

**INVESTIGACIÓN DE CAMPO PARA DESARROLLAR UN ACONDICIONADOR
DE SUELOS**

SEBASTIÁN GIL ÁLVAREZ

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS
INDUSTRIAS PECUARIAS
CALDAS
2009**

**INVESTIGACIÓN DE CAMPO PARA DESARROLLAR UN ACONDICIONADOR
DE SUELOS**

SEBASTIÁN GIL ÁLVAREZ

Trabajo de Grado para optar por el Título de Industrial Pecuario

**ASESOR
JUAN CARLOS CORDOBA ARANGO
ZOOTECNISTA**

**CORPORACION UNIVERSITARIA LASALLISTA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AGROPECUARIAS
INDUSTRIAS PECUARIAS
CALDAS
2009**

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	9
1. OBJETIVOS	10
1.1 OBJETIVO GENERAL	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
2.1 IMPACTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	11
2.2 IMPACTO SOCIAL Y ECONÓMICO	11
3. MARCO TEÓRICO	12
3.1 CONCEPTO DEL PROCESO DE COMPOSTAJE	12
3.1.1 Etapa mesolítica	13
3.1.2 Etapa termofílica	13
3.1.3 Etapa de enfriamiento	13
3.2 FACTORES QUE AFECTAN DIRECTAMENTE EL PROCESO	14
3.2.1 Temperatura	14
3.2.2 Humedad	14
3.2.3 Ph	14
3.2.4 Oxígeno	15
3.2.5 Relación Carbono/Nitrógeno	15
3.3 CONTROLES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE	15
3.3.1 Control de calidad	16
3.3.1.1 Norma de calidad NTC	16
3.3.1.2 Requisitos específicos	17
3.3.1.3 Análisis químico del composta	18
3.4 SISTEMAS DE COMPOSTAJE	18
3.4.1 Sistemas abiertos	18
3.4.2 Sistemas cerrados	19
3.4.2.1 Reactores verticales	19
3.4.2.2 Reactores Horizontales	19

4. METODOLOGÍA , TRABAJO DE CAMPO	20
4.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	20
4.2 DESARROLLO DEL TRABAJO DE CAMPO	21
4.3 PROCESO DE COMPOST SUBAGAUCA S.A	24
5. RESULTADOS	26
5.1 ANÁLISIS QUÍMICO DEL COMPOST OBTENIDO	27
5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS	27
6. CONCLUSIONES	29
7. RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1 Requisitos Específicos	17
Tabla 2 Normas NTC, requerimientos.	18
Tabla 3 Cronograma de actividades.	20
Tabla 4 Composición química obtenida	27

LISTA DE IMÁGENES

	pág
IMAGEN 1 Grupo de personas de acción comunal encargadas de realizar diferentes labores.	23
IMÁGENES 2 Y 3 Costales con muestras de lo producido durante dos meses; listas para su aplicación	24

RESUMEN

Con el fin de generar una propuesta de producción más limpia acorde con las necesidades y situación socioeconómica de la empresa SUBAGAUCA S.A. en el municipio de Cauca, se realizó un diagnóstico ambiental por parte de CORANTIOQUIA, por medio del cual se logró identificar que la actividad de mayor impacto negativo en este centro de negocios estaba en el inadecuado uso del estiércol como subproducto.

Se detectó la necesidad de controlar este factor de contaminación con una estrategia que ofreciera una solución económicamente viable y técnicamente adecuada para el control y disposición de este subproducto, identificando el proceso de compostaje como la mejor opción.

Un mejorador de suelo es un producto que nos permitía influir de manera positiva en estructura y en fertilidad, devolviendo al suelo, características necesarias para la agricultura y la ganadería, reactivando así también otros suelos fuertemente golpeados por la explotación minera. Trabajando la materia orgánica resultante de las operaciones con la especie bovina, principalmente buscamos ventajas muy significativas en el aspecto social además de la parte ambiental, la económica, agro tecnológica y ecológica, como se pueden enunciar, llevando a SUBAGAUCA S.A a obtener mejores resultados para el beneficio de todos.

Para cumplir principalmente con los objetivos trazados, se opero de acuerdo a la situación empresarial y regional, se manejaron técnicas fundamentales de los procesos a desarrollar y a la vez se obtuvo el montaje de una infraestructura básica necesaria para adelantar el proyecto.

Durante el proceso se involucraron diferentes focos de trabajo, con el propósito de trabajar en equipo, como fueron la acción comunal, entidades controladoras y asesoras así como personas conocedoras e interesadas con la alternativa, que llevaron a realizar una muestra valiosa de viabilidad.

SUMMARY

In order to generate a proposal of cleaner production according to the needs and socioeconomic situation of the company SUBAGAUCA S.A. in the municipality of Cauca, an environmental diagnosis was realized on the part of CORANTIOQUIA, which managed to identify that the activity of major negative impact in this center of business was in the inadequate use of the ordure as by-product.

