

**DISEÑO DE UNA PLANTA MOVIL DE COMPOSTAJE EN LINEA DE RESIDUOS  
SOLIDOS ORGANICOS EN LA SEDE UIS-GUATIGUARA**

**GONZALO CALDERON CABALLERO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA  
BUCARAMANGA**

**2013**

**DISEÑO DE UNA PLANTA MOVIL DE COMPOSTAJE EN LINEA DE RESIDUOS  
SOLIDOS ORGANICOS EN LA SEDE UIS-GUATIGUARA**

**GONZALO CALDERON CABALLERO**

**Trabajo de grado para optar al título de  
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**Director**

**IVAN DARIO PORRAS GOMEZ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA  
BUCARAMANGA**

**2013**

## DEDICATORIA

A Dios y la virgen de Chiquinquirá

A mis hijos Leidy carolina, Andrés Fabián y Jairo

A mi esposa Esperanza

A mis padres Pedro Jesús (QEPD) y Hermencia

A mis Profesores

A todos por el apoyo que me brindaron para la culminación de esta profesionalización.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Profesor Iván Darío Porras Gómez, Director del proyecto.

Al Ingeniero Luis E. Prada Niño

A la Ingeniera María Otilia Moreno Capacho

A mis profesores por el valioso aporte en conocimientos.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	17
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	18
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	21
4.1 BASES TEÓRICAS	21
4.1.1 Definición de residuos sólidos orgánicos	21
4.1.2 Impacto ambiental de los residuos sólidos orgánicos	21
4.1.3 Historia de compostaje	21
4.1.4 Definición de Compostaje	21
4.1.5 Que es el compostaje en línea	22
4.1.6 Técnicas de compostaje	22
4.1.7 El compost	23
4.1.8 Plantío directo sobre hojarasca	23
4.1.9 Existen variados modelos para el manejo de R.S.O	24
4.2 RECOLECCIÓN SELECTIVA	25
4.3 VENTAJAS DE LA SELECCIÓN	25
4.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GENERACIÓN DE LOS R.S.O	26
4.5 ASPECTOS A CONSIDERAR	26
5. HIPÓTESIS	27
5.1 ANTECEDENTES	27
6. LOCALIZACIÓN FÍSICA	28
6.1 FACTORES TENIDOS EN CUENTA PARA SU LOCALIZACIÓN	29
6.2 PLANO DE LA SEDE UIS-GUATIGUARA EN DONDE SE UBICARA LA PLANTA DE COMPOSTAJE	30

6.3 DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA UTILIZADA	33
7. METODOLOGÍA	35
7.1 ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA OBTENER EL PRODUCTO	37
8. RECURSOS ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	38
8.1 RECURSOS HUMANOS	38
8.2 RECURSOS FÍSICOS	39
8.3 RECURSOS ECONÓMICO	48
9. PLAN DE ACCIÓN	50
9.1 LABORES EJECUTADAS	50
9.2 DATOS DE TEMPERATURAS	57
10. LABORES DE MANTENIMIENTO	60
10.1 ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO	62
11. ELABORACIÓN DEL PLAN ALTERNO	63
11.1 PLAN ALTERNO EJECUTADO	63
12. PLAN DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA	67
12.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MEDIOS DE SERVICIO	67
12.2 DERRAMES Y FUGAS DE LÍQUIDOS Y LUBRICANTES	
COMBUSTIBLES	67
12.3 TRABAJO DE LIMPIEZA	68
12.4 ASEGURAMIENTO DE LOS TRACTORES CONTRA MOVIMIENTO	69
12.5 SEGURIDAD PERSONAL	70
12.6 RECOMENDACIONES IMPORTANTES	71
12.7 DURANTE EL TRABAJO	71
13. CONCLUSIONES	73
14. RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
WEBGRAFIA	77
ANEXOS	78

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Aquí se muestra como se hacía la disposición de los R.S.O. en el área	28
Figura 2. La selección de troncos, ramas de árboles y hojas de palmeras se hizo en un sitio cercano con el fin de aprovechar la descomposición natural	29
Figura 3. Vista en planta de la ubicación del árbol de gallinero y el poste de la red eléctrica, puntos de referencia para el diseño de la planta de compostaje	30
Figura 4. Diseño de la planta con sus respectivas áreas de procesos	33
Figura 5. Diagrama de flujo	37
Figura 6. Instalación de molino de martillos con su respectiva acometida eléctrica trifásica, está probado y listo para operar	40
Figura 7. Acondicionamiento del área escogida con el tractor y la pala de enganche a 3 puntos	41
Figura 8. Tractor Same 110 HP y rastrillo de púas utilizados en el volteo de la línea de compost	43
Figura 9. Desbrozadora accionada con tractor, tritura residuos en montón y/o en lotes de cultivos utilizados con labranza mínima y plantío directo	44
Figura 10. Pala niveladora de enganche a tres puntos de tractor utilizada en la nivelación	45
Figura 11. Molino de martillos en mantenimiento y montaje del motor eléctrico	46
Figura 12. Primera prueba de triturado y mezclado y ubicación en el inicio de la línea de compostaje	51
Figura 13. Línea de compostaje de 15 m de longitud en proceso de descomposición lista para el volteo manual o mecanizado	52
Figura 14. Cubrimiento del material mezclado con el fin de mantener la temperatura y mejorar la descomposición por efecto del calor acumulado.	54
Figura 15. Volteo del compost con rastrillo acoplado al tractor, rendimiento 15 metros lineales por hora	55

Figura 16. Toma de una muestra del compost después de pasar por un tamiz de ½ x ½” para llevar al laboratorio de consultas industriales de la UIS	56
Figura 17. Toma de To a la pila de compost a una profundidad aproximada de 30 cm	59
Figura 18. Tenedor de púas múltiples, Rastrillo de 4 púas y pala de punta redonda, herramientas utilizadas en el proceso de compostaje	61
Figura 19. Triturador de cuchillas transversales para uso ocasional	64
Figura 20. Molino triturador de martillos de enganche a tres puntos del tractor para uso ocasional	65
Figura 21. Podadora-recolectora de enganche al tractor para uso en lotes del parque tecnológico	66

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Adecuación del área	40
Tabla 2. Costo de combustibles y lubricantes de las labores realizadas	41
Tabla 3. Cronograma de capacitación	47
Tabla 4. Personal	47
Tabla 5. Gastos de operación	48
Tabla 6. Tabla de Temperatura de la línea de compostaje	57

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. FORMATO DE EVALUACIÓN DEL TRACTOR	79
ANEXO B. FICHA TÉCNICA DEL TRACTOR	81
ANEXO C. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL RASTRILLO DE PÚAS	82
ANEXO D. FICHA DE MANTENIMIENTO DE LA PALA NIVELADORA	83
ANEXO E. FICHA DE MANTENIMIENTO DE LA DESBROZADORA FH-150	84
ANEXO F. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL MOLINO DE MARTILLOS	85
ANEXO G. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL TRACTOR SAME 110	86
ANEXO H. FORMATO DE LA ENCUESTA APLICADA	88
ANEXO I. TABLA DE TABULACIÓN DE ENCUESTAS	90
ANEXO J. TABULACION	91
ANEXO K. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	97

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO DE UNA PLANTA MOVIL DE COMPOSTAJE EN LINEA DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS EN LA SEDE UIS-GUATIGUARA\*

**AUTOR:** Gonzalo Calderón Caballero\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Residuos Solidos, contaminación visual, granos, frutos, compostaje, parque tecnológico.

### DESCRIPCION

Los Residuos Sólidos orgánicos de poda de prados setos y jardines de la sede UIS-Guatiguara representan recursos materiales y energéticos importantes, con el tratamiento adecuado de estos materiales se reduce la contaminación visual y se aprovecha el gran potencial que representan. Es muy conveniente para la universidad y el entorno desarrollar un proceso que integre los componentes básicos del compostaje con tendencias de saneamiento ambiental retomando ideas tradicionales e integrándolas en la producción de compost en línea utilizando recetas básicas que son fáciles de aplicar por aquellas personas que adopten esta técnica en todos los niveles siempre debemos recordar que los granos y frutos son de quien cultiva pero los residuos de cosecha pertenecen a la tierra. El compostaje es una de tantas formas que existen para producir abono orgánico dando un valor agregado, ayudando a la naturaleza en la conservación de los recursos que ella nos proporciona para el mejoramiento del nivel de vida de los seres humanos. Como estrategia de gestión direccionada está debe encaminarse a reducir la generación sin destino optando por la reutilización, reciclado y aprovechamiento integral de materias aportantes de energía en otros procesos productivos. El diseño propuesto esta dimensionado para aprovechar los residuos de poda que generen en un futuro las áreas destinadas al desarrollo del parque tecnológico y está en concordancia con la producción sustentable y compromiso con el medio ambiente.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Universidad Industrial de Santander. Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Director. IVAN DARIO PORRAS GOMEZ

## ABSTRACT

**TITLE:** MOBILE PLANT DESIGN ONLINE COMPOSTING ORGANIC SOLID WASTE ON SITE  
GUATIGUARÁ TUI\*

**Author:** Gonzalo Calderon Caballero\*\*

**KEYWORDS:** Solid Waste, visual pollution, grains, fruits, composting technology park.

### DESCRIPTION

The solid waste organic meadows trimming hedges and gardens Guatiguará TUI headquarters represent important material and the energy resources, with appropriate treatment of these materials reduces visual pollution and takes advantage of the great potential they the represent. It is very convenient for college and develop a process environment that integrates the basic components of composting sanitation trends resuming traditional ideas and integrating them into the compost production line using recipes that are easy to implement by those who adopt this technique at all levels must always remember that grains and fruits are grown but who harvest residues belong to the land. Composting is one of many ways that the exist to produce organic fertilizer giving an added value in helping nature conservation of the resources it provides to improve the standard of living of human beings. As directed management strategy is to focus on reducing the generation aimlessly opting for reuse, recycling and comprehensive utilization of energy contributors materials in other production processes. The proposed design is sized to take advantage of garden waste they generate in the areas for future development of the technology park and is in line with the sustainable production and commitment to the environment

---

\* Graduation Project

\*\* Industrial University of Santander. Institute for Regional Projection and Distance Education.  
Manager. IVAN DARIO GOMEZ PORRAS

## GLOSARIO

A.O. Abono orgánico

Botadero: Lugar donde se dispone sin control un residuo sólido (RS)

CDMB: Corporación de defensa de la meseta de Bucaramanga.

Compost: Significa poner juntos varios residuos.

Compostaje: Proceso de tratamiento biológico que ayuda a la transformación de un residuo sólido orgánico.

Desbrozadora: Implemento triturador con cuchillas basculantes

FPAA: Fondo para la acción ambiental y la niñez.

GEI: gases efecto invernadero.

HP: Caballos de potencia (horse power)

MO: Materia orgánica.

M.org: Microorganismos.

P.T.O. Power Take Off (Toma fuerza del tractor).

Púas: Ganchos de las herramientas para voltear materiales.

Relleno sanitario: Lugar destinado a la disposición final de basuras

Rolo Faca: Rodillo con cuchillas para acostar el rastrojo sobre el suelo.

RSO: Residuos sólidos orgánicos.

To: Temperatura.

3P: Tres puntos.

## INTRODUCCION

Los Residuos Sólidos orgánicos (R S O) de poda de árboles, prados, setos y jardines representan recursos materiales y energéticos importantes, el tratamiento inadecuado de estos genera problemas de contaminación visual y es nicho de ratas, culebras, cucarachas y moscas en los sitios donde están dispuestos sin control. Observando el gran potencial que contienen los RSO, Es muy conveniente para la universidad y el entorno desarrollar un producto que integre los componentes básicos del compost con fines de saneamiento ambiental retomando este tipo de material para un proceso controlado en una **Planta de compostaje en línea** utilizando recetas básicas que sean fáciles de replicar con pocos ajustes en todos los niveles y pisos térmicos.

El compostaje es una de las muchas formas que existen para dar valor agregado y que apuntan al mejoramiento del nivel de vida de los grupos de personas implicadas. Como estrategia de gestión direccionada esta en reducir la generación sin destino específico optando por la reutilización, el reciclado y aprovechamiento integral de los RSO. Aportantes de energía en otros procesos productivos.

Lo anterior será posible haciendo uso de algunas máquinas que hacen parte de la donación del **Ministerio de agricultura y desarrollo rural a la UIS** y en cuyo inventario hay implementos y equipos que se pueden utilizar con un mantenimiento previo a su uso en las labores de poda, recolección, transporte triturado, amontonamiento, mezclado, volteo, tamizado y empaque que requiere el proceso de transformación. Este proyecto se puede instalar en cualquier sitio del área del parque tecnológico y cambiarlo si fuere necesario por razones de avances urbanísticos, esta dimensionado para dar una solución a la problemática que le generaría ala UIS como entidad educativa la falta de un plan de contingencia y aprovechamiento de los R.S.O. Que genera y que debe ser amigable con el medio ambiente.

