceso		Código:	COMP.05
Disposición del producto final		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	1 de 2
Objetivo del proceso			
Verificar calidad y preparar el producto final para su almacenamiento y distribución			
Proveedores	Subprocesos / Actividades	Clientes	
COMP.04 Finca	COMP.05.01 Verificación de temperatura COMP.05.02 Verificación de contextura COMP.05.03 Verificación de olor COMP.05.04 Empaque del producto final COMP.05.05 Transporte de bultos de producto final COMP.05.06 Almacenamiento de bultos de producto final	Fincas productoras agrícolas	
Materiales / Insumos		Producto	
9 bultos de 3 kg de capacidad, machete, pala, carreta.		9 bultos de 37 kg de Compost	
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.05.01	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> T1[1. Introducir un machete 5 minutos en el monton y tocar el metal con 2 dedos.] T1 --> D1{Se puede dejar los dedos sobre el metal} D1 -- No --> C402[COMP.04.02] D1 -- Si --> T2[2. Tomar un puñado de material y apretar] </pre>	Operario finca 1	
COMP.05.02	<pre> graph TD T2[2. Tomar un puñado de material y apretar] --> D2{Se puede sentir contextura francoarenosa} D2 -- No --> C402[COMP.04.02] D2 -- Si --> Next[] </pre>	Operario finca 1	

Nombre del proceso		Código:	COMP.05
Disposición del producto final		Fecha:	Oct 05 de 2012
		Versión:	1
		Página:	2 de 2
Actividad	Flujograma	Responsable	
COMP.05.03	<pre> graph TD A[3. Tomar un puñado de material y oler] --> B{Se puede sentir olor normal a tierra} B -- No --> C[COMP.04.05] B -- Si --> D[4. Empacar el Compost en bultos] </pre>	Operario finca 1	
COMP.05.04	<pre> graph TD A[4. Empacar el Compost en bultos] --> B[5. Transportar bultos de compost a zona de almacenamiento] </pre>	Operario finca 1	
COMP.05.05	<pre> graph TD A[5. Transportar bultos de compost a zona de almacenamiento] --> B[6. Almacenar los bultos hasta su aplicación o distribución] </pre>	Operario finca 1	
COMP.05.06	<pre> graph TD A[6. Almacenar los bultos hasta su aplicación o distribución] --> B([FIN]) </pre>	Operario finca 1	
Actividad	Indicador	Valor requerido	
COMP.05.04	Cantidad de bultos empacados	> 8	

Gráfico 13. Ficha Proceso COMP.05 Disposición del producto final

Fuente: Autor

6.3 DIAGRAMA DE BLOQUES

Diagrama de Bloques de proceso de elaboración de 9 costales de 37 kg de Compost a partir de una Tonelada de Residuos.

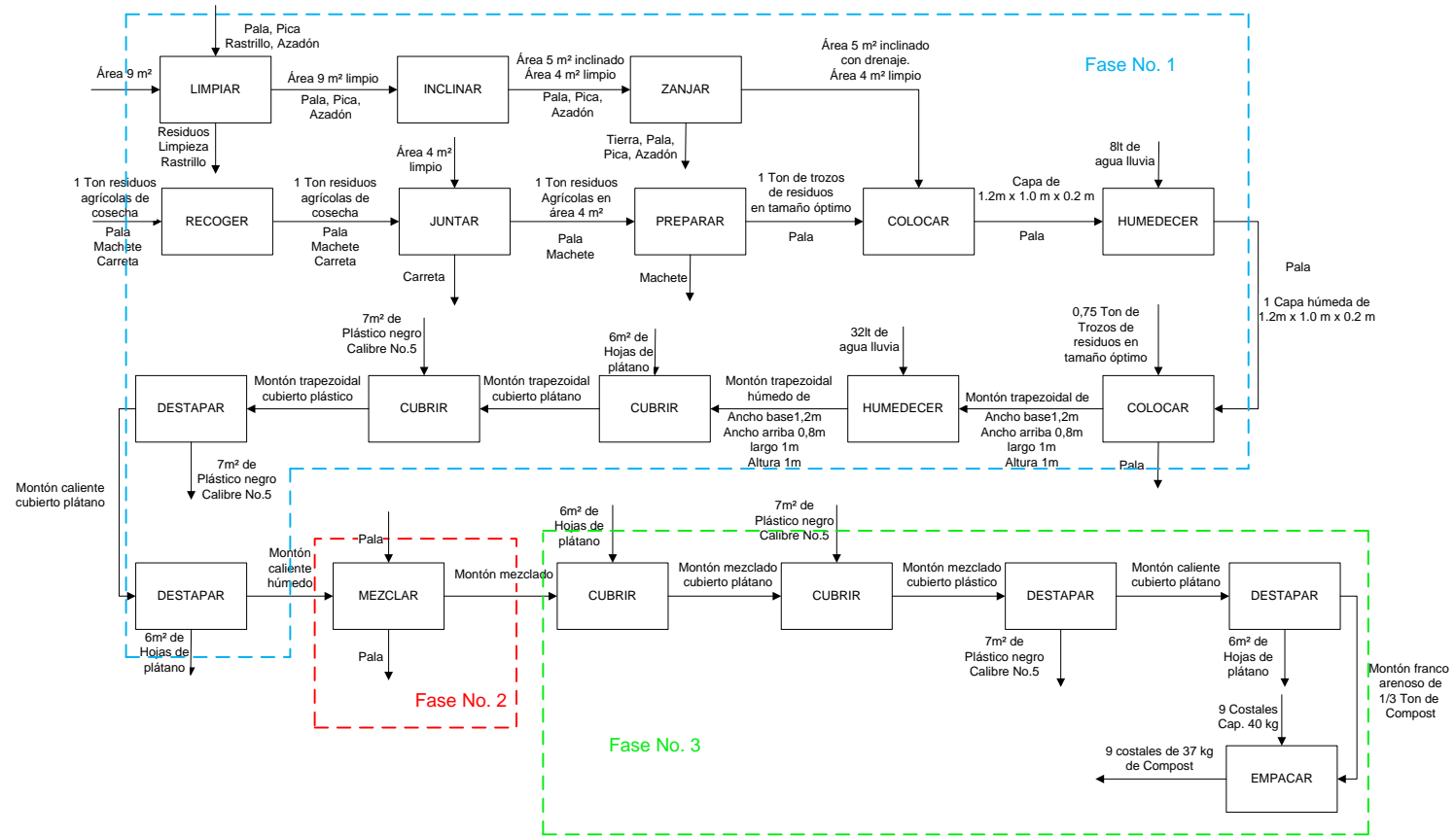


Gráfico 14. Diagrama de Bloques proceso de elaboración de 9 costales de 37 kg de Compost a partir de una Tonelada de Residuos.

Fuente: Autor

6.4 ANÁLISIS DIAGRAMA DE BLOQUES

En el diagrama de de bloques del proceso descrito se muestran únicamente los procesos de operación, de esta manera se evidencia la entrada y salida de material y la transformación de la materia a medida que avanza el proceso productivo. Se resaltan tres fases, donde la Fase No.1 corresponde a los procesos de preparación y alistamiento, Los tres primeros procesos de la fase de adecuación del terreno no deben llevarse a cabo al mismo tiempo que se desarrollan los procesos de recolección de material orgánico (segundo renglón del diagrama), se sugiere realizar el alistamiento del terreno antes de iniciar el proceso de recolección de residuos de cosechas, de esta manera cuando el material es recogido se puede ubicar en el terreno ya establecido y evitar un cuello de botella o un estancamiento de la materia por carencia de instalaciones adecuadas.

En el proceso Zanjar resultan dos terrenos adecuados donde el primero (Área 5 m² inclinado con drenaje) será el destinado para ubicar y establecer el montón de material orgánico para el proceso de transformación natural y el segundo (Área 4 m² limpio) es un área despejada destinada para la preparación de los materiales.

Si bien en el diagrama de bloques no se puede evidenciar claramente, remitiéndose a la caracterización del proceso Establecimiento del montón, se entiende que el segundo proceso Colocar y el segundo proceso Humedecer, son procesos que se llevan a cabo para cada una de las capas del montón.

En las operaciones realizadas en cada uno de los proceso no se evidencia claramente la transformación de los materiales entrantes, sin embargo son procesos vitales para garantizar la transformación de la materia en un proceso biológico natural. Se establece el proceso Mezclar como la fase decisiva del proceso ya que este proceso asegura que todas las variables del montón se mantengan en condiciones apropiadas para que los microorganismos tengan los recursos suficientes y necesarios para desarrollar la labor, de no ser así un incremento en la temperatura, falta de oxígeno y falta de humedad puede matar los microorganismos des componedores, de igual manera un incremento en la humedad generaría putrefacción del material orgánico perdiendo todas las propiedades químicas y los nutrientes.

6.5 CURSOGRAMA ANALÍTICO

CURSOGRAMA ANALÍTICO PROCESO DE ELABORACIÓN DE 9 COSTALES DE 37 kg DE COMPOST A PARTIR DE UNA TONELADA DE RESIDUOS. <i>Proyecto:</i> Compostaje Isla Fuerte <i>Diagramó:</i> Sebastián Uribe <i>Fecha:</i> Octubre 5 de 2012 <i>Situación:</i> Propuesta	RESUMEN			
	Símbolo	Cantidad	Tiempo	Distancia
	○	26	3050 min	110 m
	□	5	68 min	
	▽	1	0 min	
	➔	2	1570 min	
	D	2	129600 min	
⌌	0	0 min		
TOTAL	36	134288 min	110 m	

CURSOGRAMA ANALÍTICO

Elaboración de 9 costales de 37 kg de Compost a partir de una Tonelada de Residuos.

No.	Actividad	○ □ ▽ ➔ D ⌌	Tiempo en min	Recorr. m	Observaciones
1	Retirar material vegetal	● □ ▽ ➔ D ⌌	180		En área 9m ²
2	Inclinar área limpia	● □ ▽ ➔ D ⌌	120		En área 5m ²
3	Zanjar área inclinada	● □ ▽ ➔ D ⌌	90		Zanjas 15cm x 20 cm
4	Recoger residuos de cosecha	● □ ▽ ➔ D ⌌	480		1 Ton
1	Trasladar residuos de cosecha	○ □ ▽ ➔ D ⌌	1500	100	Hacia área limpia 4m ²
5	Partir material voluminoso	● □ ▽ ➔ D ⌌	300		
6	Separar fibras de cascaros	● □ ▽ ➔ D ⌌	500		De los Cocos
7	Colocar primera capa	● □ ▽ ➔ D ⌌	60		Capa de 20 cm de alto
7	Humedecer primera capa	● □ ▽ ➔ D ⌌	15		
9	Colocar segunda capa	● □ ▽ ➔ D ⌌	60		Sobre la primera capa
10	Humedecer segunda capa	● □ ▽ ➔ D ⌌	15		
11	Colocar tercer capa	● □ ▽ ➔ D ⌌	60		Sobre la segunda capa
12	Humedecer tercer capa	● □ ▽ ➔ D ⌌	20		
13	Colocar cuarta capa	● □ ▽ ➔ D ⌌	80		Sobre la tercer capa

14	Humedecer cuarta capa		20		
15	Colocar quinta capa		80		Sobre la cuarta capa
16	Humedecer quinta capa		30		
17	Cubrir el montón		25		Con hojas de plátano
18	Cubrir el montón		15		Plástico negro calibre 5
1	Esperar 15 días		108000		5 veces en 3 meses
19	Destapar el montón		75		Plástico calibre 5 5 veces en 3 meses
20	Destapar el montón		125		Hojas de plátano 5 veces en 3 meses
1	Medir temperatura		40		5 veces en 3 meses
2	Medir humedad		15		5 veces en 3 meses
21	Mezclar el montón		400		5 veces en 3 meses
22	Cubrir el montón		125		Hojas de plátano 5 veces en 3 meses
23	Cubrir el montón		75		Plástico negro calibre 5 5 veces en 3 meses
2	Esperar 15 días		21600		
24	Destapar el montón		15		Plástico calibre 5
25	Destapar el montón		25		Hojas de plátano
3	Medir temperatura		8		Producto Final
4	Verificar Contextura		3		Producto Final
5	Verificar Olor		2		Producto Final
26	Empacar		60		En costales de cap 40 kg
2	Transportar bultos		70	10	A zona de almacenamiento
1	Almacenar bultos		0		Máximo 2 meses

Gráfico 15. Cursograma analítico Elaboración de 9 costales de 37 kg de Compost a partir de una Tonelada de Residuos

Fuente: Autor

6.6 ANÁLISIS CURSOGRAMA ANALÍTICO

En el gráfico 13 se especificaron cada una de las actividades que componen el proceso productivo. El proceso tiene fin en el momento en el que el producto final (bultos) ha sido transportado a su lugar de disposición en la finca. El último proceso se incluyó debido a que posteriormente se va a especificar la metodología para el almacenamiento y gestión de los inventarios del producto final, sin embargo no se colocó tiempo asignado a esta actividad, ya que el producto puede ser destinado a su aplicación en el suelo inmediatamente o puede tomar 2 meses de almacenamiento, esto depende del momento en el que el producto ha sido terminado y el cronograma de cosechas.

Se puede observar que las actividades de demora o espera, representan el 96,5% del total del tiempo destinado al proceso. Como se mencionó anteriormente el proceso de descomposición es el más importante y se lleva a cabo gracias a la actividad de microorganismos que trabajan en condiciones apropiadas de oscuridad, oxigenación y humedad. Al hacer el análisis del tiempo en meses que toma el proceso en transformar la materia prima en producto final, arroja el dato de 3,1 meses, el cuál es el tiempo que se ha determinado. Es importante realizar un análisis de la cantidad de horas que requiere el proceso en actividades propias de operación, inspección y transporte que serán desarrolladas por el operario de la finca.