There was detected the need to control this factor of contamination with a strategy that was offering a solution economically viable and technically adapted for the control and disposition of this by-product, identifying the process of compostaje as the best option.

An improver of soil is a product that was allowing us to influence in a positive way structure and fertility, given back to the soil, characteristics necessary for the agriculture and the cattle, reactivating also other soils strongly struck by the mining development. Working the organic resultant matter of the operations with the bovine species, principally we look for very significant advantages in the social aspect in addition to the environmental part, the economic one, agriculture, the technological and ecological economic one, agriculture, since they can be enunciated, leading SUBAGAUCA S.A to obtain better results for the benefit of all.

To fulfill principally with the targets traced, I occur in accordance with the managerial and regional situation, there managed fundamental skills of the processes to develop and simultaneously there was obtained the assembly of a basic necessary infrastructure to move forward the project.

Basically, to reach the proposed goals, we operate in accordance with the managerial and regional situation, fundamental skills were used in develop of the processes and simultaneously there was obtained the assembly of a basic necessary infrastructure to move forward the project.

During the process different focus of work interfered with the purpose of working as a team, such as The Action Communal, checkers and assessors entities as well as experts and interested people with the alternative, who led to realizing a valuable sample of viability.

INTRODUCCIÓN

La ganadería hoy por hoy desarrollada dentro de patrones lógicos de producción y de transformación respetuosos con el medio ambiente, es una fuente importante y decisiva para el desarrollo económico, social y ambiental de las regiones.

El mal manejo de los residuos genera actualmente el cierre de centros e instituciones comercializadoras de productos y servicios agropecuarios por parte de las autoridades ambientales y organismos de control.

Se detectó la necesidad de controlar este factor de contaminación con una estrategia que ofrezca una solución económicamente viable y técnicamente adecuada para el control y disposición de este subproducto, identificando el proceso de compostaje como la mejor opción.

Esta alternativa permite el tratamiento del subproducto sin incurrir en altos costos, obteniendo al mismo tiempo un producto final, el cual puede ser aprovechado como enmienda, acondicionador o abono de acuerdo a las características físico-químicas que presente y a los aditivos que utilizemos en el desarrollo completo del producto para comercializar en la AGROTIENDA.

Para la ejecución del proyecto, es necesaria la estandarización de características básicas contempladas en las normas dictadas por el ICA, las cuales permiten garantizarle a los ganaderos y agricultores de la región un producto de buena calidad y con el aporte requerido en sus labores agropecuarias.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un buen material orgánico que permita un excelente aprovechamiento del estiércol bovino generado en SUBAGAUCA S.A, generando altos beneficios ambientales, culturales y económicos en la región del bajo Cauca, mediante el uso de técnicas y culturas naturales.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Recolectar una muy buena información de operaciones, cuidados y normatividad que permita solidificar el proyecto.
- Recolectar la materia prima periódicamente y transportarla periódicamente al predio establecido para la operación, así como los agregados necesarios.
- Instalar con la maquinaria apropiada, la infraestructura requerida para las operaciones y labores a desarrollar el material orgánico mejorador de suelos.
- Promover visitas y charlas en la planta de operación como motivación para reactivar el medio ambiente, mediante este tipo de prácticas.
- Realizar un completo y constante proceso de operaciones desde recolección y montaje pasando por formulación, control, inspección y empacado hasta la comercialización bajo unos muy buenos parámetros de calidad.
- Socializar el proyecto con importantes grupos de personas comprometidas e interesadas en este tipo de soluciones alternativas y oportunidades, tales como estudiantes, campesinos y el mismo personal encargado de ejecutar este importante proyecto.
- Darle solución a un problema actual de contaminación, mediante la elaboración de unas buenas prácticas agrícolas.

2. JUSTIFICACION

2.1 IMPACTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Se pretende por medio de investigación y experiencia académica, aplicar conocimientos técnicos que sustenten la importancia y las ventajas obtenidas a partir de la materia orgánica de bovinos al convertirla en un mejorador de suelos y así darle solución ambiental a un factor de riesgo en SUBAGAUCA S.A. basados siempre en la producción natural sostenible y sustentable.

2.2 IMPACTO SOCIAL Y ECONÓMICO

Realizando el proyecto, se busca generar alternativas ambientales favorables a la conservación del medio ambiente, abriéndole las puertas laboral y académicamente a una región tan golpeada por la violencia, donde un gran porcentaje de tierras han tenido un subutilizado manejo de los recursos y hoy por hoy se requiere de alternativas saludables y viables para impulsar el sector agropecuario.

Se procura además proporcionar muy buenos resultados económicos, en cuanto a reducción de costos de operación de SUBAGAUCA S.A, así como la comercialización y/o utilización del propio producto en fincas para un impacto económico regional positivo basado en la demostración de resultados rentables.