## **1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema que se está presentando en la sede UIS- Guatiguara es la acumulación de residuos orgánicos de poda de prados, setos, jardines y residuos vegetales, originando amontonamiento de material orgánico que requiere de un proceso de reciclaje para obtener un producto final que sería el abono orgánico, el cual puede suplir los déficit de materia orgánica en los prados, árboles, setos y jardines eliminando de paso la contaminación y el deterioro progresivo del medio ambiente.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El área de la sede de Guatiguara es aproximadamente ocho hectáreas que necesitan se haga por lo menos tres podas al año; estas originan 61.40 metros cúbicos de R.S.O. por año y que deben tener una disposición final cuya responsabilidad es de la Universidad Industrial de Santander.

La solución al problema de la sede de Guatiguara está en la transformación de los residuos sólidos orgánicos en abono para utilizarlo en el abonamiento de prados y jardines.

El compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos ( R.S.O)es resultado de la poda de árboles, prados y setos en los predios de la sede UIS-Guatiguara, la UIS como institución de educación superior debe dar ejemplo en el manejo de este tipo de residuos, implementando técnicas sostenibles que garanticen la viabilidad de la conservación de recursos que apunten a la solución de problemas, en la Sede de Guatiguara; el proyecto no afecta a comunidades vecinas, será ubicado en un lote central y debe ser fácil de trasladar. para prever el encharcamiento se harán drenajes al sitio escogido será compromiso de la universidad la conservación y puesta en marcha de alternativas sostenibles que garanticen un futuro mejor para el entorno

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una planta móvil de compostaje en línea de residuos sólidos orgánicos en la sede UIS-Guatiguara.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar el diseño de la planta de compostaje.
- Adecuar y poner a punto la maquinaria que se requiere en el proceso.
- Estandarizar el proceso productivo con una prueba piloto.

## 4. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### 4.1 BASES TEÓRICAS

**4.1.1 Definición de residuos sólidos orgánicos.** Son aquellos que se desintegran o se degradan naturalmente transformándose en otro tipo de materia orgánica mediante un ciclo de la naturaleza.

**4.1.2 Impacto ambiental de los residuos sólidos orgánicos.** Los R.S.O. tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente, contaminando la atmósfera, el suelo y las aguas debido a sus altos contenidos de M.O. inmadura e inestable y la presencia de elementos minerales.

**4.1.3 Historia de compostaje.** La producción de compostaje se viene realizando desde tiempos inmemoriales, imitando a la naturaleza que transforma los residuos orgánicos en humus para su propio beneficio. Los agricultores curiosos han imitado los procesos naturales logrando mantener y/o aumentar la fertilidad de los suelos.

La mezcla de residuos de cosecha y abonos verdes al ser triturados e incorporados al suelo por medio de cinceles, arados de vertederas ayudan a su descomposición, lo más práctico es dejarlos cubriendo el suelo y hacer una labranza mínima que garantice la germinación de las semillas, no hay una técnica específica todas tienen ventajas y desventajas y la mezcla de conocimientos científicos y tradicionales son de vital importancia para obtener resultados satisfactorios en los procesos de compostaje.

**4.1.4 Definición de Compostaje.** Es un proceso biológico aerobio, que en condiciones de humedad, aireación y temperatura favorables, transforma los

R.S.O. en materia orgánica proporcionándole estabilidad e higienización al producto dejándolo en condiciones para que se pueda aplicar como abono.

**4.1.5 Que es el compostaje en línea.** Es una forma de transformación abierta de R.S.O. en abono orgánico mediante la disposición en una hilera, se debe realizar un volteo manual o mecanizado hacia atrás con el propósito de liberar espacio al inicio de la línea que permita el mezclado continuo de los materiales en capas alternas con otros ingredientes fáciles de conseguir seleccionados previamente. El volteo se hace con el fin de airear los materiales depositados se puede hacer manual si es en pequeña escala, si la producción es a nivel industrial se requiere de una maquina volteadora de compost que agilice el proceso y mejore la aireación de la pila. La longitud depende de la cantidad de R.S.O. generados en la unidad de producción agropecuaria.

#### **4.1.6 Técnicas de compostaje**

a. Una técnica de tratamiento y estabilidad de los R.S.O. es el aprovechamiento del calor generado durante el proceso el cual destruye los microorganismos patógenos, huevos de parásitos y semillas de malas hierbas que se encuentran en la materia prima.

b. Cuando el proceso de compostaje es acompañado con el cubrimiento de los R.S.O. mezclados con un plástico de color negro el grado de calor aumenta, acelerando la descomposición que mediante la actividad biológica compleja y la suma de una serie de procesos metabólicos provenientes de presencia activa de microorganismos aceleran el procesamiento y estabilización convirtiéndolo en humus que sirve para dar fertilidad a los suelos.

c. El producto final que se obtiene es el abono orgánico, proveniente del proceso de compostaje, que posee buen contenido de materia orgánica y otros

nutrientes que son aprovechados como sustrato en viveros o abonamiento directo en el suelo.

**4.1.7 El compost.** El compost es uno de los abonos orgánicos más completos que se pueden obtener de forma fácil, que permiten mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados y aumenta el rendimiento de los cultivos. El resultado del proceso controlado de la descomposición de R.S.O. alimenta la actividad de diversos microorganismos del suelo como: hongos, bacterias, lombrices, ácaros, insectos etc.

**4.1.8 Plantío directo sobre hojarasca.** se debe evitar tener un suelo desprotegido, en países tropicales el suelo desnudo es quemado por el sol, el calor puede llegar hasta 60 oC, la tierra pierde la humedad que el cultivo necesita, para corroborar lo anterior se puede cubrir un poco de suelo con hojarasca y compararlo con el que esta descubierto para ver la diferencia, los predadores de plagas son eliminados por el sol y roto el equilibrio natural que es aprovechado por los insectos plaga que invaden el cultivo, el sol elimina los insectos que oxigenan la tierra con sus galerías reduciendo el aporte de materia orgánica en detrimento del cultivo. La tierra sin cobertura pierde la fertilidad y el nitrógeno que aporta la hojarasca quedando expuesta a la temible erosión de las lluvias; cubrir el suelo con hojarasca es la clave para dar alimento a millones bacterias, hongos, micorrizas que movilizan nitrógeno del aire hacia el suelo para nutrir las plantas.

El plantío directo establece cultivos sin arar el suelo dejando la hojarasca proveniente de los residuos de cosecha, rastrojos y abonos verdes en la superficie mejorando la humedad y fertilidad. Los abonos verdes son de gran utilidad en suelos pobres, se deben incorporar en prefloración, picados con desbrozadora, con guadañadora picar a diferentes alturas en capas o ser acostados en el suelo con un rolo faca.

La siembra directa sobre hojarasca se hace con sembradoras adaptadas con disco de corte ondulado, un cincel que rompa el suelo, haciendo la roturación preparando el sitio donde serán depositadas las semillas, el plantío directo exige rotación de cultivos para evitar el fracaso, mejorar la diversidad biológica y el equilibrio nutricional de suelo.

**4.1.9 Existen variados modelos para el manejo de R.S.O.** Cada uno de ellos tiene sus particularidades y procedimientos, unos más sencillos que otros; todos apuntan hacia una solución, la más conveniente se puede aplicar, con el fin de solucionar la problemática del que hacer con este tipo de residuos generados continuamente y que según la CDMB no deben ser llevados a un relleno sanitario; además el ente generador debe tener un plan de contingencia diseñado para efectuar una transformación in-situ con procedimientos amigables y respetuosos con el medio ambiente.

El diseño de un tratamiento sencillo y fácil de manejar por el personal de jardinería que labora en la sede UIS-GUATIGUARA; debe integrar

- a) Labores de poda,
- b) Selección y recolección inmediata,
- c) Almacenamiento en el sitio asignado,
- d) Triturado, manteniendo la seguridad en el proceso (especialmente con las personas),
- f) El mezclado según indicaciones

g) Las horas más recomendables para hacer el riego de la línea de compostaje, y con lo anterior dar un manejo adecuado a las materias primas utilizadas.

Crear una alternativa de transformación de R.S.O. que disminuya el impacto ambiental generado por la acumulación en varios sitios que existía y que puede ser reemplazado con un manejo adecuado con tecnologías de bajo costo que apunten hacia un desarrollo sostenible.

#### **4.2 RECOLECCIÓN SELECTIVA**

Consiste en separar los troncos de árboles, ramas grandes, hojas de palmeras, plásticos de cualquier origen, botellas de vidrio o plásticas y cualquier otro material extraño que a juicio del jardinero o encargado del proceso no cumpla las condiciones para ser triturado y compostado

Nota: Las ramas y troncos de árboles se deben triturar con un equipo especial que en el momento no lo hay en parque de maquinaria existente en el hangar pero que en un futuro podría suplirse esta falencia con un proyecto de grado con estudiantes de la escuela de ingeniería mecánica de la UIS.

#### **4.3 VENTAJAS DE LA SELECCIÓN**

- Disminuir el volumen a triturar.
- Aprovechamiento de otros residuos sólidos.
- Mejorar el aspecto visual, orden y aseo se los alrededores.
- Reducir los gastos de transporte al hacer la transformación en compost in-situ.

#### **4.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GENERACIÓN DE LOS R.S.O**

El área que antes era destinada a cultivos y praderas de la granja agropecuaria, ahora solo produce malezas que deben ser fumigadas o cortadas tres a cuatro veces al año generando gran cantidad de R.S.O: Que Deben ser recogidos para no causar acolchamiento en los lotes del parque tecnológico mientras se llega el momento de urbanizarlos con la llegada de empresas cooperantes.

Los R.S.O. provienen del mantenimiento, conservación y embellecimiento de las áreas sociales internas de la sede se producen continuamente y el volumen crecerá a medida que haya más construcciones, más prados y jardines.

#### **4.5 ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Reducción del impacto ambiental de los R.S.O. en los rellenos sanitarios.
- Costos bajos al no tener que pagar a un particular por la disposición final de los R.S.O.
- Aprovechar los R.S.O. en la producción de abono para los jardines propios.

## **5. HIPÓTESIS**

La transformación de los residuos sólidos en abonos orgánicos ha sido tradición durante muchos años en la agricultura sustentable están presentes, muchas practicas amigables con el medio ambiente que por intereses económicos fueron desplazadas con la llegada de la revolución verde que asociada con en el monocultivo ha causado agotamiento de la materia orgánica en los suelos cultivados todo nivel llevándolos hacia una degradación acelerada ocasionando perdida de fertilidad que solo puede ser recuperable si adicionamos materiales orgánicos compostados progresivamente o incorporamos abonos verdes y residuos de cosechas directamente utilizando trituradoras de cuchillas en lotes destinados a la agricultura y ganadería.

### **5.1 ANTECEDENTES**

Los residuos sólidos R.S.O están presentes en todos los tipos de explotaciones agropecuarias y de ornato, los métodos de transformación de estos materiales deben ser paralelos con la producción de los mismos, con el fin de evitar el amontonamiento sin control. Ejemplo: Si se tiene un establo lo ideal es tener un sitio destinado para instalación de unas pilas de compostaje; las cuales se utilizaran cada vez que al establo se le haga limpieza.

La poda de setos, prados y jardines en la sede Guatiguara se realiza tres veces por año, se amontonaba en varios sitios y se dejaba en descomposición natural, lo anterior origina proliferación de plagas, insectos y roedores convirtiendo el lugar en focos de contaminación y mal aspecto visual de la sede.

## 6. LOCALIZACIÓN FÍSICA

El proyecto se realizara en el municipio de Piedecuesta, Santander y específicamente en los predios de la sede UIS-Guatiguara y del parque tecnológico ubicados en el Km 2 vía palo gordo, en cercanías al barrio el Refugio existe un lote de 7 hectáreas donde funcionaba la granja de prácticas agropecuarias de los programas de tecnología.

La localización en este sitio obedece a la necesidad que hay de procesarlos R.S.O. generados por las podas continuas de setos, prados y jardines, el proyecto fue concertado y aprobado por la coordinación de la sede UIS-Guatiguara se plasmó con la intención de que en un futuro se pueda replicar en las otras seccionales de la universidad

Figura 1. Aquí se muestra como se hacía la disposición de los R.S.O. en el área.



Figura 2. La selección de troncos, ramas de árboles y hojas de palmeras se hizo en un sitio cercano con el fin de aprovechar la descomposición natural.