Sin tener en cuenta los tiempos de demora o espera, el total de horas requeridas para obtener el producto terminado es de 78 horas, de las cuales el 65 % (51 horas) son operación, el 1.5% (1.2 horas) son actividades de inspección y el 33,5% (26 horas) hace referencia a actividades de transporte. Es importante resaltar que el proceso se lleva a cabo en un periodo de 3 meses y la cantidad de horas hombre se distribuyen en cada una de las 12 semanas.

Semana	Horas Hombre	Semana	Horas Hombre
1	60.8	7	0
2	0	8	2.85
3	0	9	0
4	2.85	10	2.85
5	0	11	0
6	2.85	12	2.85
		13	3.05
		TOTAL	78.1

Tabla 14. Horas hombre requeridas por semana

Fuente: Autor

El proceso de descomposición inicia desde el momento en el que el montón ha sido establecido en su totalidad y cubierto. Los procesos que requieren la mayor cantidad de horas hombre son los de preparación del área y establecimiento del montón. Es importante resaltar que la adecuación del área solo se hace una vez y ésta queda disponible para futuras producciones de compost.

Una vez el montón es establecido la cantidad de tiempo requerido para dar tratamiento al producto en proceso es de alrededor de 3 horas y estas se realizan en el primer día de la semana justo después de haber esperado 15 días. Este tiempo de trabajo debe ser considerado dentro de los costos de operación. Sin embargo debido a la baja proporción de horas con respecto al total de semanas se infiere que no será necesaria la contratación de personal adicional, aspecto que será analizado con más detalle en el capítulo de recursos necesarios.

7 RECURSOS NECESARIOS

Una vez definido claramente el proceso productivo para la elaboración de Compost a partir de los residuos orgánicos generados por la actividad agrícola de Isla Fuerte, a continuación se evaluarán los recursos necesarios asociados a cada actividad del proceso de tal manera que se puedan evaluar los costos y tener un panorama del presupuesto que se debe tener para llevar a cabo la implementación. De igual manera, de acuerdo con el estudio de campo y la caracterización de residuos, es pertinente hacer la relación de recursos necesarios – recursos disponibles, así calcular la inversión neta del proyecto.

Como se ha mencionado, el diseño del proceso productivo se realizó con una unidad de producción, con el fin de establecer un estándar del proceso, esta es una tonelada de residuos agrícolas para obtener 9 bultos de 37 kg de compost. De esta manera el proyecto puede replicarse a todas las fincas de acuerdo con sus cantidades generadas. De igual manera los recursos requeridos se pueden calcular a partir de este modelo de proceso productivo.

7.1 MATERIA PRIMA, INSUMOS Y HERRAMIENTAS

Para determinar los recursos materiales (materia prima e insumos) necesarios del proceso productivo, a continuación se encuentra el listado específico de las actividades que componen el proceso y las materias primas, insumos y herramientas asociadas a cada una.

Teniendo en cuenta que las actividades no se realizan simultáneamente, por el contrario se desarrollan de manera secuencial, la cantidad de herramientas en insumos puede ser menor, es decir para desarrollar múltiples operaciones se necesita solo una herramienta. Para ello se evaluó el siguiente listado con las fichas de procesos, diagrama de bloques y cursograma analítico.

#	ACTIVIDAD	Materia Prima	Cant.	Insumos / Herramientas	Cant.
1	Retirar material vegetal			Pala Azadón Pica Rastrillo	1 1 1 1
2	Inclinar área limpia			Pala Azadón Pica Rastrillo	1 1 1 1
3	Zanjar área inclinada			Pala Azadón Pica Rastrillo	1 1 1 1
4	Recoger residuos de cosecha	Residuos de cosecha	1 Ton	Pala Machete Carreta	1 1 1

#	ACTIVIDAD	Materia Prima	Cant.	Insumos / Herramientas	Cant.
5	Trasladar residuos de cosecha			Carreta	1
6	Partir material voluminoso			Pala Machete	1 1
7	Separar fibras de cascarones				
8	Colocar primera capa			Pala	1
9	Humedecer primera capa	Agua lluvia	8lt	Bidón cap. 20 lt	1
10	Colocar segunda capa			Pala	1
11	Humedecer segunda capa	Agua lluvia	8lt	Bidón cap. 20 lt	1
12	Colocar tercer capa			Pala	1
13	Humedecer tercer capa	Agua lluvia	8lt	Bidón cap. 20 lt	1
14	Colocar cuarta capa			Pala	1
15	Humedecer cuarta capa	Agua lluvia	8lt	Bidón cap. 20 lt	1
16	Colocar quinta capa			Pala	1
17	Humedecer quinta capa	Agua lluvia	8lt	Bidón cap. 20 lt	1
18	Cubrir el montón hojas	Hojas de platano	6m ²		
19	Cubrir el montón plástico			Plástico negro calibre 5	7m ²
20	Esperar 15 días				
21	Destapar el montón Plástico				
22	Destapar el montón Hojas				
23	Medir temperatura			Pala	1
24	Medir humedad				
25	Mezclar el montón			Pala	1
26	Cubrir el montón hojas				
27	Cubrir el montón plástico				
28	Esperar 15 días				
29	Destapar el montón				
30	Destapar el montón				
31	Medir temperatura			Pala	1
32	Verificar contextura				
33	Verificar olor				
34	Empacar			Costales Cap 40k Pala	9 1
35	Transportar Bultos			Carreta	1
36	Almacenar bultos				

Tabla 15. Materias Primas, Insumos y herramientas necesarios por actividad

Fuente: Autor

Realizando la revisión de la secuencia de las actividades y del tiempo que ocupan herramientas cada una de ellas, la Tabla 16 indica el total de recursos materiales necesarios en el proceso productivo.

Posteriormente se describirán los requerimientos y características de cada uno de los recursos materiales descritos para el proceso productivo propuesto.

Si bien no hay legislación nacional ni normas técnicas colombianas que regulen este proceso productivo, las especificaciones requeridas se determinaron de acuerdo con Investigaciones científicas, experiencia de otros proyectos de elaboración de compost y la experiencia de la actividad agropecuaria en las fincas de Isla Fuerte.

Materia prima	Cantidad
Recursos de cosecha	1 Tonelada
Agua lluvia	42 lt
Hojas de platano	6m ²
Insumo	Cantidad
Plástico negro calibre 5	7m ²
Costales Cap 40k	9
Herramienta	Cantidad
Pala	1
Azadón	1
Pica	1
Rastrillo	1
Machete	1
Carreta	1
Bidón cap. 20 lt	2

Tabla 16. Materias Primas, Insumos y herramientas necesarios Proceso Productivo

Fuente: Autor

7.1.1 Recursos de Cosecha

Se nombran recursos de cosecha por el hecho de contextualizar el proceso productivo a partir de los residuos orgánicos generados por la actividad agrícola de las fincas en Isla Fuerte, pero los recursos pueden ser todo tipo de residuo orgánico que cumplan ciertas condiciones, que se especificarán a continuación.

Para llevar a cabo el proceso de compostaje se requiere de residuos orgánicos frescos, por la naturaleza de los recursos disponibles, se determino llevar a cabo un proceso de compostaje rápido caliente de montón abierto, cuya característica principal en cuanto a material orgánico es la presencia abundante de material voluminoso y residuo de cosecha.

En cuanto a las cantidades y proporciones de los materiales se afirma que “La forma de preparación del compostaje no es rígida y se ajusta a las condiciones y a los materiales de la

región. Es decir, no existe una receta única para hacer el biofertilizante (compost); lo más importante es la creatividad y el entusiasmo que se ponga.”²⁶

De acuerdo con la Tabla 3. Algunas materias primas para la compostación, se pueden identificar la variedad de residuos permitidos para el proceso de compostaje, igualmente se identifica que todos los residuos de las actividades agrícolas son permitidos en el proceso de compostaje, dentro de la variedad de residuos agrícolas que generan las fincas de Isla fuerte se logra el aporte tanto de energía como de materiales voluminosos, claro está que el control de la humedad y temperatura es vital para lograr una buena descomposición.

Si la finca cuenta con animales como gallinas, ganado equino, ganado porcino, ganado vacuno o conejos, el estiércol de estos son residuos equilibrados fuente de energía y algunos nutrientes que pueden ser incorporados dentro del montón, garantizando que estos animales no hayan consumido medicamentos, material vegetal con una alta carga de herbicidas y que su estiércol no haya estado expuesto al sol, lluvia y viento por varios días (más de 1 día).

Por otro lado y si se tiene la disponibilidad de residuos de cocina (comida), estos pueden ser introducidos en el montón.

Se recomienda no utilizar los siguientes residuos orgánicos dentro del montón de compostaje, debido a que los microorganismos presentes en estos no facilitan el proceso de descomposición y facilitan la putrefacción, adicionalmente su baja calidad en nutrientes no los hacen valiosos para el producto final.

Heces fecales humanas, Estiércol de animales carnívoros, residuos de carne, residuos lácteos y residuos de vegetales con alta carga de herbicidas.

7.1.2 Agua lluvia

La humedad del montón es un factor determinante para lograr un producto de buena calidad, Bongcam²⁷ en su guía sugiere no utilizar agua de acueducto, ya que esta ha sido tratada y contiene cloro, el agua ideal para aplicar al montón es el agua lluvia, por su carga nutricional y mineral.

7.1.3 Hojas de plátano

La hoja de plátano es una de las hojas con más fortaleza y es usada incluso como envoltura de productos alimenticios en Latinoamérica. Se usan estas hojas como recurso de recubrimiento por su capacidad impermeable y por la capacidad de mantener temperaturas.

²⁶ BONGCAM. Op. Cit., p. 15

²⁷ BONGCAM. Op. Cit., p. 16



Imagen 16. Hoja de plátano

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free/banana-leaves-109874323.html> (consultado Octubre 7 de 2012)

7.1.4 Plástico negro calibre 5

Como se menciona en la descripción del proceso, uno de los factores para garantizar el desarrollo del proceso es mantener el montón protegido del sol, lluvia y fuertes vientos. Las hojas de plátano cumplen una función importante, sin embargo no tienen la rigidez ni la impermeabilidad para resistir fuertes vientos o tormentas, para ello se requiere recubrir el montón con un plástico calibre 5 (Imagen 17) el cual se asegura al piso con piedras o cualquier elemento pesado, para proteger el material de fuertes vientos o tormentas. Éste además de proteger al montón proporciona la oscuridad que es vital para que los microorganismos descompongan con mejor agilidad.



Imagen 17. Rollo de plástico negro calibre 5

Fuente: <http://www.alsoma.com.mx/catalogo/index.php/materia-prima/polietileno.html> (consultado Octubre 7 de 2012)

7.1.5 Costales de capacidad 40kg



Imagen 18. Costales polipropileno

Fuente: <http://cideabuga.org/descargas/unicefco/compost/htms/bc1.htm> (consultado Octubre 7 de2012)

Para el proceso de empaque del producto final, se emplearan costales de polipropileno con capacidad de 40 kg. Pueden ser empleados los mismos costales destinados para empacar el producto final de cosecha, ya que el compost no se va a almacenar por un periodo mayor de 2 meses y los costales permanecerán en la finca.

7.1.6 Pala, Azadón, Pica y Rastrillo

Estas herramientas son de gran utilidad y necesarias para trabajar el terreno de agricultura, así mismo, para manipular los residuos orgánicos generados por las cosechas. Son herramientas básicas de una finca de producción agrícola. A continuación se pueden observar algunos prototipos, sin embargo cualquier tipo de herramienta disponible en las fincas va a ser útil para las operaciones necesarias.



Imagen 19. Herramientas de agricultura

Fuente: <http://www.homecenter.com.co/> (consultado Octubre 7 de2012)

7.1.7 Machete

El machete es un cuchillo grande pero más corto que una espada o un sable. Por lo general tiene un tamaño de menos de 60 cm y tiene filo por un solo lado. Es comúnmente utilizado para cortar hierba, maleza o abrir paso por la selva.

En Colombia por lo general todas las fincas cuentan con un machete como herramienta de trabajo, En cada una de las fincas evaluadas en Isla fuerte se encontró que todas cuentan con esta herramienta. La imagen 20 muestra la estructura general de un machete, sin embargo, éstos lo hay de distintos tamaños y diseños, su funcionalidad es adecuada para las operaciones del proceso requeridas.



Imagen 20. Machete

Fuente: <http://santaritadeituango.blogspot.com/2008/04/la-fieta-del-machete.html> (consultado Octubre 7 de2012)

7.1.8 Carreta

Debido al terreno de la isla y las condiciones de la misma, no existen vehículos motorizados, por lo que la carreta es el vehículo apropiado para el transporte material orgánico de las fincas. Los animales de carga como los burros no se recomiendan dado que pueden orinar el material o en su defecto comérselo lo que afectaría la calidad y cantidad del material para el proceso de compostaje. La carreta es un vehículo de una sola llanta con dos manijas como se ilustra en la imagen 21, que cuenta con un recipiente, en la mayoría de los casos de fibra de vidrio o plástico con una capacidad de 90 litros.



Imagen 21. Carreta

Fuente: http://www.manutan.es/carretilla-reforzada-capacidad-de-90-litros_MDL183-9-1.html (consultado Octubre 7 de2012)

7.1.9 Bidón capacidad 20 litros

Es un recipiente hermético utilizado para almacenar y transportar líquidos. Se recomienda este recipiente para los cálculos de agua, ya que en el trabajo de campo en la Isla se observó que es en estos recipientes donde se transportan los líquidos. Un bidón como unidad de medida son 20 litros.



Imagen 22. Bidón 20 litros

Fuente: <http://valledelcauca.evisos.com.co/fotos-del-anuncio/bidones-tarros-pinpinas-envases-plasticos-de-20-litros-id-261634> (consultado Octubre 7 de2012)

7.2 TALENTO HUMANO

Con base en la descripción del proceso productivo propuesto para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico, y el análisis de los diagramas que estructuran el proceso diseñado, en la tabla 4. Se especifican la cantidad de horas hombre requeridas por semana y un total de 78,1 horas hombre. De acuerdo con la cantidad de horas que el operario debe destinar para el tratamiento y supervisión del montón, un operario está en la capacidad de llevar a cabo todo el proceso y no es necesario realizar contratación de personal adicional.

