
	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.

BRAYAN STEWAR GOMEZ SABOGAL

UNIVERSIDAD ECCI
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.

2017

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.

BRAYAN STEWAR GOMEZ SABOGAL

INFORME FINAL DE PASANTÍA

SONIA PAOLA VELANDÍA BUITRAGO

Tutora de pasantía

LILI TATIANA VEGA CLAVIJO

Jefe directo Jardín Botánico de Bogotá

UNIVERSIDAD ECCI
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.

2017




	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO


1.	TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
2.2	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
3.	OBJETIVOS	14
3.1	GENERAL	14
3.2	ESPECÍFICOS	14
4.	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
4.1	JUSTIFICACIÓN	15
4.2	DELIMITACIÓN	17
5.	MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
5.1	MARCO TEORICO	18
5.1.1	ESTADO DEL ARTE.....	22
5.2	MARCO CONCEPTUAL	23
5.3	MARCO LEGAL.....	24
6.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
7.	DISEÑO METODOLOGICO.....	27
8.	RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	29
8.1	DIAGNOSTICO ÁREA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES.....	29
8.1.1	INTRODUCCIÓN	29
8.1.2	MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES.....	30
8.1.3	DIAGNOSTICO PROCESO ACTUAL DE COMPOSTAJE	36
8.1.3.1	METODOLOGÍA.....	37
8.1.3.2	RESULTADOS PRIMERA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.....	38
8.1.3.3	ANÁLISIS DE LA PRIMERA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.....	50
8.1.3.4	RESULTADOS SEGUNDA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.....	50
8.1.3.4.1	PESAJE DEL COMPOST	50

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.3.4.2 VOLUMEN DE LIXIVIADOS.....	54
8.1.3.5 BALANCE DE MASAS COMPOST	57
8.1.3.6 ANÁLISIS DE LA SEGUNDA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.....	59
8.1.4 DIAGNOSTICO PROCESO ACTUAL DE GASIFICACIÓN	59
8.1.4.1 METODOLOGÍA.....	60
8.1.4.2 RESULTADOS DIAGNOSTICO PROCESO DE GASIFICACIÓN.....	60
8.1.4.3 ANÁLISIS DIAGNOSTICO PROCESO DE GASIFICACIÓN.....	63
8.2 DISEÑO SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN EN TODOS LOS PROCESOS QUE SE IDENTIFICAN EN EL ÁREA.....	64
8.2.1 INTRODUCCIÓN.....	64
8.2.2 DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS Y ESTABLECIMIENTO DE RUTAS DE EVACUACIÓN Y MOVIMIENTO INTERNO DE MATERIAS PRIMAS.....	65
8.2.2.1 PLANO DE LA DIVISIÓN DE LAS ÁREAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO.....	65
8.2.2.2 PLANO DE RUTA DE EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.....	67
8.2.2.3 PLANO DE RUTAS INTERNAS PARA LA MOVILIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS.....	69
8.2.2.3.1 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE.....	69
8.2.2.3.1 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE GASIFICACIÓN.....	71
8.2.2.3.3 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE BIO-EXTRUSIÓN.....	73
8.2.2.3.4 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE BIO-DIGESTIÓN.....	75
8.2.3 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE.....	77
8.2.3.1 METODOLOGÍA.....	78
8.2.3.2 RESULTADOS ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.....	81
8.2.3.3 CONCLUSIONES ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.....	96
8.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PARA EL ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES.....	97
8.3.1 SEÑALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN	97


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.3.2 ACTUALIZACIÓN DE MANUAL Y PROTOCOLOS PARA LOS PROCESOS APROVECHAMIENTO.	99
8.3.2.1 MANUAL DE MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES.....	100
8.3.2.2 MANUAL DE MANEJO, TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES - COMPOSTAJE	101
8.3.2.3 MANUAL DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE GASIFICACIÓN	102
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
9.1 CONCLUSIONES.....	103
9.2 RECOMENDACIONES	105
10. BIBLIOGRAFÍA	107
11. ANEXOS.....	109
11.1 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	109
11.2 INFORME SOLICITUD RECURSOS PARA SEÑALIZACIÓN	113
11.3 COTIZACIONES REALIZADAS.....	119
11.3.1 COTIZACIÓN 1 EMPRESA “DISTRIARROYAVE”	119
11.3.2 COTIZACIÓN 2 EMPRESA “YURIPUBLICIDAD-SEÑALIZACIÓN Y AVISOS.	120
11.3.3 COTIZACIÓN 3 EMPRESA “SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN DE COLOMBIA SAS”	121

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Legislación.....	24
Tabla 2. Matriz de aspectos e impactos ambientales.....	31
Tabla 3. Clasificación impactos ambientales.....	35
Tabla 4. Cuarteo 1 de residuos orgánicos 27-10-2016.....	40
Tabla 5. Cuarteo 2 de residuos orgánicos 16-11-2016.....	42
Tabla 6. Cuarteo 3 de residuos orgánicos 30-11-2016.....	45
Tabla 7. Cantidades totales en los 3 cuarteos.....	46
Tabla 8. Promedio de entrada de residuos vegetales en diferentes periodos de tiempo..	47
Tabla 9. Resultado pesaje de los residuos del día 20-02-2017.....	49
Tabla 10. Resultado pesaje de los residuos del día 21-02-2017.....	49
Tabla 11. Resultado pesaje de los residuos del día 22-02-2017.....	49
Tabla 12. Medidas de la división en secciones de la pila de compost seleccionada.....	53
Tabla 13. Proyección del compost que produce el área durante diferentes periodos de tiempo.....	53
Tabla 14. Proyección de generación de lixiviados.....	57
Tabla 15. Entradas y salidas proceso de gasificación.....	63
Tabla 16. Residuos aprovechables de los procesos de compostaje, gasificación y bio-digestión.....	77
Tabla 17. Materiales proporcionados por el área para la actividad experimental.....	79
Tabla 18. Tratamientos establecidos para el compost mediante la combinación de diferentes residuos aprovechables.....	79
Tabla 19. Cronograma para el volteo de las pilas experimentales.....	79
Tabla 20. Cronograma para el riego de pilas experimentales.....	80
Tabla 21. Registro de cantidades de residuos aprovechables usados en la elaboración de las pilas experimentales.....	83
Tabla 22. Medidas pilas experimentales día 1.....	83
Tabla 23. Registro dimensiones pila A1.....	84
Tabla 24. Registro dimensiones pila A2.....	85
Tabla 25. Registro dimensiones pila B1.....	86
Tabla 26. Registro dimensiones pila B2.....	87
Tabla 27. Registro dimensiones pila C.....	88
Tabla 28. Registro de pH pilas experimentales.....	89
Tabla 29. Materiales solicitados para la delimitación de las áreas.....	97
Tabla 30. Cantidad y precios de los elementos necesarios para la señalización del área de aprovechamiento.....	98

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Área transformación y aprovechamiento jardín botánico José Celestino Mutis.....	12
Ilustración 2. Proceso de gasificación.....	19
Ilustración 3. Proceso de compostaje.....	20
Ilustración 4. Operario realizando acopio de residuos de poda.....	36
Ilustración 5. Acopio de residuos de poda para recolección.....	36
Ilustración 6. Tractor recolector de residuos sólidos y vegetales del Jardín Botánico.....	36
Ilustración 7. Descarga de residuos orgánicos.....	38
Ilustración 8. Total de residuos orgánicos del día 26-10-2016.....	38
Ilustración 9. Homogenización de residuos con minicargador.....	38
Ilustración 10. Homogenización de residuos manual.....	38
Ilustración 11. Separación de residuos.....	39
Ilustración 12. Separación tipo de residuos.....	39
Ilustración 13. Pesaje residuos de ramas.....	39
Ilustración 14. Pesaje de residuos general.....	39
Ilustración 15. Total de residuos del día 15-11-2016.....	41
Ilustración 16. Residuos de poda de pasto.....	43
Ilustración 17. Residuos de poda de ramas.....	43
Ilustración 18. Cuarteo.....	43
Ilustración 19. Residuos de palma.....	43
Ilustración 20. Herramientas suministradas para el cuarteo (balanza/caneca).....	44
Ilustración 21. Residuos día lunes 20-02-2017 (derecha), residuos día martes 21-02-2017 (izquierda).....	47
Ilustración 22. Pesaje de hojarasca.....	48
Ilustración 23. Residuos ramas días lunes 20-02-2017.....	48
Ilustración 24. Residuos de palma día lunes 20-02-2017.....	48
Ilustración 25. Pesaje residuos palma.....	48
Ilustración 26. Pila de compost seleccionada para realizar la medición y pesaje de compost.....	51
Ilustración 27. Cuchara minicargador.....	52
Ilustración 28. Total de compost pesado.....	52
Ilustración 29. Minicargador retirando el compost a pesar de la pila seleccionada.....	53
Ilustración 30. Balanza y caneca.....	53
Ilustración 31. Perforación tubo con taladro.....	54
Ilustración 32. Tubo de lixiviado forrado con malla.....	54
Ilustración 33. Tubo adaptado para recolección de lixiviados.....	55
Ilustración 34. Tubos para recolección de lixiviados ubicados en forma de "V".....	56
Ilustración 35. Biomasa usada para tapar los tubos.....	56
Ilustración 36. Compost usado para la construcción de la pila de compost.....	56
Ilustración 37. Biomasa usada en el proceso de gasificación.....	61


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ilustración 38. Tamices.	61
Ilustración 39. Operario encendiendo gasificador.	61
Ilustración 40. Gasificador iniciando proceso de combustión.	61
Ilustración 41. Pesaje de cenizas gruesas.	62
Ilustración 42. Pesaje de carbón de filtro.	62
Ilustración 43. Alquitrans residuales del proceso de gasificación.	62
Ilustración 44. Pesaje de alquitrans.	62
Ilustración 45. Plano área de aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables.	66
Ilustración 46. Plano ruta de evacuación área de aprovechamiento.	68
Ilustración 47. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de compostaje.	70
Ilustración 48. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de gasificación.	72
Ilustración 49. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de bio-extrusión.	74
Ilustración 50. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de bio-digestión.	76
Ilustración 51. Ubicación pilas experimentales.	78
Ilustración 52. Alquitrans usados en el riego de las pilas experimentales del día 1.	81
Ilustración 53. Carbón usado en las pilas experimentales.	81
Ilustración 54. Elaboración de la pila A1.	81
Ilustración 55. Pilas experimentales.	81
Ilustración 56. Medición pilas experimentales.	82
Ilustración 57. Preparación de melaza.	82
Ilustración 58. Riego de pilas con melaza.	82
Ilustración 59. Riego de pilas con alquitrans.	82
Ilustración 60. Re-ubicación de pilas después del volteo.	83
Ilustración 61. Toma de pH de muestras de las pilas experimentales.	89
Ilustración 62. Toma de muestra de pila de compost B2.	89
Ilustración 63. Toma de registro pH de muestras.	89
Ilustración 64. Pila experimental A1.	91
Ilustración 65. Pila experimental A2.	92
Ilustración 66. Pila experimental B1.	93
Ilustración 67. Pila experimental B2.	94
Ilustración 68. Pila muestra C.	95
Ilustración 69. Homogenización cuarteo 1.	109
Ilustración 70. Vapor emanando de muestra para cuarteo.	109
Ilustración 71. Pesaje de ramas en cuarteo 1.	109
Ilustración 72. Tractor descargando residuos vegetales.	109
Ilustración 73. Foto panorámica pilas experimentales finalizada su elaboración.	109
Ilustración 74. Canecas para la recolección de lixiviados.	110
Ilustración 75. Tubos y canecas cubiertas.	110


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ilustración 76. Almacenamiento de compost en lonas junto a lonas de retamo espinoso. 110

Ilustración 77. Pilas de compost tamizado. 110

Ilustración 78. Drenaje de lixiviados en pilas de compost. 111


Ilustración 79. Canal de lixiviados tapada. 111

Ilustración 80. Proceso de compostaje. 111

Ilustración 81. Proceso de gasificación 111


Ilustración 82. Proceso de bio-digestión..... 112

Ilustración 83. Proceso de bio-extrusión (sin operación). 112

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Entrada de residuos vegetales 26-10-2016	40
Gráfica 2. Entrada de residuos vegetales 15-11-2016	42
Gráfica 3. Entrada de residuos vegetales 29-11-2016.	45
Gráfica 4. Medidas pila de compost (vista frontal).....	51
Gráfica 5. Medidas pila (vista lateral) y medidas de las secciones establecidas.	52
Gráfica 6. Variación altura pila A1.....	84
Gráfica 7. Variación altura pila A2.....	85
Gráfica 8. Variación altura pila B1.....	86
Gráfica 9. Variación altura pila B2.....	87
Gráfica 10. Variación altura pila C.....	88
Gráfica 11. Variación pH de pilas experimentales.....	90

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

Optimización del sistema de aprovechamiento de residuos vegetales del “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA


El jardín botánico José Celestino Mutis al estar desarrollando procesos de transformación y aprovechamiento de biomasa proveniente de los residuos vegetales y orgánicos tanto del jardín botánico como de diferentes puntos del Distrito Capital y con el fin de implementar el uso de energías renovables, designa un área en la cual se encuentran procesos de gasificación, bio-digestión, energía fotovoltaica y la producción de abono orgánico por medio de lombricultivos, bio-extrusión y compostaje. Frente a la organización de sus procesos se encuentra que no hay estándares establecidos, por lo tanto, no existe una delimitación, una estimación de la cantidad de residuos que llegan al área, cantidad de productos generado ni señalización de las áreas, además esta falta de organización genera problemas al momento de establecer la adecuación o actualización del PIGA institucional.

Al no contar con un sistema de gestión para el aprovechamiento de los residuos orgánicos dirigidos a cada uno de los procesos del área de transformación y aprovechamiento, se observan inconvenientes tanto en las entradas y salidas que tiene cada proceso porque no se establecen itinerarios pertinentes para cada actividad y se presentan falencias en la obtención de productos ya que algunos se mezclan o se contaminan, por lo que es necesaria la intervención de un ingeniero ambiental para realizar el diseño de un sistema aprovechamiento de residuos sólidos en el que se implemente una gestión ambiental del área para optimizar la producción en esta área.




Ilustración 1. Área transformación y aprovechamiento jardín botánico José Celestino Mutis.

Fuente: Autor

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo a través de la optimización del sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos se puede lograr una gestión del área de transformación y aprovechamiento del jardín botánico José celestino Mutis?

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Optimizar el sistema de aprovechamiento de residuos vegetales del “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.

3.2 ESPECÍFICOS

- Realizar el diagnóstico base para determinar el desempeño actual del área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables.
- Diseñar el sistema de aprovechamiento para la optimización en todos los procesos que se identifican en el área.
- Implementar el sistema de aprovechamiento para el área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN


4.1 JUSTIFICACIÓN

Colombia es un país con una alta vulnerabilidad al cambio climático y sus principales fuentes de energía como la generación hidroeléctrica, generación térmica y eólica se ve afectada y con el paso del tiempo disminuirán sus potenciales energéticos, es por ello que el desarrollo e implementación de energías renovables es importante para la mitigación y adaptación al cambio climático (García , Corredor , Calderon , & Gómez, 2013). Por esta razón, cuando se quiere trabajar con energías renovables debe realizarse con una adecuada gestión en todos los procesos que vayan a implementar ya que esta para un proyecto en desarrollo con procesos planificados y estructurados implica que habrá una optimización y una mejora continua que cumplirá las expectativas técnicas, operativas y económicas del proyecto garantizando así un desarrollo sostenible. Un proyecto de desarrollo de energías no planificado o no estructurado generará impactos ambientales inesperados y un déficit en cuanto en el cumplimiento de las metas planteadas. (Angel , Carmona , & Villegas, 2010).


La implementación de una metodología para trabajar la gestión ambiental permite realizar el análisis de los impactos de un proceso desde su inicio hasta su fin, es decir, examinando todas sus fases para identificar puntos a mejorar (Merino, 2010). De manera que se ha creado ayudas técnicas, como lo es la ISO 50001 enfocada a las energías, ISO 14001 para la implantación de sistemas de gestión ambiental, entre otras. Estas normas técnicas establecen lineamientos para plantear una buena adecuación en un organización, por ello es importante implementarlas y dar mejoría a los procesos (Varón , 2012).

El Jardín Botánico José Celestino Mutis al ser uno de lugares más importantes para la investigación y desarrollo científico en Bogotá en diversos campos como biodiversidad, energías alternativas, aprovechamiento de residuos orgánicos, entre otros, asigna un área para el aprovechamiento y transformación de biomasa para generación eléctrica y bio-abono en la cual se encuentran falencias frente a la organización y gestión ambiental de las áreas para los procesos internos existentes, por lo cual es importante realizar una estructuración de esta área de transformación y aprovechamiento de biomasa para que sus procesos sean optimizados y se logre un completo desarrollo sostenible, aprovechando al 100% los procesos que tiene esta área del Jardín y así aumentar su potencial energético, además que esta gestión ambiental pueda conectarse al PIGA institucional y que se logre establecerse más metas frente a la destinación de recursos para la investigación de implementación de otros tipos de energías renovables y una futura ampliación del área.

De no darse una estructuración y organización a esta área, el Jardín Botánico no logrará cumplir las metas establecidas en su misión y visión, además no habrá un estudio de las

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


energías renovables ni un aprovechamiento óptimo en los procesos que actualmente se encuentran operando en esta área, por lo que no habrá una sostenibilidad ambiental y se perderá la oportunidad de lograr una investigación e implementación de energías renovables que puedan aportar un potencial energético al jardín.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

4.2 DELIMITACIÓN

El jardín botánico de Bogotá al trabajar temas de investigación, desarrollo y comunicación con la comunidad define diferentes subdirecciones en su organización las cuales se enfocan en estos temas específicamente, la subdirección científica se encarga de apoyar estudios en sus laboratorios con respecto a las aplicaciones que pueda tener la vegetación del jardín y la inclusión de nuevas especies, la subdirección técnica operativa se encarga de aplicar todo el conocimiento investigado por medio de diferentes programas y proyectos, y finalmente la subdirección educativa y cultural, la cual tiene como propósito la comunicación con la comunidad.

La subdirección técnica operativa se encuentra el área de agricultura urbana quien tiene a cargo la huerta y el área de aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos, un nuevo espacio el cual en el que se han implementado metodologías y tecnologías para el aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables como el compostaje, paneles solares, gasificación, biodigestión y bio-extrusión. Esta área ha tenido varios cambios con el paso del tiempo y que está en una constante mejoría a través de diferentes trabajos de investigación incluyendo el presente trabajo de pasantía enfocado a la gestión ambiental de esta área con el fin de que se logre una adecuada organización en los procesos y así generar un mayor desarrollo sostenible con los recursos que el jardín botánico pueda destinar para ello durante 6 meses iniciando en septiembre 2016 y finalizando en marzo de 2017.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN


5.1 MARCO TEORICO

Colombia un país con un alto potencial para el desarrollo de energías alternativas, ha pasado por varias crisis energéticas por la dependencia que tiene en la energía de las principales centrales eléctricas del país. En los años 70's el mundo entero paso por una crisis energética que trajo como resultado la investigación de fuentes de energía alternativas, (Loboguerrero , 2007). Colombia en los últimos 30 años ha logrado avances en el aprovechamiento de los diferentes recursos naturales para la generación de energías limpias, por ejemplo, la energía fotovoltaica y el aprovechamiento energético de la biomasa que se obtiene de los recursos vegetales como el bagazo de caña que tienen un potencial elevado para la cogeneración de energía. La biomasa tiene una participación del 9% del consumo mundial de energía, esto indica que el potencial de los recursos vegetales para la generación de energía es apta para que siga una línea de investigación y aprovechamiento. En nuestro país se han evaluado los potenciales energéticos de los residuos agrícolas (caña de azúcar, palma, maíz, arroz, entre otros), residuos pecuarios (bovino, avícola y porcino), fuentes de metano (destilerías de etanol) y otros residuos generados de las podas y de los residuos orgánicos de las plazas de mercado (González & Valencia, 2015).

El uso de biomasa para dar una sustitución al constante uso de combustibles fósiles trae como resultado impactos positivos en el ambiente, su producción y uso sostenible permite un correcto ciclo del carbono por lo que no afecta negativamente el medio ambiente. La biomasa fue usada como fuente de energía intensiva durante la revolución industrial y hasta el día de hoy sigue siendo una fuente de alto aprovechamiento energético, por lo que el desarrollo de métodos para su aprovechamiento ha aumentado, la biomasa vegetal está constituida por hidratos de carbono en forma de combinados lignocelulósicos, proteínas, lípidos y compuestos nitrogenados, esta composición es diversa debido a que la homogeneidad de la biomasa no es igual en todas las especies vegetales (Castells X. E., 2012).

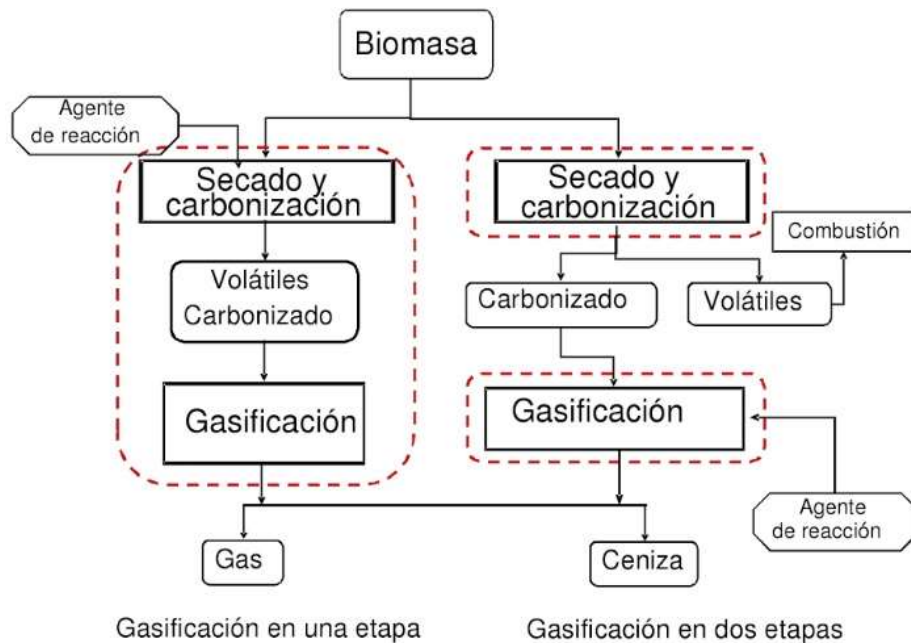
El aprovechamiento de biomasa vegetal para la obtención de energía eléctrica puede lograrse a través de diferentes procesos de transformación según sea el uso del producto al que se quiera llegar, existen sistemas termoquímicos en los que se encuentran procesos como la pirolisis y sistemas bioquímicos en los que se da una degradación natural del material vegetal para obtener un producto como el biogás. (Castells x. E., 2012).

Entre los métodos para el aprovechamiento de residuos vegetales se encuentra el proceso de gasificación, el cual *“es un proceso de transformación termoquímica en el que un material sólido orgánico es puesto en contacto con una corriente gaseosa oxidante”* (Rincón, Gómez, & Klose, 2011), este es uno de los procesos más conocidos para el

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

aprovechamiento de residuos vegetales maderables con el fin de producir un gas síntesis para la generación de energía eléctrica a través de una turbina o motor dependiendo del sistema utilizado, en la ilustración 2 se observan dos métodos de gasificación, gasificación en una etapa y gasificación en dos etapas.

Ilustración 2. Proceso de gasificación.