El proyecto se realizará de la mano con agricultores de la región vinculados con el SENA, los cuales participarán activamente como trabajadores del programa, beneficiándose con parte del producto final como material útil de sus cultivos (viveros, lombri-cultivo, huertas, maizales, arrozales).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CONCEPTO DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

El compostaje es definido como una *intervención humana dentro del proceso natural de descomposición de la materia orgánica en la cual por medio de una combinación de condicionales ambientales apropiadas y en tiempo adecuado se obtiene el compost.*

Es un proceso controlado, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos, que requiere una humedad adecuada y substratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, y que produce al final de los procesos de degradación, CO₂, agua y minerales, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y dispuesta para su empleo en agricultura sin provocar fenómenos adversos.

Dado que el compostaje es un proceso predominantemente aeróbico, las prácticas de manejo deben crear condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de los microorganismos que intervienen en él. Los condicionantes que favorecen el crecimiento de los microorganismos aerobios son:

- Relación Carbono / Nitrógeno
- La humedad
- La temperatura
- El oxígeno
- El pH
- El tamaño de la partícula
- El tamaño de la pila.
- El tiempo

Durante el proceso de descomposición, la materia orgánica es consumida por los organismos y produce dióxido de carbono, agua y calor.

Algunos autores dividen el proceso del compostaje en fases o etapas según la temperatura.

- Etapa Mesolítica
- Etapa Termofílica
- Etapa de Enfriamiento

3.1.1 Etapa Mesolítica

Los materiales están a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente y consumen sustancias solubles y de fácil degradación como azúcares, aminoácidos, etc.

Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura aumenta y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

3.1.2 Etapa Termofílica

Al alcanzar una temperatura de 40 °C, los microorganismos actúan transformando el Nitrógeno en amoníaco y el pH se hace alcalino. A los 60 °C los hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias y actinomicetos, quienes descomponen las proteínas y hemi-celulosa.

La alta temperatura ayuda a la descomposición de proteínas grasas y carbohidratos.

3.1.3 Etapa de Enfriamiento

Cuando la temperatura ya es menor de 60 °C reaparecen los hongos termófilos que re-invasen y descomponen la celulosa y luego al bajar de los 40 °C los mesófilos también reanudan su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

En el proceso de compostaje se dan varias fases, en la fase inicial los materiales fácilmente degradables son descompuestos, en otra fase se forman compuestos estables, se eliminan sustancias fitotóxicas y otros patógenos y en la fase de estabilización la temperatura declina disminuyendo la descomposición llegando así a un material orgánico estable.

La carga microbiana es muy importante considerarla ya que ésta al final del proceso es muy eficiente para la siguiente pila. Esta actividad microbiana ocurre generalmente en la superficie de las partículas orgánicas, es por esto que al disminuir el tamaño de la partícula aumenta el área superficial, generándose una mayor actividad microbiana y aumentándose la descomposición.

Es importante que el tamaño de las partículas no sea demasiado pequeño ni que sean muy compactas ya que se inhibe la circulación del aire a través de la pila y así mismo se disminuye el O₂ disponible para los microorganismos dentro de la pila y por esto mismo disminuye la actividad microbiana.

El compost maduro se tornará similar al humus (fracción orgánica del suelo) en cuanto a características, llegando el material inicial a una reducción en volumen de 20 a 60 %, su contenido de humedad en cerca de 40% y su peso en cerca del 50%.

3.2 FACTORES QUE AFECTAN DIRECTAMENTE EL PROCESO

3.2.1 Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas entre 35 y 55°C dado que a temperaturas muy altas muchos microorganismos importantes en el proceso mueren y otros no actúan, además el compost seco se calienta rápidamente, pero se enfrían también más rápido que un compost húmedo.

3.2.2 Humedad

Un nivel óptimo de humedad es fundamental, y se requiere que este entre 40 y 60%, ya que si es mayor el contenido de humedad el agua ocupa todos los poros y se produce putrefacción del material.

La humedad y la aireación están muy relacionadas puesto que una escasa humedad produce una rápida deshidratación que frena la actividad biológica y por el contrario si es muy elevada daña la aireación, ya que obstruye los poros.

3.2.3 Ph

Durante los estados iniciales de descomposición se producen ácidos orgánicos de cadena corta favoreciendo los pH ácidos, y ya al ser consumidos por los microorganismos, el pH aumenta.

En sí, el compostaje permite un amplio rango de ph., aunque vemos que los valores óptimos están entre 5.5 y 8.0 dado que las bacterias prefieren un medio casi neutro y los hongos uno ácido.

3.2.4 Oxígeno

El oxígeno de la aireación es esencial para el metabolismo y respiración de los microorganismos aerobios, por tanto si vemos que la pila no se asienta en unas 3 semanas es indicio de una escasa aireación.

3.2.5 Relación Carbono / Nitrógeno

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por una parte el carbono hace parte de los compuestos que son fuente de energía e igualmente hace parte del 50% de la masa celular microbiana y por otra el nitrógeno es importante para la estructura de las proteínas, aminoácidos y enzimas necesarias para el crecimiento y funcionamiento mismo de la célula.