Como se ha explicado anteriormente los procesos asociados al establecimiento del área destinada al proceso de elaboración del compost solo se realizan una vez y este queda disponible para futuras producciones de compost. En la tabla 17 se puede observar la cantidad de horas hombre requeridas en la primera semana, para el establecimiento del montón para una segunda producción de compost, teniendo el área adecuada previamente.

Semana	Horas Hombre	Semana	Horas Hombre
1	54.3	7	0
2	0	8	2.85
3	0	9	0
4	2.85	10	2.85
5	0	11	0
6	2.85	12	2.85
		13	3.05
		TOTAL	71.6

Tabla 17. Horas hombre requeridas sin adecuación del área

Fuente: Autor

La reducción total de las horas hombre requeridas es del 9%, alrededor de 7,5 horas, representa un día de trabajo. Es claro que el operario de la finca es contratado todos los días y de igual manera el salario que recibe no varía, sin embargo es importante hacer el cálculo con miras al análisis de viabilidad económica. Los costos que representa el proceso tanto en implementación como en la cantidad de horas (salario) que requiere frente al beneficio obtenido.

7.3 RECURSOS DISPONIBLES Y APROVECHABLES

Antes de realizar un cálculo de la inversión que deben realizar las fincas de producción agrícola Isla Fuerte para implementar un proceso productivo de elaboración de compost, y con base en el trabajo de campo realizado en la isla, se determinaron los recursos con los que las fincas cuentan en la actualidad y pueden ser aprovechables de acuerdo con los requerimientos de recursos del proceso propuesto.

A continuación se presenta un paralelo entre los recursos necesarios y los recursos disponibles en las fincas de Isla Fuerte.

Materia prima	Cantidad requerida	Cantidad disponible
Recursos de cosecha	1 Tonelada	1,2 Toneladas
Agua lluvia	42 lt	La necesaria
Hojas de plátano	6m ²	50m ²
Insumo	Cantidad	Cantidad
Plástico negro calibre 5	7m ²	0
Costales Cap 40k	9	15
Herramienta	Cantidad	Cantidad
Pala	1	1
Azadón	1	1
Pica	1	1
Rastrillo	1	1
Machete	1	1
Carreta	1	1
Bidón cap. 20 lt	2	2
Personal	Cantidad	Cantidad
Operarios	1	1
Terreno	Cantidad	Cantidad
Área	9m ²	min 263 m ²

Tabla 18. Recursos disponibles aprovechables en las fincas de Isla Fuerte

Fuente: Autor

Según la información obtenida de la caracterización de residuos orgánicos, la cantidad de toneladas de residuos orgánicos agrícolas disponibles para el proceso es el promedio de generación por finca. El 92% de las fincas cultiva plátano y según López, 2011, en promedio cada finca tiene 7350 m² de terreno cultivado con plátano y recoge 1020 unidades de plátano en cada

cosecha, se puede inferir que la cantidad de hojas de plátano es suficiente como para cubrir 8 montones cada uno de una tonelada de residuos.

En época de invierno el agua lluvia se recoge en distintos recipientes lo que hace fácil su obtención, en época de verano el agua dulce la provee una laguna artificial que se encuentra a 15 minutos caminando al norte del faro en la zona rural de la Isla, esta fuente hídrica provee agua 100% dulce.

Cada una de las fincas cuenta con mínimo una persona encargada de trabajar los cultivos y proteger la finca, este mismo operario debe trabajar los cultivos, sembrar y recoger cosechas. Para ello requiere herramientas básicas como pala, azadón, rastrillo y pica. Este mismo operario, es el encargado de llevar a cabo los procesos de abono y fumigación de los cultivos así como de los procesos de disposición de los residuos agrícolas. Como se menciona en la sección 5,6 y en la tabla 13, ya sea quema o distribuir los residuos en las plantaciones de la finca, estas actividades consumen tiempo y esfuerzo del operario, los cuales serán aprovechados en el proceso de disposición de los residuos, a través del proceso productivo propuesto.

8 CENTRO DE PRODUCCIÓN DE COMPOSTAJE EN ISLA FUERTE

De acuerdo con los requerimientos de infraestructura del proceso productivo propuesto, teniendo en cuenta las experiencias previas en el desarrollo de planes de elaboración de compost en la Isla y experiencias de procesos productivos similares en regiones diferentes a Isla Fuerte. Se proponen dos posibles opciones para establecer el centro de producción de compost.

El proceso productivo propuesto para la elaboración de compost a partir de 1 tonelada de residuos orgánicos agrícola requiere de un área de 9 m² de los cuales 4 m² serán destinados para la preparación de los materiales y los 5 m² restantes para el establecimiento del montón.

Teniendo en cuenta que el promedio de residuos generados por finca es de 1,2 toneladas, el área requerida en este caso sería de 11 m². Sin embargo para continuar con el proceso estandarizado se seguirán haciendo los cálculos a partir de la producción de con materia prima de una tonelada de residuos.

Como se ha mencionado previamente el proyecto piloto de López, 2010, el cual consistía en la producción de abono orgánico a partir de residuos sólidos domiciliarios tuvo como centro de producción un cajón elaborado de madera en el mismo predio del centro de acopio, predio que es alquilado a una finca privada. En ese caso los materiales orgánicos que serían destinados al montón de compostaje provenían del sistema de recolección de residuos orgánicos de la zona urbana de la isla, el transporte de la materia prima no era considerado parte del proceso ya que la obtención de la materia prima se realizaba en el mismo centro de acopio. De igual manera los volúmenes de residuos orgánicos domiciliarios manejados no alcanzaban las 2 toneladas, así mismo los residuos son recolectados durante un mes completo en distintas frecuencias de recolección, de tal manera que un montón para este volumen de residuos es manejable en 1,5 m².

Una vez el investigador tuvo que abandonar la isla el proyecto no continuó su curso y nadie se hizo responsable por los materiales allí depositados.

La primera opción a considerar para el establecimiento del centro de producción es un centro principal y único en la zona rural de la Isla donde se depositarán todos los residuos agrícolas de las 42 fincas productoras. Como en este caso el proceso productivo tiene como base principal los residuos orgánicos agrícolas, establecer un centro de producción que reúna los residuos de cada una de las 42 fincas productoras, resultaría dispendioso en cuestiones de transporte y adecuación de un terreno de alrededor 400 m², correspondiente al área requerida para el establecimiento de 42 Toneladas de residuos agrícolas; según el proceso productivo propuesto para el establecimiento de un montón de 1 tonelada de residuos agrícolas se requiere 9 m², haciendo el cálculo de 1 tonelada de residuos por 42 fincas productoras, resulta un total de 42 Ton las cuales requieren un total de 400m², cabe resaltar que las dimensiones requeridas para el establecimiento del montón, no permiten aprovechar la dimensión altura mes de 1,5 m, generando así la extensión en área superficial; de igual manera la recepción y preparación de los residuos agrícolas de 42 fincas demandan un área directamente proporcional al área requerida para la acumulación d residuos para descomposición, 200m² para establecimiento de montones y 200 m² para recepción y preparación. Además requeriría un sistema de control de las materias primas y producto terminado, asignación de cantidades de producto terminado a cada una de las fincas, lo cual complicaría el control de las mismas y el control sobre el mismo proceso de producción. Una de las limitantes de este centro de producción es determinar el responsable sobre la producción y el

control del producto terminado. De igual manera los costos asociados a transporte de abastecimiento de residuos y de distribución no resultarían atractivos para las fincas. Por otro lado alguna de las fincas deberá destinar el área para la producción y si esta determina cobrar por el espacio a las demás fincas, estas no estarán en disposición de pagar este valor, teniendo ellos el espacio y los recursos.

La segunda opción a considerar es el establecimiento de centros de producción en cada una de las fincas productoras. Cada finca tendrá que destinar un área de 11 m² en promedio o 9 m² para el desarrollo del proceso estandarizado con una tonelada de residuos. Las características de este centro de producción permiten que el mismo dueño de la finca sea responsable por su material y de acuerdo con los beneficios que este le otorga en materia ambiental y económica, reduciendo los costos asociados a la compra de abonos agroquímicos, sea este quien proteja el producto en proceso, el producto final y lleve a cabo el proceso como se indica en la propuesta previa. Por otro lado las distancias de desplazamiento están ligadas únicamente a las distancias dentro de la finca y los diferentes cultivos de ésta, lo que no implicaría inversión en vehículos o personal adicional para llevar a cabo procesos de transporte. Como se mencionó en los requerimientos de recursos, tendiendo cada finca su propio centro de producción, no será necesario contratar personal adicional ni herramientas adicionales, para los procesos operativos de tratamiento y mantenimiento del montón en descomposición.

8.1 UBICACIÓN

Por las razones mencionadas e intentando reducir los costos de implementación al máximo, de tal manera que los propietarios de las fincas perciban un beneficio valioso con respecto a la inversión que deben hacer. La mejor opción para establecer el centro de producción de compost de residuos sólidos orgánicos agrícolas es, un centro de producción en cada una de las fincas.

Dentro de la finca el área destinada para la producción debe ser de 9m², debe estar por lo menos 3 metros alejada de los cultivos o de algún árbol productos para evitar que los microorganismos que llevan a cabo la fase de descomposición afecten la humedad o nutrientes del suelo de un individuo vegetal productor. Como se menciona anteriormente el informe de la universidad nacional afirma no ubicar residuos orgánicos en suelos de producción como se muestra en la imagen 23.



Imagen 23. Residuos de coco ubicados en base de palmas

Fuente: Autor

El área debe ser en lo posible plana, es decir que no tenga piedras o una pendiente muy inclinada (máxima inclinación 9°), debe ser tierra negra firme, no tierras arenosas, playas o tierras erosionadas, con el fin de que los organismos que habitan en el suelo puedan acceder al material orgánico y desarrollar el proceso de descomposición.

8.2 ESTRUCTURA FÍSICA REQUERIDA

El proceso de elaboración de compost con material orgánico agrícola propuesto es de montón abierto rápido caliente. Este proceso se puede llevar a cabo empleando un recipiente o simplemente una pila cubierta con hojas de plátano y plástico oscuro, el producto final resultante tendrá las mismas características de calidad, sea hecho en una pila o en un recipiente de material, dado que la descomposición no depende del recipiente sino del aseguramiento de las condiciones y tratamientos durante el proceso de descomposición de los microorganismos.

De acuerdo con el tipo de residuos a manipular, orgánicos agrícolas, las condiciones físicas de estos y como se menciona en la descripción del proceso la variabilidad en el volumen y estructura de los materiales, se recomienda el establecimiento de una pila trapezoidal (ver Imagen24) ya que en el momento en que la producción se incremente o una cosecha sea de mayores cantidades no va a haber limitaciones de recipientes para establecer el montón.

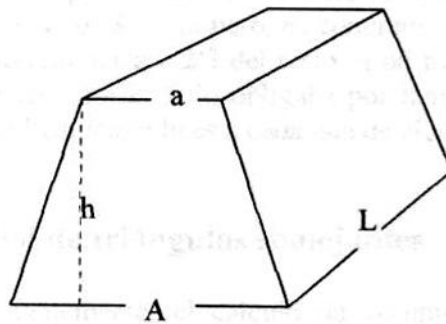


Imagen 24. Trapezoide

Fuente: Autor

La figura trapezoidal debe cumplir las siguientes dimensiones aproximadas: ancho en la base entre 1,2 y 2,5 metros, ancho en la parte superior entre 0,8 y 1,5 metros, una altura entre 0,8 y 1,5 metros, el largo puede ser lo necesario. Para obtener un montón de un volumen de 1 metro cúbico, para las dimensiones mínimas el largo debe ser de 1.25 metros y para las dimensiones máximas de 0,4 metros.

Para el montón a establecer en el proceso documentado previamente se recomienda establecerlo de las siguientes dimensiones aproximadas: ancho en la base 1,2 metros, ancho en la parte

superior 0,8 metros, una altura de 1 metro, y largo de 1 metro. Obteniendo un volumen inicial de residuos de 1 metro cúbico.

Si las cantidades son superiores y se requiere de un montón más grande el largo puede ser tan largo como sea necesario y las demás dimensiones deben cumplir un porcentaje entre ellas.

Realizando la suma en metros del ancho de la base, ancho de la parte superior y altura; el ancho de la base debe ser el 44% de la suma, el ancho de la parte superior el 28% de la suma y la altura 28% de la suma.

8.3 CAPACITACIÓN

Para llevar a cabo la implementación del proyecto. Se recomienda iniciar un plan piloto en una de las fincas, donde se realizará acompañamiento por parte de un grupo investigativo, en la primera fase del proceso, es decir en la recolección y preparación de residuos, en la adecuación del terreno y en el establecimiento del montón. Así mismo en las primeras operaciones de volteo y medición de temperatura, humedad y demás componentes microbiológicos, para validar la composición físico- química del compost en proceso. Finalmente de la determinación del fin del proceso y obtención del producto terminado.

Para lograr la participación de la finca piloto, es necesario realizar un acompañamiento durante todo el proceso, para completar y obtener el producto final. Durante cada una de las fases y actividades realizadas se debe documentar el desarrollo de cada una de las operaciones y en lo posible tomar un registro fotográfico. Esto con el fin de elaborar un manual didáctico e ilustrado con base en la experiencia propia de una finca en Isla Fuerte.

Una vez determinados los beneficios obtenidos en la prueba piloto y haber desarrollado un manual ilustrado del proceso productivo descrito previamente, este se presentará a cada uno de los propietarios de las fincas productoras agrícolas.

Llevando a cabo estrategias participativas como una mesa redonda en donde todos, o la mayor cantidad de propietarios de fincas asistan, se discutirán los problemas identificados concernientes a la contaminación y a las prácticas de disposición final de residuos orgánicos, de igual manera del impacto que esto genera tanto en la calidad de vida de las personas, como de la conservación el medio ambiente y el deterioro de los suelos que en el futuro afectará la economía de estas tierras agrícolas. Así mismo se presentaran las soluciones propuestas, la experiencia obtenida en la prueba piloto, y los beneficios que percibirían las fincas de llevar a cabo el proceso de elaboración de compost.