Fuente: Gasificación de biomasa residual de procesamiento agroindustrial

Otros métodos de aprovechamiento como el compostaje también son usados en alta escala por diferentes lugares del país, aunque no es considerado propiamente como un proceso de aprovechamiento, porque no genera energía como tal, pero si se aprovecha la energía de la materia orgánica para su transformación y posterior uso del compost como producto con intereses agronómicos


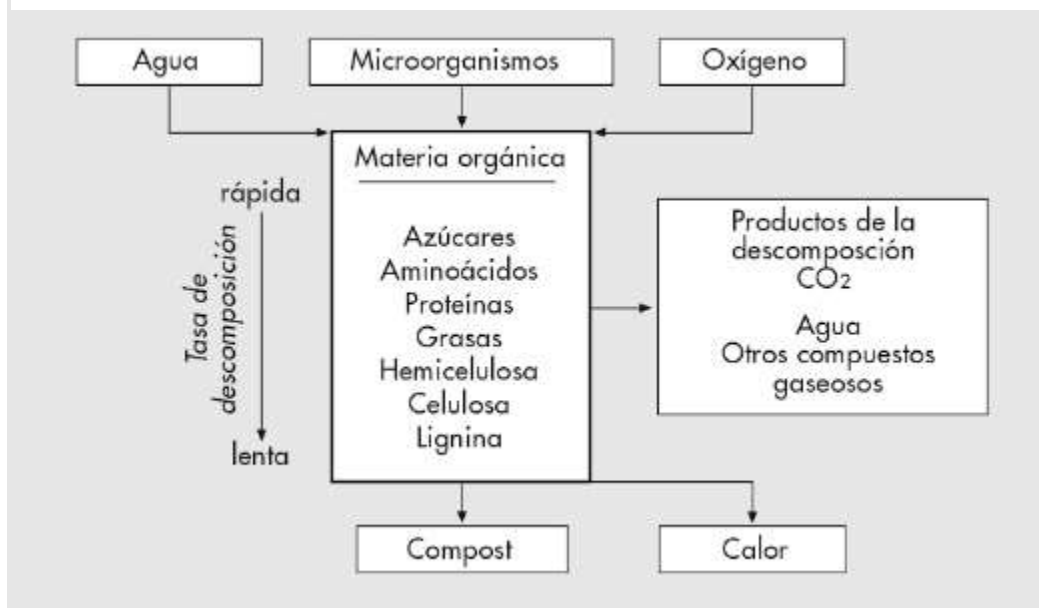
	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Ilustración 3. Proceso de compostaje.



Fuente: Tratamiento y valorización energética de residuos.

Cuando en Colombia se establece la constitución política y la ley 99 de 1993, se da un completo giro con respecto a la legislación ambiental en el país, las herramientas enfocadas a la gestión ambiental ahora tienen un objetivo más específico y es el cambiar el comportamiento de los agentes contaminantes y no ser solo un incentivo financiero (sánchez , 2002).

La gestión ambiental está definida como “aquella que incorpora los valores de desarrollo sostenible en las metas corporativas de la empresa” (Moreno & Pol, 1999), es decir, una organización puede implementar gestión a sus actividades y procesos que generan un impacto ambiental con el fin de generar un equilibrio entre lo antrópico y el ambiente, entendiendo la parte antrópica como las actividades económicas y el ambiente como el entorno de la organización generando así una disminución en los costos a través de una eficiencia y eficacia maximizando así los recursos disponibles. Junto con la gestión ambiental, los procesos de aprovechamiento de biomasa pueden ser completamente eficientes, permitiendo analizar, cuantificar, caracterizar y valorizar la biomasa. El perfil que desempeñan los profesionales en el desarrollo de un trabajo de gestión es importante ya que deben desarrollar competencias como:

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1) Competencia técnica:

- Se evidencian las destrezas, conocimientos y aptitudes trascendiendo los límites al profesional. Para este trabajo se debe tener los conocimientos requeridos para la aplicación y diseño de sistemas de gestión ambiental.

2) Competencia Metodológica


- Se ven las metodologías que puede usar el profesional en su capacidad de adaptación a cualquier situación para la solución de problemas, por lo que debe pensar y planificar. La organización del área de transformación y aprovechamiento exige la aplicación de diferentes metodologías para lograr la estructuración de sus todos sus procesos.

3) Competencia Social

- Se aplica el comportamiento individual e interpersonales, donde se ve la adaptación de la persona, la disposición al trabajo y cooperación con otros profesionales.

4) Competencia participativa

- En esta competencia se refleja la capacidad de coordinación, relación, convicción, decisión y responsabilidad del profesional (Bunk, 1995).

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


5.1.1 ESTADO DEL ARTE

En Colombia al ser uno de los países con mayor biodiversidad del mundo, se preocupa por el correcto aprovechamiento y conservación de la misma. Los Jardines Botánicos a través del plan nacional de jardines botánicos resaltan su importancia para ejecución de políticas de conservación, investigación y educación, por ello son muchos los trabajos de investigación que se realizan en cuanto a la conservación de flora y fauna, pero también de correcto aprovechamiento de los recursos vegetales (Ministerio de medio ambiente, 2002).

Jaramillo y Zapata desarrollaron en 2002 un trabajo con respecto al aprovechamiento de residuos sólidos en Colombia planteando que en Colombia el 50% de los residuos que se generan son orgánicos y que pueden ser aprovechados para que disminuya los impactos ambientales y además que se reincorporen nutrientes en los ciclos naturales de estos y disminuya el uso de agroquímicos. Las autoras dicen que solo una eficiente gestión integral de residuos puede generar una sostenibilidad ambiental y que la gestión ambiental es la competencia que se encargara de la generación de un óptimo aprovechamiento de residuos orgánicos para la disminución de los impactos ambientales y sociales (Jaramillo & Zapata , 2002).

Ospina en 2011, como trabajo de grado realiza un plan de manejo ambiental del Jardín Botánico y de los bosques de la universidad tecnológica de Pereira, actualizando inicialmente los datos biofísicos y económicos del jardín botánico y de los bosques de la universidad, posteriormente zonificaron el área y finalmente dieron desarrollo al plan de acción ambiental con un tipo de investigación proyectivo en el que se divide en 3 fases metodológicas, la primera diagnostica en la que recolecta y actualiza información pertinente al trabajo, la segunda fase analítica donde se realiza la zonificación de las áreas y el análisis de la información y finalmente se realiza el plan de manejo ambiental

Salamanca en 2014, realiza un trabajo de maestría en el que desarrolla *“estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C”* (Salamanca, 2014), en este trabajo el autor describe de manera inicial el método de aprovechamiento de residuos orgánicos más conocido el compostaje aerobio y anaerobio y sus beneficios. Posteriormente desarrolla su trabajo por medio de 3 fases, en la primera de ellas describe la población y muestra para el trabajo, en la segunda fase realiza la recolección y caracterización de los residuos sólidos orgánicos y en la tercera fase plantea la elaboración del plan de manejo integral de residuos sólidos orgánicos para la plaza de mercado como proyecto de aprovechamiento, minimización y valoración.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5.2 MARCO CONCEPTUAL


Gestión ambiental: “Conjunto de acciones que permitan lograr la máxima racionalidad en el proceso de toma de decisión relativa a la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente, mediante una coordinada información interdisciplinaria y la participación ciudadana” (Bolea , 1994).

Sistemas de gestión ambiental: “Es un sistema estructurado de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección ambiental que suscribe una Empresa”. (MIFIC, 2016)

Planificación: “Consiste en definir las metas de la organización, establecer una estrategia general para alcanzarlas y trazar planes exhaustivos para integrar y coordinar el trabajo de la organización” (Robbins & Coulter, 2005).

Eco-mapa: “Los eco-mapas son una herramienta original y simple para ayudar a las organizaciones para determinar su situación ambiental y determinar sus aspectos ambientales significativos y poder definir áreas donde se deben aplicar las opciones de producción más limpia. Esta técnica realiza un inventario de las prácticas y problemas, es un método sistemático para realizar una revisión ambiental, a través de gráficos se determina la situación ambiental y permite que los empleados se involucren y participen en el proceso” (UNAD, 2016)

Aprovechamiento de biomasa: “Consiste en el uso la biomasa forestal con fines energéticos que requiere una transformación previa para conseguir los productos más adecuados para su empleo como combustible” (Enciso , 2016).


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5.3 MARCO LEGAL

A continuación, se presenta la correspondiente legislación vigente respecto al tema a trabajar:


Tabla 1. Legislación

Legislación colombiana aplicada a residuos orgánicos y energías renovables		
Acto legal	Año	Descripción
Constitución política de Colombia	1991	Se establece los derechos y obligaciones de los ciudadanos, la estructura y organización del Estado y bajo sus lineamientos se aprueban las demás normas que rigen la vida del país.
Política para la gestión integral de residuos sólidos.	1998	Esta política define los principios de la Gestión Integral para todos los tipos de residuos. Establece el máximo aprovechamiento y mínimo de residuos con destino al Relleno Sanitario. Define las categorías de Residuo Aprovechable y No Aprovechable, para impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, que ocasionan los residuos de todo orden, y minimizar la generación y la disposición final como alternativa ambiental deseable
Decreto-ley 2811	1974	El Código Nacional de los Recursos Naturales es la base para las autorizaciones, concesiones y autorizaciones para el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales y se definen procedimientos generales para cada caso.
Ley 99	1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 1715.	2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
Decreto 2981	2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
Decreto 400	2004	Por el cual se impulsa el aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos producidos en las entidades distritales
Decreto 2981	2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Norma Técnica Colombiana NTC 14001	2015	Sistemas de gestión ambiental.
Norma Técnica Colombiana NTC 5167	2006	Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Reglamenta los límites actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físico químicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia parámetros para los análisis microbiológicos.

Fuente: Recuperado y modificado de <http://www.earthgreen.com.co/aprenda-mas-pyr/85-normatividad-manejo-de-residuos-organicos-en-colombia>

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Ya que se debe realizar un diagnóstico del área de transformación y aprovechamiento especificando las características de los procesos, se hará uso de una investigación de tipo descriptiva según lo establece (Sampieri , 2006), por medio de esta, se pueden describir los fenómenos que se presentan en el área de aprovechamiento por la falta de una adecuada gestión ambiental, además permite describir puntualmente las áreas, equipos y procesos que serán analizados para el desarrollo del proyecto para de esta manera poder describir puntualmente lo que se investiga.

Para el desarrollo de este trabajo se planten 3 fases. La primera fase de tipo descriptiva en la que se realiza un diagnóstico del área para tener una línea base, recolectando información primaria de los procesos, entradas (materia prima) y salidas (productos), profesionales encargados y también de los aspectos e impactos ambientales que allí se presentan por estos procesos plasmándolos en una matriz.

En la segunda fase se desarrollará el diseño del sistema para el aprovechamiento realizando la documentación y planeación de las actividades a realizar, entre ellas están la distribución espacial de las diferentes áreas mediante un eco-mapeo de la zona estableciendo la señalización y equipos pertinentes a cada área, horarios para las entradas y salidas de cada proceso, además esta fase se plantearán las actividades para la mitigación de impactos ambientales que se generan en los procesos del área con los indicadores y fichas de seguimiento de indicadores para medir la efectividad de estas actividades.


La tercera fase consiste en la implementación del sistema de aprovechamiento en el área, aplicando las actividades propuestas para zona o área.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

7. DISEÑO METODOLOGICO


El desarrollo de este trabajo se realiza a través de los 3 objetivos específicos planteados, para dar cumplimiento a estos se establece una serie de actividades para cada uno, las cuales tienen un método por el cual van a ser ejecutadas.

Objetivo específico	Actividad	Método
Realizar el diagnóstico base para determinar el desempeño actual del área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables.	Matriz de aspectos e impactos ambientales	Matriz modificada de Vicente Conesa
	Caracterización y pesaje de residuos sólidos que entran al área en un día.	Cuarteo de residuos
	Medición de lixiviados en una pila de 3x3x4 mts	Tubos adecuados para la recolección de lixiviados
	Pesaje de una sección de pila de compost	Balanza
	Balance de entradas y salidas en el proceso de compost	Balance de masas
	Proyección de la cantidad de entradas y salidas durante diferentes periodos de tiempo establecidos.	Proyección
	Pesaje de los residuos que entraron al área en un día.	Balanza
	Chequeo del proceso de gasificación identificando entradas y salidas.	Revisión in-situ con protocolo
Diseñar el sistema de aprovechamiento para la	Mapa de rutas de evacuación del área de aprovechamiento	AutoCAD

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Objetivo específico	Actividad	Método
optimización en todos los procesos que se identifican en el área.	Eco mapa de entradas, salidas y movimiento interno de residuos en los diferentes procesos del área de aprovechamiento	AutoCAD
	Delimitación y señalación de las áreas.	AutoCAD
	Experimento para la evaluación de la combinación perfecta para el tratamiento que se aplica a las pilas de compost	Diseño sistema metodológico para prueba experimental con compost
	Actualización de los protocolos establecidos por el Jardín Botánico para el manejo de los procesos del área de aprovechamiento.	Informe
Implementar el sistema de aprovechamiento para el área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables.	Solicitud de materiales necesarios para la división de áreas.	Informe
	Entrega de cotizaciones e informe para solicitar señalización.	Informe

Fuente: Elaboración propia.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS


8.1 DIAGNOSTICO ÁREA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGIAS RENOVABLES

8.1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente el área de aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables, tiene como objetivo dar uso a los residuos vegetales que se generan como resultado de las actividades que realiza el jardín botánico de Bogotá en cuanto al mantenimiento interno y externo de este, además de la recolección de residuos vegetales en diferentes lugares de las localidades de Bogotá como lo es la recolección de árboles caídos. Estos residuos se generan en grandes cantidades, por lo que esta área implemento diferentes métodos de aprovechamiento de residuos vegetales, entre los cuales están el proceso de compostaje, la gasificación, bio-extrusión y biodigestión.

Para el proceso de compostaje se utiliza principalmente los residuos que se generan en la recolección de hojarasca, residuos de la huerta, poda de césped y árboles, al ser residuos que llegan al área en grandes cantidades diariamente, se destina un espacio de grandes dimensiones para la elaboración de pilas de compost y las actividades asociadas a este proceso como lo es el secado y tamizado. La gasificación es una tecnología innovadora que fue donada al jardín botánico en la cual se aprovechan los residuos maderables generados en el jardín por la llegada de troncos de árboles, esta biomasa es triturada y tamizada para posteriormente ser quemada por los gasificadores y generar biogás que luego es usado para generación de energía eléctrica. La bio-extrusión es un proceso que es usado como medida de control frente a la vegetación exótica de los cerros orientales (retamo espinoso), este método consiste en traer cantidades específicas de retamo espinoso y semillas para ser triturados a través de una maquina bio-extrusora que genera un sustrato para la elaboración de compost. Finalmente se encuentra el proceso de biodigestión, un nuevo sistema de aprovechamiento que consiste en 3 biodigestores que se cargan con residuos de plaza de mercado, estiércol y pasto, estos generaran un biogás el cual será usado por un motor que generada energía eléctrica.

Para evaluar la eficiencia de estos procesos se realizará un diagnóstico general para posteriormente dar una serie de propuestas y actividades para organizar y optimizar el aprovechamiento. Únicamente se tendrá en cuenta los procesos de aprovechamiento que se encontraban en operación durante el inicio de la pasantía, el proceso de compostaje y gasificación, el proceso de bio-extrusión no será tomado en cuenta ya que suspendió sus actividades durante un tiempo indefinido y el proceso de biodigestión de igual manera no será tomado en cuenta ya la empresa que realiza su construcción aún no ha finalizado actividades y aún está en ejecución de pruebas, pero se darán organización y propuestas para estos.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.2 MATRIZ DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES.

Como primera medida se realizó una matriz de aspectos e impactos ambientales modificada de la matriz establecida por Vicente Conesa, con el fin de determinar que procesos y actividades están generando un impacto ambiental tanto positivo como negativo, para así establecer las actividades a seguir frente a los impactos identificados.




	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 2. Matriz de aspectos e impactos ambientales.

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO Y ENERGIAS RENOVABLES																
LISTA DE COMPROBACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	IMPACTO
				NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD		
N°	Actividad	Aspecto	Impacto	(+ -)												
1	Transporte de materias primas y productos en el área	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación atmosférica por material particulado	(-)	2	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-19	Irrelevante
		Generación de ruido	Alteración del bienestar de la fauna	(-)	2	1	2	2	1	1	1	4	2	2	-23	Irrelevante
		Movimiento de materia prima sin control.	Contaminación de productos por cruce con materias primas, productos o residuos sólidos-peligrosos.	(-)	8	8	2	2	2	2	4	4	2	2	-60	Severo
2	Chipeado (trituration de biomasa)	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación atmosférica por material particulado	(-)	4	2	4	2	1	4	4	4	2	2	-39	Moderado
		Generación de ruido	Alteración del bienestar de la fauna	(-)	2	1	2	2	1	1	1	4	2	2	-23	Irrelevante


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO Y ENERGIAS RENOVABLES																
LISTA DE COMPROBACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	IMPACTO
				NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD		
N°	Actividad	Aspecto	Impacto	(+ -)												
		Inadecuado almacenamiento de materias primas sin procesar y las procesadas por la chipper	Contaminación de productos por cruce con materias primas, productos o residuos sólidos-peligrosos.	(-)	8	4	4	2	2	4	4	4	2	2	-56	Severo
3	Gasificación	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación atmosférica por gases	(-)	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	-32	Moderado
		Generación de residuos peligrosos (alquitranes)	Afectación de las características físico químicas del suelo	(-)	4	4	4	2	2	4	4	4	2	2	-44	Moderado
		Producción de biogás	Generación de energía eléctrica	(+)	2	1	2	4	2	2	4	4	4	2	32	Moderadamente positivo
4	Bio-extrusión	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación atmosférica por material particulado	(-)	2	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-19	Irrelevante

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO Y ENERGIAS RENOVABLES

LISTA DE COMPROBACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	IMPACTO
				NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD		
N°	Actividad	Aspecto	Impacto	(+ -)												
		Inadecuado almacenamiento de materia prima	Contaminación de productos por cruce con materias primas, productos o residuos sólidos-peligrosos.	(-)	8	4	4	2	2	4	4	4	2	2	-56	Severo
		Generación de abono	Generación de abono orgánico para uso interno del Jardín Botánico y para la venta	(+)	8	4	2	2	2	4	4	1	2	4	53	Positivo
5	Compostaje	Generación de lixiviados	Contaminación del suelo	(-)	4	4	2	2	2	4	4	4	4	2	-44	Moderado
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación atmosférica por gases	(-)	2	1	1	1	1	1	4	1	1	1	-19	Irrelevante
		Generación de abono orgánico	Re-circulación de nutrientes	(+)	4	2	2	2	2	4	4	1	2	4	37	Medianamente positivo

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO Y ENERGIAS RENOVABLES																
LISTA DE COMPROBACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	IMPACTO
				NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFEECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD		
N°	Actividad	Aspecto	Impacto	(+ -)												
6	Lombricultivo	Generación de lixiviados de	Contaminación del suelo	(-)	4	1	1	1	1	1	1	2	2	1	-24	Irrelevante
		Generación de abono orgánico	Generación de abono orgánico para uso interno del Jardín Botánico y para la venta	(+)	8	4	2	2	2	4	4	1	2	4	53	Positivo
7	Biodigestión	Producción de biogás de	Generación de energía eléctrica	(+)	2	1	2	4	2	2	4	4	4	2	32	Medianamente positivo
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación atmosférica por gases	(-)	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	-19	Irrelevante

Fuente: Matriz modificada de la metodología Vicente Conesa


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Tabla 3. Clasificación impactos ambientales.

Importancia		Relevancia del impacto	
(-)	Menor a 25	Irrelevante	Green
(-)	Entre 25 y 50	Moderado	Yellow
(-)	Entre 50 y 75	Severo	Orange
(-)	Mayor a 75	Crítico	Red
(+)	Menor a 25	Mínimo positivo	Grey
(+)	Entre 25 y 50	Medianamente positivo	Light Orange
(+)	Entre 50 y 75	Positivo	Light Blue
(+)	Mayor a 75	Positivo de gran importancia	Dark Blue

Fuente: Modificada de la metodología Vicente Concesa

En esta matriz se observa que los impactos ambientales críticos están siendo por la falta de organización en los procesos del área de aprovechamiento ya que se están cruzando materias primas de procesos con producto terminado, además el no tener designadas y delimitadas las áreas involucradas en los procesos genera un desorden al momento de realizar las actividades que desarrolla cada proceso o técnica de aprovechamiento. Los impactos moderados se dan en general por los productos residuales de los procesos como las emisiones atmosféricas, la generación de lixiviados que se infiltran al suelo o la producción de alquitranes en el proceso de gasificación. También se establecen los impactos positivos del área de aprovechamiento como la recirculación de nutrientes, la producción de abono orgánico y el bio-gas que es usado para la generación eléctrica.

La clasificación de estos impactos ayudo a identificar cuales era aquellos que necesitaban una atención inmediata y que junto con los requerimientos establecidos por el personal del área de aprovechamiento se empezó a desarrollar actividades y planes para dar una organización al área a través de la gestión ambiental, con el objetivo de mitigar los impactos negativos y cumplir el objetivo del jardín botánico y el área de aprovechamiento el cual es generar un desarrollo sostenible.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.3 DIAGNOSTICO PROCESO ACTUAL DE COMPOSTAJE

El área desarrolla un proceso de compostaje aerobio a cielo abierto en el que se destina 3 espacios para las actividades que requieren este proceso, en primer lugar, un área de 20x19 mts para ubicación de 4 pilas de compost de 4x2x20 mts (aprox.), un área de 10x7 para el secado del compost que ya está listo y un área pequeña para el tamizado y empaclado.

La procedencia de los residuos orgánicos es principalmente por demanda de las actividades de poda de césped y árboles de todo el jardín botánico, la segunda fuente de generación de residuos orgánicos es de la huerta. La recolección de estos residuos se realiza por medio de un tractor el cual realiza rondas durante todo el día por todo el jardín botánico y lleva los residuos al área de aprovechamiento donde son descargados, los residuos provenientes de la huerta son trasladados por medio de una carretilla por su cercanía al área.



Ilustración 4. Operario realizando acopio de residuos de poda.

Fuente: Autor




Ilustración 5. Acopio de residuos de poda para recolección.

Fuente: Autor



Ilustración 6. Tractor recolector de residuos sólidos y vegetales del Jardín Botánico.


Fuente: Autor

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.3.1 METODOLOGÍA

Se diseña una metodología de dos fases para realizar el diagnóstico del proceso de compostaje. En la primera fase se ejecutó una actividad para determinar las entradas del proceso de compostaje, la cual consistía en tomar una muestra representativa equivalente al total de residuos vegetales que llegaron al área durante el día 26 de octubre, 15 y 29 de noviembre de 2016 para realizar una serie de 3 cuarteos los días 27 de octubre, 16 y 30 de noviembre de 2016 con el fin de tener datos de los tipos de residuos que llegan al área, la cantidad por residuos, total de residuos por día en diferentes periodos de tiempo y según los datos registrados obtener promedio de residuos por mes.

Posteriormente se ejecuta la segunda fase que consiste en determinar las salidas del proceso, para ello se realizaron dos actividades, la primera con el fin de establecer la cantidad de compost que se produce en el área, midiendo y pesando una sección de una pila de compost existente que tuviera un grado de degradación muy avanzado con el fin de tener un dato más exacto; la segunda actividad consistió en implementar dos tubos adaptados para la recolección de lixiviados en la construcción de una pila nueva con el fin de determinar la cantidad de lixiviados que se generan durante el proceso de compostaje.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.3.2 RESULTADOS PRIMERA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.