Los materiales que son altos en Nitrógeno son generalmente más húmedos mientras que los altos en carbono son más secos, por lo que se deben realizar mezclas y ensayos que nos lleven a una buena mezcla que composta bien.

Materiales por ejemplo ricos en carbono y pobres en nitrógeno son los aserrines, ciscos (elegido por oferta, pajas, henos secos y ramas).

Se encontró también materiales pobres en carbono pero ricos en nitrógeno como son entonces materiales vegetales jóvenes, desechos de frutas y deyecciones de animales, para este caso la bovinaza.

3.3 CONTROLES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Las características físicas, químicas y biológicas en el proceso van cambiando con el tiempo, por esto se realizan evaluaciones de características durante y al final de dicho proceso tales como:

- Índices Físicos. Olor, color, presencia de materiales extraños e inertes y temperatura.
- Análisis químicos y físico-químicos del material orgánico.
- Análisis fito-tóxicos
- Inmadurez del Compost. La inmadurez en un material compostado puede traer consecuencias adversas en aprovechamiento dado que se limita el aprovechamiento generando riesgos como:
 - Disminución de la concentración de O₂ a nivel radicular

- Aumento en la temperatura del suelo, que es incompatible con el buen desarrollo vegetal.
- Destrucción incompleta de organismos patógenos.

3.3.1 Control de Calidad

El compost debe cumplir mínimo 3 condiciones fundamentales que son:

- No ser motivo de peligro para los cultivos por semillas indeseables u hongos.
- No contener microorganismos que puedan causar enfermedades al hombre ni a los animales domésticos.
- No ser fuente de contaminación de los ecosistemas ya sea por presencia de malos olores o por residuos químicos peligrosos.

3.3.1.1 Norma de Calidad NTC (ICA)

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mediante normas técnicas especifica las características que debe tener un compost a comercializar en el país.

- **Toma de Muestras:** Todo el compost molido que este en el área de secado en la fecha de muestra para el laboratorio se mezcla y homogeniza. Luego se divide en 4 partes equivalentes en volumen; de cada parte se toma una muestra (1), y las cuatro (4) son mezcladas entre sí, y de ahí se toma una muestra de 100 gramos, se empaca en una bolsa plástica limpia, la cual se sella, y se lleva al laboratorio.
- **Presencia de Metales Pesados:** La presencia de metales pesados en el compost es una de las mayores limitantes para el uso agrícola, debido a su fuerte impacto sobre el ambiente, sus efectos a largo plazo sobre la cadena alimentaria y en la dificultad de recuperación de los suelos contaminados. La acumulación de metales pesados puede ocurrir en raíces, tallos, hojas, frutos, causando problemas muy variados y siendo el Cd, Ni, Cu, Zn, los metales causantes de mayor problemática. Estos metales pesados llevan a efectos negativos sobre el metabolismo y la fisiología de la planta. (Disminuye transpiración, fotosíntesis, clorosis etc.).
- **Almacenamiento.** El producto empacado debe guardarse en un lugar seco, evitando los encharcamientos ya que absorbe rápidamente la humedad.

3.3.1.2 Requisitos Específicos

Tabla 1. Requisitos Específicos

Parámetros a caracterizar	Parámetros a garantizar
Contenido humedad	Humedad máxima
Carbono orgánico Oxidable total	Carbono orgánico Oxidable total
Capacidad intercambio catiónico	Capacidad intercambio catiónico
Capacidad de retención de humedad	Capacidad de retención de humedad
Nitrógeno, fósforo, potasio	Cenizas
Cenizas	Relación C/N
Relación Carbono - Nitrógeno	pH
Ph	Densidad
Densidad	

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario

3.3.1.3 Análisis Químico del Compost

Tabla 2. Norma NTC, Requerimientos.

Variable	Valor
Cenizas	Máximo 60%
Contenido humedad	Máximo 20%
Carbono orgánico Oxidable total	Mínimo 15%
Capacidad intercambio catiónico	5230mg/100gr
Capacidad de retención de humedad	Mínimo su propio peso
Ph.	Mayor 4 Menor 9
Nitrógeno (reportar si el valor es mayor al 1%)	Mayor 1%
Fósforo	Mayor 1%
Cálcio	5.0%
Relación Carbono – Nitrógeno	15
Densidad	Máxima 0.6g/cm ³

Fuente : Instituto Colombiano Agropecuario

3.4 SISTEMAS DE COMPOSTAJE

- Sistemas abiertos
- Sistemas cerrados

3.4.1 Sistemas Abiertos

Son los sistemas tradicionales, donde los sustratos a compostar se disponen en pilas que pueden estar al aire libre o cubiertas. Entre estos tenemos:

- Apilamiento estático: Con aireación por succión sin volteos; es el que necesita mayor tiempo de fermentación. Suficiente para proveer de una concentración de oxígeno de 15% a un compost compuesto de lodo de

depuradora y de virutas de madera con aire espirado en conjunción con el control de la temperatura. Ventilación alterna y control de temperatura.