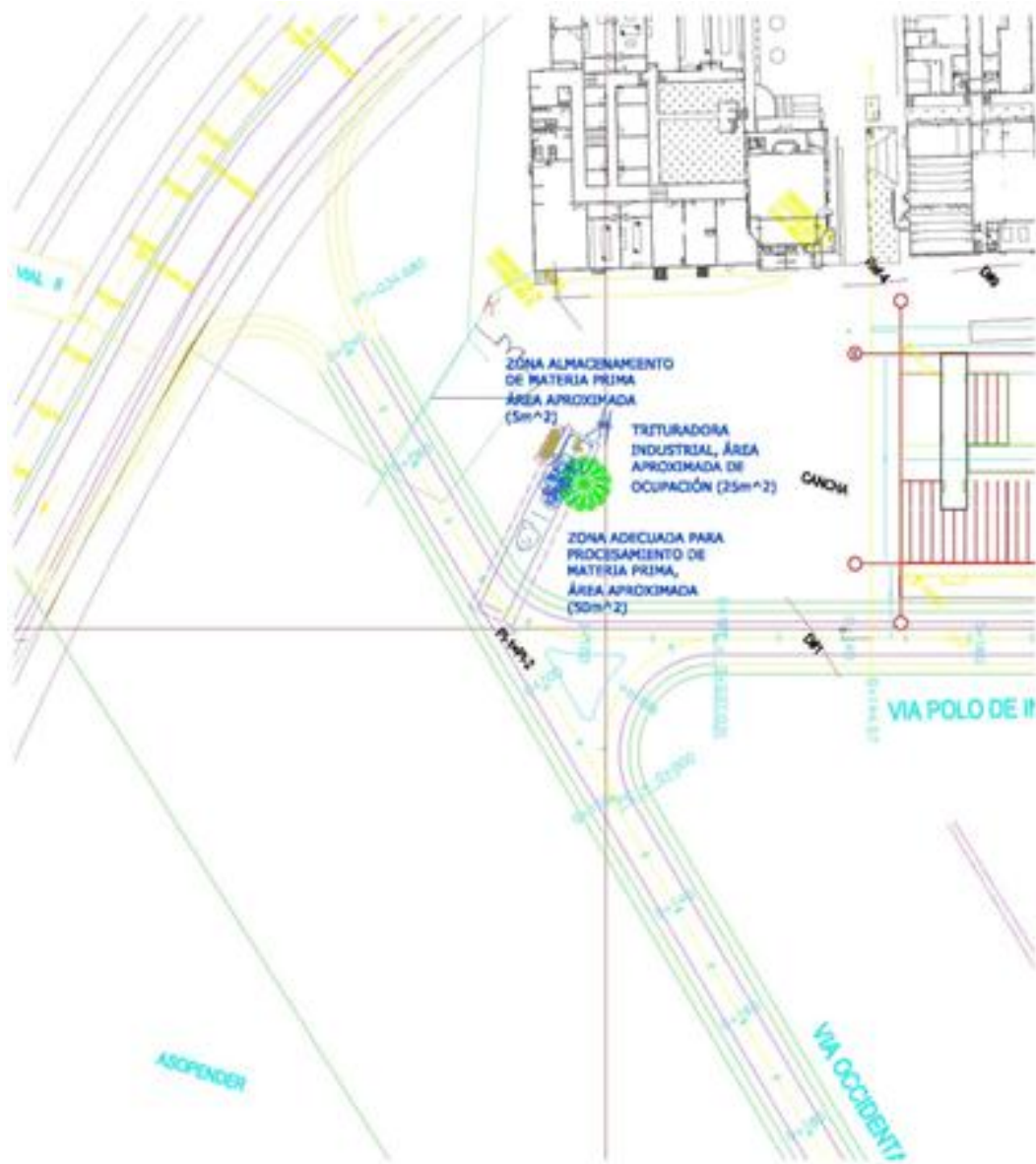


### 6.1 FACTORES TENIDOS EN CUENTA PARA SU LOCALIZACIÓN

- Cercanía a los R.S.O. almacenados.
- Acceso vial para la maquinaria a utilizar.
- Disponibilidad de servicios de energía eléctrica y agua.
- Espacio disponible y fácil de llegar.
- Reducción de costos en el transporte de los R.S.O.

## 6.2 PLANO DE LA SEDE UIS-GUATIGUARA EN DONDE SE UBICARA LA PLANTA DE COMPOSTAJE

Figura 3. Vista en planta de la ubicación del árbol de gallinero y el poste de la red eléctrica, puntos de referencia para el diseño de la planta de compostaje.



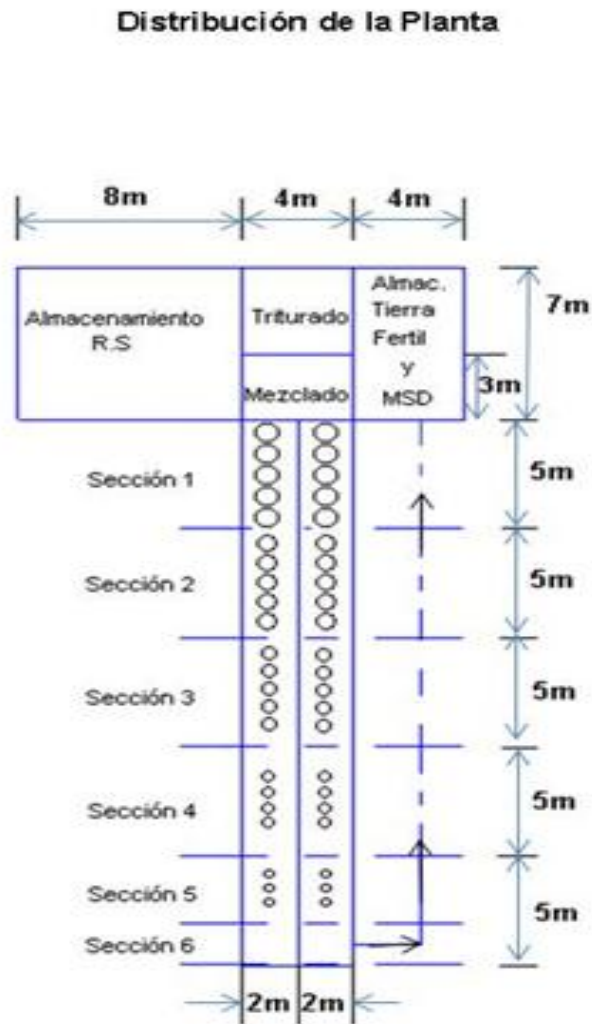
## DISEÑO DE LA LINEA DE COSMPOSTAJE

- 1) El volumen generado de R.S.O. anualmente es de 61.40 m<sup>3</sup>.
- 2) El volumen acumulado con anterioridad al inicio del proyecto era el producto de dos años (120 m<sup>3</sup>), pero como estaba descomponiéndose naturalmente esparcidos por un área de 200 m<sup>2</sup> aproximadamente, el volumen era de un 50% por la descomposición natural in-situ.
- 3) El molino de martillos tiene una capacidad de triturado de 1 m<sup>3</sup> en volumen por hora con dos trabajadores que lo alimenten para evitar que trabaje en vacío.
- 4) La desbrozadora es más eficiente en el triturado de los R.S.O. cuando están esparcidos en el área, su rendimiento esta por los 80 m<sup>2</sup> /hora con una altura promedio de 40 cm, es necesario repasar el material hacia atrás y hacia Adelante en forma alterna unas tres veces.
- 5) El número de horas de triturado con el molino de martillos se estima en 5.35 / mes x 12 = 64.20 Horas /año
- 6) El volumen de suelo incorporado es del 20%, en capas de 2 cm por cada 10 cm de R.S.O ingresados a la mezcla. Por cada M<sup>3</sup> de mezclado se requiere 0,2 M<sup>3</sup> de suelo. El volumen requerido es de 1.023 m<sup>3</sup> / mes x 12 meses = 12.27 M<sup>3</sup> / año
- 7) El proceso de mezclado requiere de dos trabajadores por M<sup>3</sup>, se mezclan 5.35 M<sup>3</sup> /mes por dos horas M<sup>3</sup> de R.S.O. que equivalen a 10.70 horas /mes. X 12 meses = 128.4 Horas / año

- 8) El día 11 de mayo de 2013 se volteo en retroceso la pila usando el rastrillo de púas acoplado al tractor same 110. Logrando el propósito de airear todo el material depositado en la línea su longitud final fue 11 m lineales por 3 m de ancho y 60 cm de altura en forma trapezoidal  $B+bxh/2 > (3+0.5 \times 60/2)=1.05 \text{ m}^2$  el área volumétrica utilizada es de  $11\text{m} \times 1.05 \text{ m}^2 = 11.55 \text{ m}^3$
- 9) Se calcula que de los  $11.55 \text{ m}^3$  de compost que hay en la línea pase por el tamiz de  $1\frac{1}{2}$  pulgadas el 40% del material compostado. Que equivale a  $4.62 \text{ m}^3$
- 10) El material que no atraviese el tamiz se devuelve al inicio de la línea de compostaje para hacer parte del mezclado en capas alternas con los R.S.O. cuya cantidad equivale a  $6.93 \text{ m}^3$ .

### 6.3 DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA UTILIZADA

Figura 4. Diseño de la planta con sus respectivas áreas de procesos.



Sección 6; Tamizado y empaçado.

**Nota:** se destinó una área para el compostaje de los R.S.O. de 100 m<sup>2</sup>, en dos líneas paralelas de 50 metros de longitud que se podrían extender al doble si el proceso de descomposición lo requiere, con el fin de prever el aumento de la

producción en toda el área del parque tecnológico construida. Para optimizar el proceso será necesario el uso de una volteadora de compost autopropulsada o de enganche a 3P del tractor.

Las áreas de almacenamiento de R.S.O. y tierra, triturado y mezclado se podrán ampliar según la necesidad de procesar el material acumulado mensualmente.

## 7. METODOLOGÍA

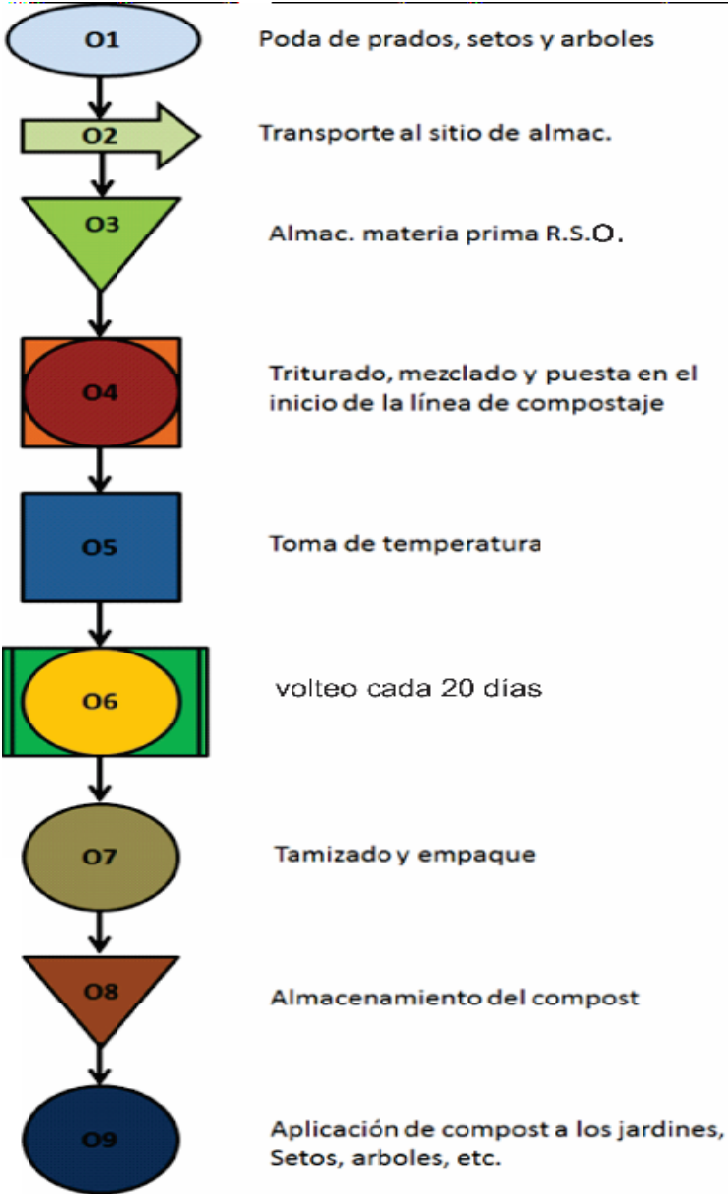
La metodología que se utilizó fue la siguiente:

1. Se definió las siguientes condiciones para el sitio de la disposición final; estas condiciones son: a- disposición de red eléctrica trifásica. b- servicio de agua para regar el material compostado. c- disponibilidad de 250 metros cuadrados para el proceso de compostaje.
2. Se realizó un diagnóstico en el predio de la sede UIS-Guatiguara con el propósito de escoger el sitio donde se ubicó la planta
3. Se elaboró un plano del área y su distribución de planta.
4. Se acondicionó el área seleccionada mediante la nivelación mecánica para nivelar la topografía.
5. Se seleccionó los materiales y equipos requeridos.
6. Se alistó la materia prima para el inicio de una prueba piloto.
7. Se clasificó y seleccionó los residuos sólidos en ramas gruesas y hojarasca.
8. Se trituró y depositó en el sitio escogido.
9. Se definió el proceso técnico del manejo como mezclado, volteo, temperatura, riego, tamizado.

10. Se adiciono suelo a la mezcla en capas con el fin de mejorar las condiciones físicas de la composición para acelerar la transformación de los residuos sólidos.
11. Se aplicó riego dos veces por semana cuando no hubo lluvias.
12. Se hizo un volteo manual cada tres semanas.
13. Se hizo un volteo mecanizado con rastrillo y tractor con un desplazamiento del material de 4 metros en retroceso.
14. Se tamizo el material compostado y se devolvió inicio de la línea para reprocesarlo, el que no paso por el tamiz.
15. Se aplicó el compost a los jardines de las áreas sociales de la sede uis-Guatiguara.
16. Otra parte será destinada a la mezcla con cascarilla de arroz para el llenado de bolsas de vivero.