En esta fase se ejecutaron 3 cuarteos de los residuos que llegan durante un día y en fechas diferentes para así determinar la cantidad y tipo de residuos que están llegando al área de aprovechamiento. También se realizó el pesaje de la entrada de residuos vegetales de los días 21, 22 y 23 de febrero de 2017 para corroborar los datos obtenidos en los cuarteos realizados.

- 1) El cuarteo número 1 se realiza el día 27 de octubre de 2016 con los residuos que llegaron al área durante el día martes 26 de octubre teniendo un total de 2136kg.



Ilustración 7. Descarga de residuos orgánicos.

Fuente: Autor



Ilustración 8. Total de residuos orgánicos del día 26-10-2016

Fuente: Autor



Ilustración 9. Homogenización de residuos con minicargador.

Fuente: Autor



Ilustración 10. Homogenización de residuos manual.

Fuente: Autor


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 11. Separación de residuos.

Fuente: Autor



Ilustración 12. Separación tipo de residuos.

Fuente: Autor




Ilustración 13. Pesaje residuos de ramas.

Fuente: Autor



Ilustración 14. Pesaje de residuos general.

Fuente: Autor

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

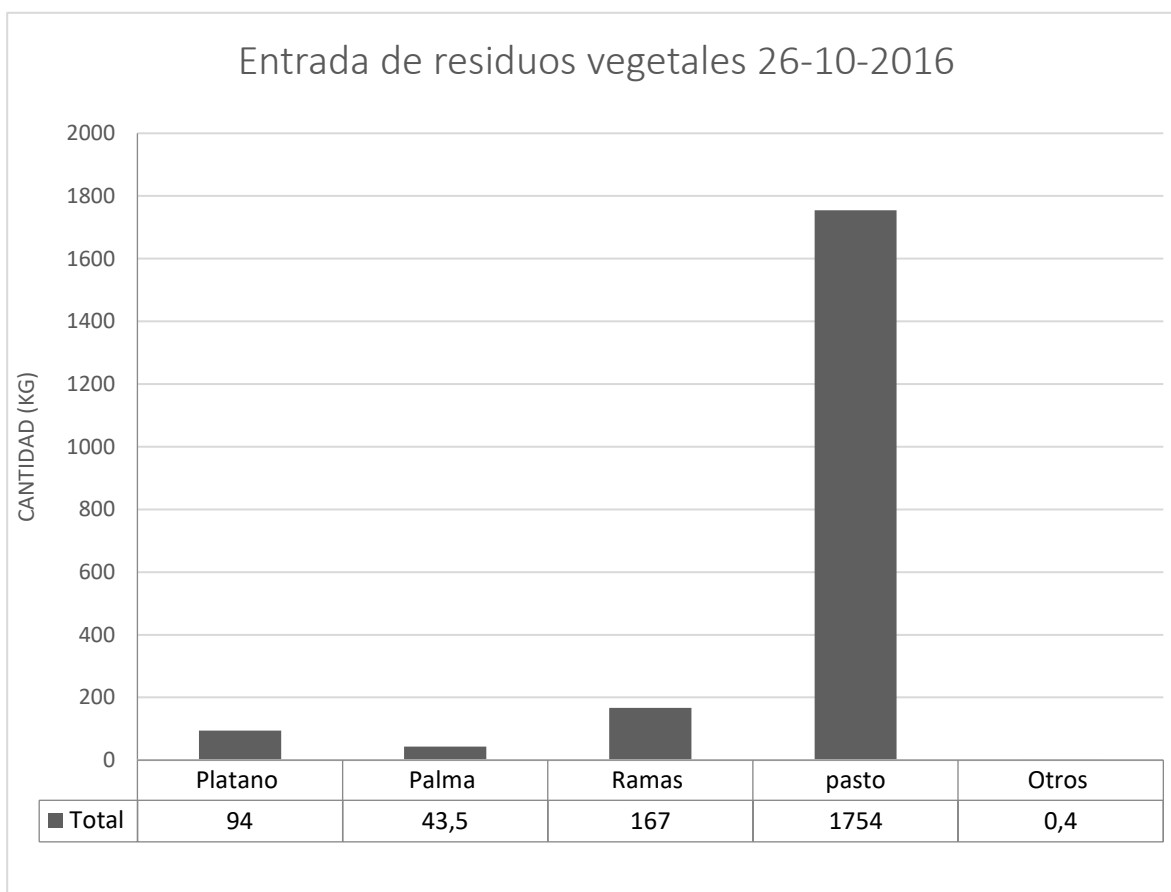
Resultados:

Tabla 4. Cuarteo 1 de residuos orgánicos 27-10-2016


Cuarteo 1 (27-10-2016)							
Residuo	Cantidad residuo en kg				Total por residuo		
	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4			
Plátano	24	21	26	23	94	4,40	%
Palma	11	9,5	13	10	43,5	2,04	%
Ramas	51	40	37	39	167	7,82	%
Pasto	412	417	453	472	1754	85,72	%
Otros	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,02	%
Total	495,1	507,6	579,1	554,1	2059	100	%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1. Entrada de residuos vegetales 26-10-2016



Fuente: Elaboración propia

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


Según los resultados obtenidos del cuarteo 1 se observa que el residuo predominante es el pasto por presentar una mayor cantidad en kilogramos ya que durante la semana del 26 al 30 de septiembre de 2016 estaba programada la poda general del jardín botánico, por esta razón se ve menor cantidad de ramas, plátano y palma que son residuos provenientes de otras zonas del jardín, también se encontraron residuos de plástico e icopor en proporciones muy pequeñas denominados en la tabla como “otros”, estos residuos se encuentran esparcidos en el jardín y durante la recolección de residuos de poda estos se mezclan y llegan de igual manera al área de aprovechamiento.

- 2) El cuarteo se realiza el día miércoles 16 de noviembre de 2016 con los residuos que llegaron al área durante la tarde del día martes 15 de noviembre de 2016 teniendo un total de 552kg.



Ilustración 15. Total de residuos del día 15-11-2016

Fuente: Autor

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

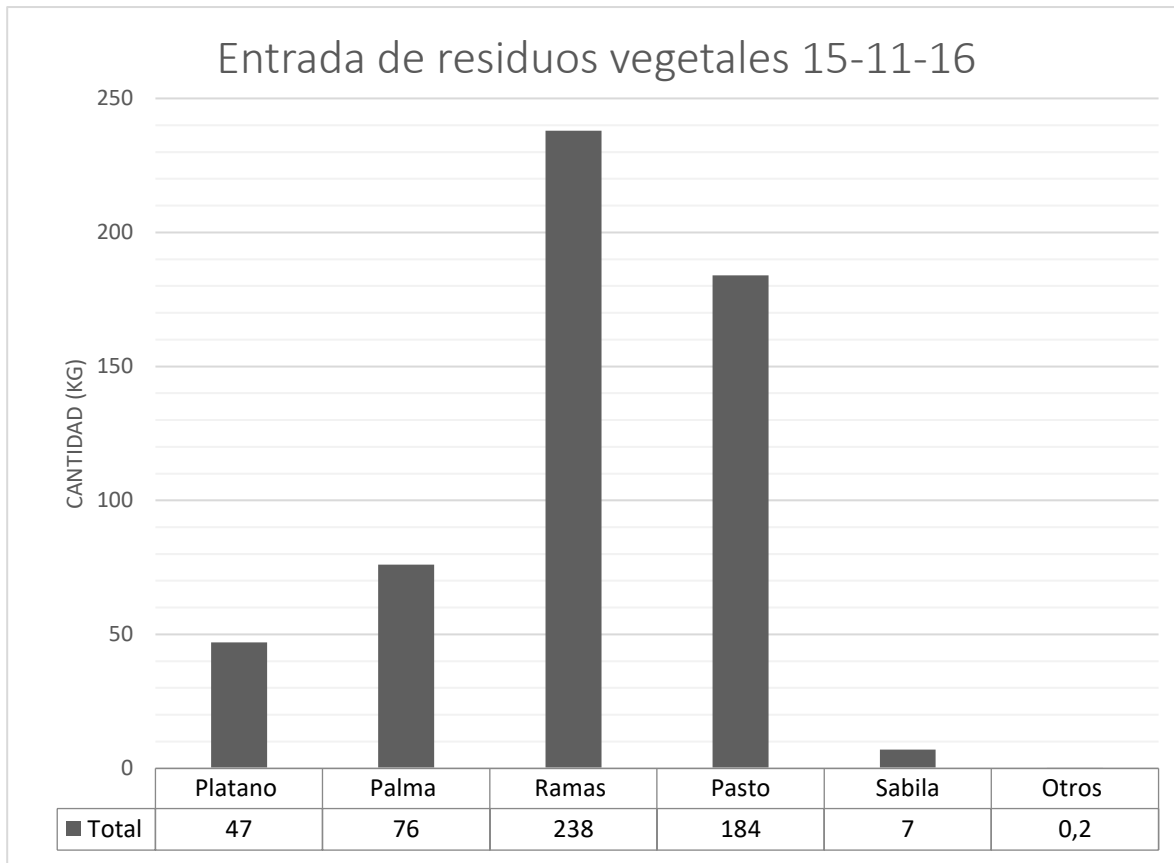
Resultados:

Tabla 5. Cuarteo 2 de residuos orgánicos 16-11-2016


Cuarteo 2 (16-11-2016)							
Residuo	Cantidad residuo en kg				Total por residuo		
	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4			
Plátano	12	10	13	12	47	8,51	%
Palma	22	17	19	18	76	13,76	%
Ramas	58	62	57	61	238	43,10	%
pasto	48	43	47	46	184	33,32	%
Sábila	0,5	2	3	1,5	7	1,27	%
Otros	0,1	0	0,1	0	0,2	0,04	%
Total	140,6	134	139,1	138,5	552	100,00	%

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. Entrada de residuos vegetales 15-11-2016



Fuente: Elaboración propia

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Durante el cuarteo 2 se observa más variedad de residuos y en diferentes cantidades, las ramas tienen la mayor dominancia ya que el día de recolección de la muestra (23/11/16) se cayó un árbol en el jardín botánico, de igual manera se observa una cantidad elevada de pasto en comparación con los demás residuos aunque mucho menor a la registrada en el cuarteo 1 esto debido a que no habían actividades de poda programadas en la semana del 21 al 25 de noviembre de 2016, se registran también en este cuarteo residuos de palma y plátano en bajas cantidades, dentro del grupo de “otros” se registra residuos de plástico, icopor y metal, también en esta ocasión se registra otro residuo que no fue encontrado en el primer cuarteo, la sábila que es un residuo proveniente de la huerta.

- El cuarteo 3 realiza el día miércoles 30 de noviembre de 2016 con los residuos que llegaron al área durante el día martes 29 de noviembre de 2016 durante todo el día, teniendo una cantidad total de 237 kg.



Ilustración 16. Residuos de poda de pasto.

Fuente: Autor



Ilustración 17. Residuos de poda de ramas.

Fuente: Autor




Ilustración 18. Cuarteo

Fuente: Autor



Ilustración 19. Residuos de palma.


Fuente: Autor

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Fuente: Autor

Ilustración 20. Herramientas suministradas para el cuarteo (balanza/caneca).

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

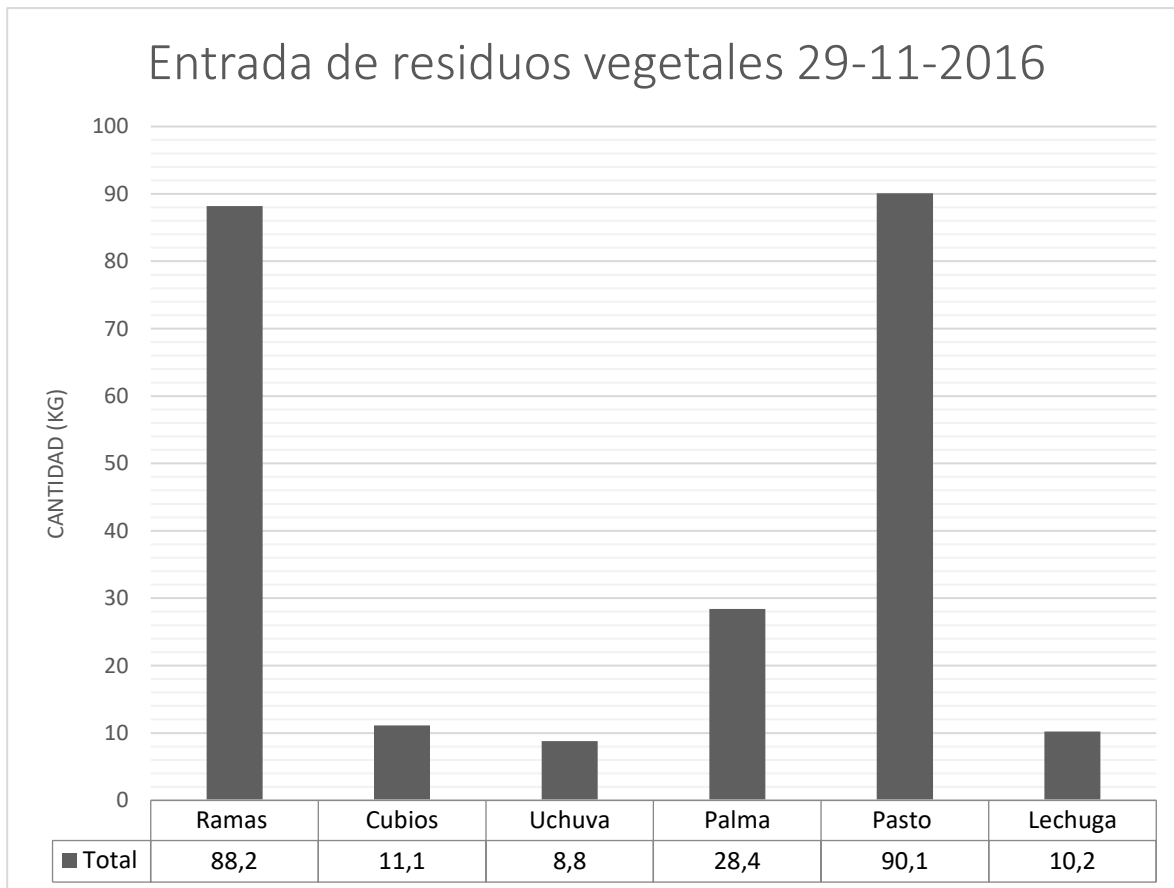
Resultados:

Tabla 6. Cuarteo 3 de residuos orgánicos 30-11-2016.


Cuarteo 3 (30-11-2016)							
Residuo	Cantidad residuo en kg				Total por residuo		
	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4			
Ramas	21,8	20,3	23,9	22,2	88,2	37,25	%
Cubios	2,8	2,4	3,1	2,8	11,1	4,69	%
Uchuva	2,1	2,3	1,9	2,5	8,8	3,72	%
Palma	6,8	7,2	6,4	8	28,4	11,99	%
Pasto	24,2	23,4	21,5	21	90,1	38,05	%
Lechuga	2,6	2,2	2	3,4	10,2	4,31	%
Total	60,3	57,8	58,8	59,9	237	100,00	%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3. Entrada de residuos vegetales 29-11-2016.



Fuente: Elaboración propia

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Para este cuarteo 3 se realiza con la totalidad de residuos que llegaron el día 29 de noviembre de 2016, la cantidad de residuos que ingresaron en esta ocasión fue mucho más baja que en el cuarteo 1 y el cuarteo 2, se observa que la dominancia al igual que en los cuarteos pasados es por parte de el pasto y las ramas, además en la gráfica se evidencia una variedad de residuos debido a la que durante la semana del 28 de noviembre al 2 de diciembre de 2016 hubo cosecha en la huerta del jardín botánico por lo que se ven residuos asociados a esta área.


Registro de cantidades totales de residuos vegetales en los 3 cuarteos:

Tabla 7. Cantidades totales en los 3 cuarteos.

Registro entradas		
26/10/2016	2059	Kg
15/11/2016	552	Kg
29/11/2016	237	Kg
Total	2848	Kg

Fuente: Elaboración propia

El realizar cuarteo de residuos en diferentes periodos de tiempo deja como resultado la variedad en cuanto a residuos y cantidad, estos dependen de las actividades de mantenimiento que realice el jardín botánico, como se observa en la tabla durante el primer cuarteo entro una gran cantidad de residuos debido a que en la semana del 24 al 28 de octubre de 2016 se ejecutaban labores de poda de césped y arboles por lo que constantemente se generaba un alto volumen de residuos vegetales, encontrándose predominante los residuos de pasto y ramas en este cuarteo. El segundo cuarteo muestra un registro de residuos significativamente menor, debido a que solo se registra la entrada normal de residuos por limpieza de las áreas del jardín botánico, también se ve una gran cantidad de residuos de rama y madera debido a la caída de un árbol, por lo que predominan residuos de pasto y ramas. Para el ultimo cuarteo de residuos se registró una cantidad muy baja de residuos debido a que en gran parte eran residuos provenientes de la huerta a causa de ser la temporada de cosecha, al igual se registraba residuos de poda de césped.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Promedio de entrada de residuos vegetales al área de aprovechamiento:

Tabla 8. Promedio de entrada de residuos vegetales en diferentes periodos de tiempo.

Promedio entrada de residuos/mes		
949,3	Kg	Día
28480	kg	Mes
113920	kg	4 Meses
113,9	Ton	4 Meses
455,68	Ton	1 año

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos obtenidos en los cuarteos se realiza un promedio para las entradas diarias, mensuales y cuatrimestrales y anuales al área, este dato se usa para determinar el balance de masas en cuanto a salidas y entradas.

Actividades de pesaje de residuos vegetales

Esta actividad se realiza para corroborar las cantidades de residuos que pueden llegar a entrar al área, debido a la variación en las cantidades finales registradas en los cuarteos.



Ilustración 21. Residuos día lunes 20-02-2017 (derecha), residuos día martes 21-02-2017 (izquierda).

Fuente: Autor


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 22. Pesaje de hojarasca.

Fuente: Autor



Ilustración 23. Residuos ramas días lunes 20-02-2017

Fuente: Autor



Ilustración 24. Residuos de palma día lunes 20-02-2017.

Fuente: Autor



Ilustración 25. Pesaje residuos palma.

Fuente: Autor

Se realizó el pesaje de los residuos que entraron al área el día lunes 21 de febrero de 2017 martes 22 de febrero de 2017 y miércoles 23 de febrero de 2017 obteniendo los siguientes resultados.


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 9. Resultado pesaje de los residuos del día 20-02-2017.

Pesaje residuos (20-02-2017)		
Residuo	Cantidad de residuo	
Hojarasca	453,63	Kg
Pasto	334,5	Kg
Ramas	157,2	Kg
Palma	7	Kg
Total	952,33	Kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultado pesaje de los residuos del día 21-02-2017.

Pesaje residuos (21-02-2017)		
Residuo	Cantidad de residuo	
Rosas	69,9	Kg
Total	69,9	Kg


Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultado pesaje de los residuos del día 22-02-2017

Pesaje residuos (22-02-2017)		
Residuo	Cantidad de residuo	
Ramas	103,4	Kg
Total	103,4	Kg

Fuente: Elaboración propia

El pesaje de los residuos demuestra que como se estableció en los cuarteos realizados en octubre y noviembre de 2016, al área de aprovechamiento llegan diferentes cantidades de residuos orgánicos, los residuos pesados del día 20-02-2017 eran los de las actividades de limpieza en las diferentes colecciones del jardín, por lo que había una cantidad abundante de hojas secas, los residuos del día 21-02-2017 provenían de la rosaleda por la poda de las especies vegetales de esta zona y los residuos del día 22-02-2017 equivalentes a únicamente ramas por la caída de un árbol durante la noche anterior. Dependiendo de las actividades que realice el jardín botánico, pueden generarse diferentes cantidades de residuos vegetales por lo que es variable la cantidad de residuos que llegan al área. En las actividades realizadas se registraron diferentes cantidades en un día normal, el valor más bajo de residuos que llegaron al área fue de 103,4 kg y el más alto de 2059 kg.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.3.3 ANÁLISIS DE LA PRIMERA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.


El diagnóstico realizado para evaluar las entradas de esta área nos deja como resultado que los residuos que genera el jardín botánico pueden ser variados durante el transcurso de la semana, dependiendo de las actividades de mantenimiento programadas en las diferentes zonas y colecciones del jardín, estas actividades se basan en la recolección de hojarasca, poda de césped, poda de árboles y arbustos, entre otras similares que son necesarias realizarlas diariamente. En las actividades de cuarteo y pesaje de residuos, se evidencio que la entrada de residuos de poda de césped y ramas de árboles como palma o plátano son predominantes por lo que se generan de actividades de mantenimiento diarias, a diferencia de la llegada de residuos maderables de gran tamaño que solo llegan al área cuando se presenta la caída de algún árbol o se realiza la poda de árboles de grandes dimensiones. También la llegada de residuos de la huerta era notable, debido a que por semana se generan cosechas de diferentes especies comestibles y muchas de estas no son aprovechadas o se encuentran en malas condiciones y son llevadas al área de aprovechamiento. El compostaje es un proceso en el cual se pueden acopiar esta variedad de residuos orgánicos para ser aprovechados, la cantidad de residuos que puede llegar en un mes es alta por lo que dentro del área de aprovechamiento se delimita un área de gran tamaño para la elaboración de pilas de compost que pueden llegar a tener 3x3x20 mts y producir una cantidad de compost de más de 100 toneladas en un tiempo de 4 a 6 meses.

8.1.3.4 RESULTADOS SEGUNDA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.

En el área de aprovechamiento el proceso de compost tarda entre 4 y 6 meses en terminar la descomposición de la materia orgánica, por esto se estableció un área de gran tamaño para que puedan construirse 4 pilas de compost y darles volteo cada 20 o 30 días, inicialmente se arma una pila con los residuos que van llegando al área, una vez se complete esta pila se le realiza volteo, por lo que cada una de estas pilas poseen diferentes grados de descomposición.

8.1.3.4.1 PESAJE DEL COMPOST

Para determinar el valor aproximado de la cantidad de compost en una pila se realizó el siguiente procedimiento:

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

A) Determinar la pila con el mayor grado de descomposición.

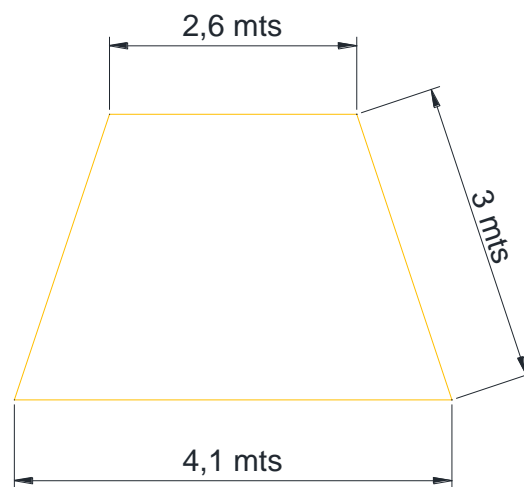


Ilustración 26. Pila de compost seleccionada para realizar la medición y pesaje de compost.


Fuente: Autor

B) Toma de las medidas de la pila.

Gráfica 4. Medidas pila de compost (vista frontal).