Para lograr la participación activa de los productores agrícolas se debe establecer una estructura organizacional centralizada en el corregidor de la Isla, autorizada y vigilada por la alcaldía de Cartagena. Si bien esto contribuye con la política ambiental del departamento de Bolívar, geográficamente beneficia el sur del golfo de Morrosquillo y la actividad económica que este conlleva. Es importante otorgar la coordinación y supervisión del proyecto a la autoridad de la Isla para garantizar recursos de investigación y la continuidad del proceso productivo.

9 DISPOSICIÓN FINAL DEL COMPOST

Una vez realizado el proceso de elaboración de compost en un periodo de aproximadamente 12 semanas y se obtiene el producto final, se establecerá el procedimiento a seguir. De acuerdo con el proceso establecido, en éste se pueden identificar 4 fases principales y son aquellas que componen la cadena de abastecimiento del proceso productivo. En el gráfico 16 se pueden identificar la sección de suministro de materia prima, producción, almacenamiento y distribución del producto terminado.

9.1 CADENA DE ABASTECIMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO

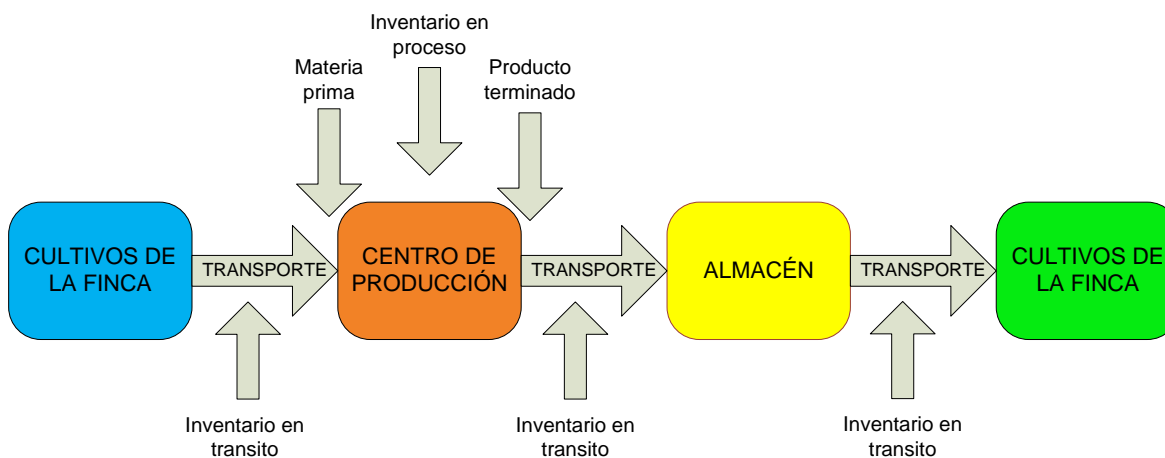


Gráfico 16. Cadena de abastecimiento Elaboración de Compost a partir de residuos agrícolas

Fuente: Autor

Por la naturaleza del proceso productivo, éste fue diseñado con el objetivo de dar solución a la disposición de una cantidad de residuos generados. Así pues se puede inferir que la producción de compost se rige bajo un sistema "Push". La actividad económica de una finca agrícola es la producción y comercialización de productos cultivados, sin embargo los subprocesos que complementan esta producción incluyen el tratamiento del suelo, abono, y disposición de los residuos generados. De esta manera el objetivo principal del proceso productivo no es lucrativo, es optimizar los subprocesos de abono y disposición, estableciendo un fin adecuado a los residuos, se protege el suelo, y se reducen las inversiones en abonos químicos. Esto por consiguiente se ve reflejado en los gastos operacionales de la producción agrícola e implícitamente afecta de manera positiva el margen de utilidad.

Por otro lado la planeación y programación de producción no se elaboran a partir de la demanda del mercado, dado que el producto final no es un bien de comercialización principalmente, es un bien de autoconsumo. Así pues la información que normalmente fluye desde el consumidor hasta el área de aprovisionamiento en la cadena de suministros se omite en el gráfico 16. Explicando así

la naturaleza del proceso productivo. A partir de los residuos generados por las cosechas de la finca, se establece el montón que contenga estos residuos, utilizando cerca del 100% de la materia prima suministrada. El producto final empleado en la tierra a cultivar se va a ver reflejado en la calidad de los productos alimenticios generados y será causa de valor agregado.

Como se puede ver en el gráfico 14, el proceso es cíclico, siendo los cultivos de la finca la fuente de aprovisionamiento y a su vez el consumidor final. Las estructuras físicas de producción y almacenamiento están, de igual manera en la misma finca, se puede interpretar como un subproceso alterno que genera un valor agregado a la actividad económica principal y mitiga los impactos ambientales de las malas prácticas de disposición de residuos que en sentido contrario no solo deterioran los suelos productivos, sino que disminuye la calidad de los productos alimenticios y la conservación de los ecosistemas asociados.

9.2 ALMACENAMIENTO

Una vez definidos los dos primeros eslabones de la cadena, abastecimiento y producción, el siguiente, que hace parte de la tercera fase de la gestión logística (distribución) pero se estableció como uno adicional con el fin de determinar las estrategias de operación, es almacenamiento.

Como se menciona en el diseño del proceso productivo, una vez obtenido el producto final y empacado en bultos de 37kg, estos se pueden aplicar inmediatamente sobre la tierra de acuerdo con ciertos parámetros dependiendo el individuo vegetal, o se pueden almacenar hasta por 2 meses.

En el caso de ser almacenados, los requerimientos para esto no son muy rígidos, al igual que el montón, el compost debe estar protegido de exposiciones altas al sol y de lluvias; El compost ya se encuentra a temperatura ambiente y los organismos han finalizado el proceso de descomposición.

De acuerdo con la investigación de López, 2011, el 100% de las fincas productoras tiene palmas, y árboles frutales, adicionalmente los productos de cosecha estacional que requieren siembra no representan más del 25% del total de cultivos. De esta manera se puede determinar el compost se puede aplicar inmediatamente sobre la tierra.

Los bultos se pueden almacenar, en el mismo espacio destinado para la preparación de los materiales y se puede cubrir con 2m² de plástico negro.

Si la finca cuenta con una bodega para almacenar materiales, semillas y abonos químicos allí se pueden almacenar los bultos de compost, en un espacio no mayor a 2m².

9.3 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

La integración entre el eslabón de abastecimiento y la producción y toda la fase de distribución se lleva a cabo a través del transporte, este proceso de soporte permite que las materias prima y terminada estén en el lugar indicado para la operación o distribución pertinente.

En el cursograma analítico del proceso se evaluaron las distancias y tiempos que cada una de las operaciones empleaba para ser culminada.

Dentro del proceso diseñado se encuentran dos actividades de transporte, la primera consiste en trasladar los residuos de cosecha hacia el área limpia de 4m² para su posterior adecuación. La segunda es el transporte de los bultos de producto terminado a zona de almacenamiento.

Teniendo en cuenta que los transportes se presentan dentro de la misma finca y no hay caminos trazados ni establecidos, se seguirá el procedimiento de transporte empleado por los procesos de producción de cosechas, es decir dentro de la finca los materiales se movilizan por medio de carreta (ver sección 4.1.9) . La recolección de residuos orgánicos agrícolas está directamente relacionada con el proceso de recolección de productos de cosecha, en el momento que se hace la recolección, se debe separar el producto a comercializar del material vegetal que lo acompaña, que en este caso se llama residuo agrícola y es la materia prima del proceso de elaboración de compost. Una vez recogidos los residuos de la cosecha, estos son trasladados al centro de producción de la finca.

El proceso de distribución del producto terminado, no se extiende más allá de la aplicación de los productos a las plantaciones existentes o a las tierras a cultivar.

El compost se convierte en un insumo de la cosecha el cual será empleado en los procesos de abono o siembra. El producto permanece en la misma finca y desde ahí se consume su totalidad.

10 ANÁLISIS FINANCIERO

La caracterización de los residuos sólidos orgánicos en las fincas de producción agrícola proyectó una oferta de material que asociada a las dificultades en el manejo y disposición de residuos de la comunidad puede ser explotada a través de la puesta en marcha de un proceso productivo que permita obtener un producto utilizable que mitigue el impacto ambiental y beneficie a los productores agrícolas en cuanto al proceso de abono. De igual manera la propuesta de proceso productivo determinó la manera como se va a llevar a cabo la producción y los recursos necesarios para este propósito. La siguiente evaluación financiera determinará el monto de los recursos económicos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, a partir de la inversión inicial y los costos y gastos asociados a las operaciones propias del proceso productivo.

Se realizará además una proyección a 12 meses y a cinco años de las operaciones de una finca determinando los ingresos, costos y gastos promedio asociados a las actividades de abono y disposición de residuos agrícolas. Esto con el objetivo de determinar el beneficio económico que representa la implementación del proceso productivo, y el impacto en la economía de la finca, igualmente para evaluar la viabilidad del proyecto en términos económicos a través de indicadores de evaluación financiera como el Valor Presente Neto VPN, Tiempo de Retorno de la Inversión TRI y análisis de flujos de caja.

10.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

INVERSIÓN INICIAL SIN RECURSOS APROVECHABLES			
Insumo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plástico negro calibre 5	7m ²	\$ 850	\$ 5,950
Costales Cap 40k	9	\$ 600	\$ 5,400
Herramienta	Cantidad		
Pala	1	\$ 12,000	\$ 12,000
Azadón	1	\$ 18,000	\$ 18,000
Pica	1	\$ 16,000	\$ 16,000
Rastrillo	1	\$ 8,500	\$ 8,500
Machete	1	\$ 9,000	\$ 9,000
Carreta	1	\$ 160,000	\$ 160,000
Bidón cap. 20 lt	2	\$ 7,200	\$ 14,400
Dotaciones	Cantidad		
Guantes de gamuza	1 por operario	\$ 10,000	\$ 10,000
Botas de caucho	1 por operario	\$ 46,000	\$ 46,000
gafas protectoras	1 por operario	\$ 10,000	\$ 10,000
tapabocas	1 por operario	\$ 6,000	\$ 6,000
Personal	Cantidad		
Operarios	6.5 hrs	\$ 4,793	\$ 31,152
TOTAL			\$ 352,402

Tabla 19. Inversión inicial sin recursos aprovechables

Fuente: Autor

En la tabla 19, se puede observar el costo de implementación del proyecto, sin tener ningún material aprovechable. La materia prima e insumos como el agua y las hojas de plátano no se calcularon dentro del cuadro de costos de implementación ya que no requieren de ninguna derogación monetaria y no representan costos para el proyecto.

Una vez calculado los recursos aprovechables dentro de las fincas en la tabla 20 se muestran los costos netos de implementación, estos incluyen al igual que la tabla 19 un rubro asignado a operarios, el cual está calculado sobre la base de la cantidad de minutos requeridos para la fase de establecimiento y adecuación del área de producción y su carga salarial se calculó a partir de la base mínima salarial para Colombia en el año 2012, el cual es de \$566.700 mensual, auxilio de transporte de \$67.800 y el factor prestacional que asume el empleador vigente al año 2012. Esta cantidad de horas hombre no se considera recurso aprovechable dado que hace parte de la fase de implementación del sistema productivo, una vez el área este adecuada, el tiempo destinado a establecimiento del montón y mantenimiento de éste, será considerado recurso aprovechable dado que, como se menciona en la sección 7.3, dentro de las actividades de agricultura las fincas deben destinar un tiempo para actividades de disposición de residuos agrícolas. En este caso, el empleador ha contratado al operario y mediante el proceso productivo de elaboración de compost, el método de disposición de los residuos cambia, pero el tiempo destinado para ello sigue siendo parte de la actividad agrícola de la finca, de tal manera que el costo de los operarios se representara como una erogación monetaria causando el valor de las horas hombre destinadas a las operaciones.

INVERSIÓN INICIAL CON RECURSOS APROVECHABLES			
Insumo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plástico negro calibre 5	7m ²	\$ 850	\$ 5,950
Costales Cap 40k	9		
Herramienta	Cantidad		
Pala	1		
Azadón	1		
Pica	1		
Rastrillo	1		
Machete	1		
Carreta	1		
Bidón cap. 20 lt	2		
Dotaciones	Cantidad		
Guantes de gamuza	1 por operario	\$ 10,000	\$ 10,000
Botas de caucho	1 por operario	\$ 46,000	\$ 46,000
gafas protectoras	1 por operario	\$ 10,000	\$ 10,000
tapabocas	1 por operario	\$ 6,000	\$ 6,000
Personal	Cantidad		
Operarios	6.5 hrs	\$ 4,793	\$ 31,152
TOTAL			\$ 109,102

Tabla 20. Inversión inicial con recursos aprovechables²⁸

Fuente: Autor

²⁸UNICEF, Formulación y evaluación de alternativas municipios menores de 50.000 habitantes, Módulo 2, Anexo 2, Colombia, 2005

Una vez implementado el proceso, para el desarrollo de este hasta obtener el producto terminado se incurre en costos operacionales asociados a la mano de obra, ya que el proceso no requiere de materia prima o insumos adicionales, excepto casos de falta o exceso de humedad, en los cuales se incluiría material que no representa costo alguno. Esta mano de obra mencionada, se incluye en los costos del proyecto causando el costo en el que incurría el empleador, sin embargo se aclara que esté no representa costo adicional en el rubro de mano de obra para las finanzas de la finca, dado que dentro de las labores del operario, se encuentra la disposición final para los residuos de cosecha. De esta manera el proceso productivo, como se menciono anteriormente, es una alternativa nueva de disposición de los residuos generados.

Se calculo el costo total del proyecto asumiendo los recursos aprovechables y así minimizando el costo de implementación y producción. El total de costos se muestra a continuación discriminado en los 3 meses de duración del proceso productivo.