# 7.1 ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA OBTENER EL PRODUCTO

Figura 5. Diagrama de flujo



## 8. RECURSOS ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

### 8.1 RECURSOS HUMANOS

Los trabajadores se necesitan a partir del momento en que se van a triturar los R.S.O. pues antes del proponer el proyecto se debían traer al sitio cercano a la ubicación actual de la planta ,solo que ahora se tiene un espacio destinado al almacenamiento de los mismos en forma ordenada y adyacente al molino triturador.

- La mano de obra requerido equivale a :
- Dos trabajadores hora por 1 m<sup>3</sup> de R.S.O. triturados x 5 .35 m<sup>3</sup> = 128.4 horas /año
- Mezclado: dos trabajadores por M<sup>3</sup> de R.S.O./hora por 5.35 m<sup>3</sup> = 128.4 horas / año
- Riego: 1 hora dos veces por semana igual a 60 horas / año.
- Volteo del compost: Cada 20 días , duración de la labor 4 horas X 18 veces = 72 horas / año
- Tamizado: un trabajador con un equivalente de 4 horas / mes = 48 horas / año
- El proceso desde el triturado hasta el tamizado dura 4 meses aproximadamente. Si tiene muchos tallos leñosos se demora mínimo seis meses el ciclo completo.

## 8.2 RECURSOS FÍSICOS

- Molino de martillos con capacidad un metro cubico/ hora
- Motor de 12 HP trifásico
- Dos palas de punta redonda
- Un tenedor grande de 4 púas
- Un rastrillo grande de 4 púas
- Manguera de ½" para regar
- Espaldera en malla de 1 ½" de 2x2 m
- Una carretilla
- Costales de polipropileno
- Los equipos y maquinaria como tractor, rastrillo, pala, desbrozadora serán arrendados para la ejecución del proyecto
- Combustibles: el consumo de ACPM para el tractor Same 110 es de 2 galones / hora. Con la desbrozadora acoplada a 3P

Figura 6. Instalación de molino de martillos con su respectiva acometida eléctrica trifásica, está probado y listo para operar.



Tabla 1. Adecuación del área

Detalle	Justificación	Cantidad	Valor
<b>Medición lote (m2)</b>	Determinar área	250,00	\$50.000
<b>Limpieza lote (m2)</b>	Recoger materiales	250,00	\$100.000
<b>Instalación molino</b>	Ubicación en la cabecera de la línea	1,00	\$50.000
<b>Hacer zanjas (ml)</b>	Drenaje laterales línea de compostaje	50,00	\$20.000

Figura 7. Acondicionamiento del área escogida con el tractor y la pala de enganche a 3 puntos.



Tabla 2. Costo de combustibles y lubricantes de las labores realizadas

Labor ejecutada	Tiempo trabajado en horas	Consumo galones ACPM	valor
Nivelación del sitio más transporte de y hacia el hangar	4 +1=5	10	\$ 80.000.00
Transporte del triturador del hangar al sitio de trabajo	1	2	16.000.00
Triturado de R.S.O. in-situ más transporte de y hacia el hangar	2 ½+1= 3 1/2	7	56.000.00
Recoger hacia la línea de compostaje con pala de enganche a 3P más	3 +1=4	8	64.000.00

Labor ejecutada	Tiempo trabajado en horas	Consumo galones ACPM	valor
transporte de y hacia el hangar			
Volteo con rastrillo de púas toda la línea de compostaje más transporte de y hacia el hangar	1+1=2	4	32.000.00
Lubricantes galones de aceite 20w50 motor	5	5 *\$40.000.00	200.000.00
Lubricantes galones de aceite ISO 68 hidráulico y circulante	5	5*\$ 40.000.00	200.000.00
Grasa roja Kg para el tractor e implementos	2	2*\$10.000.00	20.000.00
Total	15 1/2	31	\$ 668.000.00

El servicio de agua requerido equivale a dos riegos semanales por 16 semanas de duración de la prueba, cada riego consume 100 litros por 32 veces que se rego para un subtotal de 3200 litros /1000 = 3.2 M3 de agua a \$5000.00 M3 , Valor total de \$16.000.00 por ciclo de 4 meses = 48.000.00 /año

## EQUIPOS

- **Tractor Same 110 HP.** Se le hizo cambio de aceite y filtro del motor, se revisó y adiciono el faltante del aceite hidráulico y circulante a la caja de velocidades, transmisión, diferencial y alce hidráulico, también se revisó el aceite del orbitrol de la dirección hidráulica, se revisó el circuito de alimentación, e inyección de combustible incluyendo la instalación de un filtro de ACPM antes del

vaso decantador de agua para mejorar el funcionamiento del sistema., se hizo revisión y registro del estado de la máquina.

Figura 8. Tractor Same 110 HP y rastrillo de púas utilizados en el volteo de la línea de compost.



- **Desbrozadora.** Se le reviso cojinetes y se le engrasaron, se le hicieron soldaduras en los anclajes de las cuchillas, se le fabricaron los 40 pares de cuchillas en forma de jota (J) y se instalaron con tornillos nuevos, se arregló en enganche a 3p, el cardan de acople del implemento al PTO se niveló con los patines y el rodillo nivelador a la altura requerida.

Figura 9. Desbrozadora accionada con tractor, tritura residuos en montón y/o en lotes de cultivos utilizados con labranza mínima y plantío directo



- **Pala de enganche a 3 puntos.** Se le hizo revisión y mantenimiento de soldaduras y orejas de enganche, pasadores, esferas y tornillos de cruceta para apriete rápido y se verifico su funcionalidad.

Figura 10. Pala niveladora de enganche a tres puntos de tractor utilizada en la nivelación.



- **Triturador de martillos.** Corresponde al triturador de enganche a tres puntos y toma fuerza (PTO) del tractor se le hizo engrasado de chumaceras se le pusieron pasadores a las rejillas de salida se verifico su funcionamiento son resultados regulares, este equipo puede servir como maquina alterna en el caso de que el molino grande se averíe y se necesite reemplazar temporalmente.

Figura 11. Molino de martillos en mantenimiento y montaje del motor eléctrico



- **Rastrillo de púas.** Se le hizo revisión general, se reforzaron varias soldaduras que presentaban fisuras, los ganchos torcidos se enderezaron en la prensa hidráulica, se le puso pintura anticorrosiva a las partes soldadas, se reemplazaron algunos tornillos de anclaje de los ganchos de púas.
- **Capacitación a los operarios encargados.** La capacitación se hizo en el momento en que se inició las labores de trituración de los residuos sólidos R.S.O. con el fin de tener en cuenta los detalles mediante demostración In-situ y poner en práctica las indicaciones y responsabilidades, uso de elementos de protección personal en el manejo del molino de martillos, el arranque del motor eléctrico en vacío , el triturador de cuchillas transversales y el molino de martillos con

enganche a 3P, accionado con el tractor y dejar claro cómo va a ser el uso y operación de los equipos utilizados.

Tabla 3. Cronograma de capacitación.

Fecha	Temas	Capacitador	Intensidad
Feb. 1 /13	Normas de seguridad, mantenimiento y operación del molino	Gonzalo Calderón Caballero	2 Hr
Feb. 14 /13	Método de trituración alterno con desbrozadora	Gonzalo Calderón Caballero	2 Hr
Feb. 22 / 13	Como hacer el mezclado en la línea de compostaje y método de riego.	Gonzalo Calderón Caballero	2 Hr
Marzo 20/ 13	Método de volteo del compost en retroceso.	Gonzalo Calderón Caballero	2 Hr
Junio 13/13	Como tamizar el compost y qué hacer con el material sobrante	Gonzalo Calderón Caballero	2 Hr
Total			10 r

Tabla 4. Personal

Detalle	Cantidad	horas	Valor
triturado	64.2 M3 X 2	128.40	\$642.000.00
Mezclado	64.2 M3 X 2	128.40	642.000.00
Riegos	36 semanas X 2	72	360.000.00
Volteos	18 X 4	72	360.000.00
Tamizado	12 meses x 4	48	240.000.00
Total		420	\$2.100.000.00

Empaque. Compra de 50 costales de polipropileno a \$500.00 c/u = \$ 25.000.00

Servicios públicos. El consumo de energía eléctrica: motor de 12 HP que consume 10KW /hora por 5 horas al mes de trabajo, por 12 meses igual 600 KW razón de \$1000.00 KW total \$600.000.00/año.

### 8.3 RECURSOS ECONÓMICOS

Los gastos generados por el proyecto los ha asumido la sede UIS- Guatiguara con el apoyo directo de la coordinación en cabeza del Ingeniero Luis Eugenio Prada Niño quien desde un principio le intereso la propuesta de darle un uso a este tipo de materia prima y también cambiar la imagen visual del sector aledaño donde se estaban depositando los R.S.O. y que a la vez estuviera en concordancia con la misión institucional y con el medio ambiente.

Desde que se planteó el anteproyecto he tenido el apoyo económico de la coordinación de la sede destinando recursos para la compra de los aceros de alta dureza para fabricar las cuchillas de la desbrozadora, soldadura para reconstruir partes averiadas de los implementos, tornillos, repuestos, combustibles, lubricantes y grasas para el mantenimiento y todo lo necesario para habilitar el tractor, las máquinas y equipos usados en el proceso de compostaje con la finalidad de dar un tratamiento sustentable ambiental y económico en contraprestación se tendrá la producción de abono orgánico para usos internos en setos, prados y jardines. Los beneficios ambientales no tienen precio si de conservar la naturaleza se trata, la capacitación a los trabajadores es una forma de retribución en doble vía.

Tabla 5. Gastos de operación.

Detalle	Maquina	cantidad	Valor unitario	Valor
Alquiler. horas	Molino de martillos	64.20	5.000	321.000.oo
Compra Ud.	Htas de mano	2	10.000.oo	20.000.oo
Tierra (suelo) M3		12.27	30.000.oo	368.100.oo
Alquiler nivelación del sitio	Tractor y pala niveladora	4	50.000.oo	200.000.oo
Triturado con desbrozadora horas	Tractor y desbrozadora	12	50.000.oo	600.000.oo

Detalle	Maquina	cantidad	Valor unitario	Valor
/ año				
Triturado con molino de martillos horas / año	Molino de martillos	128.4	5.000.00	642.000.00
Mezclado de los R.S.O. horas/año	Mano de obra	128.4	5.000.00	642.000.00
Riego de la línea de compostaje horas/año	Mano de obra	72	5.000.00	360.000.00
Volteo manual horas/año	Rastrillo de 4 púas, pala y azadón	128.4	5.000.00	642.000.00*
Volteo mecanizado de la línea de 50 ml. horas/año	Tractor y rastrillo de púas	12	50.000.00	600.000.00
Tamizado del compost y devolución de Material sin descomponer al sitio de mezclado.	Mano de obra	96	5.000.00	480.000.00
Combustibles y lubricantes por año				668.000.00
Imprevistos		5% V.T.		277.155.00
Total gastos				5.820.225.00

\*El volteo manual se puede remplazar por el volteo mecánico que es más rápido y se hace en toda línea a la profundidad requerida.

Los gastos operativos del proceso son equitativos teniendo en cuenta los beneficios económicos, sociales y ambientales obtenidos con la transformación de los R.S.O. que eran un problema acumulativo varios años en la sede UIS-Guatiguara.

## 9. PLAN DE ACCIÓN:

A partir del momento en que se concibe la propuesta de transformación de los R.S.O en la sede UIS-Guatiguara se trazaron lineamientos para definir que se podía hacer con los materiales acumulados al pie del parqueadero, se buscó el apoyo de la coordinación el cual fue de total respaldo a la iniciativa fue así como se continuo con el plan de mantenimiento a la maquinaria, equipos e implementos que se pudieran necesitar en la ejecución del plan piloto de compostaje en línea, poco se fue aclarando la intención que fue enmarcada en el proyecto planteado con mira a la solución del problema existente de almacenamiento sin ninguna finalidad y la consecuente contaminación ambiental.

### 9.1 LABORES EJECUTADAS

En el periodo de agosto a diciembre de 2012 se le hizo revisión y mantenimiento al molino de martillos accionado con motor eléctrico de 12 HP, se le despegaron los martillos y las chumaceras se engraso, se reconstruyeron partes de los goznes con soldadura, se le hizo la base corrediza nueva al motor, se le cambiaron los tornillos de anclaje a la base y al motor se le aplico pintura anticorrosiva a las partes reconstruidas, se puso ruedas metálicas para facilitar el desplazamiento etc.

A partir de febrero de 2013 se han ejecutado una serie de tareas prevista en el cronograma del proyecto.

**Febrero 1 de 2013.** Se hizo el traslado del molino de martillos del hangar a predios del parque tecnológico, se ubicó cerca de un poste donde pasa una red eléctrica trifásica y en el cual se instaló por petición hecha a la coordinación de la sede Guatiguara una caja metálica con cerradura y un Breaker tripolar para de ahí tomar la energía que mueve el molino cuando se necesita. Ese mismo día se dio

una capacitación en el manejo y operación del molino in-situ al igual que las normas básicas de seguridad del equipo., ese día se hizo un triturado de residuos sólidos (RS) almacenados cerca al sitio, se ubicaron al inicio de la línea de compostaje se cubrieron con una capa de tierra y se aplicó agua para mejorar la humedad.

Figura 12. Primera prueba de triturado y mezclado y ubicación en el inicio de la línea de compostaje.