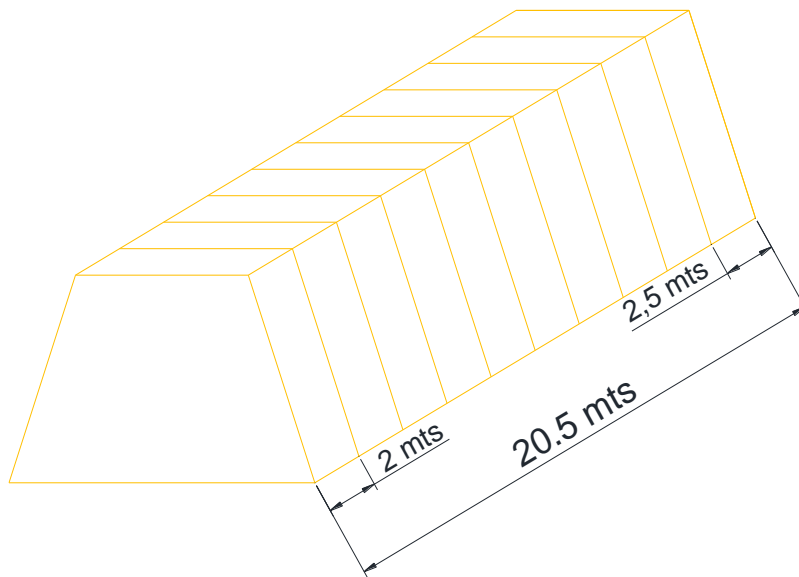
Fuente: Elaboración propia

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

C) Pesaje de una sección medida del compost.

Se realizó una división en secciones de 2mts para un total de 10 secciones equivalentes a 20,5 metros de longitud.

Gráfica 5. Medidas pila (vista lateral) y medidas de las secciones establecidas.



Fuente: Elaboración propia

Se marcó una sección de 2mts y se separó de la pila con ayuda del mini cargador para luego ser pesada en la balanza y así obtener el peso del compost de esta sección.

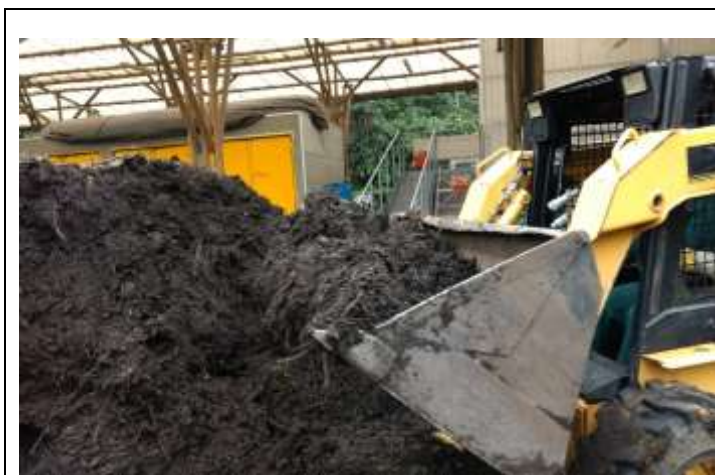


Ilustración 27. Cuchara minicargador.

Fuente: Autor



Ilustración 28. Total de compost pesado.

Fuente: Autor


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 29. Minicargador retirando el compost a pesar de la pila seleccionada.

Fuente: Autor



Ilustración 30. Balanza y caneca.

Fuente: Autor

Una vez realizado el pesaje se la sección de 2 mts de largo del compost se obtiene como resultado que esta tiene un peso 10,912 kilogramos que son equivalentes a 10,9 toneladas. A partir de estos datos podemos realizar el cálculo del total de compost que posee una pila completa y cuál es la cantidad total de compost que el área produce en un año.

Tabla 12. Medidas de la división en secciones de la pila de compost seleccionada.

2mts	2mts	2mts	2mts	2mts	2mts	2mts	2mts	2mts	2.5mts
10,9 Ton	10,9 Ton	10,9 Ton	10,9 Ton	10,9 Ton	10,9 Ton	10,9 Ton	10,9 Ton	10,9 Ton	13,6 Ton
20,5 mts									


Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Proyección del compost que produce el área durante diferentes periodos de tiempo.

Registro salidas		
1 sección 2mts	10,9	Ton
Total pila/4meses	111,7	Ton
Total año	446,8	Ton

Fuente: Elaboración propia

El área produce un total de 111,7 toneladas de compost en 4 meses y 446,8 toneladas son el total de compost que produce el área de aprovechamiento al año.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.3.4.2 VOLUMEN DE LIXIVIADOS.

Para el cálculo del volumen de lixiviados que se generan en las pilas de compost se procedió a instalar dos tubos reciclados adecuados para la recolección de lixiviados.

Descripción del proceso de adaptación de tubos PVC reciclados para recolección de lixiviados:


- Se tomaron 2 tubos de 4 pulgadas de 4.5 mts de largo, realizando orificios con una broca de 3/8 cada 5 cms y con 5 filas de orificios en la parte superior y laterales para una óptima recolección de lixiviados, posteriormente se recubrió con una malla para evitar el ingreso de biomasa por los orificios o el taponamiento de los orificios.



Ilustración 31. Perforación tubo con taladro.
Fuente: Autor



Ilustración 32. Tubo de lixiviado forrado con malla.
Fuente: Autor

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Fuente: Autor

Ilustración 33. Tubo adaptado para recolección de lixiviados.

- **Instalación de los tubos**

Para la instalación de los tubos se realiza la conformación de una nueva pila de compost ubicando los tubos en forma de “V” dejando sin cobertura 30 cm de tubo en la orilla de la canal para la recolección de lixiviados, luego se cubrió los tubos con biomasa vegetal seleccionada por su cantidad de ramas para evitar el taponamiento de los tubos por el compost. Se procedió a medir la cantidad de agua y melaza usada durante el proceso de construcción de la pila compost.


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009




Ilustración 34. Tubos para recolección de lixiviados ubicados en forma de "V".
Fuente: Autor



Ilustración 36. Compost usado para la construcción de la pila de compost.
Fuente: Autor



Ilustración 35. Biomasa usada para tapar los tubos.
Fuente: Autor

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Resultados:

La cantidad total recolectada de lixiviados fue de 65 lts entre los días miércoles 21 de diciembre y miércoles 28 de diciembre de 2016. Al ser una parte de 4 mts de tubo que se encontraba en la pila se estima el valor para la pila completa, es decir se multiplica por 5 el resultado ya que el tamaño estándar de una pila de compost es de 20 mts. A partir de este dato se puede realizar una proyección de la generación total de lixiviados en todo el proceso de compostaje:

Tabla 14. Proyección de generación de lixiviados.

Cantidad		Tiempo
46,4	lts	Día
325	lts	Semana
1625	lts	Mes
6.500	lts	4 meses

Fuente: Elaboración propia

Los lixiviados al ser un residuo que se genera constantemente por la humedad que debe ser mantenida por la actividad de riego en las pilas, se puede realizar la proyección de la generación en diferentes periodos de tiempo.

8.1.3.5 BALANCE DE MASAS COMPOST

A partir de los resultados de las actividades realizadas para determinar las entradas y salidas durante el proceso de compost se obtienen los datos pertinentes para los ítems del balance con excepción de las pérdidas que no pudieron ser obtenidas debido que se necesita un estudio de suelos para determinar la permeabilidad del suelo y posteriormente realizar una actividad experimental para así tener datos sobre la infiltración, en cuando a la evaporación se requieren datos climatológicos como la radiación solar y evaporación que no se encuentran en el registro de datos históricos del IDEAM.



OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL "ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES" DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.

Código: IN-IN-001
Versión:01

Proceso:
Investigación

Fecha de emisión:
22-Nov-2009

Fecha de versión:
22-Nov-2009

ENTRADAS

Biomasa
113,9 Ton

Agua
9000 Lts

Melaza
800 Lts

Proceso de compost

SALIDAS

Compost
111,7 Ton


Lixiviados
6500 Lts

Infiltración suelo
- lts

Evaporación
-

Tamizado
2.2 Ton

PERDIDAS

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.3.6 ANÁLISIS DE LA SEGUNDA FASE DEL DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE COMPOST.

El desarrollo de las actividades establecidas para esta fase nos dio como resultado la cantidad de salidas que se producen en el proceso de compost, la generación de lixiviados de este proceso es alta y no tienen establecido un adecuado sistema de recolección por lo que tampoco se está realizando ningún aprovechamiento de este subproducto, generando una infiltración de este lixiviado al suelo. Durante una semana se producen aproximadamente 325 lts por pila de compost que con un sistema eficiente de recolección pueden ser re-ingresados al proceso regando las pilas con estos, para que pueda disminuirse la cantidad de agua que se usa en las actividades de riego de las pilas de compost.


La producción de compost durante los 4 meses que dura el proceso se logró establecer por medio de las actividades de pesaje de una sección de una pila de compost, cuyos resultados sirvieron para realizar una proyección del total de compost que posee una pila y establecer la cantidad de compost que es generado en el área de aprovechamiento.

8.1.4 DIAGNOSTICO PROCESO ACTUAL DE GASIFICACIÓN

Para el proceso de gasificación del jardín botánico tiene establecido un protocolo mediante el cual se explica y describe paso a paso mediante flujogramas como es el procedimiento a realizar para el funcionamiento, operación de los gasificadores, las herramientas necesarias y materias primas involucradas en todo el proceso.

La biomasa (materia prima) que es usada para gasificar se obtiene a partir de la generación de residuos vegetales maderables en el jardín botánico, estos residuos llegan al área de aprovechamiento por medio del tractor recolector de residuos del jardín. Una vez se tiene acumulada suficiente biomasa maderable esta es triturada por medio de una chipper o trituradora que se encuentra en el área de aprovechamiento con el fin de realizar una disminución granulométrica de su composición y ser apilada para ser almacenada temporalmente en un área designada, posteriormente se tamizada la biomasa triturada en un tamizador diseñado con dos tamices uno de 1/2” y otro de 3/8” para obtener partículas de un tamaño entre 1/2” y 3/8” que es el tamaño de la biomasa recomendado por el fabricante de los gasificadores, finalmente es almacenada en lonas.

Debido a la falta de mantenimiento, piezas en mal estado y fallas constantes de los gasificadores, estos no pueden funcionar al mismo tiempo durante un día ya que es necesario la combinación de piezas de juntos gasificadores para el funcionamiento de uno solo. El proceso de gasificación tiene una duración de 7 horas de las cuales 1 hora se usa para arrancar el equipo, posteriormente se gasifica durante 5 horas y la finalización del proceso tarda 1 hora más para dejar el equipo apagado.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Al inicio del proceso se carga la tolva con una cantidad de 80kg de biomasa, que es la usada para gasificar durante 7 horas. Una vez finalizado el proceso se tienen 4 productos residuales, el carbón, alquitrán y cenizas tanto gruesas como finas. La energía eléctrica que produce el gasificador se mide a través de la potencia en kW que este registra según el tipo de biomasa que se esté utilizando, que por lo general es una mezcla de los residuos de madera que llegan al área de aprovechamiento.

8.1.4.1 METODOLOGÍA

Para determinar el funcionamiento de esta área se observa las actividades y procesos realizados en el área de aprovechamiento para el proceso de gasificación. A medida que se realizó el proceso se fueron tomando datos de las entradas y salidas. Para las entradas se usó la balanza para pesar la cantidad de biomasa que iba a ingresar a la tolva del gasificador y para establecer las salidas del proceso se procede a pesar con la balanza los subproductos que genera el gasificador, como lo son las cenizas gruesas y delgadas, carbón y alquitrán.

8.1.4.2 RESULTADOS DIAGNOSTICO PROCESO DE GASIFICACIÓN

El día 30 de noviembre de 2016 se realizó el análisis del proceso de gasificación, realizando el pesaje de la biomasa que ingresaba al proceso y tomado el registro de las salidas del proceso.


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 37. Biomasa usada en el proceso de gasificación.

Fuente: Autor



Ilustración 38. Tamices.

Fuente: Autor



Ilustración 39. Operario encendiendo gasificador.

Fuente: Autor



Ilustración 40. Gasificador iniciando proceso de combustión.

Fuente: Autor


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 41. Pesaje de cenizas gruesas.
Fuente: Yolima Niño



Ilustración 42. Pesaje de carbón de filtro.
Fuente: Yolima Niño



Ilustración 43. Alquitrans residuales del proceso de gasificación.
Fuente: Autor



Ilustración 44. Pesaje de alquitrans.
Fuente: Autor


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 15. Entradas y salidas proceso de gasificación.


Entrada			Salida		
Ítem	Cantidad		Ítem	Cantidad	
Biomasa (residuos madera) tolva	80	kg	Ceniza gruesa	1,85	kg
			Ceniza delgada	0,2	kg
Biomasa (residuos madera - carbón) filtro	30	kg	Carbón	32,9	kg
			Alquitrán	0,42	kg

Fuente: Elaboración propia

El ingreso de biomasa fue de 80 kg de biomasa (residuos vegetales maderables triturados y tamizados, 30 kg de biomasa (residuos de madera y material carbonizado) para el filtro, el proceso genera como residuos ceniza gruesa que equivale a 1,85 Kg, ceniza delgada equivalente a 0,2 Kg, carbón 32,9 Kg y alquitrán 0,42 kg, internamente en las tuberías del gasificador quedan atrapados alquitranes que no pueden ser contabilizados y por esta razón no se tienen en cuenta en la tabla 15.

8.1.4.3 ANÁLISIS DIAGNOSTICO PROCESO DE GASIFICACIÓN

El proceso muestra una buena eficiencia energética de la madera que es gasificada, pero es un proceso que se realiza con muchos problemas ya que se presentan fallas constantes en los gasificadores que causan repentinos apagones del equipo y el proceso se interrumpe hasta que el operario encargado re-inicia de nuevo el gasificador, además finalizado el proceso el mantenimiento que se debe realizar en algunas partes del gasificador es complejo por la cantidad de residuos que quedan en estas piezas.


	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2 DISEÑO SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN EN TODOS LOS PROCESOS QUE SE IDENTIFICAN EN EL ÁREA.

8.2.1 INTRODUCCIÓN

Los procesos para el aprovechamiento de residuos vegetales que están en operación en el área de aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables, tienen falencias por no tener una organización establecida para las actividades que abarcan estos procesos, el compostaje es el proceso que abarca una zona más grande por la cantidad de residuos que son incorporados durante la elaboración de las pilas, el área no tiene delimitada una zona para la descarga de residuos y estos son descargados en lugares que se encuentren disponibles temporalmente, también se evidencia la falta de separación en la fuente de los residuos descargados aunque en el protocolo del proceso de compostaje este establecida la separación en la fuente al momento de descargar los residuos. Otro proceso analizado fue el de gasificación, un proceso que, aunque es realizado de manera adecuada, tiene falencias por la falla constante de los gasificadores y el necesario mantenimiento que debe realizarse a estos equipos después gasificar. Durante el desarrollo de este trabajo de pasantía en el jardín botánico se realizaron diferentes actividades para evaluar la forma en que pueden ser optimizados estos procesos, esto se logra estableciendo una organización en toda el área de aprovechamiento, dado que se evidencio que no se cuenta con rutas establecidas para la evacuación del personal ni para el movimiento interno de materias primas o productos, se inició estableciendo y delimitando las diferentes áreas, posteriormente se establecieron las rutas de evacuación, movimiento interno de materias primas y productos para que estas no se crucen. Para la optimización de los procesos, se toma en cuenta aquellos subproductos que generan otros procesos de aprovechamiento, como los residuos de ceniza del gasificador y los lixiviados del proceso de compostaje y de los biodigestores, estos subproductos se toman en cuenta para realizar una actividad experimental en la que se evalúan su introducción en otro proceso, en este caso el proceso de compostaje.

La organización del área de aprovechamiento a través de una correcta gestión ambiental, genera que se optimicen los procesos de aprovechamiento mitigando así los impactos negativos y que se cumpla uno de los principales objetivos del jardín botánico el cual es generar un desarrollo sostenible.

	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DEL “ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES” DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.2 DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS Y ESTABLECIMIENTO DE RUTAS DE EVACUACIÓN Y MOVIMIENTO INTERNO DE MATERIAS PRIMAS.

La delimitación de las áreas se realizó identificando cuales puntos tenían problemas en cuanto a espacio o uso inadecuado, se realizó la toma de medidas en algunas partes del área que no estaban establecidas en los planos suministrados, actualizando las medidas de algunas partes como el área de pilas de compost, área de bio-extrusión y área de pilas experimentales. También se delimitó áreas nuevas para la descarga y separación de tipos de residuos. La delimitación se realizó de forma tal que la división fuera óptima para el movimiento interno de materias primas durante cualquier proceso de aprovechamiento y posteriormente el producto o residuo que genere.

Una vez establecidas las áreas se procedió a identificar los puntos más adecuados para la señalización de seguridad en las zonas donde se encuentra maquinaria como el área de gasificación incluyendo señales preventivas, reglamentarias, informativas, obligación y de evacuación del área de aprovechamiento. Para elaborar el plano de rutas de evacuación se delimitaron nuevos senderos para una mejoría en cuanto a la salida del área en caso de emergencia, se estableció los lugares en los cuales deben ir los letreros de señalización industrial y los de nomenclaturas de áreas.

8.2.2.1 PLANO DE LA DIVISIÓN DE LAS ÁREAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO.

Para el desarrollo de este plano se estudiaron todos los procesos del área, evaluando e identificado todas las actividades involucradas en los procesos para así dar una mejoría en el movimiento de materia prima en los procesos con el fin de evitar que se mezclen o intervengan en otros procesos.

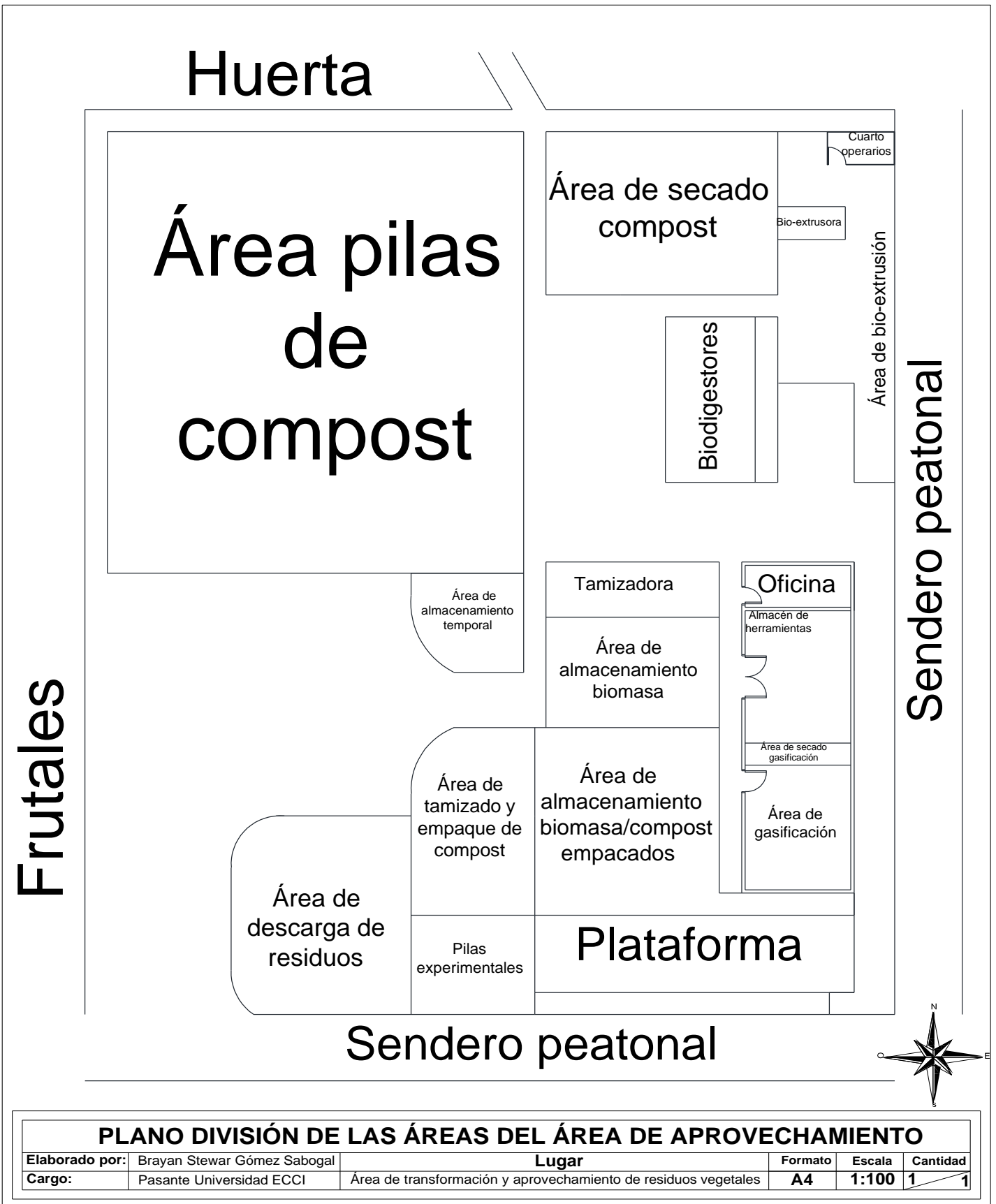



Ilustración 45. Plano área de aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables.

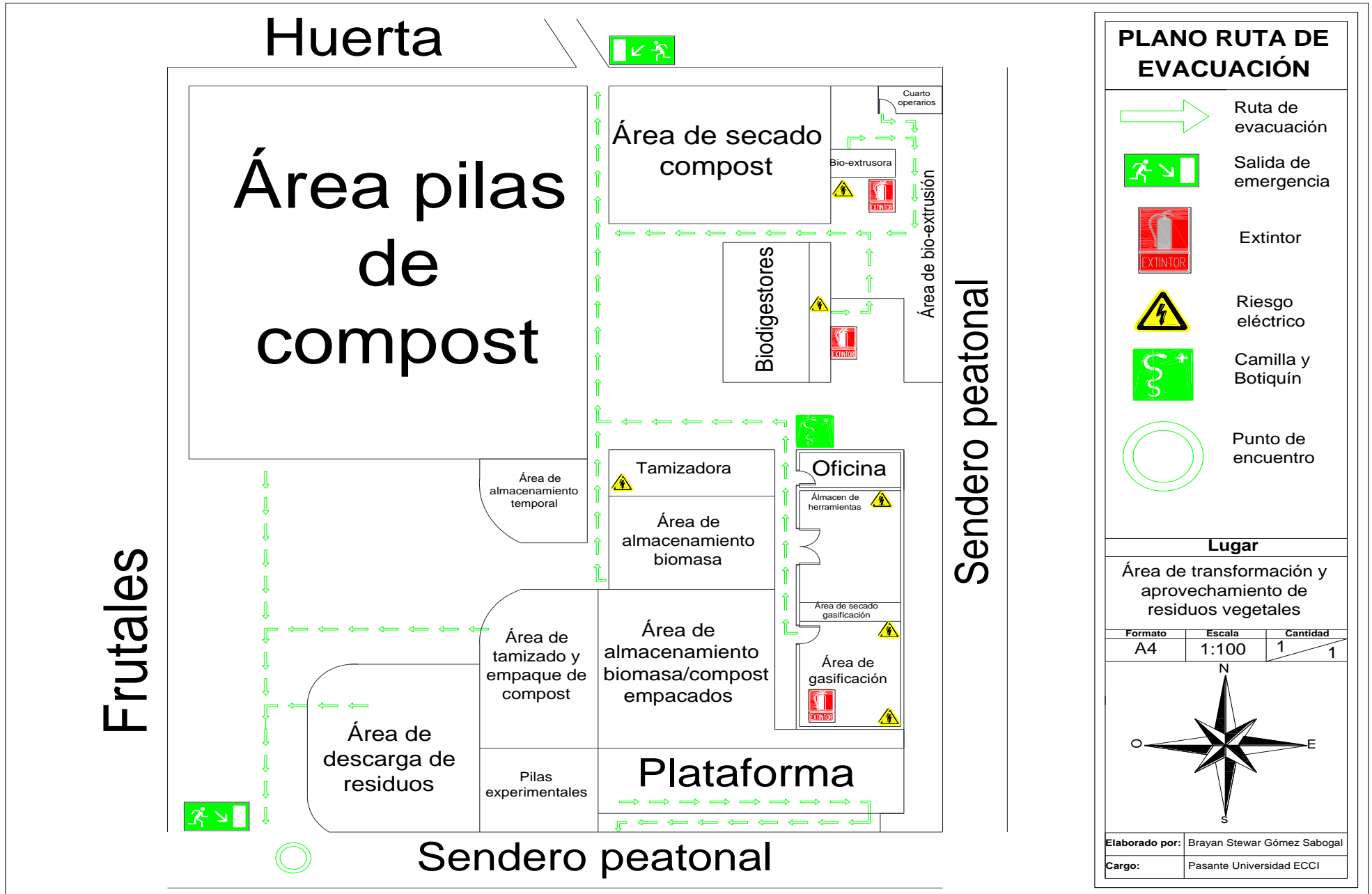
Fuente: Elaboración propia

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.2.2 PLANO DE RUTA DE EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.