INVERSIÓN + COSTOS TOTALES		
MES	Costo	Costo Total
1		\$ 383,003
Inversión de implementación	\$ 109,102	
Mano de obra	\$ 273,901	
2		\$ 27,318
Mano de obra	\$ 27,318	
3		\$ 41,936
Mano de obra	\$ 41,936	
TOTAL PROCESO		\$ 452,257

Tabla 21. Inversión más costos totales proceso productivo

Fuente: Autor

10.2 COSTOS ACTUALES EN ABONOS QUÍMICOS

Con base en la investigación de López, 2011, se calculó el costo promedio actual en que las fincas incurren en abonos químicos para los cultivos respectivos. En la tabla 22 se muestran estos valores mensuales del promedio de las fincas que hacen uso de abonos químicos, en el Anexo 7 se puede encontrar el listado de consumo de abonos y pesticidas cada una de las fincas.

En las entrevistas realizadas a los propietarios de las fincas se indagó la frecuencia de aplicación de abonos, y el tipo de abono utilizado, de esta manera se calculo la cantidad promedio mensual de abono utilizado por finca y su costo.

COSTOS ABONO ACTUAL							
Finca	Área m ²	Urea Kg	Frecuencia de aplicación por año	Total aplicado año	Triple 15 Kg	Frecuencia de aplicación por año	Total aplicado año
2	15000	50	2	100	50	2	100
3	7089.79	100	2	200	100	2	200
4	30000	100	2	200	100	2	200
8	40000	250	2	500	250	2	500
11	30000	4	12	48			
14	10000	100	2	200	150	2	300
17	30000				200	2	400
18	4726.56				100	2	200
24	20000	50	2	100	50	2	100
TOTAL	186816.35	654		1348	1000		2000
Promedio finca año				192.57			250
Promedio finca mes				16.05			20.83
Costo año				\$ 281,154			\$ 375,000
Costo mes				\$ 23,430			\$ 31,250

Tabla 22. Costos abono actual

Fuente: Autor

En la tabla 22 se puede identificar que la frecuencia de aplicación de abonos es de 2 meses en el 99% de los casos, y solo el 21% del total de las fincas hacen uso de algún tipo de abono químico en sus producciones agrícolas. Se preguntó la causa de la frecuencia de aplicación de abono y la respuesta común fue, la disponibilidad de recursos económicos, y en segunda medida la intención de mantener los cultivos y las producciones lo más natural posible.

Se realizó una consulta a la Institución estatal de investigación, certificación y acompañamiento al sector agropecuario nacional (Corpoica) y se indagó sobre las cantidades, frecuencia y límites para aplicación de los abonos Urea y Triple 15, para lo cual se determinó que dado los tipos de cultivo que se producen en la Isla, y las cantidades de plantaciones por hectárea promedio, un bulto de 50kg de alguno de los dos (no los dos al mismo tiempo) por hectárea mensual, es una dosis apropiada.

De esta manera se simuló la situación en la que cada una de las 9 fincas utilizará la dosis de 50 kg mensual, intercalando mes a mes Urea y Triple – 15 (ver tabla 23).

COSTOS ABONO APLICACIÓN MENSUAL 50 KG							
Finca	Área m ²	Urea Kg	Frecuencia de aplicación por año	Total aplicado año	Triple 15 Kg	Frecuencia de aplicación por año	Total aplicado año
2	15000	50	6	450	50	6	450
3	7089.79	50	6	212.6937	50	6	212.6937
4	30000	50	6	900	50	6	900
8	40000	50	6	1200	50	6	1200
11	30000	50	6	900	50	6	900
14	10000	50	6	300	50	6	300
17	30000	50	6	900	50	6	900
18	4726.56	50	6	141.7968	50	6	141.7968
24	20000	50	6	600	50	6	600
TOTAL	186816.35	450		5604.4905	450		5604.4905
Promedio finca año				800.64			700.5613125
Promedio finca mes				66.72			58.38
Costo año				\$ 1,168,937			\$ 1,050,842
Costo mes				\$ 97,411			\$ 87,570

Tabla 23. Costos abono aplicación mensual 50kg

Fuente: Autor

Analizando los dos escenarios se observa un incremento en el costo mensual por finca del 310% y 180% de los abonos respectivamente. Calculando que cada finca en promedio va a desarrollar compost a partir de 1,2 Ton de residuos agrícolas, como se determino en el proceso productivo propuesto, tendrá mensualmente una oferta neta de 9 bultos de 37 kg cada uno, un total de 333 kg de compost.

Aplicando el abono natural producido en la finca, los costos asociados a la compra de abonos Triple 15 y Urea se reducen a cero. A continuación se hace el comparativo de costos de producción del compost frente a los costos de abono mensual por finca.

Los costos asociados a la mano de obra de disposición de residuos actuales se asumen como las horas de disposición de los residuos para el desarrollo del proceso productivo.

10.3 FLUJO DE EFECTIVO 12 MESES

A través de un diagrama de flujo de efectivo se determino evaluar el comportamiento del efectivo en un tiempo múltiplo del periodo de producción del proceso productivo y en relación con el calendario estacional de cosechas el cuál es cíclico en un periodo de 12 meses y es el calendario

con el que se desarrolla la actividad agrícola de la isla se determino realizar el análisis a 12 meses. Se representan los egresos en caja asociados a la inversión inicial del proyecto y la compra de abonos químicos por los primeros 3 meses que durará la producción inicial de abono, en flujos positivos se representan los ahorros en los que se ve beneficiada la finca al implementar el proceso productivo y al cabo de tres meses, iniciar la aplicación de abono natural sustituyendo los abonos químicos. El flujo neto mensual no es equivalente al ahorro directo de \$54.680 dado que por reglamentación colombiana en un periodo trimestral se debe dar dotación a los operarios que lo requieran, siendo el salario del operario menos de 2 salarios mínimos mensuales, el empleador de la finca debe proporcionar dotación correspondiente en los meses 4, 7 y 10, así pues mensualmente se causa la proporción correspondiente (\$24.000) al gasto trimestral en dotación del operario.

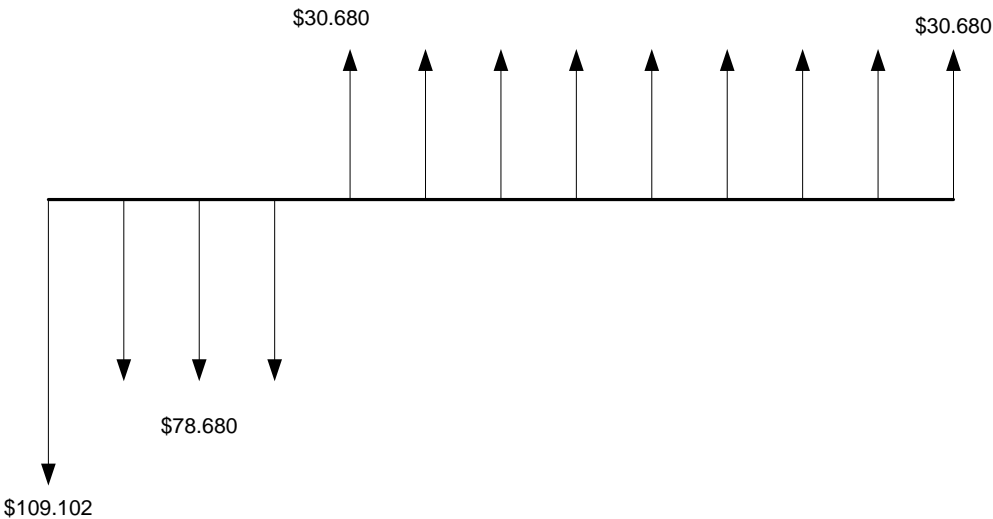


Gráfico 17 Diagrama de flujo de efectivo

Fuente: Autor

Del diagrama de flujo de efectivo (diagrama 17) se puede inferir que al término del séptimo mes se recuperará la inversión del proyecto (flujo negativo en el mes 0), obteniendo un Tiempo de Retorno de la Inversión de 6,55 meses. De igual manera el total de flujos negativos se recuperarán pasados 11 meses desde el último flujo. A partir de este momento los flujos positivos se interpretan como ahorro para la finca, y representan mayor disponibilidad en caja.

Realizando una proyección a cinco años del flujo neto anual el resultado se muestra en el gráfico 18.

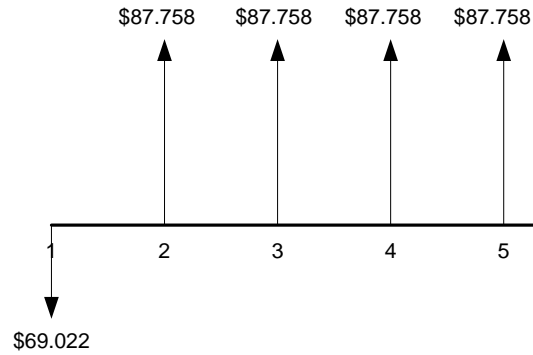


Gráfico 18. Diagrama de flujo de efectivo 5 años

Fuente: Autor

Para los flujos netos de los años 2 al 5 existe un flujo negativo en el flujo de caja anual asociado a la compra y reposición de herramientas, insumos y dotaciones, por un valor de \$280.402 (ver tabla 19), el valor de la reposición de dotación se causo mensualmente.

10.4 BENEFICIOS DEL PROYECTO

Los beneficios económicos que genera el proyecto fueron expresados en la sección anterior (sección 10.3) que generan reducción en el costo de abonos químico para los cultivos. Ahora, existen diversos beneficios asociados a la protección y conservación del medio ambiente, mejoramiento de los alimentos y por consiguiente la calidad de vida de los consumidores. Aquellos beneficios difícilmente pueden ser cuantificables, dada la subjetividad y el punto de referencia, pero son aspectos determinantes e influyentes en las decisiones a tomar.

En la tabla 24²⁹ se muestran las diferencias entre la agricultura convencional (abonada con productos químicos) y la agricultura orgánica (abonada con Compost), donde se identifican claramente los beneficios biológicos en cuanto al sostenimiento del suelo.

²⁹ BONGCAM. Op.Cit.,p.25

Agricultura orgánica	Agrícultura convencional
Agricultura con diversificación, asociación y rotación de cultivos.	Agricultura del monocultivo, con escasa o ninguna rotación de otros.
El abono orgánico lo hace usted mismo en la finca.	El fertilizante químico hay que comprarlo y transportarlo.
El abono orgánico suministra al suelo una amplia gama de nutrientes, tanto macro como microelementos y le ayuda a controlar la acidez.	El fertilizante químico únicamente suministra lo que dice la fórmula. Ej.: En dos bultos (100 gramos) de 10-30-10 hay 10 kilogramos de nitrógeno (N), 20 kilogramos de fósforo (P) y 10 kilogramos de potasio (K) y su aplicación produce cambios en la acidez del suelo.
Tiene la visión del suelo como una inversión biológica a largo plazo: abundante actividad micro y macrobiológica y alta tasa de biodiversidad.	Tiene la visión del suelo como un insumo de producción a corto plazo, esto conduce a suelos estériles o sin vida, de muy baja actividad biológica y su diversidad es baja.

Agricultura orgánica	Agrícultura convencional
Suelos cubiertos constantemente con materiales orgánicos y vegetación.	Suelos descubiertos y secos, expuestos a la radiación solar
Suelos resistentes a la erosión hídrica y eólica (del viento).	Suelos vulnerables a la erosión hídrica y eólica, ya que están expuestos a la lluvia, el viento y el sol.
Suelos grumosos, bien estructurados y de buena porosidad: alto intercambio de oxígeno y carbono y disminución de su densidad aparente.	Suelos compactados y sin estructura, baja porosidad, mínimo intercambio gaseoso y un mayor incremento de la densidad aparente.
Suelos profundos, aireados, fértiles (biofertilizados), mecanización motriz o animal que no voltea el suelo	Suelos sin ninguna fertilidad natural, asfixiados y con horizontes compactados debido principalmente a la mecanización inapropiada con implementos de disco : arado y rastrillo.
Suelos permeables	Suelos poco permeables con encostramientos superficiales y poca infiltración de agua.
Raíces abundantes, bien desarrolladas y profundas.	Poco desarrollo de raíces deformadas y superficiales.
Los suelos permiten por intermedio de las raíces la recuperación de minerales filtrados en las capas más profundas.	Los suelos no permiten la recuperación de minerales filtrados en las capas más profundas.
alto reciclaje de material orgánico. La biomasa que se obtiene en el proceso productivo (residuos de cosecha, rastrojo, etc.) es un valioso recurso.	Bajo índice de materiales orgánicos. La biomasa obtenida es un estorbo.
Plantas sanas resistentes con metabolismo equilibrado y abundante producción de biomasa	Plantas débiles sin resistencia a insectos y patógenos, desequilibradas nutricionalmente.

Tabla 24. Comparación agricultura orgánica vs. Agricultura convencional

Fuente: BONGCAM, 2003

Adicionalmente se identifican beneficios como los siguientes.

- Reducción de la contaminación derivada de productos agroquímicos al suelo, subsuelo, corrientes hídricas superficiales, y el mar.
- Mitigación de la contaminación de la fauna y flora terrestre y marítima como del arrecife coralino y las especies que este alberga. El suelo filtra los químicos de altas concentraciones y estos a través de las corrientes subterráneas alcanzan los individuos

animales y vegetales de la zona marítima de la Isla generando muertes y enfermedades en ellos.

- Disminución de las emisiones gaseosas contaminantes, producto de las quemadas de residuos orgánicos agrícolas.
- Prevención de enfermedades y plagas por abandono de residuos orgánicos en lugares inapropiados en la comunidad. Lo cual se representa en la mejora de la calidad de vida, minimizando el riesgo de enfermedades y propagación de estas por la inadecuada disposición de residuos orgánicos.
- Mejoramiento de la calidad de vida, ya que el consumo de productos cultivados con abonos orgánicos, no contienen altas concentraciones de químicos.
- Conservación y fertilización del suelo, se traduce en una esperanza de producción más larga, e incluso transformar el suelo de la isla en una fuente ilimitada de nutrientes para cultivos y árboles frutales por un periodo indeterminado.
- Conservación del arrecife de coral y a su vez de las especies asociadas, incrementa la oferta de peces para la industria de la pesca, y mantiene el atractivo turístico de la Isla en cuanto a los corales.