**Febrero 14 de 2013:** Se trajo del hangar el tractor con la desbrozadora y se hizo un triturado de los RS dispersos en el sitio con excelentes resultados de rendimientos y mejoras en el proceso, se debieron sacar aparte los trozos y ramas gruesas de árboles, piedras para evitar el atascamiento del implemento y el consecuente daño en las correas de transmisión de potencia de la máquina.

**Febrero 22 de 2013:** Con el tractor y la pala de enganche a tres puntos se recogieron los RS triturados y se trasladaron a la línea de compostaje dando forma de caballón de 9 m de longitud aproximadamente se hizo un raspado del área para mejorar el aspecto que tenía y la tierra que salió se llevó a la línea de compostaje para cubrir los R.S.O. almacenados y mejorar la flora microbiana en beneficio de la descomposición.

Figura 13. Línea de compostaje de 15 m de longitud en proceso de descomposición lista para el volteo manual o mecanizado.



**Marzo 9 de 2013:** Se realizó una labor de trituración con los dos trabajadores de la sede que están capacitados en la operación del molino de martillos picando los RS que se habían recogido durante un mes aproximadamente y se incorporaron al inicio de la línea de compostaje en una área de 3 m de longitud por 3 m de ancho

se cubrieron con tierra que estaba en forma de terrones del final de la pila. Esta labor de traslado de tierra fue apoyada por el señor Cornelio Bermúdez utilizando carretilla y pala

**Marzo 20 de 2013:** se hizo el volteo de la pila con el señor Cornelio Bermúdez trabajador de la sede iniciando por el extremo final con la misión de retroceder el material un metro aproximadamente, labor que fue fácil al comienzo pero cada vez que se avanzaba se iba dificultando por la altura y la anchura de la pila, como opción tomada en el momento se decidió revolver el material a una profundidad de unos 30cm únicamente, esta labor se realizó con un rastrillo de 4 púas fabricado para tal fin, una pala de punta redonda y un azadón grande en un tiempo de 4 horas en tiempo total.

La longitud de la pila en ese momento era de 11m lineales, por 3 m de ancho y 0.6 m de alto. Junto a la remoción del material volteado se sacaron los troncos, piedras, bolsas, latas, botellas plásticas y cualquier otro cuerpo extraño al recomendado para compostar.

**Nota importante:** las labores de riego se han efectuado dependiendo de las lluvias y la humedad observada en la pila a una profundidad de 20 cm haciendo la prueba del puño al material en proceso, con apoyo de la coordinación el señor Cornelio Bermúdez ha efectuado los riegos requeridos mínimo dos veces por semana en horas de la tarde para mantener la humedad. también como ejecutor del proyecto me he encargado los sábados de observar, tomar fotos y temperaturas de la pila de compostaje y efectuar riegos adicionales si se requieren.

**Abril 20 de 2013:** Después de tomar la temperatura y realizar la prueba de humedad en la pila realice un volteo de aireación con el rastrillo de 4 púas a toda la pila iniciando por el final a una profundidad de unos 30 cm aproximadamente,

después se le aplicó riego y se tapó con un plástico negro nuevamente en unos 3 m lineales en el inicio de la línea.

Con el volteo se ha observado que el material puesto en la línea ha aumentado su descomposición, observando una tierra abonada con color negro que podría ser tamizada en unos 45 a 60 días calendario y será destinada al llenado de bolsas para vivero mezclada con cascarilla de arroz y al abonamiento directo de los jardines de la sede UIS- GUATIGUARA.

Figura 14. Cubrimiento del material mezclado con el fin de mantener la temperatura y mejorar la descomposición por efecto del calor acumulado.



**Mayo 12 de 2013:** en razón a que el volteo manual no había sido efectivo, tome la decisión de hacerlo con el tractor same 110 acoplándole el rastrillo de púas de

enganche a 3 puntos iniciando por el final de la pila haciendo arrastres de atrás hacia delante de unos 3 m lineales quedando en forma de caballón en un tiempo aproximado de una hora tractor, revolviendo en capas dando homogeneidad al proceso de volteo, la misión de hacer espacio al inicio de la línea se cumplió al despejar 4 m lineales en los cuales se ha continuado con el proceso de mezclado alternando capas de R.S.O. y tierra extraída de los laterales del pila y se cubrió nuevamente con el plástico negro pisándolo con piedras y maderas para que el viento no lo destape.

Ese mismo día se recogió y se ubicó sobre el montón el material disperso del lado derecho de la pila con el fin de mejorar el aspecto y destapar la zanja de drenaje paralela a la línea de compostaje. Se aplicó un riego para mantener la humedad del material.

Figura 15. Volteo del compost con rastrillo acoplado al tractor, rendimiento 15 metros lineales por hora.



**Mayo 18 de 2013:** según observación detenida y con el registro de temperatura el nivel de calentamiento de la pila ha descendido por debajo de la Temperatura del medio ambiente en 7 grados centígrados en razón a que la descomposición está finalizando y ya se puede tamizar la mitad de la pila (7 m lineales) y obtener una cantidad de unos 500 Kg aproximadamente, que es dos veces la propuesta en la prueba piloto (250 Kg).

Figura 16. Toma de una muestra del compost después de pasar por un tamiz de  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ " para llevar al laboratorio de consultas industriales de la UIS.



## 9.2 DATOS DE TEMPERATURAS:

Tabla 6. Tabla de Temperatura de la línea de compostaje

TABLA DE TEMPERATURA DE LA LINEA DE COMPOSTAJE				
Fecha	Temp. Pila oC	To. Amb.oC/Hr	Prof. cm.	Observaciones
<b>Marzo 2 de 2013</b>	A= 45	30 oC - 12:10 M	30 cm	Buena humedad en el sitio Donde se tomó la To
	B= 48			
	C= 55			
<b>Marzo 23 de 2013</b>	A= 43	30 oC - 12:15 M	30 cm	El material emitía vapores Por el calor y la humedad.
	B= 45			
	C= 50			
<b>Abril 6 de 2013</b>	A= 38	32 oC - 12:15 M	30 cm	El compost estaba húmedo Por efecto de la lluvia En la noche anterior.
	B= 42			
	C= 46			
<b>Abril 13 de 2013</b>	A= 33	30 oC - 12:20 M	30 cm	Ha disminuido la humedad Por ausencia de lluvia, Necesito riego ese día
	B= 38			
	C= 42			
<b>Abril 20 de 2013</b>	A= 32	32 oC - 12:15 M	30 cm	Sigue descendiendo la To Del compostaje
	B= 35			
	C= 38			
<b>Abril 27 de 2013</b>	A= 30	30 oC - 12:10 M	30 cm	Encontré una descomposición buena del material
	B= 32			
	C= 35			

TABLA DE TEMPERATURA DE LA LINEA DE COMPOSTAJE				
<b>Mayo 4 de 2013</b>	A= 28	32 oC - 12:30 M	30 cm	Necesito riego ese día , había poca humedad.
	B = 30			
	C= 32			
<b>Mayo 11 de 2013</b>	A= 25	30 oC - 12:10 M	30 cm	La To tomada estaba inferior a la To ambiente.
	B= 25			
	C= 28			
<b>Mayo 18 de 2013</b>	A= 24	32 oC - 12:30 M	30 cm	El descenso de To hace notar que el proceso está en su etapa final.
	B= 25			
	C= 26			

A = Sitio ubicado al final de la línea de compostaje.

B = Sitio ubicado en la parte media de la línea de compostaje.

C = Sitio ubicado al inicio de la línea de compostaje.

Figura 17. Toma de To a la pila de compost a una profundidad aproximada de 30 cm.



## 10. LABORES DE MANTENIMIENTO

Se elaboró la evaluación, ficha técnica y de mantenimiento al tractor a las otras máquinas que se tenía previsto utilizar en la recolección, triturado, herramientas de mezclado y volteo de los materiales que se necesitan en el proceso se les hizo ficha de mantenimiento.

Observaciones:

El tractor same 110 hp está funcionando, se le hizo cambio de los filtros del combustible y se eliminó la suciedad de la tubería de alimentación, requirió comprarle una batería pues la que tenía ya cumplió su vida útil, se elaboró la respectiva ficha de mantenimiento para su funcionamiento normal.

El rastrillo de púas de enganche a 3p se recuperó y se usó en la recolección de la materia prima.

La pala de enganche a 3p se le hicieron las reparaciones requeridas y su mantenimiento, sufrió un daño en el brazo de enganche pero fue solucionado utilizando el marco que había de otra similar en el hangar.

La desbrozadora esta recuperada, con cuchillas nuevas y en buen estado y se usó en el triturado de los R.S. en el sitio luego se recogieron y se llevaron al área de compostaje.

El remolque está listo para usarlo en el transporte de los diferentes materiales requeridos como los R.S.O. la tierra y otros que se vayan a necesitar.

El molino de martillos grande se le construyo la base del motor de metal pues tenía una de madera que estaba deteriorada y la nueva base tiene las correderas

de alineación y anclaje del motor de 12 HP para facilitar su instalación arranque sin carga, su funcionamiento es bueno.

El molino triturador con cuchillas transversales se le debe acondicionar un motor eléctrico de mínimo 3 HP de potencia pues se necesita para triturar y cortar pequeñas ramas que hay junto a los otros materiales , se construyó una base de corredera para efectuar la tensión de la correa de transmisión del motor al rotor porta cuchillas..

Se construyó un tenedor en forma de pala el cual ha facilitado la alimentación de los materiales al triturador.

Se construyó un tenedor en forma de gancho rígido para facilitar el volteo del material en la línea de compostaje.

Figura 18. Tenedor de púas múltiples, Rastrillo de 4 púas y pala de punta redonda, herramientas utilizadas en el proceso de compostaje



## 10.1 ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO

**Atención, Ver en anexos.**

- Formato de evaluación de maquinaria agrícola e industrial
- Tractor Same 110 HP.
- Rastrillo de púas.
- Pala de enganche a tres puntos.
- Desbrozadora FH 150.
- Molino de martillos con motor eléctrico de 12 HP.

## **11. ELABORACIÓN DEL PLAN ALTERNO**

Este plan obedece más al uso de las maquinas que se requieren para realizar las labores de triturado con el fin de tener diferentes opciones de trituración, pues si una maquina falla debe haber otra que la remplace o que ejecute un trabajo igual o parecido con opción de reemplazo parcial o total y si todas las maquinas funcionan se puede rotar el uso de ellas aunque el trabajo que hace por ejemplo el molino de cuchillas transversales es recomendado para el corte de ramas leñosas hasta diámetros de unos dos cm y este material se dejaría aparte porque requiere de mayor tiempo para su descomposición

### **11.1 PLAN ALTERNO EJECUTADO**

Teniendo en cuenta el desarrollo del parque tecnológico de Guatiguara ha sido necesario visualizar desde el comienzo otro sitio dentro del área de Parque al cual se pueda trasladar la planta, inicialmente se ha instalado en ese sitio para aprovechar la cercanía a los R.S.O. amontonados con anterioridad y era viable hacerlo ahí mientras se inicia la construcción del portal de acceso al parque tecnológico de Guatiguara, para el nuevo sitio los requerimientos se reducen al acondicionamiento de una red de energía eléctrica trifásica que alimente el motor eléctrico del molino y una salida de agua de la red hidráulica interna del acueducto que está instalada en el área.

Teniendo en cuenta la clase de R.S.O. generados por las podas continuas, desde que se inició el proceso se está haciendo una selección del material dejando a un lado las ramas grandes en razón a que el molino de martillos se atasca, los R.S.O. seleccionados se están ubicando en el espacio demarcado, cerca al molino triturador.

Como opción alterna en caso de falla del molino de martillos con motor eléctrico se puede usar un molino picador eléctrico de cuchillas transversales que está en el hangar, también está disponible y con los ajustes hechos un molino de martillos de enganche a 3 puntos del tractor este es de baja eficiencia pero servirá de apoyo temporal al proceso de triturado.

Figura 19. Triturador de cuchillas transversales para uso ocasional.



Figura 20. Molino triturador de martillos de enganche a tres puntos del tractor para uso ocasional.



En reemplazo en un futuro a una eventual falla de la desbrozadora de tractor hay en el hangar una maquina podadora recolectora de volteo manual que se puede utilizar en la recolección de los R.S.O. dispersos en los lotes del parque tecnológico.

Figura 21. Podadora-recolectora de enganche al tractor para uso en lotes del parque tecnológico.



El volteo de la línea es mejor y más eficiente hacerlo con el tractor y el rastrillo de púas pero como los dos trabajadores que colaboran en el proyecto no tienen licencia de conducción y para operar el tractor hay que traerlo de hangar transitando por carretera pavimentada, por razones de seguridad vial se recomienda no hacerlo, pues desde el inicio y hasta terminar la ejecución del proyecto he asumido esta labor operativa que implica mucha responsabilidad, en compensación a esta falencia se hace necesario hacer el volteo en forma manual con rastrillo, azadón y pala.