Para la elaboración de este plano se tomó en cuenta la nueva delimitación de áreas para evaluar las salidas más próximas según la ubicación de cada una, en donde se encuentra personal laborando, igualmente se ubica un punto de encuentro fuera del área de aprovechamiento. Se identificaron las zonas que involucran maquinaria que representen riesgo eléctrico o temperatura para así poner la señalización correspondiente.

A partir de la elaboración de este plano se realiza el listado de materiales que son necesarios para realizar la compra de los letreros para la señalización, así como los materiales necesarios para adecuación como botiquín con mayor dotación y conos para señalización de la entrada de vehículos.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46. Plano ruta de evacuación área de aprovechamiento.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.2.3 PLANO DE RUTAS INTERNAS PARA LA MOVILIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS.

8.2.2.3.1 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE.

Esta ruta se establece según la delimitación de las nuevas áreas, partiendo del área delimitada para la carga y descarga de residuos vegetales, el movimiento de materia prima para el proceso de compostaje, inicia con el movimiento de los residuos vegetales con el mini cargador desde el área de descarga de residuos hacia el área de pilas de compost, una vez finalizado el tiempo en que el compost está listo este es llevado al área de secado de compost, esta área se delimitará con una poli sombra móvil para que el minicargador pueda trabajar sin problema alguno, una vez finalizado el proceso de secado se lleva hacia el área de tamizado y empacado y finalizado el proceso será almacenado en el área de almacenamiento de biomasa y compost empaquetado.

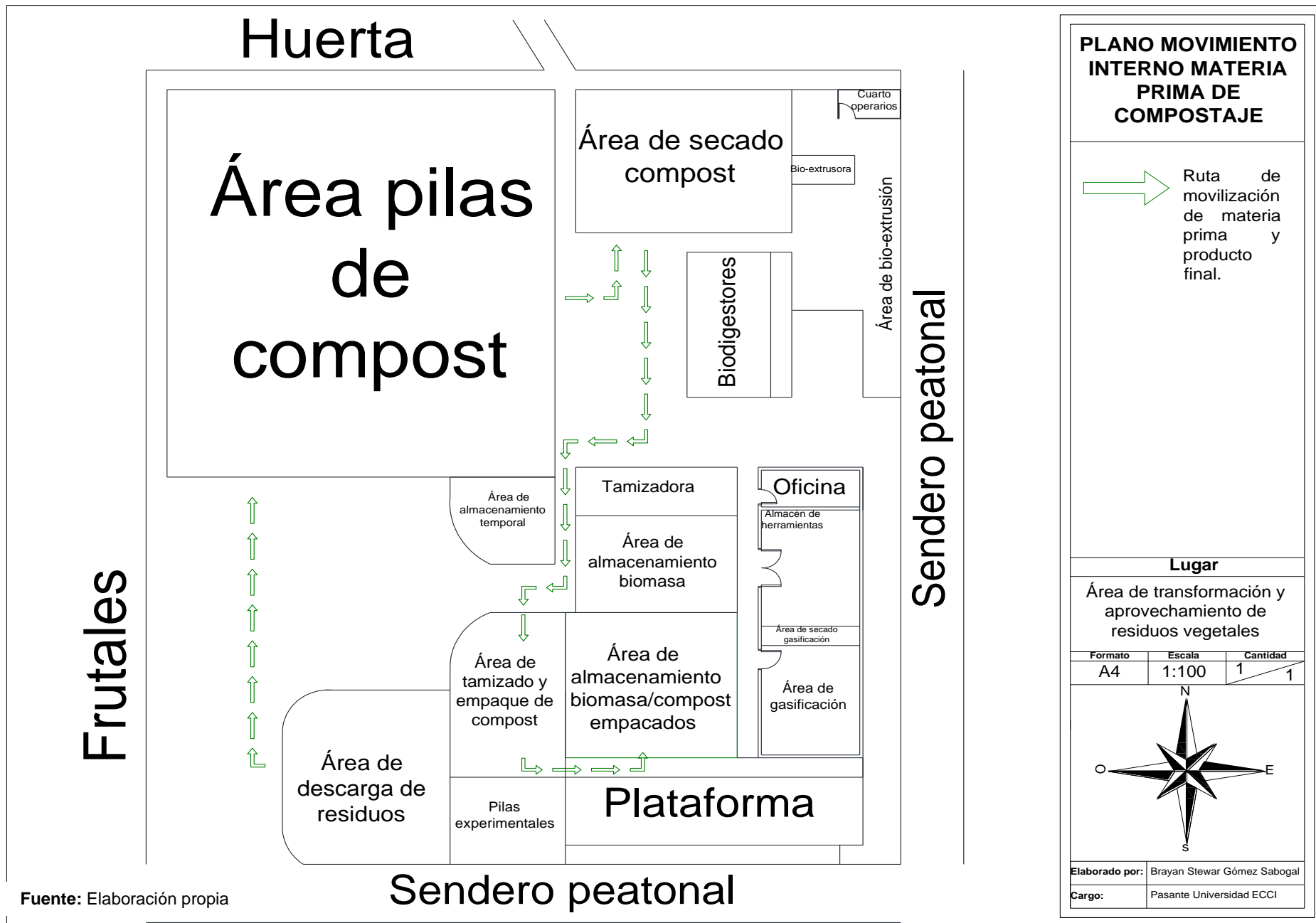



Ilustración 47. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de compostaje.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.2.3.1 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE GASIFICACIÓN.

Esta ruta se establece desde la llegada de la biomasa triturada (actualmente no se tritura en el área de aprovechamiento), donde es almacenada en el área de almacenamiento de biomasa para que sea tamizada en la tamizadora o en el área de tamizado de compost y luego sea almacenada en el área de almacenamiento de biomasa para luego ser usada en el área de gasificación.

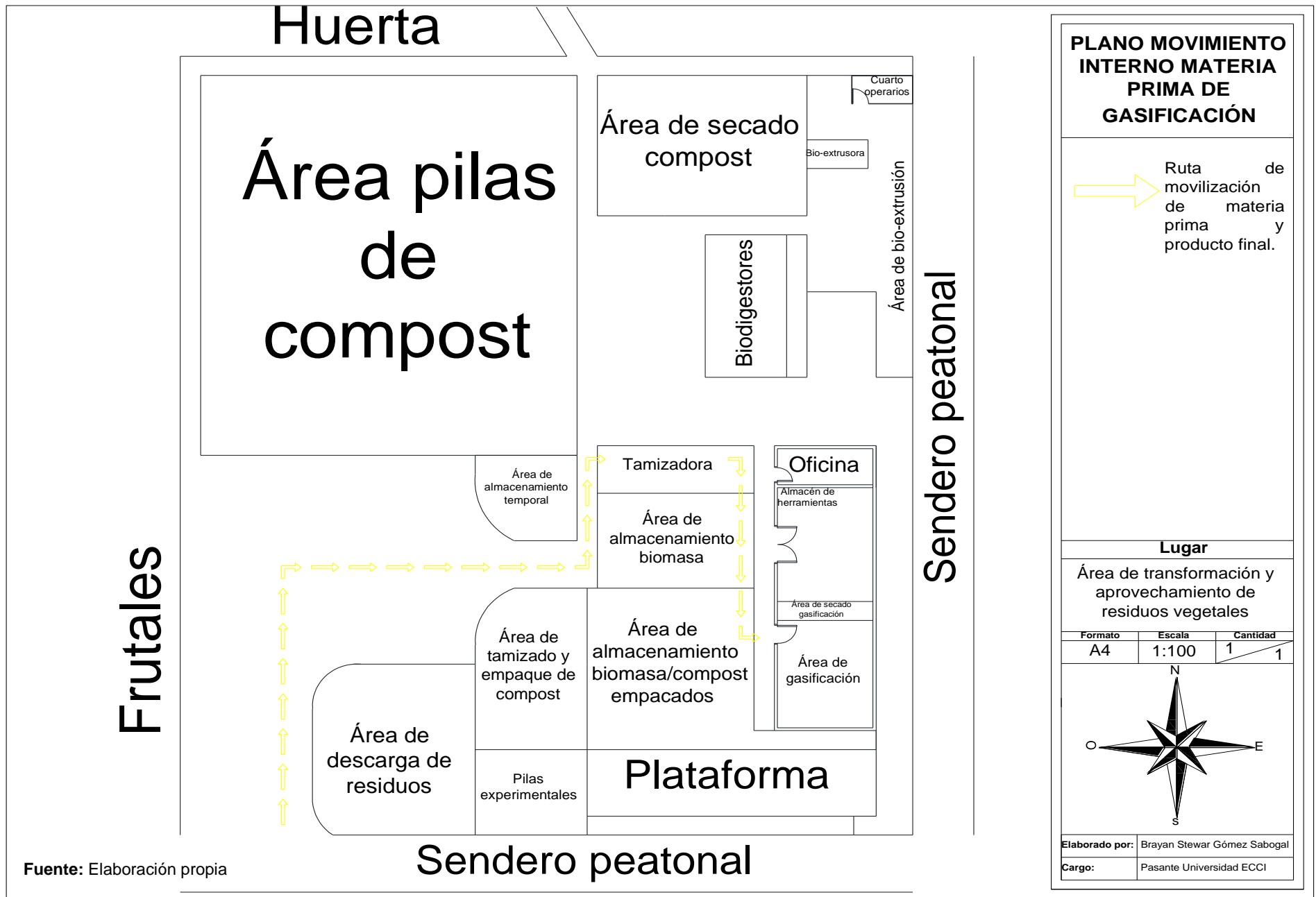



Ilustración 48. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de gasificación.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.2.3.3 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE BIO-EXTRUSIÓN.

Este es un proceso complejo que tiene que realizarse en una pequeña. Una vez llega el retamo espinoso tiene que transportarse hasta el área de bio extrusión en lonas y controlando que no se derrame o mezcle con la biomasa maderable o el compost, ya que el área de aprovechamiento al ser un área pequeña no puede establecerse una ruta alterna para el ingreso de retamo espinoso. El área de secado de compost y área de bio extrusión se delimita con poli sombra para evitar posibles incidentes de la mezcla de compost con retamo espinoso.

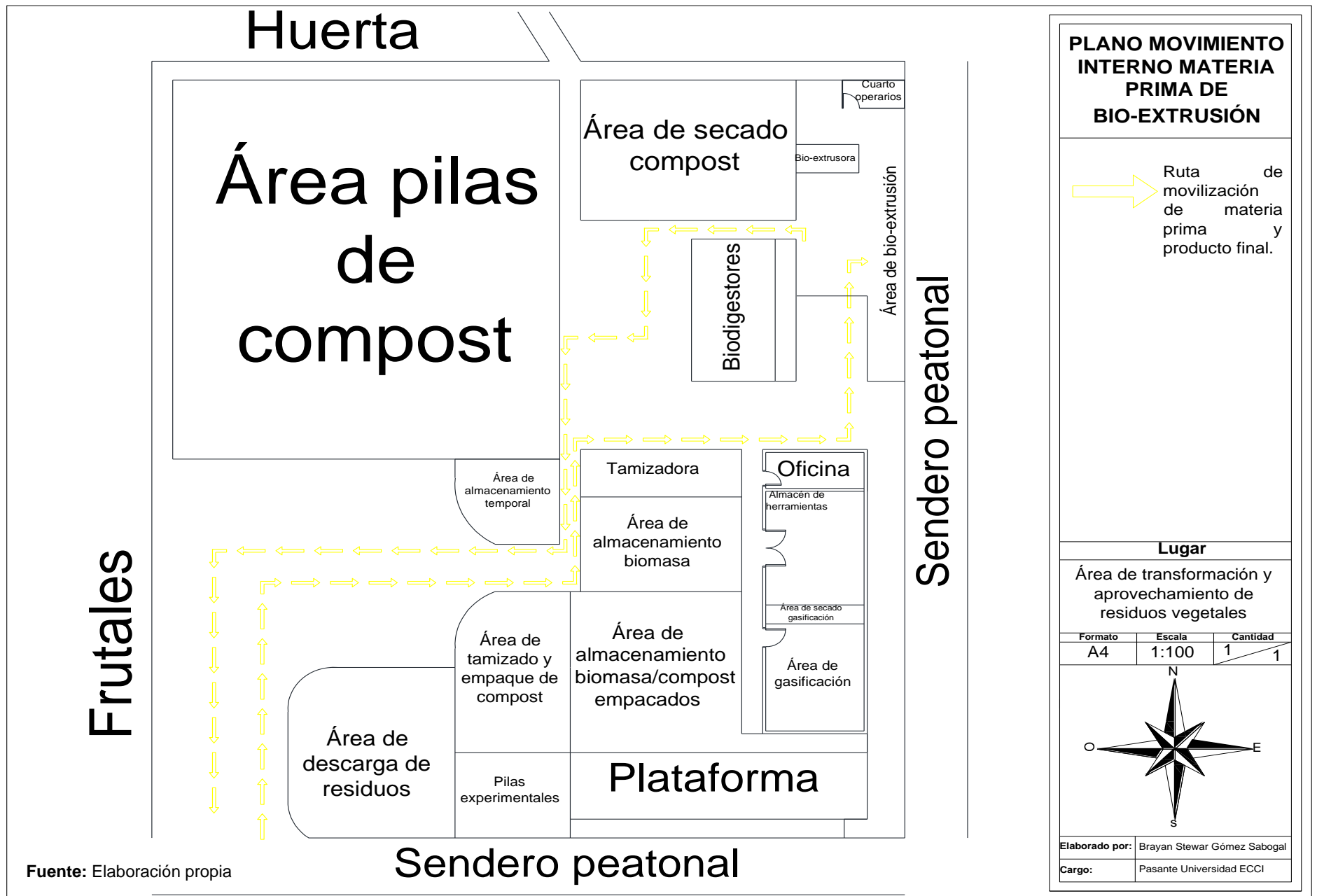



Ilustración 49. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de bio-extrusión.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.2.3.4 PLANO RUTA PARA EL MOVIMIENTO INTERNO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PRODUCTOS PARA EL PROCESO DE BIO-DIGESTIÓN.

Para la llegada de materia prima para el proceso de bio-digestión se delimita una nueva zona llamada área de almacenamiento temporal, esta área es usada para almacenar residuos de plaza de mercado, rumen o residuos de poda de pasto que son usados para cargar los biodigestores. Se delimita como área temporal porque los residuos solo estarán allí aproximadamente entre 1 y 7 días. Una vez entran los residuos son almacenados en el área de almacenamiento temporal para luego ser llevados a los bio-digestores, el pre compostado de los biodigestores es llevado al área de pilas de compost para ser mezclado con otros residuos vegetales en la construcción de pilas.

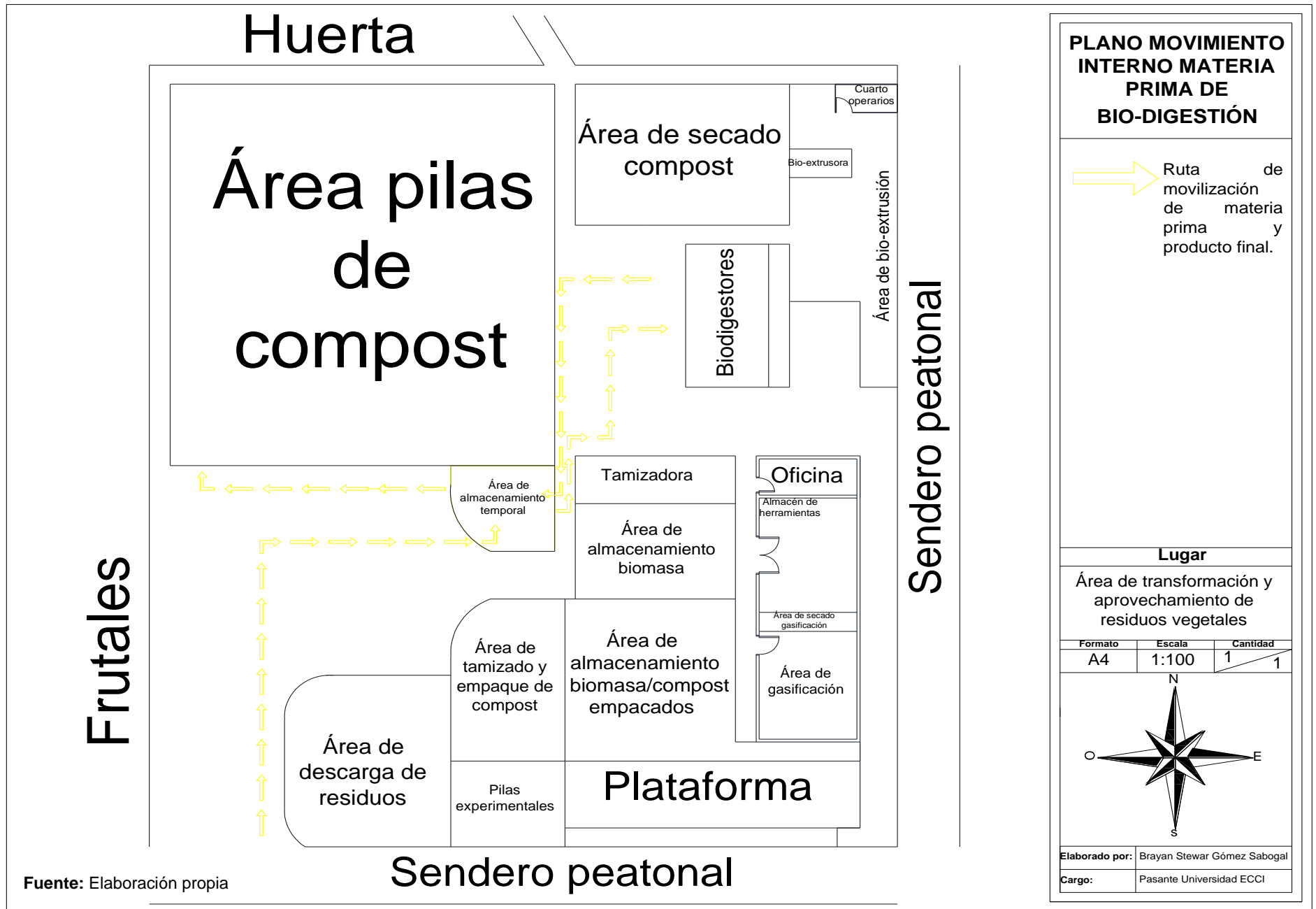



Ilustración 50. Plano de rutas para el movimiento interno de materia prima y productos del proceso de bio-digestión.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.3 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE.

Para la optimización del tratamiento para el proceso de compost en el área de aprovechamiento se desarrolló una prueba experimental la cual consistió en dar aprovechamiento a los residuos generados por otros procesos, esto con el fin de identificar el tratamiento ideal que debe ser aplicado en el proceso de compostaje para que la degradación del material vegetal en el proceso sea más rápida.


Los residuos designados para el tratamiento son los provenientes de:

Tabla 16. Residuos aprovechables de los procesos de compostaje, gasificación y bio-digestión.

Compostaje	Gasificación	Bio-digestión
Lixiviados	Carbón	Lixiviados
	Cenizas	
	Alquitranes	

Fuente: Elaboración propia

El proceso de compostaje genera lixiviados que actualmente no son aprovechados y están siendo perdidos por lo que se evalúa en adecuar la recolección de lixiviados y ser re integrados al proceso, al ser un residuo rico en nutrientes y microorganismos es apto para ser usado en el riego de las pilas. Los residuos que generan los gasificadores, como el carbón vegetal y cenizas gruesas/delgadas, pueden ingresar en el proceso de compostaje sin ningún problema, en cuanto a los alquitranes se evaluó su potencial en el proceso de compost. Los lixiviados generados por los bio-digestores son un residuo del proceso que no tiene manera de aprovecharse de nuevo en este proceso, por lo que se pueden ser usados para regar las pilas de compost.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.3.1 METODOLOGÍA

Se realizaron 5 pilas de compost de un tamaño 3 x 2 x 1.2 mts aproximadamente y se ubicaron de la siguiente manera:

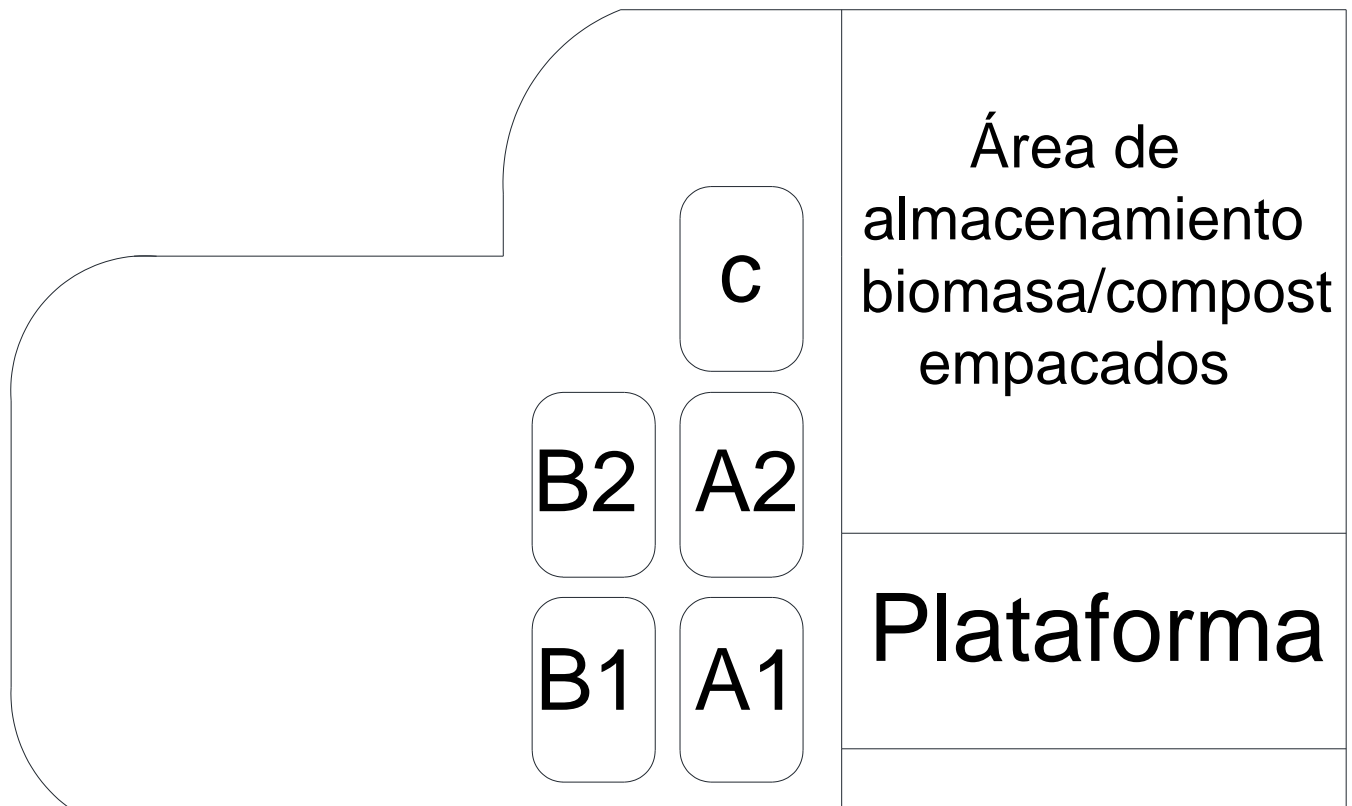



Ilustración 51. Ubicación pilas experimentales.