- Apilamiento con volteo: *Volteos* en función de la temperatura y la humedad el cual permite diseñar pilas de mayor altura.
- Apilamiento con ventilación forzada: Sistema mecánico de ventilación por tuberías o canales.

3.4.2 Sistemas Cerrados

Sistemas utilizados generalmente para el tratamiento de desechos sólidos Municipales de tamaño medio o grande, diseñados para reducir el área y tiempo de compostaje y hacer un mejor control de los parámetros del proceso. Sin embargo sus costos son elevados. Entre estos tenemos:

3.4.2.1 Reactores Verticales

- Continuos: Con alturas de 4 a 10 m donde el material compostable se encuentra en masa única. En este sistema se controla temperatura, aireación y características de los gases. El tiempo de compostaje es corto (dos semanas).
- Discontinuos: Reactores divididos en varios niveles, de 2 a 3 m de altura, donde la masa se voltea en la parte superior descendiendo al siguiente nivel según su madurez. El tiempo de fermentación es de una semana.

3.4.2.2 Reactores Horizontales

- Estáticos: Tiempo de compostaje de 15 a 30 días. El producto requiere un compostaje posterior.
- Dinámicos: *Cilindro de 2 a 3 m de diámetro y con giros de 2 a 3 rpm., donde los residuos permanecen en el reactor de 24 a 36 horas. El material es compostado posteriormente en pilas o reactores.*

4. METODOLOGÍA, TRABAJO DE CAMPO

4.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

La investigación se desarrolló en el marco del siguiente cronograma de actividades planteado para la realización del presente trabajo de grado:

Tabla 3. *Cronograma de Actividades*

Fecha	Actividad
AGOSTO 15	Matrícula Práctica.
AGOSTO 26	Asesor asignado, Juan Carlos Córdoba A.
AGOSTO 27 - SEPTIEMBRE 10	Investigación de Campo y de información, observación de instalaciones.
SEPTIEMBRE 11 - SEPTIEMBRE 30	Trabajo social comunicativo, búsqueda de recursos, ajuste de variables, trabajo de campo.
OCTUBRE 1 - OCTUBRE 30	Montaje (posible), evaluación del proceso, mejoras, pruebas mejoradas, seguimientos.
OCTUBRE 31 - NOVIEMBRE 20	Últimos cambios requeridos, ajuste de proceso, seguimiento trabajo social, aplicación a nivel social, revisión resultados.
NOVIEMBRE 21 – DICIEMBRE 14	Seguimiento, finalización, optimización, publicación abierta, comercialización.

Fuente : el autor

4.2 DESARROLLO DEL TRABAJO DE CAMPO

El proceso de investigación inició con dos actividades:

- Investigación y recorrido del proceso que se llevaba anteriormente en la Subasta y organización en el mismo proceso.
- Visita a la Central ganadera contactada por mi asesor, con la Doctora Paula Carrasquilla y Marta López, con quienes se obtiene asesoría visual de instalaciones y procesos, adoptados por ellos en su planta operativa.

El manejo que se le venia dando al subproducto en la empresa, era el siguiente:

- Personal utilizado en recolección de estiércol de los corrales, 11 personas.
- Días de recolección, lunes, martes y el miércoles en el cual se distribuían a las diferentes fincas, en algunas ocasiones se vendían los bultos o se regalaban. El día viernes se recogía el de los corrales más visibles y el de la poli sombra.
- Peso promedio bulto= 20 kilos
- Cantidad promedio semanal= 800 bultos
- 64 toneladas mensuales
- Se utilizan cuatro coches para la recolección
- El traslado se realiza en volquetas de 250 bultos y/o camiones de 500 bultos, los cuales lo colocan las fincas.
- Precio por bulto vendido está entre 450 y 500 bulto.
- Humedad 80%.

Actualmente por razones operativas, el proceso de recolección se sigue trabajando igualmente, pero con cambios constantes en la movilización del material por problemas de incumplimiento en horarios con los conductores de los carros para cargar los viajes.

El compostaje requiere no solo el aporte de materia orgánica como agente principal, sino también otros materiales que ayuden al balance y a condiciones de parámetros a caracterizar. Para ello se elige material de aserrio como aportante de carbono y material para disminuir contenidos de humedad.

Al haber analizado el manejo histórico del material y teniendo en cuenta la necesidad de otra principal materia prima para un buen trabajo de compostaje, fue necesaria la investigación de la oferta de material aserrio requerido, encontrando lo siguiente:

En lo respectivo con los aserríos del municipio.

- Producción mensual promedio 14 toneladas mensuales, sin tener en cuenta los pequeños productores.
- Precio por bulto entre \$500 y \$700 bulto
- Peso por bulto 10 kilos
- Fuente, pino, sapan, amargo, teca, santa cruz, caracolí, negrero, carretero, chingle, roble y cedro.

Esta cantidad indica parcialmente que debemos buscar alternativas con el material a mezclar dado que la oferta no es lo suficientemente significativa hablando de material maderable, pudiendo tomar en cuenta opciones como la cascarilla de arroz, cuya oferta puede ser mejor, como lo demuestran los altos volúmenes utilizados para el mismo transporte de los ganados en los camiones.