10.5 INDICADORES FINANCIEROS

De acuerdo con el flujo de efectivo de la sección 10.3 (ver gráfico 18) estimado para los siguientes 5 años, se realizó el siguiente análisis financiero a través de la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN) de los flujos a cinco años, y se realizó una relación beneficio costo, que se presentan a continuación.

Para el cálculo de la TIR se emplearon los flujos netos de los cinco años y a través de la herramienta financiera de Excel se calculó el valor de la Tasa que hace el valor de los flujos corrientes igual a cero.

Aplicando el análisis de viabilidad financiera del proyecto con base en la TIR y la tasa de descuento aplicada para el cálculo de VPN (5,26%) se considera viable el proyecto al ser la TIR superior a la tasa de descuento.

Para el cálculo del valor presente neto, se tomó como valor de inversión \$109.102 (ver tabla 20), y tasa de descuento la tasa de depósito a término fijo DTF³⁰.

Este valor nos da un indicio que el capital invertido, y el desarrollo del proyecto va a generar beneficios económicos. Como se analizó previamente, la disminución en los costos de compra de abonos químicos refleja el balance positivo, que se observa en el valor presente neto de los flujos anuales, de lo que se infiere una viabilidad económica del proyecto.

³⁰ DTF del 25 Nov de 2012, [Citado 25/11/2012]. Disponible en Internet: <http://www.portafolio.co/>

Una vez analizados los costos y beneficios del proyecto, y estudiado la viabilidad económica del proyecto se estudiara la relación beneficio costo, el proyecto, claro está que este valor es netamente económico, dado que la importante suma de beneficios incuantificables no contribuye con el valor económico neto del beneficio del proyecto, de igual manera los beneficios se ven reflejados en ahorro, siendo así, la relación está dada por.

Desde una visión netamente económica la relación es favorable, pero es necesario resaltar que los objetivos del proyecto están encaminados al sostenimiento del medio ambiente, el mejoramiento de las condiciones de cultivo de la Isla y los beneficios previamente analizados.

CONCLUSIONES

La evaluación económica del proyecto de proceso productivo para la transformación de residuos en producto aprovechable arrojó como resultado una viabilidad económica. Es importante resaltar el hecho que un proyecto con objetivos sociales y de conservación del medio ambiente tenga un balance positivo en aspectos financieros. Es sabido que iniciativas de este tipo, por lo general no son viables económicamente dada la dificultad de la cuantificación de los beneficios obtenidos.

La Isla genera suficientes recursos considerados como basura, que son material muy importante para el desarrollo de procesos productivos como el presentado, si bien el objetivo de fondo del proyecto es minimizar el impacto ambiental sobre la tierra cultivada y los ecosistemas asociados, presentar el proyecto a las personas que lo ejecutarán con beneficios tangibles, motiva su implementación y desarrollo.

Desarrollar el proceso con responsables puntuales, es decir cada finca como centro de producción, y conocer el destino final del producto obtenido, favorece el futuro del proceso productivo, ya que una vez invertido capital económico, terreno y esfuerzos, en una iniciativa, esta se desarrolla para lograr los objetivos trazados.

El diseño de un proceso productivo a través de la caracterización y determinación de cada operación puntual, permite determinar los recursos necesarios. Para desarrollar un proyecto de elaboración de compost a partir de residuos orgánicos en una finca de producción agrícola la cantidad de recursos aprovechables favorece la viabilidad económica y operacional, ya que la inversión se puede establecer como parte de la actividad necesaria de la finca.

La calidad de los alimentos, el incremento de la cantidad de frutos por cosecha a través de cultivos orgánicos son aspectos que la experiencia de los trabajadores de la agricultura han determinado y son una motivación para implementar el proceso, dado que a mediano y largo plazo los incrementos en la productividad de las cosechas y del margen obtenido serán un factor determinante para dar continuidad al proceso, y ser un ejemplo en la región y en el mundo, asegurando que el trato amable con el ambiente en la producción agrícola es rentable y enriquece los recursos naturales.

Establecido el centro de producción de compost en cada una de las fincas generadoras de residuos orgánicos, el proceso de distribución y almacenamiento no requiere de gastos adicionales, ya que el proceso es cíclico y la materia prima, producto en proceso y el producto final se encuentran en el mismo lugar en todas las fases del proceso, es decir que la fuente de materia prima será el consumidor final del producto obtenido, lo cual optimiza la cadena de abastecimiento, centrandolo los esfuerzos en la fase de producción.

RECOMENDACIONES

Para implementar el proceso productivo de manera continua se recomienda iniciar una prueba piloto en una de las fincas y realizar un análisis microbiológico de las características del producto en proceso en todas las fases de la producción y del producto final; esto con el fin de garantizar los nutrientes, controlar el producto en proceso y así mismo realizar los cambios necesarios en la estructura del proceso diseñado, dado que el proceso biológico de descomposición se comporta de manera distinta de acuerdo con las proporciones de material existente.

Es importante desarrollar un estudio científico que determine las cantidades adecuadas de aplicación de compost en las distintas plantaciones que existen en Isla Fuerte y en las etapas correspondientes, debido a las condiciones climáticas y geográficas de la zona.

Realizar un seguimiento de la productividad de las cosechas después de implementado el proceso de compostaje y de abono con compost, para documentar el beneficio en cuanto al incremento de la productividad y establecer el mejoramiento obtenido de la finca.

La tasa de crecimiento poblacional se encuentra en crecimiento y así mismo los volúmenes de residuos generados en la zona urbana de la Isla, se recomienda reiniciar el proyecto de patios productivos, liderado por el SENA, el cual busca instalar huertas productivas en los hogares de la zona urbana de la isla y de esta manera la posibilidad de implementar un proceso de compostaje de residuos orgánicos urbanos, asociado a la productividad agrícola de las huertas.

Una de las fuentes de contaminación de las playas del sur de la isla es la basura, troncos y demás desechos que provienen de las costa del continente, departamento de Córdoba, debido a las corrientes marítimas que arrastran y terminan depositando estos residuos en las playas de las islas del sur del golfo de Morrosquillo, se recomienda establecer un proceso productivo de aprovechamiento de la madera de los grandes troncos que se establecen en las playas y un sistema de limpieza de las playas, con el fin de mantener estas en óptimas condiciones y de esta manera incentivar el turismo de la isla, tercer rubro de ingresos de la economía isleña.

GLOSARIO

AGUAS FREÁTICAS: Agua subterránea infiltrada a través de las capas superficiales porosas del terreno, que se desliza y deposita sobre una capa de terreno impermeable poco profunda.

BAHEREQUE: Un sistema de construcción de viviendas a partir de palos entretreídos con cañas, zarzo o cañizo, y barro. Esta técnica ha sido utilizada desde épocas remotas para la construcción de vivienda en pueblos indígenas de América.

COMPOSTAJE: Es un método de tratamiento de los residuos sólidos urbanos, agrícolas e industriales, basado en la degradación bioquímica de la fracción orgánica biodegradable de los mismos, que permite convertirla en una sustancia similar al humus, de características totalmente estables y totalmente inofensivas desde el punto de vista higiénico y sanitario.

COMPOST: Abono orgánico obtenido artificialmente por la descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos.

EROSIÓN: Desgaste en la superficie de la tierra debido a agentes externos como, exceso de agua y viento.

INOCUIDAD: Garantía en cuanto a que los alimentos no causarán daño cuando se preparen y/o consuman, de acuerdo con el uso a que estén destinados.

LIXIVIADOS: Líquido orgánico producto de la materia orgánica en degradación. La humedad de la materia orgánica en el proceso de transformación de los restos en compost es el principal factor que acelera la generación de estos líquidos.

MONTÓN: Conjunto de cosas puestas sin orden estricto unas encima de otras.

OLIGOELEMENTOS: Elemento químico que en muy pequeñas cantidades es indispensable para las funciones fisiológicas.

PROCESO AERÓBICO: Proceso biológico que se desarrolla en presencia de oxígeno y flujo de aire.

RESIDUO ORGÁNICO: Todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.

BIBLIOGRAFÍA

AELLO, M.S., Di Marco, O.N., ARIAS, S., Chicatún, A., LEE, S.H., Composición morfológica de la planta de maíz y degradabilidad ruminal de hojas y tallos efecto de híbrido, densidad de siembra y riego. Unidad integrada, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2001.

ALCALDÍA DE PEREIRA, Secretaría de planeación municipal, Caracterización de residuos sólidos urbanos en el municipio de Pereira, Pereira, 2008

ALCALDÍA MAYOR DE CARTAGENA DE INDIAS. [online], Soluciones a problemas de isla fuerte, Cartagena, 2009, [Citado el 20 mar. 2012] disponible en internet: <http://sigob.cartagena.gov.co/prensa/default.asp?codigo=573>

ARMIJO C., AGUILAR Q., TABOADA P., LOZANO G., BUENROSTRO O., Comparación de la composición de residuos sólidos en una comunidad urbana y rural de baja californiana, México: Retos para su manejo adecuado, II simposio iberoamericano de Ingeniería de residuos, Universidad del Norte, Barranquilla, 2009.

AYA MORIBE, Kimie Carolina, Propuesta de un sistema de recolección, manejo, transporte y disposición de residuos sólidos con miras a la construcción de un arrecife artificial en Isla Fuerte, Cartagena, Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2011

BETANCURT JARAMILLO, Ángela María. Residuos del plátano, renta para productores, UN periódico, Universidad Nacional de Colombia, Febrero 12 de 2011 [On line]. Bogotá: UNPeriódico Universidad Nacional de Colombia. [Citado 26 Sept., 2012]. Disponible en Internet: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/residuos-del-platano-renta-para-productores-1.html>

BONGCAM V. Elkin, Guía para compostaje y manejo de suelos. Bogotá. Colombia.: Convenio Andrés Bello, 2003.

CANTANHEDE, Alvaro. MONGE, Gladys. SANDOVAL, Leandro. CAYCHO, Carlos. Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Revista AIDS de Ingeniería y Ciencias Ambientales, vol.1, 2006

CASTILLO R., Carlos J., Elaboración de compost en Manizales a partir de residuos orgánicos urbanos, Universidad de Caldas, [On line]. Manizales: Revistas Científicas. [Citado 8 Oct., 2012]. Disponible en Internet:

http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=239&Itemid=239

COGGER, Craig G., SULLIVAN, Dan M., KROPF, James A., Cómo hacer y usar el compost, The Oregon – Washington Master Gardener Handbook, Oregon State University, 2001

CORERA P., Diana Elisa, Análisis multitemporal de la transformación de las coberturas terrestres entre 1946 y 2006, como aporte al fortalecimiento del área marina protegida en Isla Fuerte, Caribe Colombiano. Trabajo de grado Ecóloga. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales, 2007.

FAO, Departamento Económico y social, Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030, 2002 [Online]. Roma, Italia: [Citado 27 Sept., 2012]. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s00.htm>

GÓMEZ T., Adriana N., TOVA G., Ximena del P., Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (Pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) Trabajo de grado microbióloga agrícola y veterinaria, microbióloga industrial. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias, 2008.

GUERRERO E., Jhoniers, MONSALVE P., Jaime A., El compostaje como una estrategia de producción más limpia en los centros de beneficio animal del departamento de Risaralda, *Scientia et Technica* Año XII, No. 32, UTP, 2006

ILLINOIS UNIVERSITY[online], Compost Casero en Chicago.[Citado el 03 Abr., 2012], disponible en internet:http://urbanext.illinois.edu/homecomposting_sp/basics.html

JARAMILLO H., Gladys, ZAPATA M., Liliana M., aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia, Trabajo de grado Especialistas en Gestión ambiental. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería, 2008.

LÓPEZ GALVAN, Ana Carolina. Proyecto piloto de producción de abono orgánico a partir de los residuos orgánicos domiciliarios de la población urbana de Isla Fuerte Corregimiento de Cartagena Bolívar. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2010

LÓPEZ GALVÁN, Ana Carolina. Residuos peligrosos generados por las actividades agrícolas en Isla Fuerte corregimiento de Cartagena DT. Bolívar, Pontificia Universidad Javeriana, 2010

LÓPEZ GALVÁN, Ana Carolina. Residuos hospitalarios y similares, Pontificia Universidad Javeriana

LÓPEZ GARCIA, Margarita, Estrategias participativas, uso comercial y de autoconsumo de oferta y demanda alimentaria en Isla Fuerte, Bolívar, Caribe Colombiano, Trabajo de grado Ecóloga. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales, 2011.

LÓPEZ MACÍAS, Piedad. Compostaje de residuos orgánicos.1 ed. Colombia.: Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, 2002.

MARTINEZ S., María Mercedes, Importancia de la materia orgánica en la agricultura. Colombia.: Federación internacional de universidades católicas, 2009.

MAZZEO M., Miguel, LEÓN A., Libardo, MEJÍA G., Luis F., GUERRERO M., Luz E., BOTERO L, Juan D., Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de Caldas, En: Educación en Ingeniería. Bogotá (Jun., 2010)

MEJÍA F., Luis A. PALENCIA C., Gildardo E. Abono orgánico manejo y uso en el cultivo del cacao. 1 ed. Colombia.: Corpoica, 2003.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA [online], Energía renovable para isla fuerte: Seguidores solares, Bogotá, 2010, [citado el 20 mar. 2012] disponible en internet: http://www.minminas.gov.co/minminas/index.jsp?cargaHome=2&opcionCalendar=10&id_comunicado=630

OSPINA G., Alexander, BERNAL L., Oscar, CHÁVEZ P., Álvaro, Fase de caracterización de los residuos no peligrosos en el Plan Institucional de Gestión Ambiental de la UMNG, En: Revista academia y virtualidad Vol. 3. Bogotá (2010)

PORTILLA O., Mauricio A., Formulación de un plan comunitario de manejo integral de residuos sólidos en zonas insulares, a partir de la identificación de las características sociales y económicas de la población y de la caracterización de las basuras. Estudio de caso sector de tuntuneco. Corregimiento de barú. Trabajo de grado Ecólogo. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales, 2004.