Fuente: Elaboración propia

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Se diseñó un sistema para realizar la combinación de diferentes residuos de los procesos en el área que actualmente no se están aprovechando y generar diferentes tratamientos para ser aplicados al compost.

Tabla 17. Materiales proporcionados por el área para la actividad experimental.

Materiales proporcionados en el área de aprovechamiento				
Melaza	Carbón	Alquitrán	Lixiviados	Agua
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia

Ya que se tienen varias combinaciones para los tratamientos se realiza una nomenclatura de las pilas de compost de A-B-C. Cada una de las pilas tendrá un tratamiento diferente el cual se estableció de la siguiente manera:

Tabla 18. Tratamientos establecidos para el compost mediante la combinación de diferentes residuos aprovechables.

A		B		C
A1	A2	B1	B2	C1
Con material maderable		Sin material maderable		Tratamiento actual.
1-2-3-5	1-2-4-5	1-2-3-5	1-2-4-5	1

Fuente: Elaboración propia

Se estableció un cronograma para volteo y riego de las pilas con agua, lixiviados y alquitranes según los establecido para cada una en la tabla 16 de la siguiente manera.

Tabla 19. Cronograma para el volteo de las pilas experimentales.

Volteo 1	Volteo 2
25 de enero de 2017	1 de Febrero 2016

Fuente: Elaboración propia



	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 20. Cronograma para el riego de pilas experimentales.

Agua				
A1	A2	B1	B2	C1
13 de Enero de 2017	13 de Enero de 2017	13 de Enero de 2017	13 de Enero de 2017	13 de Enero de 2017
20 de Enero de 2017	20 de Enero de 2017	20 de Enero de 2017	20 de Enero de 2017	20 de Enero de 2017
27 de Enero de 2017	27 de Enero de 2017	27 de Enero de 2017	27 de Enero de 2017	27 de Enero de 2017
3 de Febrero de 2017	3 de Febrero de 2017	3 de Febrero de 2017	3 de Febrero de 2017	3 de Febrero de 2017
Se debe realizar un riego a cada pila durante un periodo de 5 minutos (100lts)				
Lixiviados				
A1	A2	B1	B2	C1
N/A	13 de Enero de 2017	N/A	13 de Enero de 2017	N/A
N/A	20 de Enero de 2017	N/A	20 de Enero de 2017	N/A
N/A	27 de Enero de 2017	N/A	27 de Enero de 2017	N/A
N/A	3 de Febrero de 2017	N/A	3 de Febrero de 2017	N/A
Se debe realizar un riego a cada pila con 20 litros de lixividades				
Alquitranes				
A1	A2	B1	B2	C1
13 de Enero de 2017	N/A	13 de Enero de 2017	N/A	N/A
20 de Enero de 2017	N/A	20 de Enero de 2017	N/A	N/A
27 de Enero de 2017	N/A	27 de Enero de 2017	N/A	N/A
3 de Febrero de 2017	N/A	3 de Febrero de 2017	N/A	N/A
Se debe realizar un riego a cada pila con 3.5 litros de alquitranes				

Fuente: Elaboración propia

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.3.2 RESULTADOS ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.

Día de elaboración

El día de elaboración de las pilas se realizó un riego constante de agua a cada una de las pilas durante 5 minutos mientras era construidas, de igual manera mientras eran elaboradas se mezclaba la biomasa con el carbón y las cenizas. Una vez finalizado el riego con agua y después de 30 minutos se realizó el riego de los alquitranes y lixiviados.



Ilustración 52. Alquitranes usados en el riego de las pilas experimentales del día 1.

Fuente: Autor



Ilustración 53. Carbón usado en las pilas experimentales.

Fuente: Autor



Ilustración 54. Elaboración de la pila A1.

Fuente: Autor



Ilustración 55. Pilas experimentales.

Fuente: Autor



Ilustración 56. Medición pilas experimentales.
Fuente: Lili Tatiana Vega



Ilustración 57. Preparación de melaza.
Fuente: Lili Tatiana Vega



Ilustración 58. Riego de pilas con melaza.
Fuente: Lili Tatiana Vega



Ilustración 59. Riego de pilas con alquitranes.
Fuente: Autor


	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 21. Registro de cantidades de residuos aprovechables usados en la elaboración de las pilas experimentales.

	Melaza	Carbón/Cenizas	Alquitrán	Lixiviados	Agua
A1	40 lts	1kg	3.5 lts	N/A	200 lts
A2	40 lts	1kg	N/A	3.5 lts	200 lts
B1	40 lts	1kg	3.5 lts	N/A	200 lts
B2	40 lts	1kg	N/A	3.5 lts	200 lts
C1	40 lts	N/A	N/A	N/A	200 lts

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Medidas pilas experimentales día 1.

Fecha/Pila	A1			A2			B1			B2			C		
	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo	Alto	Ancho	Largo
11 de Enero de 2017	1,1 mt	2,3 mts	2,5mts	1,2mts	2 mts	2,7mts	95 cms	2,5mts	2,6mts	1 mt	2,6mts	2,65mts	1,2mts	2,8mts	2,9mts

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el volteo de pilas programado y se re ubicaron las pilas de la siguiente manera:

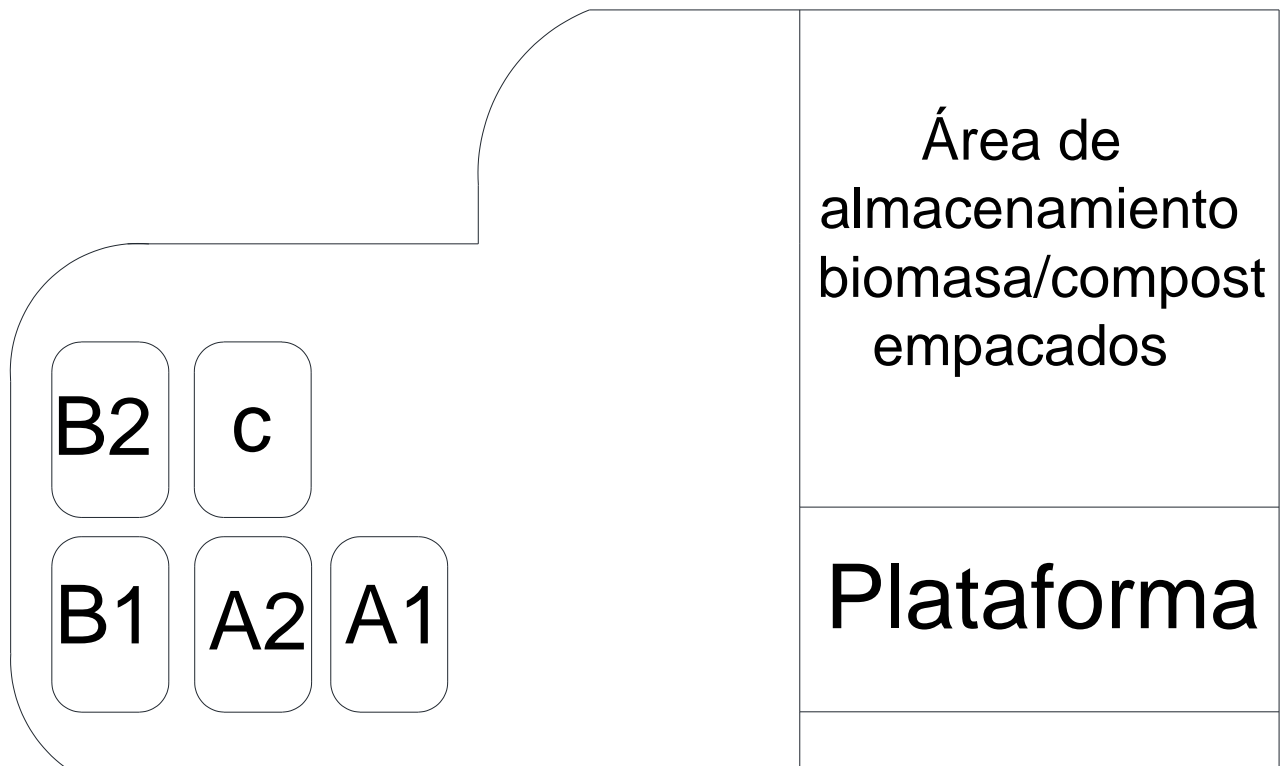



Ilustración 60. Re-ubicación de pilas después del volteo.

Fuente: Autor

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

El seguimiento realizado a las pilas de compost durante el mes en cuando a los parámetros como pH y dimensiones dieron los siguientes resultados:

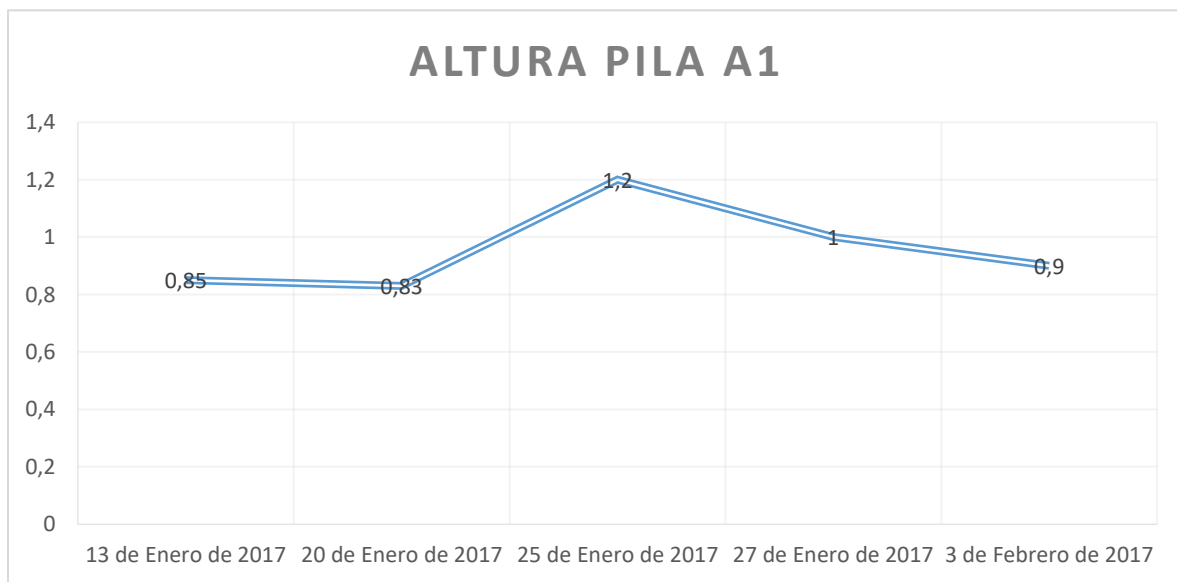
1) Registro y análisis de dimensiones.

Tabla 23. Registro dimensiones pila A1.

Fecha/Pila	A1					
	Alto		Ancho		Largo	
13 de Enero de 2017	0,85	mts	2,3	mts	2,5	mts
20 de Enero de 2017	0,83	mts	2,3	mts	2,5	mts
25 de Enero de 2017	1,2	mts	2,1	mts	2,4	mts
27 de Enero de 2017	1	mts	2,1	mts	2,4	mts
3 de Febrero de 2017	0,9	mts	2,1	mts	2,4	mts

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 6. Variación altura pila A1.



Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que con el paso del tiempo la disminución de la altura durante la primera semana de 2cm mientras que después del volteo tiene una disminución de 10cm debido a la degradación del material vegetal y la compactación acelerada que genera el volteo en las pilas en el proceso de compostaje.


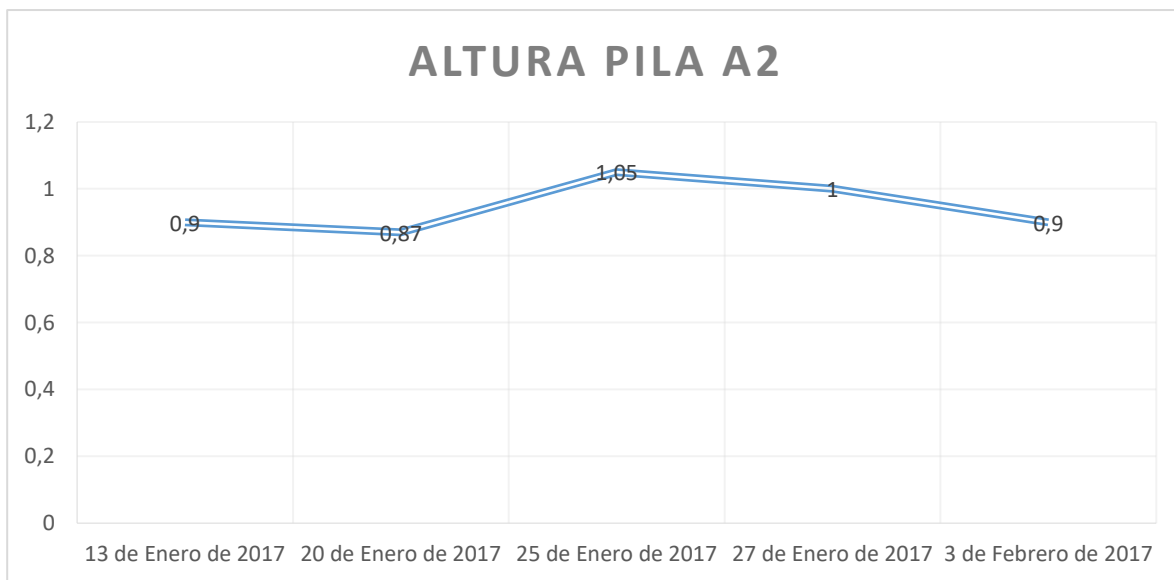
	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 24. Registro dimensiones pila A2.

Fecha/Pila	A2					
	Alto		Ancho		Largo	
13 de Enero de 2017	0,9	mts	2	mts	2,7	mts
20 de Enero de 2017	0,87	mts	2	mts	2,7	mts
25 de Enero de 2017	1,05	mts	0,75	mts	2,2	mts
27 de Enero de 2017	1	mts	0,75	mts	2,2	mts
3 de Febrero de 2017	0,9	mts	0,76	mts	2,2	mts

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 7. Variación altura pila A2



Fuente: Elaboración propia

En A2 se un comportamiento similar al visto en A1, antes del volteo del 25 de enero y durante dos semanas la pila tiene una reducción de 3 cms, pero tres días después de realizar el volteo, esta disminuye su tamaño en 5 cms y una semana después ha disminuido su tamaño en 10 cms, para un total de 15 cms de reducción.


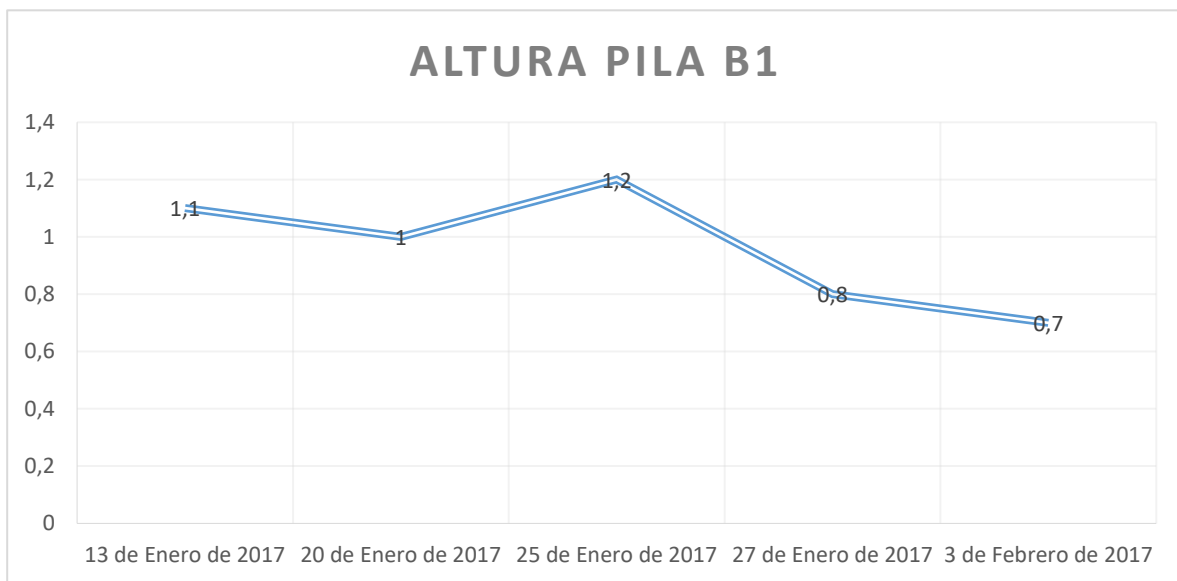
	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 25. Registro dimensiones pila B1.

Fecha/Pila	B1					
	Alto		Ancho		Largo	
13 de Enero de 2017	1,1	mts	2,5	mts	2,6	mts
20 de Enero de 2017	1	mts	2,5	mts	2,6	mts
25 de Enero de 2017	1,2	mts	1,6	mts	2,1	mts
27 de Enero de 2017	0,8	mts	1,6	mts	2,1	mts
3 de Febrero de 2017	0,7	mts	1,6	mts	2,1	mts

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 8. Variación altura pila B1.



Fuente: Elaboración propia

En B1 se nota una disminución del tamaño en 10 cms durante sus dos primeras semanas, posterior a la actividad de volteo se ve una considerable disminución del tamaño durante su tercera semana siendo esta de 40 cms y una semana después tiene una disminución de 10 cms.


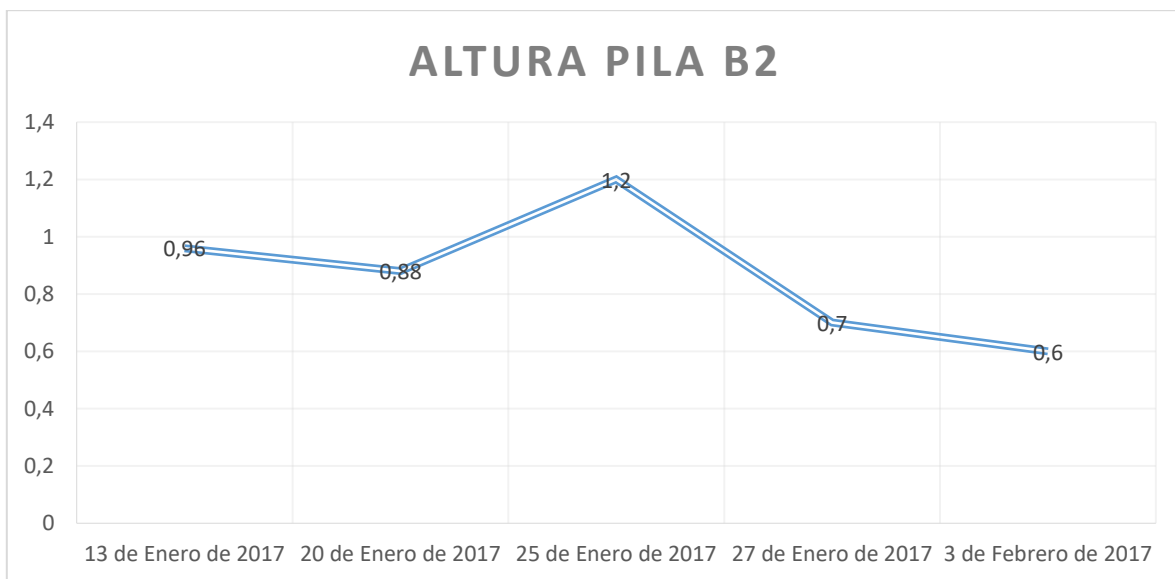
	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 26. Registro dimensiones pila B2.

Fecha/Pila	B2					
	Alto		Ancho		Largo	
13 de Enero de 2017	0,96	mts	2,6	mts	2,65	mts
20 de Enero de 2017	0,88	mts	2,6	mts	2,65	mts
25 de Enero de 2017	1,2	mts	1,6	mts	2,2	mts
27 de Enero de 2017	0,7	mts	1,6	mts	2,2	mts
3 de Febrero de 2017	0,6	mts	1,6	mts	2,2	mts

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 9. Variación altura pila B2.



Fuente: Elaboración propia

La pila B2 es la que ha tenido una mayor reducción de su tamaño, durante sus dos primeras semana tuvo una reducción de 8 cms y posterior a la actividad de volteo tuvo una reducción en la primera semana de 50 cms y durante la semana 2 tuvo una reducción de 10 centímetros.


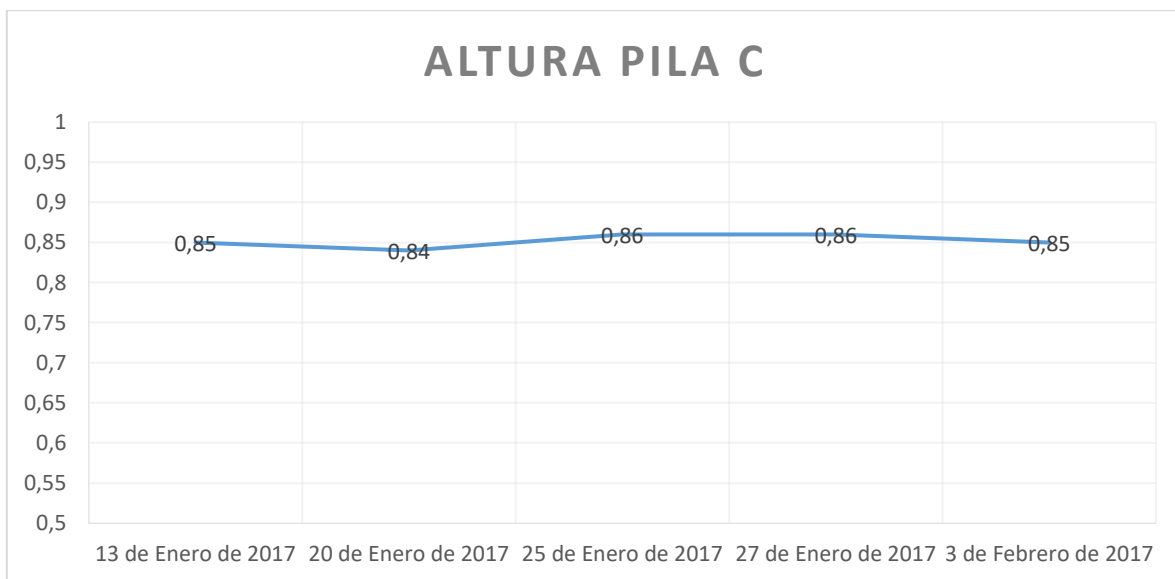
	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 27. Registro dimensiones pila C.