En vista de que se requería un lugar para ejecutar el proyecto, se logra una reunión con el Doctor Álvaro Restrepo, reconocido ganadero, piscicultor, capricultor y agricultor de la región, en la cual se acordó el lugar del proyecto, en áreas de la Hda. Piscícola Sta. Cruz, suelos altamente degradados por la minería en un pasado, sacándole un mejor aprovechamiento y a la vez favoreciendo los costos del proyecto en cuanto a fletes dado que su localización en las afueras del área urbana optimizan las garantías y legalizan el desarrollo del mismo.

Una vez acordado el lugar se hace petición a CORANTIOQUIA, de obtener una visita técnica por parte de ellos para evaluar las condiciones del terreno siendo la primera exigencia, consignación de una cuota en el banco, procedimiento que inmediatamente se realizó, quedando a la espera de instrucciones para un nuevo paso.

En reunión con el director de la UMATA y alcalde encargado, doctor Rafael Ruiz, se concretó que trabajaríamos de la mano con un grupo de trabajadores del SENA, quienes se beneficiarían de manera directa con parte de producción para sus pequeños cultivos, siendo ellos mano de obra importante en el proyecto.

Días después en cita cumplida con el presidente de la junta de acción comunal de la vereda donde se localiza la hacienda Santa Cruz, el señor Daniel Samper acordamos trabajar de la mano inicialmente en la desempacada del material en el área a trabajar para la distribución adecuada del estiércol y el cisco los días martes y/o miércoles, proporcionándoles palas, guantes y botas principalmente.

Se realizó cotización de insumos requeridos para la infraestructura a utilizar, con la asesoría de maestros de obra de la propia subasta para visualizar mejor la idea,

en los siguientes almacenes de la región: Agrocauca, El vaquero, Ferrocauca y Agrotienda Subagauca.

Se pasó informe de cotización a gerencia y quedando a esperas de que la empresa pase una “época de crisis por gastos” vigilada por la junta, para tomar futuras decisiones, siguiendo de igual forma vigilando el proceso más individualmente, pero es importante resaltar que la atención al proyecto cayó en un 90% por parte de la empresa por la situación actual, trayendo consecuencias rápidas y evidentes en cuanto a construcción y destino del material, por parte de los directivos.

Con una máquina pajarita se realizó trabajo de organización uniforme del material recibido en el área y posteriormente se instalaron los estacones principales de 6x6 pulgadas de 5 mt de altura y los 6 listones de 4x2, así como el plástico tipo invernadero, con la finalidad de empezar a tener el material protegido de las aguas y realizar los volteos pertinentes cada 8 días y el apilamiento necesario; y a esperas de la visita técnica de CORANTIOQUIA, que luego de repetida insistencia y hasta la fecha 14 de Diciembre no se reportaron debido a que la visitadora viajó al exterior y luego realizaría la programación.

Imagen 1. *En las Instalaciones del Proyecto, grupo de personas de Acción Comunal, encargadas de realizar diferentes labores.*



Fuente: el autor

Imágenes 2 y 3. Costales con muestras de los producido durante dos meses, producto listo para aplicación.



Fuente : el autor

4.3 PROCESO DE COMPOST SUBAGAUCA S.A

El área donde se realiza el compostaje está situada en zona rural, en la vía que conduce al municipio de El Bagre, en el kilómetro 6, y es de aproximadamente 400 metros cuadrados inicialmente, es una estructura hecha sobre suelo, con 8 estacones de base, sobre los cuales se instaló el plástico tipo invernadero y lona removible para los laterales en procura de protegerlo de eventuales lluvias y permitir la aireación requerida.

Instalada esta estructura se diseñaron 5 zonas principales:

- Zona de recibo.
- Zona de secado.
- Zona de volteo.
- Zona de empaque y almacenamiento.
- Zona de materiales.

El diseño adoptado fue el de camas o pilas, por economía y practicidad. El material se amontonó sin comprimir en el suelo, controlando la altura y la forma de la pila, para permitir que el calor y la humedad se disiparan bien y la circulación de aire fuera buena.

Lo estipulado es darle un aporte de cal dolomita o magnesiana en la etapa de caracterización pero principalmente se trabajó con 2 fuentes: la bovinaza

recogida en los corrales de la subasta y el cisco o cascarilla de arroz proveniente en la movilización de los ganados en una relación C/N aproximada de 30/1.

Eventualmente se hicieron 6 muestreos y pruebas comparativas alternas de germinación en cultivos de cebolla, temperaturas, humedades y volteos con materiales agregados como restos vegetales específicamente los desechos de la plaza de mercado.

Se logró acordar el montaje de 8 pistas de material orgánico, ubicadas estratégicamente, permitiendo la operación de trabajadores, maquinaria y transporte.