## **12. PLAN DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA**

### **12.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MEDIOS DE SERVICIO**

#### **Normas de seguridad, disposiciones legales**

1. No se permite fumar en zonas de trabajo en las que puedan desprenderse gases combustibles o vapores combustibles.
2. Las instalaciones eléctricas y los medios de servicio deben responder a las prescripciones legales y además a las disposiciones de las empresas locales de suministro de servicios de electricidad.
3. En los recintos separados para realizar trabajo de limpieza, con líquidos combustibles y en los recintos de carga de baterías, serán necesarias instalaciones eléctricas protegidas contra riesgos de explosión.
4. En los fosos de trabajo, instalaciones de lavado e instalaciones subterráneas es necesario la instalación especial para recintos húmedos. Las luces protegidas además contra deterioro mecánico
5. Estas zonas de trabajo se deben indicar mediante el correspondiente letrero de prohibición de fumar

### **12.2 DERRAMES Y FUGAS DE LÍQUIDOS Y LUBRICANTES COMBUSTIBLES**

#### **Normas de seguridad, disposiciones legales**

1. Si existe el peligro de que durante el trabajo se derramen líquidos combustibles (gasolina, disolventes), deberán retirarse antes de comenzar el

trabajo todas las fuentes de ignición que pueden inflamar los vapores combustibles.

2. Los líquidos combustibles derramados han de recogerse inmediatamente y retirarse de los recipientes de la zona trabajo.

3. Los lubricantes derramados pueden provocar caídas y por lo tanto deben recogerse inmediatamente.

### **12.3 TRABAJO DE LIMPIEZA**

#### **Normas de seguridad, disposiciones legales**

1. No podrán realizarse trabajos de limpieza ni con líquidos combustibles ni con líquidos perjudiciales para la salud o tóxicos.

2. A diferencia del punto 1, podrán realizarse trabajo de limpieza con líquidos combustibles, pero no con combustibles para motores de gasolina cuando:

a) Se efectúen en un recinto especial independiente, ó

b) Hayan de realizarse forzosamente en otros recintos debido a circunstancias especiales.

3. Cuando se realicen trabajos de limpieza en tractores con líquidos combustibles, será necesario adoptarlas siguientes medidas de seguridad:

a) desconectar la batería o cubrir la instalación eléctrica activa, con el fin de impedir que se formen arcos eléctricos.

b) no utilizar brochas o pinceles donde haya partes metálicas.

c) trabajar a una distancia suficiente de cualquier fuente de ignición.

d) no hacerlo en la proximidad de puestos de trabajo donde se realicen operaciones de soldadura.

## **12.4 ASEGURAMIENTO DE LOS TRACTORES CONTRA MOVIMIENTO**

### **Normas de seguridad, disposiciones legales**

1. La maquinaria solo puede ser manejada por personal capacitado y autorizado.

2. Los mandos de embrague de las maquinas deben estar asegurados para que no sean accionados involuntariamente y protegerse contra el accionamiento fortuito.

3. Al manejar las maquinas no debe haber distracción en ningún momento.

4. Todas las operaciones de ajuste, lubricación, comprobación de tensión, colocación y ajuste de las herramientas, etc. Deben hacerse con los equipos totalmente parados y sus partes móviles ancladas y bloqueadas, usando calzos que soporten el peso de las partes móviles.

5. Antes de comenzar los trabajos, los tractores deberán asegurarse contra movimiento inadvertido, por ejemplo mediante el freno de estacionamiento, o mediante calzos cuando están elevados.

6. Las partes de los tractores accionados mecánicamente y los aparatos acoplados, abran de asegurarse contra movimiento inadvertido.

## **12.5 SEGURIDAD PERSONAL**

1. Manténgase alerta, poner mucha atención a lo que se está haciendo, use el sentido común cuando esté usando algún tipo de herramienta, no use herramientas que requieran esfuerzo cuando este cansado, o bajo influencia de drogas, alcohol, medicamentos, desconcentrarse unos segundos puede tener como resultado lesiones graves.

2. Use el equipo de seguridad, lleve siempre protección ocular, llevar zapatos antideslizantes, casco y protección auditiva para reducir al mínimo el riesgo.

3. Evite arranques accidentales en el equipo, asegurarse de que el interruptor este en la posición de apagado antes de conectar el molino, tener los pies secos y guantes para evitar descargas eléctricas.

4. Si está haciendo mantenimiento a un equipo revise y quite todas las llaves antes de encender el equipo así se evitara lesiones personales leves o graves.

5. No se estire demasiado, manténgalos pies bien asentados y en equilibrio en todo momento, así se tendrá un mejor control de la herramienta en uso.

6. Use la dotación adecuada, no lleve ropa suelta, ni joyas, ni el cabello suelto, mantenga la ropa y guantes lejos de las piezas en movimiento, pueden quedar atrapados.

## **12.6 RECOMENDACIONES IMPORTANTES**

El ajuste y preparación de las maquinas deben hacerlas un especialista debidamente capacitado y autorizado, se deberá comprobar antes de poner los equipos en funcionamiento lo siguiente:

1. Que todos los elementos y componentes de la maquina estén ajustados, que no hayan cuerpos extraños.
2. Que el freno y embrague funcionen correctamente.
3. Que las protecciones de las maquinas estén colocadas.
4. Que no haya ninguna pieza o herramienta abandonada en el equipo que pudiera caer o salir despedida.
5. Que las piezas de recambio estén bien instaladas en la máquina.
6. Cualquier anomalía, duda o sospecha debe ser comunicada al técnico encargado, al jefe o superior.

## **12.7 DURANTE EL TRABAJO**

1. Para trabajar en el tractor el operario debe estar sentado en una posición cómoda, en una silla robusta, estable, nivelada, firme y con respaldo anatómico.
2. Debe usarse siempre los dispositivos de seguridad con que va equipado el tractor, no hacerlo supone un acto temerario, de irresponsabilidad, mucho más grave aún es inutilizar, anular o modificar si sustento técnico los dispositivos de seguridad.

3. Si durante el trabajo se observa cualquier anomalía en el funcionamiento del tractor, de un implemento acoplado, de los dispositivos de seguridad, etc. detenga inmediatamente el equipo, coloque un aviso visible de “**maquina averiada**” e informe al encargado, al jefe o superior.
4. Si el operario debe ausentarse de la maquina o al termino del trabajo deberá dejarla en posición segura, desconectarla totalmente para evitar que pueda ser accionada por otro trabajador no autorizado.
5. Para separar piezas que han quedado agarradas al tractor, al implemento o al equipo, debe pararse y apagarse la máquina, usar un gancho o dispositivo, pero nunca los dedos, las manos o los pies en forma directa.

#### Beneficios de proyecto

- El tratamiento de R.S.O. de la sede Guatiguara trae a beneficios tanto ambientales como económicos.
- El abono orgánico recuperado con el proceso de compostaje ayuda a la fertilidad y textura del suelo, mejorando el follaje de los jardines.
- Son aprovechados los R.S.O. de la granja que de otra forma causarían contaminación.
- Las instalaciones con las cuales se implementó el proceso de compostaje, requirió de un espacio pequeño y fácil de trasladar a otro sitio.
- La dependencia externa de abonos y fertilizantes hace que buena parte de los ingresos sean afectados por los costos de producción reduciendo las ganancias.

### **13. CONCLUSIONES**

Con el proyecto de transformación de residuos sólidos orgánicos la UIS inicia su compromiso con desarrollo sustentable del medio ambiente

El aspecto visual mejoró en su totalidad al organizar los R.S.O. que estaban dispersos por el área.

Mejora de los jardines, prados setos y aboles con la aplicación de abono orgánico de buena calidad.

Beneficio económico al usar el abono orgánico en la composición del sustrato para el vivero mejorando la reproducción de plántulas para los jardines propios.

El modelo es fácil de replicar en cualquier parcela al requerir de una infraestructura mínima con bajos costos y beneficios ambientales.

Es modelo para los productores del sector agropecuario que tienen los insumos en su finca y con pocos recursos pueden ejecutar este tipo de proceso simplificado.

## **14. RECOMENDACIONES**

Para la continuidad del proceso de compostaje se necesita el apoyo de la administración de la sede UIS-Guatiguara quien se beneficiara del producto obtenido.

El compromiso social y ambiental debe tener un respaldo institucional acorde con la misión y visión de la empresa educativa.

El proceso operativo debe ser sencillo, fácil de aplicar, que sea moderado en costos y contemple soluciones ambientales sustentables.

La Vinculación con otros programas debe ser extensiva, el PGIR puede destinar recursos económicos para dar sostenibilidad al proceso con programas que generen beneficios educativos y rentables.

## BIBLIOGRAFÍA

Bart van Hoof, Néstor Monroy y Alex Saer, (2008), Producción más limpia, Última edición, Ediciones Uniandes

Carlos Cruz Cerón, (1997), Formulación y Evaluación de proyectos agroindustriales, 1<sup>ra</sup> edición, Editorial Universidad de Caldas.

Dr. Iván Cadavid Manual práctico ilustrado, Granja integral autosuficiente, 3<sup>a</sup> edición, Fondo editorial Superación campesina, Bogotá, 1986.

Edmundo Torres Ruiz, Manual de conservación de suelos agrícolas, primera edición, editorial Diana, México DF, 1981.

Fanny Arias Arias, Estudio y diseño de una planta piloto de compostaje como alternativa a la disposición final de los residuos sólidos en municipios pequeños, universidad Industrial de Santander, facultad de ciencias físico-mecánicas, escuela de ingeniería civil, Bucaramanga, 1996.

FAO, Polan Lacki, La formación de profesionales para profesionalizar a los agricultores, oficina regional de la FAO para américa y el caribe Santiago, Chile.

Federación nacional de cafeteros, Gerencia de producción y desarrollo, el maravilloso mundo del abono orgánico, boletín de extensión No 73

IICA, Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Agricultura sostenible, proyecto nuevos horizontes, Bogotá, 1996.

Juan Ginés, Muñoz Digiorgio, Usted, la tierra, los abonos y los frutos, primera edición, editorial Diana, México DF, 1983.

FPAA , CDMB, Manual de agricultura orgánica, b/manga,

## WEBGRAFIA

<http://es.scribd.com/doc/17428669/plan-de-tesis-diseno-de-una-planta-de-tratamiento-de-residuos-solidos-en-un-sector-urbano>.

Aprovechamiento integral de residuos agroindustriales, Carlos O. Duque., Ph.D., Septiembre de 2005, Disponible en <http://www.enlacesasociados.com/memorias/vcongreso/15.pdf>

Volteador de Compostaje, Disponible en <file:///H:/volteadora%20de%20compost%203.htm>

Manual de Agricultura Ecológica, Disponible en <http://www.ibcperu.org/doc/isis/14592.pdf>

[http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/produccion-ecologica/produccion/boletines/boletin\\_compostajecompleto.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/comun/galerias/galeriaDescargas/cap/produccion-ecologica/produccion/boletines/boletin_compostajecompleto.pdf)

[http://www.ison21.es/wp-content/uploads/2009/06/planta\\_compostaje.jpg](http://www.ison21.es/wp-content/uploads/2009/06/planta_compostaje.jpg)

<http://www.slideshare.net/terecumbia/normas-para-el-funcionamiento-de-un-taller-de>

<http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/8B31D913-389D-4244-87C9-E395F865135F/148601/EquiposTrabajoDic09.pdf>

[http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/dis\\_procesos/tema8.pdf](http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/dis_procesos/tema8.pdf)



# **ANEXOS**

## ANEXO A. FORMATO DE EVALUACIÓN DEL TRACTOR



1.Evaluación de maquinaria agrícola e industrial						
<b>Tipo de maquinaria: Tractor</b>				Modelo: 1992		
<b>Marca: Same 110 HP.</b>				Tracción: 4 WD		
<b>Tipo de alimentación: Diesel</b>				Otros: Color rojo		
		Calificación				
Ítems	Descripción	Excel	Buena	Regul	Mala	Observaciones
<b>1.</b>	<b>Apariencia</b>					
1.1	Limpieza		X			
1.2	Pintura		X			
1.3	Áreas corroídas			X		
1.4	Fugas de aceite y grasa			X		
1.5	Cabezas de tornillos		X			
1.6	Abolladuras y soldaduras			X		
1.7	Estado de las llantas			X		
1.8	Color aceite motor		X			
1.9	partículas de metal en el lubricante			X		
1.10	Manchas y fugas en el radiador			X		
1.11	Acumulación de polvo filtro de aire			X		
1.12	Fugas de lubricante en cajas			X		
1.13	Estado de bandas y correas			X		
1.14	Puntos de engrase		X			
1.15	Abrazaderas de mangueras			X		
<b>2.</b>	<b>Funcionamiento</b>					
2.1	Humo en el escape			X		
2.2	Operación no uniforme			X		
2.3	Falta de precisión en las palancas		X			
2.4	Ejes sueltos y flojos		X			
2.5	Vibración excesiva			X		
2.6	Palancas sist. Hidráulicos no regresan			X		
2.7	Marcos y parales flojos		X			

1.Evaluación de maquinaria agrícola e industrial						
2.8	Resortes rotos		X			
2.9	Chasis torcido		X			
2.10	Barras cóncavo desgastadas			X		
2.11	Burbujas en liquido de radiador			X		
2.12	Cadenas y bandas desalineadas		X			
2.13	Huellas de rozamiento del ventilador		X			
2.14	Operación dispereja del embrague		X			
2.15	Viscosidad del aceite motor		X			
2.16	Empaquetaduras (estado)			X		
2.17	Equipo en alquiler					No
2.18	Horas de trabajo					Sin registro
3.	<b>Varios</b>					
3.1	Manual de operación					No existe
3.2	Manual de mantenimiento					No existe
3.3	Catálogo de partes y repuestos					No existe
3.4	Factura de compra					No existe
3.5	Registro de reparaciones					No existe
3.6	Sitios de trabajo					Sin registro
3.7	Otros documentos					No