Fecha/Pila	C					
	Alto		Ancho		Largo	
13 de Enero de 2017	0,85	mts	2,6	mts	2,65	mts
20 de Enero de 2017	0,84	mts	2,6	mts	2,65	mts
25 de Enero de 2017	0,86	mts	1,6	mts	2,2	mts
27 de Enero de 2017	0,86	mts	1,6	mts	2,2	mts
3 de Febrero de 2017	0,85	mts	1,6	mts	2,2	mts


Fuente: Elaboración propia

Gráfica 10. Variación altura pila C.



Fuente: Elaboración propia

La pila C fue la pila que tuvo menos variación en el registro de las alturas durante el mes que duro el experimento, luego del volteo realizado el 25 de enero de 2017, se observa un aumento en 1 centímetro el cual luego de una semana solo disminuyo 1 centímetro quedando en la altura del día 1 del experimento.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

2) Registro y análisis de pH.

Se realiza el registro de pH en los días 20, 27 de enero y 3 de febrero de 2017.

Tabla 28. Registro de pH pilas experimentales.

Fecha /Pila	A1	A2	B1	B2	C
20 de Enero de 2017	6,9	6,27	6,56	6,23	6,34
27 de Enero de 2017	7,1	6,4	6,82	6,42	6,46
3 de Febrero de 2017	7,25	7,1	7,38	7,16	7,17

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 61. Toma de pH de muestras de las pilas experimentales.

Fuente: Autor




Ilustración 62. Toma de muestra de pila de compost B2.

Fuente: Autor

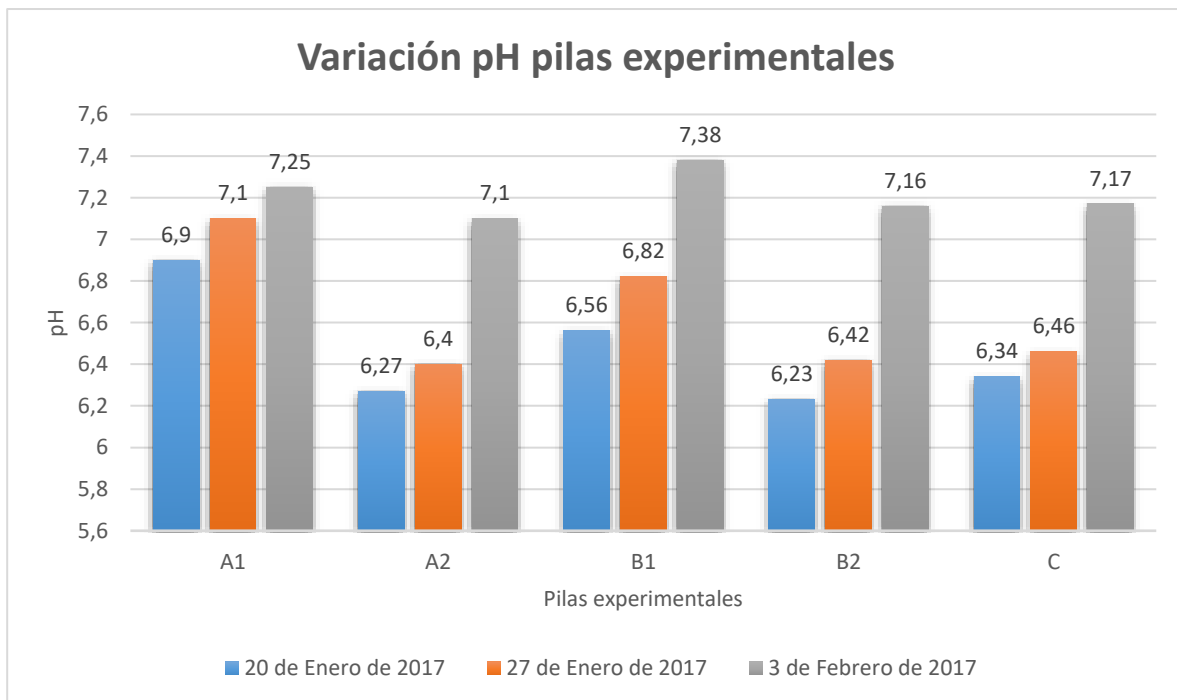


Ilustración 63. Toma de registro pH de muestras.


Fuente: Autor

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfica 11. Variación pH de pilas experimentales.



A partir de los resultados graficados, se observa que el comportamiento del pH en todas las pilas fue similar, el registro de pH del 20 de enero de 2017 de todas las pilas está en un rango de 6, en la toma de la segunda muestra el 27 de enero de 2017 se ve que el rango del pH en las pilas esta entre 6 y 7, en la última medición el 3 de febrero de pH se tienen valores superiores a 7 en todas las pilas. El pH de las pilas aumenta con el paso del tiempo y la degradación del material vegetal en el compost, la pila B1 que tuvo una disminución de volumen mayor tiene el valor de pH más alto, la pila A1 muestra valores de pH sobre 6,9 a 7,25 que en comparación con las demás tuvo el aumento de pH menor, siendo un aumento de 0,35 mientras que las otras pilas tuvieron como A2, B2 y C que tuvieron un incremento entre 0,7 y 0,9.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Finalizado el experimento se examinó el centro de cada una de las pilas de compost, ya que es el lugar más apropiado para evidenciar el grado de descomposición. El análisis de las pilas fue realizado con ayuda de un operario del área que tiene entre sus actividades realizar la elaboración de las pilas de compost en el área.

Una vez examinada cada una de las pilas se tienen los siguientes resultados:

Pila experimental A1.




Ilustración 64. Pila experimental A1.

Fuente: Autor

Tratamiento: Melaza-Carbón-Alquitrán-Agua

Esta pila se elabora con una cantidad mediana de pasto, hojarasca y residuos de huerta, su composición se basa en la adición en una mayor cantidad de ramas y troncos de gran tamaño, además de carbón y alquitrán en su tratamiento en comparación con las demás pilas. Las ramas de gran tamaño generan una mejor oxigenación en el proceso de compost, pero disminuye el poder calorífico que se da en el interior de pila por lo que se evidencia de esta manera un bajo grado de descomposición en la materia orgánica. Las ramas y troncos generan un volumen considerablemente alto teniendo como resultado a futuro una necesaria adición de tiempo en el proceso de compost y al final del proceso se tenga una menor cantidad de compost. Durante el análisis del compost se observó la presencia de una gran abundancia de insectos. En esta pila no se logró completar el tratamiento por falta de alquitranes.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Pila experimental A2.




Ilustración 65. Pila experimental A2.

Fuente: Autor

Tratamiento: Melaza-Carbón-Lixiviados-agua.

Esta pila se elabora con una cantidad mediana de pasto, hojarasca y residuos de huerta, su composición se basa en la adición de ramas y troncos de gran tamaño, además de carbón y lixiviados en su tratamiento en comparación con las demás pilas. Como se observa en la imagen, esta pila posee un grado de descomposición avanzado se ve en varias partes humus y hojarasca en ya casi descompuesta, indicando que el tratamiento con lixiviados tuvo buenos resultados en esta pila. También en esta pila se observa la presencia de lombrices por lo que se concluye que estas ayudaron al proceso de degradación de la materia orgánica. Aunque se obtuvieron buenos resultados en esta pila las ramas de gran tamaño y en abundancia aumentan el volumen del compost por lo que al final del proceso se obtendrá una menor cantidad de compost.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Pila experimental B1.




Ilustración 66. Pila experimental B1.

Fuente: Autor

Tratamiento: Melaza-Carbón-alquitrán-agua.

Esta pila se elaboró con una mezcla de diferentes tipos de residuos, pasto, hojarasca, residuos de huerta y pequeñas ramas no maderables, además de carbón y alquitrán en su tratamiento en comparación con las demás pilas. Según lo observado en esta pila, en el tiempo en que se realizó el experimento esta pila tuvo una gran disminución de su altura, esto es un indicador de la rápida descomposición en la pila, en su interior se observó que había ya materia orgánica descompuesta por lo que se podría apreciar ya algunas zonas con humus, el riego con alquitrán solo se pudo realizar el día de la elaboración ya que por falta de este no se pudo seguir aplicando a la pila. En esta pila había menos cantidad de insectos en su interior y no se detectó presencia de lombriz.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Pila experimental B2.




Ilustración 67. Pila experimental B2.

Fuente: Autor

Tratamiento: Melaza-Carbón-Lixiviados-Agua.

Esta pila se elaboró con una mezcla de diferentes tipos de residuos, pasto, hojarasca, residuos de huerta y pequeñas ramas no maderables, además de carbón y lixiviados en su tratamiento en comparación con las demás pilas. En esta pila se observa en su interior una baja descomposición de la materia orgánica, se logra ver que las hojas apenas han logrado un tono oscuro, no se evidencia presencia de humus, pero si se ve que ya muchos residuos tienen un color café y negro. El tratamiento con lixiviados en esta pila fue menos efectivo en comparación con la pila A2. Esta pila fue la que tuvo una mayor disminución en su tamaño durante el tiempo que tuvo el experimento, aunque no se vio una alta descomposición de la materia orgánica, esto puede ser debido a la compactación de la biomasa durante este tiempo. Se observó la abundante presencia de insectos en esta pila.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Pila muestra C




Ilustración 68. Pila muestra C.

Fuente: Autor

Tratamiento: Melaza-Agua.


Esta pila se elaboró con una mezcla de diferentes tipos de residuos, pasto, hojarasca, residuos de huerta y pequeñas ramas no maderables. Esta pila en comparación con las demás, tuvo un volteo más por petición de su necesario movimiento en el área. Se observa una avanzada descomposición de la materia orgánica con una gran cantidad de humus, esto debido a que en su formación fue mezclada con residuos vegetales que ya tenía cierto grado de descomposición y el volteo extra produjeron que esta pila de las 5 fuese la que más degradación obtuvo, en los registros de sus parámetros su tamaño no disminuyó tanto como en B1 o B2, su temperatura era más elevada que las demás pilas por lo que este poder calorífico permitiera una degradación más rápida. Se observa la presencia de lombriz en esta pila por lo que es un factor que se suma a la avanzada descomposición de esta pila.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.2.3.3 CONCLUSIONES ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.

Según las observaciones realizadas a las pilas de compost experimentales, se identifican los resultados que dio los tratamientos usados en las 4 pilas de compost. Las pilas que poseían ramas de mayor tamaño A1 y A2, recibían una mejor oxigenación por el espacio que tenían en su interior sin afectar demasiado la temperatura interior de la pila, pero si afecta el volumen de la pila aumentando demasiado el tamaño y generando una baja cantidad de compost, la combinación de las pilas A1 y A2 con lixiviados y alquitrán dieron resultados diferentes, la pila con lixiviados A2 mostro un buen comportamiento con secciones internas de la pila con un compost más degradado, mientras que A1 mostro pocos avances, se veían secciones sin descomposición alguna y en su centro poco compost, cabe resaltar que a esta pila solo se pudo agregar alquitranes durante su elaboración ya que después de este tiempo no hubo actividades de gasificación en el área por lo que no había alquitrán para regar las pilas. Las pilas sin material maderable de gran tamaño B1 y B2 mostraron una reducción significativa de su altura por la rápida compactación que tenían después de su elaboración y volteo, la pila B2, aunque no tenía gran cantidad de compost tuvo una gran disminución de su tamaño al igual que la pila B1 cuyos resultados fueron similares a los de la pila B2.

El uso de los residuos para optimizar el tratamiento de las pilas fue efectivo, se observó cómo los lixiviados generaron una mejoría en la velocidad de descomposición de la materia vegetal que tenía buena oxigenación, mientras que el uso de alquitranes no puso lograrse para evaluar su uso en las pilas, pero en conclusión a partir de las recomendaciones realizadas por docentes en la universidad ECCI se recomienda no ser usado porque al ser alquitrán de hulla genera más problemáticas en el suelo que las ventajas que se obtiene en el proceso de compostaje. La recolección de lixiviados en el proceso de compostaje y bio-digestión es recomendable para ser reingresados en el proceso de compostaje, así como el carbón y cenizas de los gasificadores ya que optimiza el tratamiento actual del jardín botánico el cual es agua y melaza.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PARA EL ÁREA DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES Y ENERGÍAS RENOVABLES.

8.3.1 SEÑALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN

La implementación del sistema de aprovechamiento inicia con la organización del área planteada según se mostró en el plano de la división de las áreas (ver ilustración 43), para esta división se hizo la cuenta de la cantidad de estacas y poli sombra necesaria para delimitar las áreas, a continuación, se muestra la cantidad establecida:

Tabla 29. Materiales solicitados para la delimitación de las áreas.

Ítem	Cantidad
Estacas de 3mt de altura	5
Rollo de poli sombra x 100 mts	1

Fuente: Elaboración propia

La solicitud de los materiales se realiza en agricultura urbana y hasta el día 22 de marzo de 2017 no llegaron los materiales solicitados para la delimitación de las áreas por lo que hasta al día de finalización no se logró realizar la división de las áreas, esta se realizara por parte del jardín cuando los materiales lleguen al área de aprovechamiento.

Para la implementación de la señalización en el área de aprovechamiento se realiza un informe (Anexo 11.2) en el cual se describe la importancia de implementar la señalización en el área incluyendo las cotizaciones realizadas de los costos de la señalización.

A continuación, se muestra la tabla realizada la cual incluye los materiales necesarios para la implementación de la señalización con los costos de la cotización que presento menores costos.



	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 30. Cantidad y precios de los elementos necesarios para la señalización del área de aprovechamiento.

Señalización	Cantidad	Tamaño	Precio
Maquinaria y equipo	4	30x15	\$4.000
Extintor	4	30x15	\$4.000
Instrucciones uso de extintor	4	30x15	\$4.000
Ruta evacuación	10	30x15	\$4.000
Salida de emergencia	2	30x15	\$4.000
No fumar	3	30x15	\$4.000
No pase solo personal autorizado	2	30x15	\$4.000
Camilla y botiquín	1	30x15	\$4.000
Riesgo eléctrico	6	30x15	\$4.000
¡Atención! Alta temperatura	1	30x15	\$4.000
Mantener esta puerta cerrada	1	30x15	\$4.000
Oficina	1	30x15	\$4.000
Total	39		\$48.000
Señalización	Cantidad	Tamaño	Precio
Señalización de uso obligatorio (guantes, gafas, auditivo, tapabocas,)	2	60x30	\$18.000
Biodigestor	1	60x30	\$18.000
Pilas experimentales	1	60x30	\$18.000
Total	4		\$54.000
Nomenclatura áreas	Cantidad	Tamaño	Precio
Área de compostaje	1	50x50	\$25.000
Área de descarga de residuos	1	50x50	\$25.000
Área de tamizado y empaque de compost	1	50x50	\$25.000
Área de almacenamiento biomasa	1	50x50	\$25.000
Área de almacenamiento compost/biomasa empacados	1	50x50	\$25.000
Área de gasificación	1	50x50	\$25.000
Área secado gasificación	1	50x50	\$25.000
Área de secado de compost	1	50x50	\$25.000
Área de bio extrusión	1	50x50	\$25.000
Total	9		\$225.000

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Otros	Cantidad	Tamaño	Precio
Conos viales	2	45 cm	\$24.000
Botiquín	1	14 productos	\$63.000
Cinta doble faz	1	25 mts	\$25.000
Total			\$112.000
Total (sin pintura señalización vial)			\$439.000
Señalización vial entrada vehicular	Cantidad	Tamaño	Precio
Pintura señalización	2	1gal	\$75.000
brocha	1		\$8.000
Thinner	1	1gal	\$50.000
Total			\$133.000
Total (con pintura señalización vial)			\$572.000


Fuente: Elaboración propia

Hasta el día 22 de marzo de 2017 no se obtuvo respuesta del jardín botánico frente a la asignación de recursos para la compra de la señalización.


El trabajo realizado para la implementación del sistema se deja en manos la persona a cargo del área de aprovechamiento Lili Tatiana Vega, para realizar el seguimiento una vez terminada la pasantía, de esta manera durante el transcurso del tiempo y asignación de recursos para esta área se pueda implementar la señalización y delimitación del área.

8.3.2 ACTUALIZACIÓN DE MANUAL Y PROTOCOLOS PARA LOS PROCESOS APROVECHAMIENTO.

Para la implementación de las rutas, uso de nuevas áreas y optimización de procesos, se actualizan los protocolos que estableció el jardín botánico para los procesos trabajados. Inicialmente se realiza la actualización del manual de manejo y transformación de residuos vegetales el cual especifica abarca todos los procesos en el área de aprovechamiento. En segunda instancia se actualizan el manual de manejo, transformación y aprovechamiento de residuos vegetales – COMPOSTAJE y el manual los Sistemas de producción de energía eléctrica mediante gasificación.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.3.2.1 MANUAL DE MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES.

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Jardín Botánico José Celestino Mutis	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
	PROCESO: PM.02 APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	
	SUBPROCESO: PM.02.03. ARBORIZACIÓN Y JARDINERÍA	
	Protocolo: Manual de manejo y transformación de residuos vegetales.	
	Código: PR.01-PM.02.01.03 Versión: 1	Página 1 de 3

MANUAL DE MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES

1. Introducción

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) en su Plan Institucional de Gestión Ambiental desde el año 2002, direccionó el manejo de los residuos vegetales producto del mantenimiento de las colecciones vivas del Jardín Botánico, hacía una mejor gestión por medio del proceso de compostaje. El compost producido en la entidad tiene un potencial de uso importante para el reciclaje de nutrientes en el enriquecimiento de los suelos de la entidad, pero también tiene demanda en los proyectos de arborización, jardinería y agricultura urbana.

El presente manual tiene como objetivo definir los procedimientos técnicos a implementar la transformación de residuos vegetales originados en la entidad, por cuenta del mantenimiento de las colecciones vivas, en abono orgánico.

2. Instrucciones de uso de este manual


El uso de este manual se debe dar en el marco del desarrollo del procedimiento vigente en el SIG para el manejo, transformación y aprovechamiento de residuos vegetales del Jardín Botánico José Celestino Mutis. La implementación de las etapas, uso de las herramientas y aplicación de insumos así mismo debe ser acorde a los procedimientos vigentes de la entidad.

3. Zona de transformación de residuos vegetales


El espacio es de 1600 m² en total, de los cuales 300m² se encuentran cubiertos y el restante a cielo abierto.

Área cubierta

El espacio es destinado para los trabajos de investigación que lleva a cabo la Subdirección científica en temas de compostaje, también sirve para resguardar la pila de compost que este en la fase de estabilización. Además, es en este espacio donde se guarda la maquina extrusora y las herramientas necesarias para el proceso.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.3.2.2 MANUAL DE MANEJO, TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES - COMPOSTAJE

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>AMBIENTE</small> <small>Jardín Botánico José Celestino Mutis</small>	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
	PROCESO: PM.02 APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	
	SUBPROCESO: PM.02 TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES	
	Protocolo: Manual de manejo, transformación y aprovechamiento de residuos vegetales - COMPOSTAJE	
	Código: PR.01-PM.02.01.03 Versión: 1	Página 1 de 3

MANUAL DE MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES A TRAVÉS DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

1. Introducción

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) en su Plan Institucional de Gestión Ambiental desde el año 2002, direccionó el manejo de los residuos vegetales producto del mantenimiento de las colecciones vivas del Jardín Botánico, hacía una mejor gestión por medio del proceso de compostaje. El compost producido en la entidad tiene un potencial de uso importante para el reciclaje de nutrientes en el enriquecimiento de los suelos de la entidad, pero también tiene demanda en los proyectos de propagación, arborización, jardinería y agricultura urbana.


El presente manual tiene como objetivo definir los procedimientos técnicos a implementar la transformación de residuos vegetales originados en la entidad, por cuenta del mantenimiento de las colecciones vivas, en abono orgánico.

2. Instrucciones de uso de este manual


El uso de este manual se debe dar en el marco del desarrollo del procedimiento vigente en el SIG para el manejo, transformación y aprovechamiento de residuos vegetales del Jardín Botánico José Celestino Mutis. La implementación de las etapas, uso de las herramientas, seguimiento de parámetros, aplicación de insumos, pruebas a producto final deben ser acorde a los procedimientos vigentes de la entidad.

3. Zona de transformación de residuos vegetales para compostaje

El espacio es de 1300 m² en total, de los cuales 54m² se encuentran cubiertos para secado del compostaje y el restante a cielo abierto para pilas de compost. La fase que se lleva a cabo en área cubierta es la de estabilización y secado del sustrato. El área cuenta con oficina para realizar la respectiva sistematización y análisis de los resultados. En el área a cielo abierto que comprende la mayor parte del área de la zona de aprovechamiento de residuos orgánicos, se acopian los residuos vegetales, se disponen las pilas para el proceso de compostaje. En este espacio opera la máquina chipper de picado y el cargador el volteo de pilas.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.3.2.3 MANUAL DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE GASIFICACIÓN

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE <small>Jardín Botánico José Celestino Mutis</small>	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
	PROCESO: PM.02 APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	
	SUBPROCESO: PM.02.03. ARBORIZACIÓN Y JARDINERÍA	
	Protocolo: Manual de los Sistemas de producción de energía eléctrica mediante gasificación	
	Código: PR.01-PM.02.01.03 Versión: 1	Página 1 de 3

MANUAL DE MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES A TRAVÉS DEL PROCESO DE GASIFICACIÓN

1. Introducción

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) en su Plan Institucional de Gestión Ambiental del año 2006, direccionó la Implementación del uso de energías alternativas. Siguiendo la directriz anterior el Jardín Botánico cuenta con dos sistemas de generación de energía eléctrica mediante la gasificación de los residuos leñosos de mantenimiento de las colecciones del Jardín y los residuos de tala de la ciudad de Bogotá. El presente manual tiene como objetivo definir los procedimientos técnicos a implementar la producción de energía eléctrica mediante la gasificación de residuos leñosos originados en la entidad, por cuenta del mantenimiento de las colecciones vivas, en abono orgánico.

2. Instrucciones de uso de este manual


El uso de este manual se debe dar en el marco del desarrollo del procedimiento vigente en el SIG para el manejo, transformación y aprovechamiento de residuos vegetales del Jardín Botánico José Celestino Mutis. La implementación de las etapas, uso de las herramientas y aplicación de insumos así mismo debe ser acorde a los procedimientos vigentes de la entidad y al manual de operación de los sistemas de generación de energía mediante gasificación POWER PALLET®.

3. Zona de producción de energía eléctrica

La producción de energía eléctrica mediante la gasificación de residuos leñosos dispone de 100 m2, lo que incluye el área de chipeado, tamizado y secado de la biomasa.