5. RESULTADOS

Se logró trabajar bien con 9 toneladas y realizar volteos cada 8 días por 2 meses, manteniendo una temperatura promedio de 57°C, una humedad de 58% y con temperaturas que alcanzaban durante el proceso entre los 45 y 65°C.

En infraestructura, a la fecha 14 de Diciembre, se cuenta con las pistas, los estacones, el plástico, la lona, zona de descarga, cunetas recolectoras de líquidos lixiviados.

El último evento específico además de los envíos de bovinaza que se siguieron realizando, fue la recolección de 3 toneladas de material trabajado, el cual se empacó en costales y se emplearon en un cultivo de arroz, otro de peces y en 2 potreros en recuperación con un buen resultado diferencial respecto a otros y a esperas de próximos resultados.

Se contará entonces con una zona de embalaje, en la que se le dará un empaquetado final al producto que inicialmente saldrá más como un acondicionador base y luego con aditivos que caractericen el producto y lo diferencien como lo dicta una importante estrategia de marketing.

En una huerta con cebollas, trabajada con el composta en equipo con personas del jardín hidrobotánico, estas crecieron aproximadamente 3 cms más que las sembradas anteriormente y en menor tiempo, demostrándonos un buen resultado

Observamos buena floración y recuperación en jardinería, con plantas de la finca del Doctor Álvaro Restrepo, con personas de la acción comunal.

Detectamos un importante y marcado cambio en los potreros acondicionados, siendo la recuperación considerablemente mejor en lo referente al rebrote y se puede decir que a enraizamiento en áreas de ensayos de 1 metro cuadrado e igual la permeabilidad de agua.

En una de los ensayos pudimos comprobar que en una pequeña pila en la que la cantidad de N demasiado baja, es decir poco estiércol, es muy lenta la descomposición y muy poca descomposición y en cambio en otra pila donde la cantidad mucho mayor de N comparada con el Carbono, existe una rápida descomposición pero se detecta claramente un cambio de olor, seguramente debido a deficiencia de oxígeno y por tanto se sentía la liberación de gases como amoníaco.

En ensayos en pilas pequeñas a los cuales asistieron los vaqueros de la subasta y agricultores vinculados al sena, se observó cómo la humedad en exceso cuando regábamos continuamente la pila, también generaba reducción de oxígeno, restándole el sentido anaerobio y a la pila con mucho menor riego se demoraba mucho más el proceso.

En este trabajo cabe anotar algo importante que se mencionaba anteriormente, y es el paro acelerado por parte de las directivas y jefe general por cuestiones administrativas, reflejándose en retraso de resultados y cese de patrocinio e interés por el proyecto, pero así mismo me parece una ventaja aún más para presentar finalmente una idea a la empresa SUBAGAUCA S.A. en un futuro laboral.

5.1 ANÁLISIS QUÍMICO DEL COMPOST OBTENIDO

Tabla 4. Composición química Obtenida

Composición Obtenida	
Cenizas	32%
Contenido humedad	21%
Carbono orgánico Oxidable total	26%
Capacidad intercambio catiónico	52
Capacidad de retención de humedad	270%
PH	6
Nitrógeno	2.0%
Fósforo	1.0%
Cálcio	5.0%
Relación carbono – Nitrógeno	15
Densidad	0.2

5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El compostaje en SUBAGAUCA S.A más que una solución es una oportunidad que se tiene en el presente y a futuro, implantando un proceso más tecnificado y de mejores condiciones que con toda seguridad es rentable y benéfico a todo nivel.

La misma falta de interés, el desorden y los altibajos en acompañamiento financiero y técnico por parte de la empresa para la elaboración de un proyecto como éste, hace realmente que sea complicado trabajar en condiciones favorables y obtener y mostrar la totalidad de los resultados esperados.

El montaje físico de una planta de abonos en ésta región, fácilmente se desarrolla con bajos costos, pero es preciso tener en cuenta que la cantidad de bovinaza que se maneja, requiere de procesos realmente tecnificados y con equipos y personal encargado.

Los resultados obtenidos en mediciones y toma de datos deben ajustarse más estrictamente ya que fueron tomados bajo muchas variables como lo son el constante cambio de clima en la zona, el horario en toma de muestras, las cantidades y formas en los riegos, las tomas de T° y las humedades.

La capacidad de retención de humedad nos arroja un valor de 270%, lo que nos indica una muy buena garantía y eficacia en este aspecto dado que está por encima del propio peso muy considerablemente.

En cuanto a lo exigido y a lo obtenido en contenido de humedad, se observa un contenido de humedad en un producto final con 21% indicando que el producto está muy en el límite máximo incluso sobrepasando en 1% pero en condiciones controladas, con procesos adecuados de secado pero lo más factible es de pronto el factor lluvia, dado que el material en un principio se expuso mucho a éstas por falta de los laterales removibles aunque el valor está considerablemente en el rango adecuado.

El ph obtenido y promedio de las muestras obtuvo un valor de 6, indicándonos un valor muy bueno dado que revela la acción de los microorganismos durante todo el proceso, alcanzando a regularse con un valor medio y óptimo para un producto final.