## ANEXO B. FICHA TÉCNICA DEL TRACTOR

		<b>FICHA TECNICA TRACTOR AGRÍCOLA</b>
<b>2.TRACTOR SAME 110</b>		
<b>MOTOR</b>		
<b>POTENCIA (C.V.)</b>		110
<b>SEGÚN NORMA</b>		NOMINAL
<b>N° DE CILINDROS</b>		6
<b>CILINDRADA</b>		6000
<b>ASPIRACION</b>		NATURAL
<b>TRANSMISION</b>		
<b>MARCHAS/VELOCIDAD</b>		18+9/27
<b>TIPO DE EMBRAGUE</b>		HIDRAULICO
<b>TIPO DE INVERSOR</b>		MECANICO
<b>TOMA FUERZA</b>		
<b>PTO / REGIMEN(r.p.m.)</b>		540/E/2800/M
<b>CONEXIÓN</b>		ELECTROHIDRAULICA
<b>CONEXIÓN CINCROIZADA CON EL AVANCE</b>		SI
<b>ELEVADOR</b>		
<b>ELEVADOR 3P.</b>		MECANICO
<b>PUESTO DE CONDUCCION</b>		
<b>CABINA/BASTIDOR</b>		CAB A.A.
<b>DIMENSIONES Y CAPACIDADES</b>		
<b>DISTANCIA ENTRE EJES (mm)</b>		2750
<b>RADIO DE GIRO (m)</b>		5.5
<b>PESO (Kg)</b>		4550
<b>CAPACIDAD DEL DEPOSITO (L)</b>		240
<b>CIRCUITO HIDRAULICO</b>		ABIERTO
<b>CAUDAL CIRCUITO HIDRAULICO (L/min)</b>		57,5
<b>CAPACIDAD DE ELEVACION (Kg)</b>		4800
<b>TRACCION</b>		
<b>TRACCION</b>		4WD
<b>TIPO DE TRACCION</b>		ELECTROHIDRAULICA
<b>DIFERENCIAL</b>		ELECTROHIDRAULICO
<b>NEUMATICOS ESTANDAR DELANTEROS</b>		14,9-30
<b>NEUMATICOS ESTANDAR TRASEROS</b>		18,4-38



## ANEXO C. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL RASTRILLO DE PÚAS

		<b>FICHA DE MANTENIMIENTO</b>
<b>3. Rastrillo de púas</b>		
<b>Enganche a 3 puntos</b>		
<b>Revisar pasadores y esferas de enganche</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de púas</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar mecanismo angular</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de potencia del mecanismo angular</b>	Antes de usarse	
<b>Bastidor</b>		
<b>Revisar uniones soldadas</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar nivelación del bastidor</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar desgastes visibles</b>	Antes de usarse	
<b>Lubricación</b>		
<b>Revisar puntos de engrase</b>	Antes de usarse	
<b>Aplicar grasa en los puntos de enganche</b>	Antes de usarse	
<b>Limpiar grasa sobrante</b>	Antes de usarse	



## ANEXO D. FICHA DE MANTENIMIENTO DE LA PALA NIVELADORA

		<b>FICHA DE MANTENIMIENTO</b>
<i>4. Pala niveladora</i>		
<b>Revisar pasadores y esferas de enganche</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de sujeción de la cuchilla</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar mecanismo angular</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de potencia del mecanismo angular</b>	Antes de usarse	
Bastidor		
<b>Revisar uniones soldadas</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar nivelación del bastidor</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar desgastes visibles</b>	Antes de usarse	
Lubricación		
<b>Revisar puntos de engrase</b>	Antes de usarse	
<b>Aplicar grasa en los puntos de enganche</b>	Antes de usarse	
<b>Limpiar grasa sobrante</b>	Antes de usarse	



## ANEXO E. FICHA DE MANTENIMIENTO DE LA DESBROZADORA FH-150



 		FICHA DE MANTENIMIENTO
5.Desbrozadora FH 150		
Enganche a 3 puntos		
<b>Revisar pasadores y esferas de enganche</b>		Antes de usarse
<b>Revisar tornillos de enganche a 3 puntos</b>		Antes de usarse
<b>Revisar tornillos del rodillo nivelador</b>		Antes de usarse
<b>Revisar tornillos de grupo convertidor angular</b>		Antes de usarse
<b>Revisar tornillos de guarda de protección</b>		Antes de usarse
Bastidor		
<b>Revisar uniones soldadas</b>		Antes de usarse
<b>Revisar nivelación del bastidor</b>		Antes de usarse
<b>Revisar desgastes visibles</b>		Antes de usarse
Lubricación		
<b>Revisar puntos de engrase</b>		Antes de usarse
<b>Aplicar grasa en los cojinetes de enganche</b>		Antes de usarse
<b>Revisar aceite grupo convertidor angular</b>		Antes de usarse
Correas Trapezoidales		
<b>Revisar tensión de las correas</b>		Antes de usarse

## ANEXO F. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL MOLINO DE MARTILLOS

		<b>FICHA DE MANTENIMIENTO</b>
<i>6. Molino de martillos</i>		
Chasis		
<b>Revisar pasadores, ruedas y base de anclaje</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de sujeción molino al chasis</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de sujeción del motor eléctrico (12 HP)</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de la tapa superior del molino</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar tornillos de guarda de protección</b>	Antes de usarse	
Bastidor		
<b>Revisar uniones soldadas</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar base de nivelación del bastidor</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar desgastes visibles en pasadores</b>	Antes de usarse	
Lubricación		
<b>Revisar puntos de engrase de ruedas, cojinetes y goznes</b>	Antes de usarse	
<b>Aplicar grasa en los cojinetes del rotor</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar y lubricar accionamiento mecánico de arranque y tensión</b>	Antes de usarse	
Correas Trapezoidales		
<b>Revisar tensión de las correas</b>	Antes de usarse	
Conexión eléctrica		
<b>Revisar cable encauchado trifásico</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar cuchilla de arranque trifásica</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar la tensión eléctrica trifásica</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar el arranque del motor sin carga</b>	Antes de usarse	
<b>Revisar circuito de protección eléctrico del motor ( Breaker tripolar)</b>	Antes de usarse	

## ANEXO G. FICHA DE MANTENIMIENTO DEL TRACTOR SAME 110

 	FICHA DE MANTENIMIENTO
7.Tractor	
<b>REVISIÓN</b>	<b>RECOMENDACIONES GENERALES</b>
<b>Diaria o cada 10 horas</b>	Compruebe el nivel de fluido hidráulico.
	Compruebe que no hay pérdidas en las bombas y cilindros hidráulicos.
	Compruebe el estado o posibles pérdidas en las mangueras y líneas hidráulicas y en la zona del depósito hidráulico.
<b>Mensual o cada 250 horas</b>	Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 horas.
	Compruebe que el estado del enfriador de aceite hidráulico no tiene pérdidas o está obstruido.
	Compruebe el estado de las conexiones en todas las líneas hidráulicas
<b>Trimestral o cada 500 horas</b>	Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 y las 250 horas.
	Cambie el filtro hidráulico.
	Compruebe que los tornillos de los soportes y bombas hidráulicas no están flojos o se han perdido.
<b>RECOMENDACIONES</b>	
<b>Semestral o cada 1000 horas.</b>	Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250 y las 500 horas.
	Compruebe la presión del sistema hidráulico.
	Compruebe los tiempos de ciclo e índices de desviación del sistema hidráulico.
	Compruebe que los orificios de desagüe de la bomba

		<b>FICHA DE MANTENIMIENTO</b>
	<p>no tienen pérdidas.</p>	
<b>Anual o cada 2000 horas</b>	<p>Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250, 500y las 1000 horas.</p> <p>Cambie el aceite hidráulico y lave las rejillas de la boca de llenado.</p>	

## **ANEXO H. FORMATO DE LA ENCUESTA APLICADA**

### **BUEN ABONO**

#### **POR QUE LO MEJOR NACE DE LA TIERRA**

**1) QUE ABONO PREFIERE?**

- ( ). A) ABONO ORGANICO
- ( ). B) ABONO QUIMICO
- ( ). C) BIOESTIMULANTE
- ( ). D) ENMIENDAS MINERALES

**2) QUE CLASE DE CULTIVO TIENE?**

- ( ). A) HORTALIZAS
- ( ). B) FRUTALES
- ( ). C) TUBERCULOS
- ( ). D) HORNAMENTALES

**3) ESTARIA DISPUESTO A PROBAR UN PRODUCTO SIN ELEMENTOS QUIMICOS?**

- ( ) A) SI
- ( ) B) NO

**4) CUANDO COMPRA EL ABONO, QUE OTRO SERVICIO LE OFRECE EL PROVEEDOR?**

- ( ). A) ASESORIA TECNICA
- ( ). B) VISITAS AL CULTIVO PARA ASESORIA
- ( ). C) GARANTIA SOBRE LAS ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO
- ( ). D) NINGUNA

**5) A USADO EN SU CULTIVO PRODUCTOS NATURALES PARA AYUDAR A SU DESARROLLO?**

( ). A) SI

( ). B) NO

**6) SI LOS HA PROBADO CUAL LE PARECE MEJOR Y POR QUE?**

( ).A) QUIMICOS

( ).B) ORGANICOS

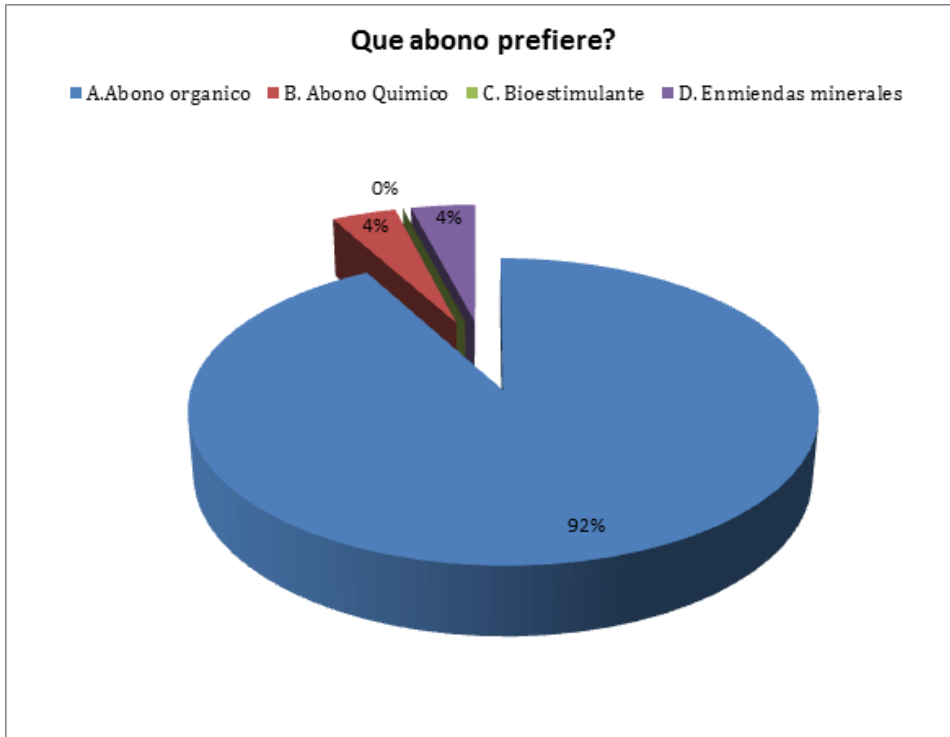
PORQUE\_\_\_\_\_

## ANEXO I. TABLA DE TABULACIÓN DE ENCUESTAS

<b>Que abono prefiere?</b>		
<b>A. Abono orgánico</b>	46	92%
<b>B. Abono Químico</b>	2	4%
<b>C. Bioestimulante</b>	0	0%
<b>D. Enmiendas minerales</b>	2	4%
<b>Qué clase de cultivo tiene?</b>		
<b>A. Hortalizas</b>	15	30%
<b>B. Frutales</b>	11	22%
<b>C. Tubérculos</b>	0	0%
<b>D. Ornamentales</b>	24	48%
<b>Estaría dispuesto a probar un producto sin elementos químicos?</b>		
<b>A. Si</b>	50	100%
<b>B. No</b>	0	0%
<b>Quando compra abono orgánico que otro servicio le ofrece el proveedor?</b>		
<b>A. Asistencia técnica</b>	14	28%
<b>B. Visitas al campo para asesoría</b>	1	2%
<b>C. Garantía sobre especificaciones del producto</b>	4	8%
<b>D. Ninguna</b>	31	62%
<b>Ha usado en su cultivo productos naturales para ayudar a su desarrollo?</b>		
<b>A. Si</b>	44	88%
<b>B. No</b>	6	12%
<b>Si los ha probado cual le parece mejor y porque?</b>		
<b>A. Químicos</b>	9	18%
<b>B. Orgánicos</b>	41	82%