Área de chipeado, tamizado y secado de la biomasa


El espacio destinado para realizar el chipeado, tamizado y secado de la biomasa. Esta se encuentra ubicada en la Figura 1.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- El diagnóstico realizado al área de aprovechamiento establece como están operando actualmente los procesos, por lo que se logró evaluar las principales falencias presentes en esta zona, además se tuvo conocimiento del funcionamiento interno de cada actividad y como anexo se obtuvieron datos que no existían como la cantidad de residuos tanto en entradas como en salidas.
- Sin una adecuada gestión ambiental en el desarrollo de las actividades involucradas en los procesos de aprovechamiento de residuos vegetales se generan impactos ambientales inesperados, con la matriz de aspectos e impactos ambientales realizada a partir de la metodología de Vicente Conesa se identificó los impactos ambientales tanto positivos como negativos presentes en los procesos de aprovechamiento que tiene el área.
- Con la evaluación realizada al área de aprovechamiento junto con la ingeniera encargada se observa que no se encuentran nombradas ni delimitadas las áreas identificadas para los procesos, por lo que en la actualización de los planos del área de aprovechamiento se establecieron de manera óptima las áreas para que todos los procesos funcionen en unas condiciones ideales.
- El compostaje es el proceso de aprovechamiento pionero en el área siendo el que más espacio requiere para las actividades involucradas en su desarrollo. A través del diagnóstico realizado se logró evaluar su estado actual según como el protocolo para el compostaje lo establece. Este protocolo menciona que el compostaje tiene una duración aproximada de 4 meses, pero según lo observado en el área puede durar hasta 6 meses, además se observa que lo plasmado en el manual como los planos y áreas, se encuentran desactualizados por los cambios que ha tenido el área con el paso del tiempo. El compostaje fue optimizado a través de una combinación ideal de residuos vegetales y una actualización del tratamiento que es aplicado, utilizando los residuos que generan otros procesos como el carbón/cenizas producto de la gasificación o los lixiviados del bio-digestor y compostaje. El uso de los parámetros establecidos en la actualización del manual para el compostaje optimizará el proceso para que este cumpla con el tiempo estimado que es de 4 meses, además de tener establecidas las rutas que se deben seguir desde que son descargados los residuos vegetales hasta que el compost es empaquetado y trasladado al área de almacenamiento.


	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- El proceso de gasificación presenta algunos inconvenientes debido a la falla que tienen los gasificadores. Durante el diagnóstico que se realizó, se identifica que desde la llegada de biomasa vegetal existe una falencia siendo esta el inadecuado almacenamiento de esta biomasa antes de ser tamizada y luego de ser tamizada, de igual manera se observó que el área designada para almacenarla no es un área cerrada o delimitada por lo que se esparce biomasa por toda el área de aprovechamiento debido al constante movimiento del personal. Con la delimitación con poli sombras de las nuevas áreas para este proceso se genera un orden para el tamizado y empaquetado, evitando así que haya una propagación por el área de aprovechamiento.
- Los procesos de bio-digestión y bio-extrusión no fueron trabajados a fondo debido a que no estaban en operación durante la pasantía, pero en el diagnóstico realizado se evidencia los impactos que generan las materias primas de estos procesos, por lo que se establecen las rutas que deben seguir la materia prima y productos para estos procesos con el fin de evitar algún impacto por el mal transporte o almacenamiento.
- Aunque se estableció la delimitación de áreas incluyendo rutas de evacuación y movimiento interno de materia prima, no se logró implementar en el área de aprovechamiento por la falta de la asignación de recursos por parte del Jardín Botánico y tiempo de duración de la pasantía. Se realizó la cotización de la señalización establecida en el plano de ruta de evacuación, esta cotización se realizó en tres proveedores diferentes de señalización industrial (Anexo 9.3), estas cotizaciones fueron enviadas junto con un informe (Anexo 9.2) dirigido al área encargada para la destinación de los recursos monetarios al área de aprovechamiento para adquirir la señalización. También el área solicitó los materiales adecuados para la delimitación de las áreas. A la fecha de finalización de la pasantía 22 de marzo de 2017 no se destinaron los recursos para la señalización ni llegaron los materiales solicitados para la delimitación de las áreas. El jefe encargado del área de aprovechamiento queda con copia de los planos y listado de materiales de la señalización para que en el futuro cuando lleguen los recursos solicitados pueda ubicarse la señalización y delimitación de las áreas.


	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.2 RECOMENDACIONES

- La primera recomendación con mayor importancia, es realizar el seguimiento a la solicitud realizada al jardín botánico para la destinación de los recursos necesarios para adquirir los materiales y elementos establecidos en este informe final para realizar la correcta señalización y delimitación de zonas para los procesos en toda el área de aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables. Una vez obtenidos los elementos establecidos se debe realizar el chequeo de los planos realizados donde está la ubicación que deben llevar las áreas y los elementos para la señalización.
- Para el área de pilas demostrativas y experimentales, se sugiere establecer un programa a futuro para el estudio de nuevos métodos y tratamientos para el compostaje mediante proyectos de investigación, en los que se evalué el potencial del uso de diferentes materiales o uso de microorganismos para acelerar este proceso y que con el paso del tiempo siempre se tenga en investigación en el área obteniendo como resultados una mejora continua.
- La gasificación es uno de los procesos más importantes del área de aprovechamiento y del jardín botánico por lo que debe establecerse un plan para el mantenimiento y optimización de los gasificadores, así como el realizarse proyectos de investigación para el uso de otro tipo de biomasa como el retamo espinoso u otro que genere un alto potencial calorífico al momento de ser gasificado y del que se logre obtener una mayor potencia en el gas producido.
- El retamo espinoso es una especie exótica la cual tiene una rápida propagación por las zonas rurales de Bogotá, el proceso de bio-extrusión requiere que se almacene el retamo en el área de aprovechamiento en grandes cantidades representando un riesgo debido a que el área tiene un límite de espacio y el retamo se almacena en cercanías al área de secado y/o estabilización de compost, por lo que el riesgo está en la posible mezcla de las semillas que pueda traer los residuos de retamo espinoso con el compost que se encuentra en el área. Si estos elementos se mezclan puede haber una propagación de retamo espinoso en el jardín botánico y en las diferentes zonas de Bogotá donde es usado el compost para realizar siembras de árboles. Es por esta razón que se sugiere sacar el proceso de bio-extrusión del área de aprovechamiento y buscar un área en el jardín botánico donde pueda ser trasladado y optimizado.
- En cuanto al proceso de bio-digestión se recomienda establecer trabajos de investigación para evaluar el comportamiento de diferentes tipos de residuos orgánicos combinados con los residuos de plaza de mercado para así aumentar la eficiencia de estos bio-digestores. De igual manera se recomienda realizar la


	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

instalación eléctrica del motor para que este pueda suministrar corriente eléctrica a algún punto del jardín botánico.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

10. BIBLIOGRAFÍA

- Angel , E., Carmona , S., & Villegas, L. C. (2010). *Gestión ambiental en proyectos de desarrollos*. Bogotá: Printer.
- Bolea , E. (1994). *La gestión ambiental en el sector público*. Malagá .
- Bunk, G. (1995). *Pedagogía del trabajo* . Instituto de Colaboración Científica.
- Castells, x. E. (2012). *Aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Castells, X. E. (2012). *Biomasa y bioenergía*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Castells, X. E. (2012). *Tratamiento y valorización energética de residuos* . Madrid : Ediciones Díaz de Santos.
- Enciso , E. (06 de 10 de 2016). *asmadera*. Obtenido de <http://asmadera.com/wp-content/uploads/2014/11/Guia%20%20biomasa.pdf>
- García , H., Corredor , A., Calderon , L., & Gómez, M. (2013). Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia. *Publicaciones fedesarrollo*, 3-4.
- González , T., & Valencia, J. A. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá .
- ICONTEC. (2004). *Sistemas de gestión ambiental*. Bogotá .
- Jaramillo, G., & Zapata , L. (2002). APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA . *Uniciencia*, 19-22.
- Loboguerrero , J. (2007). Tecnología apropiada: Sus inicios en la Universidad de los Andes. *Revista de ingeniería*, 1-2.
- Merino, L. (2010). *Las energías renovables*. Sacal .
- MIFIC. (06 de 10 de 2016). *Ministerio de fomento, industria y comercio*. Obtenido de <http://www.mific.gov.ni/GESTIONAMBIENTAL/SISTEMADEGESTIONAMBIENTAL.aspx>
- Ministerio de medio ambiente. (2002). *PLAN NACIONAL DE COLECCIONES PARA LOS JARDINES BOTÁNICOS DE COLOMBIA*. Bogotá.
- Moreno , E., & Pol, E. (1999). *Nociones psicosociales para la intervención y la gestión ambiental*. Barcelona : Universidad de Barcelona .
- Rincón, S., Gómez, A., & Klose, W. (2011). *Gasificación de biomasa residual de procesamiento agroindustrial*. Bogotá: Kassel.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Robbins , S., & Coulter, M. (2005). *Administración 8va edición* . Mexico : Pearson .


Salamanca, E. M. (2014). Estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C. *RIDUM*, 1-2.

Sampieri , r. (2006). *Metodología de la investigación* . México.

sánchez , G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia . *Revista economía y desarrollo* , 90-91.

UNAD. (06 de 10 de 2016). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia* . Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358029/ContenidoLinea/leccin_14_ecomapas.html

Varón , R. E. (2012). EFICIENCIA ENERGÉTICA: LA ENERGÍA RENOVABLE POR EXCELENCIA. *Ambeinte Bogotá* , 16-17.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11. ANEXOS

11.1 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

	
<p><i>Ilustración 69. Homogenización cuarteo 1.</i> Fuente: Autor</p>	<p><i>Ilustración 70. Vapor emanando de muestra para cuarteo.</i> Fuente: Autor</p>
	
<p><i>Ilustración 71. Pesaje de ramas en cuarteo 1.</i> Fuente: Autor</p>	<p><i>Ilustración 72. Tractor descargando residuos vegetales.</i> Fuente: Autor</p>
<p>Fuente: Autor</p>	
	
<p><i>Ilustración 73. Foto panorámica pilas experimentales finalizada su elaboración.</i></p>	


	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Ilustración 74. Canecas para la recolección de lixiviados.
Fuente: Autor



Ilustración 75. Tubos y canecas cubiertas.
Fuente: Autor



Ilustración 76. Almacenamiento de compost en lonas junto a lonas de retamo espinoso.
Fuente: Autor



Ilustración 77. Pilas de compost tamizado.
Fuente: Autor



Ilustración 78. Drenaje de lixiviados en pilas de compost.
Fuente: Autor



Ilustración 79. Canal de lixiviados tapada.
Fuente: Autor



Ilustración 80. Proceso de compostaje.
Fuente: Autor



Ilustración 81. Proceso de gasificación
Fuente: Autor


	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009




Ilustración 82. Proceso de bio-digestión.

Fuente: Autor



Ilustración 83. Proceso de bio-extrusión (sin operación).

Fuente: Autor

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11.2 INFORME SOLICITUD RECURSOS PARA SEÑALIZACIÓN

INFORME AVANCES DE PASANTÍA

Presentado por:

BRAYAN STEWAR GOMEZ SABOGAL


Pasante área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales

Presentado a:

Ing. Lili Tatiana Vega

UNIVERSIDAD ECCI
JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ
BOGOTÁ, D.C.


2017

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

OBJETIVOS

Describir los avances realizados durante el desarrollo de la actividad de elaboración de planos del área de transformación y aprovechamiento de residuos (desplazamiento interno de residuos y ruta de evacuación).

- Describir la importancia de la elaboración de los planos planteados para el área.
- Establecer los elementos y herramientas faltantes en el área relacionados con la organización y señalización del área.
- Plantear los ítems necesarios para implementar en el área con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en el plano de la ruta de evacuación del área.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

GENERALIDADES

Durante el desarrollo del trabajo de pasantía se estableció el generar una gestión ambiental del área a través de un correcto aprovechamiento de los residuos que llegan a este sitio y que son implementados para cada uno de los diferentes procesos, para esto uno de las actividades que se plantea es realizar la correcta organización de esta área involucrando el movimiento interno de los residuos y del personal por esta razón se desarrollan las siguientes actividades:


Desarrollo de planos.

Se ha realizado los planos en el programa AutoCAD, un plano general del área, rutas de entradas y salidas tanto de residuos vegetales como producto empacado, movimiento interno de residuos vegetales y ruta de evacuación del área.

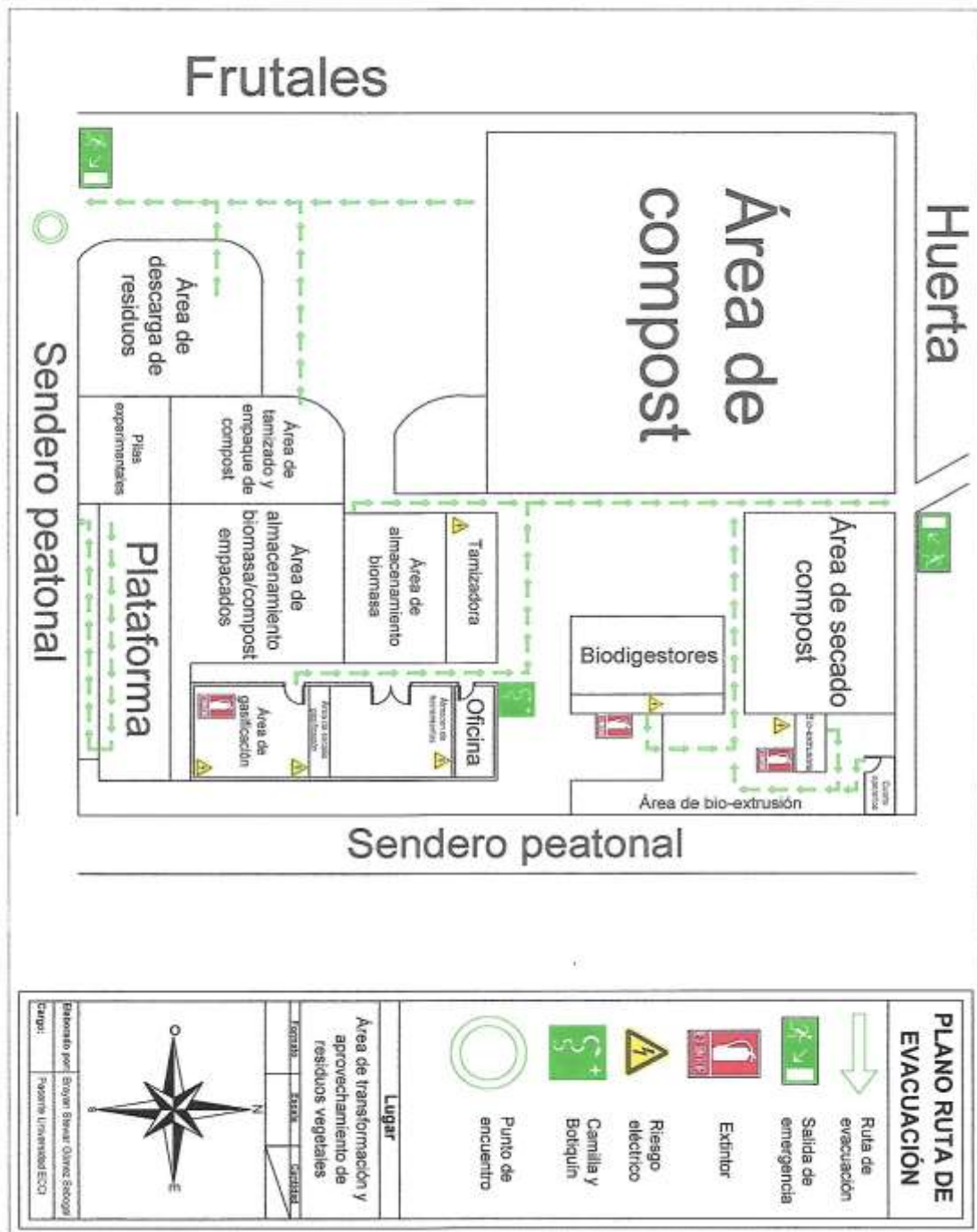
El desarrollo de los planos cuenta como base fundamental para la correcta organización y gestión ambiental de esta área ya que permite determinar su correcto dimensionamiento, estableciendo la ubicación puntual de las áreas y equipos presentes. Uno de los ítems más importantes es la distribución de las áreas con el fin de determinar las rutas más apropiadas para el movimiento interno tanto de los residuos vegetales en los diferentes procesos como del personal que regularmente trabaja y transita por las diferentes áreas.


El plano de ruta de evacuación se elaboró ya que se evidencio que el área no se tenía uno establecido, a partir del plano realizado delimitando las áreas se estableció las opciones más convenientes para establecer la ruta de evacuación, identificando también en el plano los puntos donde se encuentran los extintores, camilla, botiquín, riesgos eléctricos y de altas temperaturas.

Según lo contemplado en la reunión de los delegados del área de aprovechamiento y agricultura urbana junto con los representantes de salud ocupacional y un asesor en seguridad y salud se estableció en el mapa las sugerencias dadas en las conclusiones de la reunión.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009


A continuación, se presenta el plano de la ruta de evacuación del área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales:



	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

A partir de lo establecido en el plano, se debe implementar la delimitación y señalización en el área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales, para ello se ha contemplado la siguiente lista de señales con sus respectivas cantidades:

Señalización	Cantidad	Tamaño	Precio
Maquinaria y equipo	4	30x15	\$4.000
Extintor	4	30x15	\$4.000
Instrucciones uso de extintor	4	30x15	\$4.000
Ruta evacuación	10	30x15	\$4.000
Salida de emergencia	2	30x15	\$4.000
No fumar	3	30x15	\$4.000
No pase solo personal autorizado	2	30x15	\$4.000
Camilla y botiquín	1	30x15	\$4.000
Riesgo eléctrico	6	30x15	\$4.000
¡Atención! Alta temperatura	1	30x15	\$4.000
Mantener esta puerta cerrada	1	30x15	\$4.000
Oficina	1	30x15	\$4.000
Total	39		\$48.000
Señalización	Cantidad	Tamaño	Precio
Señalización de uso obligatorio (guantes, gafas, auditivo, tapabocas,)	2	60x30	\$18.000
Biodigestor	1	60x30	\$18.000
Pilas experimentales	1	60x30	\$18.000
Total	4		\$54.000
Nomenclatura áreas	Cantidad	Tamaño	Precio
Área de compostaje	1	50x50	\$25.000
Área de descarga de residuos	1	50x50	\$25.000
Área de tamizado y empaque de compost	1	50x50	\$25.000
Área de almacenamiento biomasa	1	50x50	\$25.000
Área de almacenamiento compost/biomasa empacados	1	50x50	\$25.000
Área de gasificación	1	50x50	\$25.000
Área secado gasificación	1	50x50	\$25.000
Área de secado de compost	1	50x50	\$25.000
Área de bio extrusión	1	50x50	\$25.000


	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Señalización	Cantidad	Tamaño	Precio
Total	9		\$225.000
Otros	Cantidad	Tamaño	Precio
Conos viales	2	45 cm	\$24.000
Botiquín	1	14 productos	\$63.000
Cinta doble faz	1	25 mts	\$25.000
Total			\$112.000
Total (sin pintura señalización vial)			\$439.000
Señalización vial entrada vehicular	Cantidad	Tamaño	Precio
Pintura señalización	2	1gal	\$75.000
brocha	1		\$8.000
Thinner	1	1gal	\$50.000
Total			\$133.000
Total (con pintura señalización vial)			\$572.000

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES


El área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales es un lugar en el que se desarrollan diferentes procesos de aprovechamiento de residuos vegetales, por lo tanto, es necesaria una gran atención en materia de organización y seguridad para las personas que laboran en este lugar. Actualmente el área no cumple con las medidas de seguridad, al no haber una señalización industrial de tipo informativa, preventiva y de obligación el personal está en una situación de riesgo en caso de presentarse una emergencia, por lo que es importante implementar la señalización expresada en este informe.


La organización en el área no solo es necesaria para tener delimitadas las áreas, sino para tener una mayor productividad y eficiencia en los procesos ya que al tener varios procedimientos en un área limitada puede haber problemas por los cruces entre las actividades que cada proceso requiere en un corto periodo de tiempo generando así diversas problemáticas en el área.

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el “área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables” del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11.3 COTIZACIONES REALIZADAS

11.3.1 COTIZACIÓN 1 EMPRESA “DISTRIARROYAVE”

 DISTRIARROYAVE		COTIZACION			
		DIA	MES	AÑO	No.
		3	2	2017	2911-17
EMPRESA	BRAYAN GOMEZ	NIT			
COTACTO	BRAYAN GOMEZ	DIRECCION			
TELEFONO	3022367499	VIGENCIA	15 DIAS		
CELULAR		CIUDAD	BOGOTA		
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR/UNIT	VR/TOTAL
1	SEÑAL EN PLOTTER 30 X15 CALIBRE 30	UND	47	4.000	188.000
2	SEÑAL EN PLOTTER 30 X20 CALIBRE 30	UND	1	6.000	6.000
3	SEÑAL EN PLOTTER 60 X 30 CALIBRE 50	UND	1	18.000	18.000
4	SEÑAL EN PLOTTER 50 X 50 CALIBRE 50	UND	1	25.000	25.000
5	CONOS VIALES CON REFLECTIVO 45 cmts.	UND	1	24.000	24.000
6	BOTIQUIN TIPO A INDUSTRIAL CAJA METALICA 18 PRODUCTOS	UND	1	145.000	145.000
7	BOTIQUIN TIPO A MEDIANO CAJA METALICA 14 PRODUCTOS	UND	1	63.000	63.000
8					
9					
10					
FORMA DE PAGO	CONTADO			SUBTOTAL	469.000
TIEMPO DE ENTREGA	EL ACORDADO			FLETES	-
VALIDEZ OFERTA	15 DIAS			IVA 19%	89.110
OBSERVACIONES				TOTAL	558.110
 DISTRIARROYAVE					
AV. CRA. 68 No. 10 - 46 SUR BARRIO MILENTA, BOGOTA D.C. TELEFAX 4780746 CEL: 3012504119					

	Diseño e implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos y generación de energía renovable para el "área de transformación y aprovechamiento de residuos vegetales y energías renovables" del jardín botánico José Celestino Mutis.		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11.3.2 COTIZACIÓN 2 EMPRESA "YURIPUBLICIDAD-SEÑALIZACIÓN Y AVISOS.



SEÑALIZACIÓN & AVISOS

VALLAS - PENDONES - IMPRESIÓN DIGITAL - SEÑALIZACIÓN VIAL
 LOGOTIPOS EN SAND BLASTING - SEÑALES FOTOLUMINICENTES
 CALCOMANIAS - PELICULAS DE SEGURIDAD - INSTALACION POLARIZADOS
 ASESORIA SEGURIDAD INDUSTRIAL - SEÑALIZACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR

SEÑORES: Jardín Botánico de Bogotá ATT. Sr. Brayan Stewar Gómez Sabogal DIRECCIÓN: Bogotá TELÉFONOS: 302 2367499	FECHA FACTURA			COTIZACIÓN 03022017
	DÍA	MES	AÑO	
	03	02	2017	

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
	Nos permitimos cotizarles las siguientes señales de seguridad.		
47	Señales de 20x20 cmts. y 30x15 cmts..... en poliestireno calibre 50, impresión digital full color y plastificadas.	\$ 7.000	\$ 329.000
47	Señales de 20x20 cmts. y 30x15 cmts..... en acrílico de 2mm. impresión digital y corte laser, totalmente plastificadas.	\$ 20.000 ...	\$ 940.000
1	Transporte dentro de Bogotá.....	\$ 10.000 ...	\$ 10.000
Forma de pago: 70% anticipo y 30% a la entrega final. Tiempo de entrega: 8 días a partir del anticipo. Cordialmente, Ing. Yuri Reinaldo Israel B.			
OBSERVACIONES: Precios directos de fabricación. Cotización en 2 materiales diferentes. Normas Colombianas de seguridad		ABONO	
		SUB - TOTAL	
		TOTAL	
		SALDO	

CRA. 97 C N° 71-30 SUR TEL: 356 72 86 CELS: 3143753732 - 3158880391
 E-MAIL: yuripublicidad@hotmail.com - yuriisrael@hotmail.com - www.yuripublicidad.wix.com/yuripublicidad