Reportamos nivel de Nitrógeno por encima de 1%, y analizando está en 2%, lo que corrobora que de todas maneras el material principal es el estiércol como aportante de Nitrógeno y siendo la cascarilla un nivelador del mismo.

6. CONCLUSIONES

Trabajando esta materia orgánica para la obtención de un principal acondicionador, bajo parámetros razonables obtenemos ventajas muy significativas además de la parte ambiental, en la económica, social, agro tecnológica y ecológica, como podemos enunciarlas.

En lo Social, se protegen las bases agro-ecológicas para todas las producciones, garantizando seguridad alimentaria en las comunidades; la sostenibilidad proviene de un proceso en conjunto con campesinos, recuperando lazos de solidaridad que alivian el conflicto que rodea las producciones y la misma calidad de vida de los agricultores y ganaderos.

Se está protegiendo además la salud al reducirse el uso de químicos en altas dimensiones.

Económicamente se logró una mayor estabilidad económica con un manejo de sistema productivo al rotar, diversificar y asociar cultivos. La conservación y recuperación de la tierra es una inversión necesaria para lograr el mejoramiento de los ingresos económicos de la misma empresa y de la Hacienda.

En el aspecto Agro Tecnológico, al trabajarse con tecnología y herramienta apropiadas y adecuadas a cada labor en particular, se permite una fácil adopción ya sea para los pequeños y medianos campesinos así como para la empresa.

Con este tratamiento orgánico los agro-sistemas productivos se están diversificando constantemente obedeciendo a la asociación de cultivos y a la adición de mejoradores de propiedades, al experimentar una importante actividad macro y microbiológica con una alta tasa de biodiversidad, formando complejas redes tróficas y activando el ciclo de la nutrición húmica, creando suelos profundos, fértiles y con muy buena aireación.

Con este producto se busca un aporte a los suelos para que sean más permeables y resistentes a la compactación, evitando encostramientos mayores en superficies y generando enraizamiento abundante, con un buen desarrollo, recuperando minerales filtrados.

Se logró incrementar también el poder de capilaridad y la capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Otro factor ventaja e importantísimo es la capacidad de retención de agua a través de la cobertura de suelos y raíces de las plantas.

Dándole una mirada ecológica al proyecto, entre las ventajas principales podría decir que se encuentran:

- La eliminación de venenos y químicos en las dimensiones actuales, aportando al medio ambiente, recuperando y protegiendo la diversificación de ecosistemas y energéticamente es un proceso en el que se empleará en mayor medida recursos renovables.
- La económica infraestructura en la que se permite desarrollar esta propuesta hace el trabajo aún más sostenible y productivo.

Las empresas, regiones y sistemas productivos y en especial SUBAGAUCA S.A deben adoptar medidas y soluciones enmarcadas en el respeto de generaciones futuras y centralizadas en la productividad limpia y racional.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda inicialmente a la empresa SUBAGAUCA S.A, desarrollar el proceso del compostaje como una estrategia de producción más limpia, dado que éste permite el tratamiento de un subproducto cotidianamente tratado sin incurrir en altos costos y al mismo tiempo genera un positivo impacto social y un aprovechamiento más racional del estiércol en toda la región del bajo cauca.

Es necesaria la estandarización de procesos con el fin de generar una referencia clave del producto para que su uso y comercialización, de acuerdo a sus características y a los cumplimientos de normas vigentes en Colombia sea lo más óptimo posible.

Se recomienda muy específicamente a la empresa SUBAGAUCA S.A y a las instituciones, centros, organizaciones y equipos que trabajen en busca de éstas soluciones como alternativas productivas, una continuidad en el proceso, dado que es una muy buena opción como para frenar tan interesante proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA JF. Nociones básicas sobre invernaderos, Departamento de Ingeniería Agrícola, Bogotá: [s.n]. 200p.

CENTRAL GANADERA. Proceso de compostaje. Medellín: La Sociedad. 2007.1cd-room.

COLOMBIA. HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Manual práctico ilustrado: desarrollo endógeno agropecuario. abonos y lombrices: Bogotá: Los Hogares, 2008. 40p.

COSTA F, GARCÍA C, HERNÁNDEZ T. Residuos orgánicos urbanos: manejo y utilización. CSIC-CEBAS, Murcia : [s.n]. 1991. 181p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos para la industria agrícola: materiales orgánicos usados como fertilizantes y acondicionadores del suelo. Bogotá: ICONTEC, 2003. (NTC 5167).

LABRADOR J, MINISTERIO DE AGRICULTURA. La materia orgánica en los agrosistemas: pesca y alimentación. 2ed. Madrid: Mundi-prensa, 2001. 180p.

RESTREPO RIVERA, Jairo. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Bogota : [s.n]. 2002. 100p

RICHARD Tom. Municipal solid waste composting: biological processing [online]. <http://compost.css.cornell.edu/MSWFactSheets/msw.fs2.html>.> [Citado el 12 de Enero de 2009]