PLANETICA[online], Clasificación de los residuos [citado el 14 mar.2011] disponible en internet: <http://www.planetica.org/basura/clasificacion>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAÍSO, CONAMA, Metropolitana de Santiago. Estudio caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la región metropolitana, Valparaíso, 2006.

PRIETO, Lena, Manual de procesos industriales. 1 ed. Bogotá, Colombia. Editorial Pontificia Universidad Javeriana 2004

SUPERFINANCIERA, Superintendencia Financiera de Colombia Tasa de usura del 01 Oct de 2012 a 30 sept de 2013, [Citado 12 Oct, 2012]. Disponible en Internet: <http://www.superfinanciera.gov.co/>

UNICEF, Formulación y evaluación de alternativas municipios menores de 50.000 habitantes, Módulo 2, Anexo 2, Colombia, 2005

ANEXOS

ANEXO 1

CARACTERIZACIÓN RESIDUOS SOLIDOS ISLA FUERTE CARTAGENA
2012

Barrio	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
No. Habitantes	<input type="text"/>

Día 1 Fecha

	PESO
Residuos Orgánicos	<input type="text"/>
Residuos Inorgánicos	<input type="text"/>
Residuos Sanitarios	<input type="text"/>

Día 2 Fecha

	PESO
Residuos Orgánicos	<input type="text"/>
Residuos Inorgánicos	<input type="text"/>
Residuos Sanitarios	<input type="text"/>

Día 3 Fecha

	PESO
Residuos Orgánicos	<input type="text"/>
Residuos Inorgánicos	<input type="text"/>
Residuos Sanitarios	<input type="text"/>

Día 4 Fecha

	PESO
Residuos Orgánicos	<input type="text"/>
Residuos Inorgánicos	<input type="text"/>
Residuos Sanitarios	<input type="text"/>

Día 5 Fecha

	PESO
Residuos Orgánicos	<input type="text"/>
Residuos Inorgánicos	<input type="text"/>
Residuos Sanitarios	<input type="text"/>

Día 6 Fecha

	PESO
Residuos Orgánicos	<input type="text"/>
Residuos Inorgánicos	<input type="text"/>
Residuos Sanitarios	<input type="text"/>

OBSERVACIONES DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Día 1

--

Día 2

--

Día 3

--

Día 4

--

Día 5

--

Día 6

--

ANEXO 2

GENERACIÓN RESIDUOS SOLIDOS PER CÁPITA

# de Vivienda	Cantidad de Habitantes	Total residuos per capita(kg)
1	4	0.31
2	6	0.12
3	5	0.02
4	5	0.07
5	3	0.28
6	7	0.02
7	4	0.60
8	4	0.29
9	6	0.16
10	3	0.48
11	5	0.26
12	10	0.14
13	6	0.06
14	7	0.11
15	5	0.07
16	9	0.17
17	4	0.24
18	6	0.25
19	5	0.14
20	2	0.23
21	2	0.47
22	4	0.08
23	6	0.14
24	3	0.15
25	2	0.54
26	3	0.06
27	4	0.18
28	6	0.12
29	6	0.29
30	4	0.40
31	4	0.41
Promedio		0.22
Desviación Est.		0.16
Varianza		0.02

ANEXO 3

3-A RESIDUOS SOLIDOS INORGÁNICOS GENERADOS POR LA MUESTRA DE 31 VIVIENDAS EN LA ZONA URBANA DE ISLA FUERTE.

# de Vivienda	Cantidad de Habitantes	PESO INORGÁNICOS (g)				
		2012/09/11	2012/09/12	2012/09/13	2012/09/14	2012/09/15
1	4	2130	0	0	2700	600
2	6	120	130	630	125	160
3	5	5	15	15	20	10
4	5	150	180	270	695	405
5	3	110	0	90	140	115
6	7	95	70	75	65	80
7	4	2480	1400	3770	800	2200
8	4	320	295	810	655	300
9	6	1200	700	0	250	650
10	3	3300	2700	960	0	0
11	5	830	440	110	560	645
12	10	55	45	0	300	0
13	6	105	260	250	117	180
14	7	125	120	70	75	0
15	5	0	800	0	650	0
16	9	65	95	900	280	80
17	4	305	0	765	625	85
18	6	0	0	1160	810	450
19	5	140	260	115	800	160
20	2	110	125	300	1500	230
21	2	1010	1330	800	1400	0
22	4	0	680	245	0	0
23	6	220	90	94	106	510
24	3	0	50	59	56	115
25	2	660	580	5	0	230
26	3	133	118	0	45	250
27	4	858	1500	0	0	90
28	6	0	325	2080	120	660
29	6	254	286	0	360	225
30	4	410	335	590	380	475
31	4	350	580	1800	450	600

3-B RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA MUESTRA DE 31 VIVIENDAS EN LA ZONA URBANA DE ISLA FUERTE.

# de Vivienda	Cantidad de Habitantes	PESO ORGÁNICOS (g)				
		2012/09/11	2012/09/12	2012/09/13	2012/09/14	2012/09/15
1	4	0	0	200	110	0
2	6	360	740	320	530	540
3	5	55	85	0	0	80
4	5	0	0	0	0	0
5	3	920	790	300	1300	0
6	7	0	60	0	0	95
7	4	0	0	280	590	0
8	4	400	1100	85	990	400
9	6	205	115	180	320	600
10	3	0	0	0	0	0
11	5	440	900	200	1300	600
12	10	735	910	1575	1285	765
13	6	0	0	0	0	20
14	7	51	1200	230	35	965
15	5	0	0	0	0	0
16	9	1200	1130	0	1150	0
17	4	245	110	900	1420	0
18	6	975	260	2200	400	600
19	5	0	0	0	0	1460
20	2	0	0	0	0	0
21	2	0	0	0	0	0
22	4	0	0	0	0	0
23	6	290	590	170	1585	335
24	3	640	280	365	320	215
25	2	850	770	0	1500	560
26	3	0	0	250	0	60
27	4	625	575	0	0	0
28	6	0	0	0	0	0
29	6	2210	1980	1100	2200	0
30	4	750	1200	834	1420	970
31	4	930	350	850	960	1200

3-C RESIDUOS SOLIDOS SANITARIOS GENERADOS POR LA MUESTRA DE 31 VIVIENDAS EN LA ZONA URBANA DE ISLA FUERTE

# de Vivienda	Cantidad de Habitantes	PESO SANITARIOS (g)				
		2012/09/11	2012/09/12	2012/09/13	2012/09/14	2012/09/15
1	4	95	55	110	85	115
2	6	0	0	30	0	0
3	5	45	35	25	90	35
4	5	0	25	55	0	40
5	3	90	105	85	140	45
6	7	0	0	28	15	80
7	4	140	113	140	80	90
8	4	135	55	70	110	70
9	6	55	140	175	140	0
10	3	155	0	0	0	145
11	5	60	65	145	100	120
12	10	995	130	25	90	105
13	6	360	0	0	390	0
14	7	350	20	100	380	210
15	5	40	45	120	70	85
16	9	635	250	680	615	510
17	4	0	110	90	75	0
18	6	120	75	180	80	130
19	5	145	45	40	170	115
20	2	15	20	0	0	25
21	2	20	15	35	10	55
22	4	250	110	70	85	165
23	6	0	25	0	35	30
24	3	15	35	0	20	55
25	2	95	75	0	40	65
26	3	0	0	0	0	0
27	4	0	0	0	0	0
28	6	0	165	120	85	115
29	6	20	25	10	40	0
30	4	105	90	120	140	100
31	4	60	0	45	30	90

3-D RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS POR LA MUESTRA DE 31 VIVIENDAS EN LA ZONA URBANA DE ISLA FUERTE CONSOLIDADO

# de Vivienda	Cantidad de Habitantes	PESO TOTAL (g)				
		2012/09/11	2012/09/12	2012/09/13	2012/09/14	2012/09/15
1	4	2225	55	310	2895	715
2	6	480	870	980	655	700
3	5	105	135	40	110	125
4	5	150	205	325	695	445
5	3	1120	895	475	1580	160
6	7	95	130	103	80	255
7	4	2620	1513	4190	1470	2290
8	4	855	1450	965	1755	770
9	6	1460	955	355	710	1250
10	3	3455	2700	960	0	145
11	5	1330	1405	455	1960	1365
12	10	1785	1085	1600	1675	870
13	6	465	260	250	507	200
14	7	526	1340	400	490	1175
15	5	40	845	120	720	85
16	9	1900	1475	1580	2045	590
17	4	550	220	1755	2120	85
18	6	1095	335	3540	1290	1180
19	5	285	305	155	970	1735
20	2	125	145	300	1500	255
21	2	1030	1345	835	1410	55
22	4	250	790	315	85	165
23	6	510	705	264	1726	875
24	3	655	365	424	396	385
25	2	1605	1425	5	1540	855
26	3	133	118	250	45	310
27	4	1483	2075	0	0	90
28	6	0	490	2200	205	775
29	6	2484	2291	1110	2600	225
30	4	1265	1625	1544	1940	1545
31	4	1340	930	2695	1440	1890

ANEXO 4

OFERTA NETA POR GRUPOS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN ISLA FUERTE AÑO 2011.

Tabla 1. Oferta Neta por grupos de productos agrícolas en Isla Fuerte al año, 2011.

Productos que se cultivan en la Isla	Fincas N=42	%	Oferta Bruta al año			Consumo al año			Venta interna al año			Venta Externa al año			Oferta Neta
			Unid	%	\bar{x} /Finca	Unid	%	\bar{x} /Finca	Unid	%	\bar{x} /Finca	Unid	%	\bar{x} /Finca	
Grupo 1															
Coco	40	95	309900	34,06	7748	39240	4,31	981	184980	20,33	4625	85680	9,42	2142	270660
Plátano	39	93	189850	20,86	4868	92325	10,15	2367	84025	9,23	2154	13500	1,48	346	97525
Mango	32	76	292260	32,12	9133	88620	9,74	2769	26130	2,87	817	177510	19,51	5547	203640
Naranja	29	69	25720	2,83	887	11872	1,30	409	13397	1,47	462	450	0,05	16	13847
Ciruella	22	52	10353	1,14	471	8093	0,89	368	1260	0,14	57	1000	0,11	45	2260
Mandarina	24	57	8205	0,90	342	4855	0,53	202	1950	0,21	81	1400	0,15	58	3350
Anón	21	50	3405	0,37	162	2970	0,33	141	410	0,05	20	25	0,00	1	435
Papaya	24	57	1978	0,22	82	1424	0,16	59	474	0,05	20	80	0,01	3	554
Guanábana	23	55	1834	0,20	80	1034	0,11	45	700	0,08	30	100	0,01	4	800
			843505	93		250433	27,52		313326	34,43		279745	30,74		593071
Grupo 2															
Níspero	20	48	7000	0,77	350	3620	0,40	181	960	0,11	48	780	0,09	39	1740
Chirimoya	19	45	3210	0,35	169	2310	0,25	9	900	0,10	47	0	0,00	0	900
Mamey	15	36	1965	0,22	131	1065	0,12	9	900	0,10	60	0	0,00	0	900
Aguacate	13	31	935	0,10	72	285	0,03	6	650	0,07	50	0	0,00	0	650
Carambolo	9	21	15840	1,74	1760	13440	1,48	196	2400	0,26	267	0	0,00	0	2400
Árbol de Pan	8	19	804	0,09	101	654	0,07	13	150	0,02	19	0	0,00	0	150
Zapote	8	19	650	0,07	81	150	0,02	10	500	0,05	63	0	0,00	0	500
Ahuyama	7	17	3450	0,38	493	2030	0,22	70	1420	0,16	203	0	0,00	0	1420
Guama	7	17	250	0,03	36	200	0,02	5	50	0,01	7	0	0,00	0	50
Patilla	6	14	7460	0,82	1243	3620	0,40	207	3840	0,42	640	0	0,00	0	3840
Banano	5	12	5700	0,63	1140	2685	0,30	228	3015	0,33	603	0	0,00	0	3015
Pepino	5	12	12424	1,37	2485	5410	0,59	497	7014	0,77	1403	0	0,00	0	7014
Melón	4	10	5570	0,61	1393	2960	0,33	348	2610	0,29	653	0	0,00	0	2610
Berenjena	3	7	440	0,05	147	80	0,01	49	360	0,04	120	0	0,00	0	360
Calabaza	3	7	50	0,01	17	25	0,00	6	25	0,00	8	0	0,00	0	25
			65748	7,23		38534	4,23		24794	2,72		780	0,09		25574
Grupo 3															
Batata	1	2,4	SR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caimito	1	2,4	SR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cañandonga	1	2,4	600	0,07	600	600	0,07	600	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Lima	1	2,4	SR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piña	1	2,4	100	0,01	100	100	0,01	100	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Pomelo	1	2,4	SR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			700	0,08		700	0,08		0	0,00		0	0,00		0
Total			909953	100	21666	289667	32	6897	338120	37	8050	280525	31	6679,2	618645

Tabla 3. Oferta Neta por grupos de productos agrícolas en Isla Fuerte, estimados en libras al año, 2011.