## ANEXO J. TABULACION

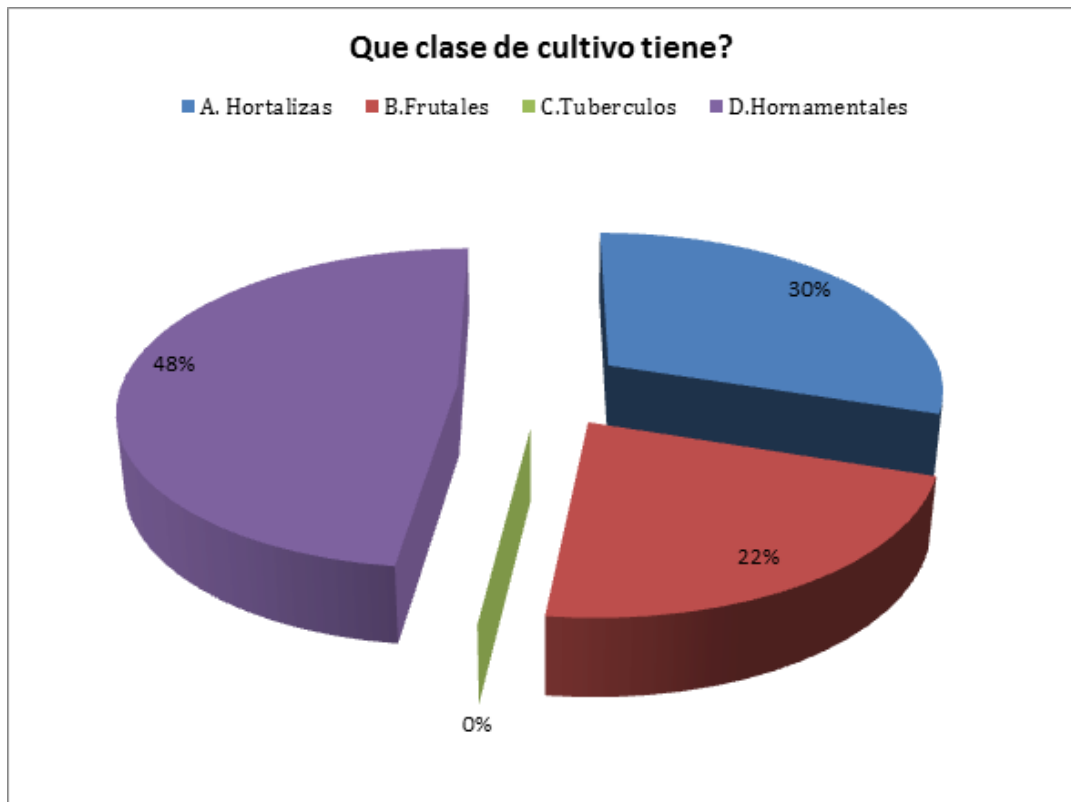
### 1. QUE ABONO PREFIERE



### ANALISIS

Según la encuesta desarrollada se nota claramente las preferencias que los encuestados tienen por los abonos organicos comparados con los abonos quimicos y las enmiendas minerales , si se conoce la composicion es mas facil su aplicación y comercializacion.

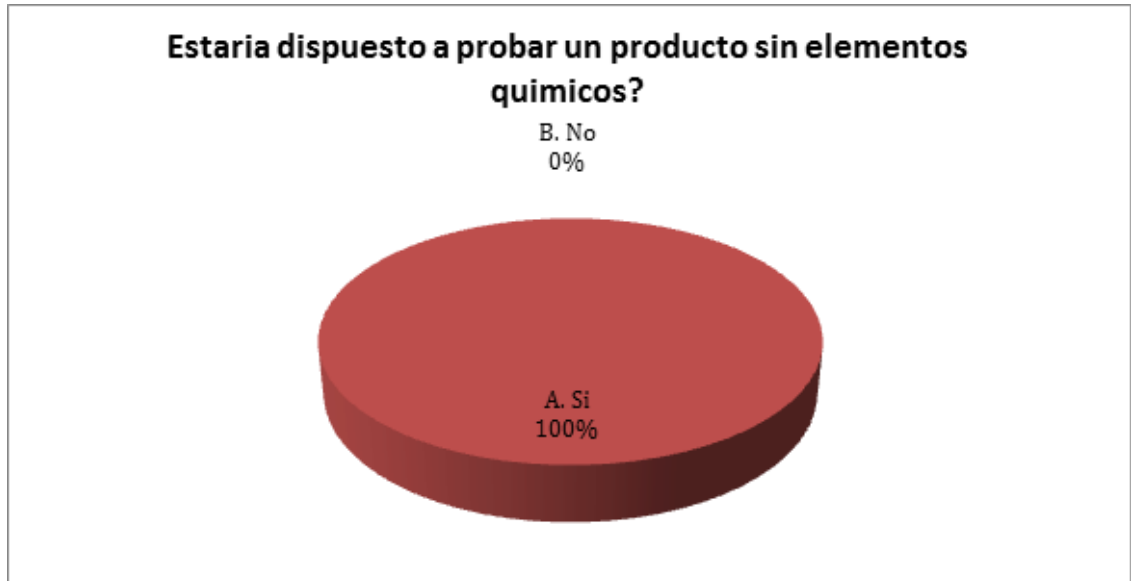
## 2. QUE CLASE DE CULTIVO TIENE?



### ANALISIS

En la producción de hortalizas siempre se han usado los abonos orgánicos y las personas consultadas lo han manifestado, seguidamente están los ornamentales y en tercera prioridad los frutales, los tubérculos no fueron mencionados posiblemente a que las personas consultadas no tienen tierras destinadas a dicho renglón agrícola.

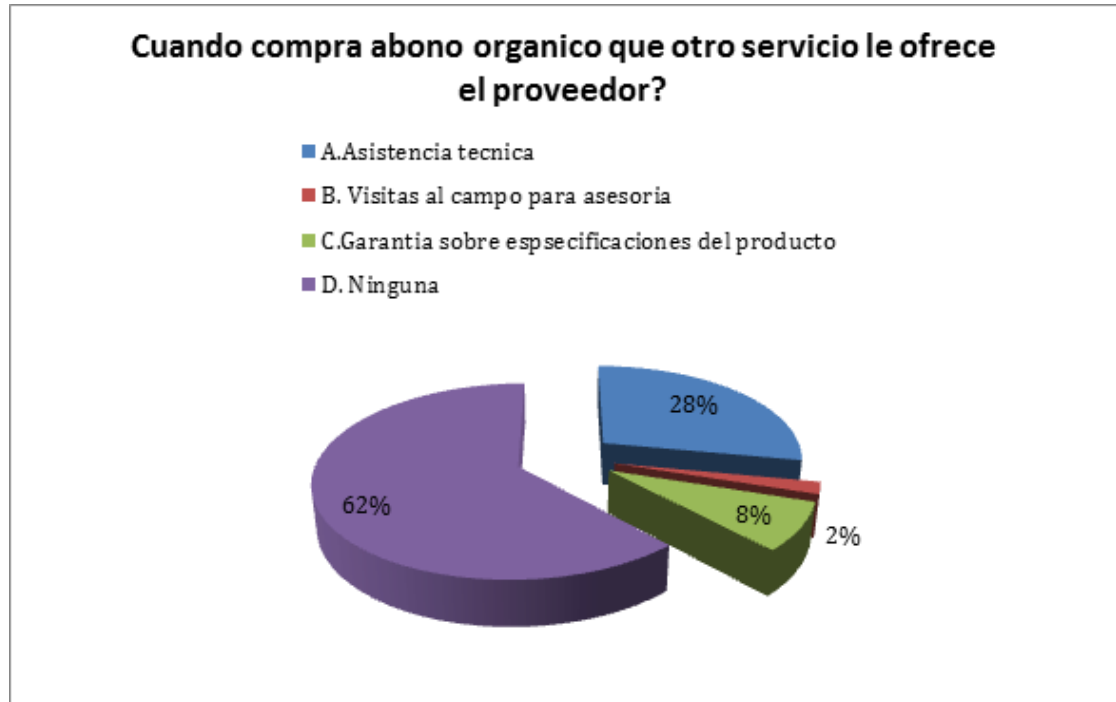
### 3. ESTARÍA DISPUESTO A PROBAR UN PRODUCTO SIN ELEMENTOS QUÍMICOS?



#### ANALISIS

La respuesta referente a la disposición de probar productos sin elementos químicos es contundente y si se conocen los beneficios será más fácil la comercialización además los abonos orgánicos bien almacenados mantienen su composición por largo tiempo.

#### 4. CUANDO COMPRA ABONO ORGÁNICO QUE OTRO SERVICIO LE OFRECE EL PROVEEDOR?



#### ANALISIS

Todo producto que se pretenda comercializar debe tener respaldo y el abono orgánico no es la excepción por tal razón debe haber un instructivo de uso y aplicación en los diferentes tipos de cultivos o en grupos de plantas que tengan requerimientos similares.

**5. HA USADO EN SU CULTIVO PRODUCTOS NATURALES PARA AYUDAR A SU DESARROLLO?**



**ANALISIS**

Los productos naturales siempre han sido usados en el desarrollo de los diferentes tipos de cultivos y jardines de ciudad considero que ese porcentaje mencionado es muy significativo.

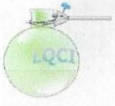

## 6. SI LOS HA PROBADO CUAL LE PARECE MEJOR Y PORQUE?



### ANALISIS

Los abonos orgánicos siempre han tenido gran aceptación en todos los campos de la producción y un alto porcentaje de los encuestados lo corrobora, son duraderos cuando se aplican en condiciones favorables de humedad, clase de cultivo, piso térmico etc.

## ANEXO K. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

	<b>LABORATORIO QUÍMICO DE CONSULTAS INDUSTRIALES</b>	Código: F-PA-02	
	<b>POST-ANALITICO</b>	Versión: 05	
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Fecha: 2012/01/16 Página 1 de 2	



*\*Acreditación por el IDEAM según la Resolución No. 1659 de 2011, en los parámetros pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, fenoles, SAAM, grasas y aceites en aguas, metales totales y disueltos en aguas, metales totales en suelos y toma de muestras puntuales y compuestas\**



*\*Autorización del Ministerio de la Protección Social, mediante la resolución 5534 de 2010, para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano\**

<b>Informe de resultados No.</b>	<b>I-13-302</b>	<b>Fecha de emisión:</b>	Julio 12 de 2013
<b>Cliente:</b>	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER /GUATIGUARA		
<b>Dirección del cliente:</b>	Universidad Industrial de Santander		
<b>Solicitud de servicio No.</b>	13-258	<b>No. de muestras:</b>	01
<b>Fecha de recepción de las muestras:</b>	Junio 20 de 2013		
<b>Muestras recibidas por:</b>	Johanna Riveros		
<b>Fecha de análisis:</b>	Junio 20 de 2013- Junio 25 de 2013		

### 1. ANALISIS FISICOQUIMICO

<b>Codificación de la Muestra:</b>	13-258-01	<b>Tipo de muestra:</b>	Puntual
<b>Identificación de la muestra:</b>	Muestra No 1		
<b>Matriz de la muestra:</b>	Abono		
<b>Muestreo realizado por:</b>	El Cliente		
<b>Lugar y punto de muestreo:</b>	Universidad Industrial de Santander / Guatiguará		
<b>Fecha del muestreo:</b>	Junio 20 de 2013		

PARAMETRO	RESULTADO	MÉTODO/ NORMA
pH (Unidades de pH)	6,14	Potenciométrico/ NTC 5167
Humedad (%)	20,8	Gravimétrico /NTC 5167
Cenizas (%)	68,5	Gravimétrico /NTC 5167
Carbono Orgánico Oxidable Total (% COOT)	2,63	Titrimétrico/ NTC 5167
Nitrógeno (% N)	0,52	Kjeldahl-Titrimétrico/ NTC 5167
Fósforo (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,31	Espectrofotométrico/NTC 5167
Calcio (%Ca)	1,07	Absorción Atómica/ NTC 5167
Cobre (mg Cu/Kg )	<L.D	Absorción Atómica/ NTC 5167
Magnesio (mg Mg/Kg)	717,8	Absorción Atómica/ NTC 5167
Potasio (% K)	0,08	Absorción Atómica/ NTC 5167
Sodio (% Na)	1,05	Absorción Atómica/ NTC 5167
Hierro (% Fe)	0,40	Absorción Atómica/ NTC 5167
Cinc (mg Zn/Kg)	19,07	Absorción Atómica/ NTC 5167
Manganeso (mg Mn/ Kg)	53,16	Absorción Atómica/ NTC 5167
Azufre (% S)	0,02	Espectrofotométrico/ NTC 5167

Ciudad Universitaria Carrera 27 Calle 9 – Edificio Camilo Torres/ Laboratorio 222

Conmutador: (7) 6344000 Ext. 2465. Telefax: (7) 6349009

Página web: <http://ciencias.uis.edu.co/lqci/> E-mail: [labquimico@gmail.com](mailto:labquimico@gmail.com);

[laboratorioquimicodeconsultas@uis.edu.co](mailto:laboratorioquimicodeconsultas@uis.edu.co)

Bucaramanga - Colombia