Productos que se cultivan en la Isla	Fincas N=42	%	Oferta Bruta al año			Consumo al año			Venta interna al año			Venta externa al año			Oferta Neta
			Libras	%	\bar{X} /Finca	Libras	%	\bar{X} /Finca	Libras	%	\bar{X} /Finca	Libras	%	\bar{X} /Finca	
Grupo 1															
Guayaba	35	83	3940	1,1	246	3114	0,9	175	796	0,2	63	30	0,0	15	826
Limón	30	71	7934	2,2	396,7	3814	1,1	130,5	1520	0,4	50,7	2600	0,7	866,7	4120
Ñame	28	67	236100	66,5	10265,2	100600	28,3	4167,9	42400	11,9	2089,3	93100	26,2	36400	135500
Maíz	23	55	47300	13,3	2057	10340	2,9	686	13300	3,7	815	23660	6,7	9700	36960
Yuca	23	55	31215	8,8	1419	14698	4,1	639	16517	4,7	718	0	0,0	0	16517
			326489	92		132566	37		74533	21		119390	34		193923
Grupo 2															
Frijol Negro	13	31	1076	0,3	98	493	0,1	38	570	0,2	44	13	0,0	6,5	583
Tamarindo	12	29	5486	1,5	685,8	1374	0,4	127,8	800	0,2	66,7	3312	0,9	1656	4112
Ají dulce	12	29	287	0,1	32	282,5	0,1	24	4,5	0,0	0,4	0	0,0	0,0	4,5
Noni	12	29	400	0,1	200	300	0,1	25	100	0,0	9	0	0,0	0	100
Achiote	9	21	330	0,1	66	90	0,0	10,2	0	0,0	0	240	0,1	80	240
Mamoncillo	9	21	280	0,1	140	140	0,0	15,6	0	0,0	0	140	0,0	70	140
Habichuelas	8	19	4255	1,2	607,9	3569	1,0	94,9	536	0,2	67	150	0,0	150	686
Corozo	7	17	480	0,1	96	480	0,1	69	0	0,0	0	0	0,0	0	0
Tomate	7	17	12310	3,5	2051,7	3770	1,1	538,6	8540	2,4	1220	0	0,0	0	8540
Ají pimentón	6	14	1102	0,3	220,4	278	0,1	46,3	824	0,2	137,3	0	0,0	0	824
			26006	7,3		10777	3,0		11375	3,2		3855	1,1		15229,5
Grupo 3															
Arroz	4	10	925	0,3	308	925	0,3	231	0	0,0	0	0	0,0	0	0
Cereza	4	10	560	0,2	186,7	560	0,2	140	0	0,0	0	0	0,0	0	0
Ajonjolí	1	2	1000	0,3	1000	0	0,0	0	0	0,0	0	1000	0,3	500	1000
Ají picante	1	2	40	0,0	40	40	0,0	40	0	0,0	0	0	0,0	0	0
			2525	0,7		1525	0,4		0	0,0		1000	0,3		1000
Total			355020	100		144868	41		85908	24		124245	35		210153

ANEXO 5 FORMATO CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS

Nombre del proceso		Código:	
		Fecha:	
		Versión:	
		Página:	
Objetivo del proceso			
Proveedores	Subprocesos / Actividades		Clientes
Materiales / Insumos			Producto
Actividad	Flujograma		Responsable
Actividad	Indicador		Valor requerido

ANEXO 6 INSUMOS AGROQUÍMICOS USADOS POR LAS FINCAS DE ISLA FUERTE

# De Finca	¿ Que tipo de insumos quimicos utiliza? ¿ Para que? Que Cantidad?	# De Finca	¿ Que tipo de insumos quimicos utiliza? ¿ Para que? Que Cantidad?
1	no utiliza	11	Urea: 4kl- Fortaleza
2	Glifosato:100cm- maleza, Paracua: 4litros-maleza, Estelar: 3ltr-maleza, Supermetrina: 3ltr-piojo y hormiga, Lorban: 8kl- hormiga, Urea: 50kl-follaje, triple 15: 50kl-fortaleza, amina: 15ltr-follaje.	12	no utiliza
3	Glifosato: 4ltr- maleza, Paracua: 4litros-maleza, Lorban: 8kl- hormiga, Urea: 50kl-follaje, triple 15: 50kl-fortaleza.	13	Amina , 1 litro para fortalecer
3	Glifosato: 4ltr- maleza, Paracua: 4litros-maleza, Lorban: 8kl- hormiga, Urea: 50kl-follaje, triple 15: 50kl-fortaleza.	14	Lorban, 15 mg hormiga; Urea, 100 kl follaje; Randal, 1 ltr maleza; Estelar, 3 ltr maleza; Supermetrina, 60 cm ³ piojo y hormiga; rafaga, 1 kl hormiga; triple 15, 150 kl Fortaleza; Paracua: 60 ltr- Maleza.
4	Glifosato:1ltr- maleza, Paracua: 1ltr-maleza, Estelar: 1ltr-maleza, Supermetrina: 15ml-piojo y hormiga, Lorban: 5kl- hormiga, Urea: 50kl-follaje, triple 15: 50kl-fortaleza, Rafagal: 5kl-follaje, Randal: 1ltr-maleza, Potacio: 150kl- Fortaleza	15	Amina: 1ltr- maleza, Glifosato: 1 ltr- maleza, Gramason: 1ltr-maleza.
4	Glifosato:1ltr- maleza, Paracua: 1ltr-maleza, Estelar: 1ltr-maleza, Supermetrina: 15ml-piojo y hormiga, Lorban: 5kl- hormiga, Urea: 50kl-follaje, triple 15: 50kl-fortaleza, Rafagal: 5kl-follaje, Randal: 1ltr-maleza, Potacio: 150kl- Fortaleza	16	Gramason: 1ltr- maleza, Randal: 1ltr- maleza, Paracua: 1ltr- Maleza

# De Finca	¿ Que tipo de insumos quimicos utiliza? ¿ Para que? Que Cantidad?	# De Finca	¿ Que tipo de insumos quimicos utiliza? ¿ Para que? Que Cantidad?
5	no utiliza	17	Amina: 4ltr- Fortaleza, Paracua: 1ltro- Maleza, Glifosato: 4ltr- Maleza, triple 15: 100kl
6	Randal: 10cm- Herbicida, Estelar: Nosabe-Herbicida.	17	Amina: 4ltr- Fortaleza, Paracua: 1ltro- Maleza, Glifosato: 4ltr- Maleza, triple 15: 100kl
7	Glifosato: 1/4- Maleza, Urea: 20libras- Fortaleza	18	Amina: 4ltr- maleza, Paracua: 1ltro- Maleza, Glifosato: 4ltr- Maleza, triple 15: 100kl- fortaleza
8	Triple 15: 250kl-Fortaleza, Urea: 250kl- follaje, Potacio: 250kl- fortaleza.	19	no utiliza
9	no utiliza	20	Impesamina: 1ltr- Maleza
10	Paracua: 1ltro-maleza, glifosato: 1 ltro- maleza	21	no utiliza
22	no utiliza	32	Amina: 1ltr- maleza, Glifosato: 1 ltr- maleza, Estelar: 1ltr- maleza.
23	Lorban: 2kl- torito (Escarabajo plaga del coco)	33	no utiliza
24	Triple 15: 50kl - fortaleza, Gramason : 4ltr- maleza, Glifosato: 4l- Maleza, Urea: 50kl - fortaleza.	34	Glifosato: 4ltr- -maleza, Estelar: 4ltr- Maleza
25	Glifosato: 4ltr- maleza, Panser: 4ltr-maleza, Paracua: 4ltr- maleza.	35	no utiliza
26	Amina:3ltr- maleza	36	no utiliza
27	Paracua: 3ltr- maleza	37	no utiliza
28	Amina: 2ltr- maleza	38	no utiliza
29	no utiliza	39	no utiliza
30	no utiliza	40	no utiliza
31	no utiliza	41	Glifosato: 1ltr- Maleza
32	Amina: 1ltr- maleza, Glifosato: 1 ltr- maleza, Estelar: 1ltr- maleza.	42	Paracua:2 ltr- Fortaleza, Gramason: 2ltr-maleza

ANEXO 7

MAPA NUMERADO MANZANAS DE ZONA URBANA ISLA FUERTE CARTAGENA

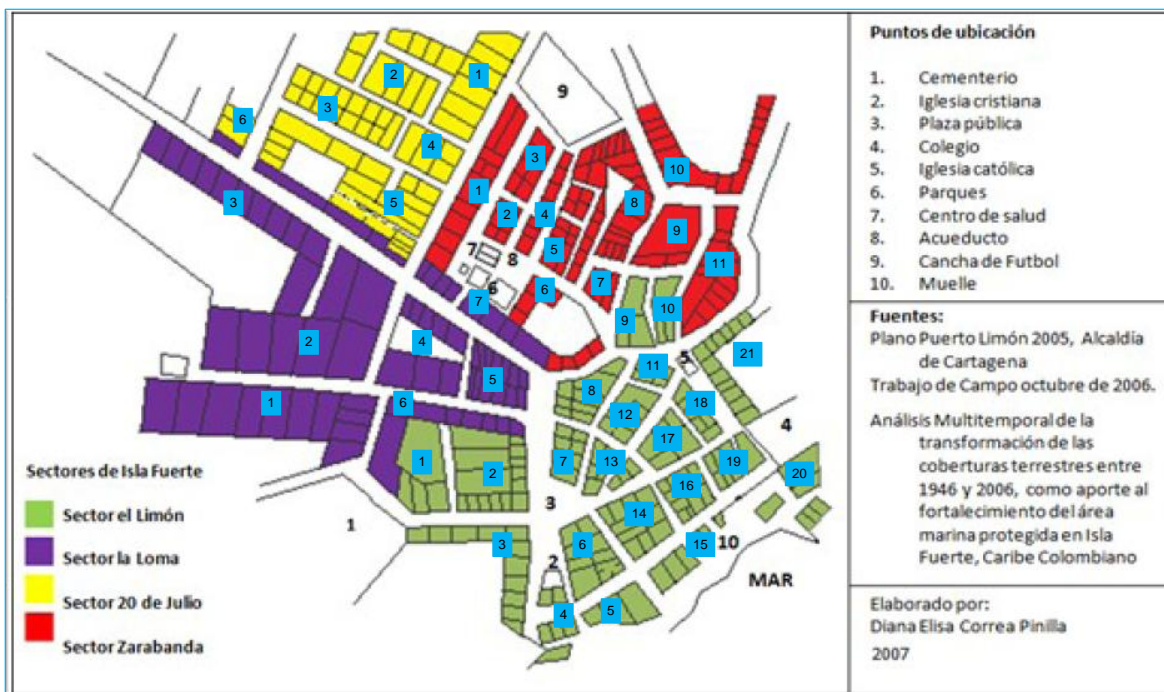


Diagrama modificado por el autor.

ANEXO 8

LISTADO DE VIVIENDAS TOTAL ISLA FUERTE CON ASIGNACIÓN PARA MUESTREO

ANEXO 8-A 20 DE JULIO

20 de Julio					
Manzana	# Casa		Manzana	# Casa	
1	1		3	7	
1	2		4	1	
1	3		4	2	
1	4		4	3	5
1	5		4	4	
1	6		5	1	
1	7	2	5	2	
1	8		5	3	
1	9		5	4	
1	10		5	5	
2	1		5	6	1
2	2	3	5	7	
2	3		6	1	
2	4	4	6	2	
2	5		6	3	
3	1		6	4	
3	2		6	5	
3	3		6	6	
3	4		6	7	
3	5		6	8	
3	6				

ANEXO 8-B LA LOMA

La Loma					
Manzana	# Casa		Manzana	# Casa	
1	1		3	11	1
1	2		4	1	
1	3		4	2	
1	4		4	3	
1	5		4	4	
1	6		4	5	
1	7		4	6	
1	8		4	7	
1	9		5	1	
2	1		5	2	
2	2		5	3	
2	3	4	5	4	
2	4		5	5	
2	5		5	6	
2	6		6	1	
2	7		6	2	
3	1	2	6	3	
3	2		6	4	
3	3		6	5	
3	4		7	1	
3	5		7	2	3
3	6		7	3	
3	7		7	4	5
3	8		7	5	6
3	9		7	6	
3	10				

ANEXO 8-C ZARABANDA

Zarabanda				
Manzana	# Casa		Manzana	# Casa
1	1		6	3
1	2		6	4
1	3		7	1
1	4		7	2
1	5	3	7	3
1	6		8	1
1	7		8	2
1	8		8	3
1	9		8	4
2	1		8	5
2	2		8	6
2	3	1	8	7
2	4		8	8
2	5	2	8	9
2	6		8	10
2	7		8	11
3	1		9	1
3	2		9	2
3	3		10	1
3	4		10	2
3	5		10	3
3	6		10	4
4	1		10	5
4	2		10	6
4	3	5	10	7
4	4	4	11	1
4	5		11	2
4	6	8	11	3
5	1		11	4
5	2		11	5
5	3	6	11	6
5	4	7	11	7
5	5		11	8
5	6		11	9
6	1		11	10
6	2			

ANEXO 8-D PUERTO LIMÓN

Puerto Limón					
Manzana	# Casa		Manzana	# Casa	
1	1		6	2	
1	2		6	3	
1	3		6	4	
1	4		6	5	
2	1		6	6	
2	2		6	7	
2	3		6	8	
2	4		7	1	
2	5		7	2	
2	6		7	3	
2	7		7	4	
2	8		7	5	
3	1		7	6	
3	2		7	7	
3	3		8	1	
3	4		8	2	
3	5		8	3	
3	6		8	4	
3	7		8	5	
3	8		8	6	
3	9		9	1	1
3	10		9	2	
3	11		9	3	
4	1		10	1	
4	2		10	2	2
4	3		11	1	
5	1		11	2	
5	2		12	1	
5	3		12	2	
6	1	12	12	3	

Puerto Limón					
Manzana	# Casa		Manzana	# Casa	
12	4		16	4	
12	5		16	5	
13	1		16	6	
13	2		17	1	
13	3		17	2	4
13	4		17	3	
14	1		18	1	5
14	2		18	2	
14	3	11	18	3	
14	4		18	4	3
14	5		19	1	
14	6		19	2	
14	7		19	3	
14	8		19	4	
15	1	10	20	1	8
15	2		20	2	9
15	3		20	3	
16	1		21	1	6
16	2		21	2	
16	3		21	3	7